

Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW)

Guide méthodologique

Mai 2010



INVENTAIRE PERMANENT DES RESSOURCES FORESTIERES DE WALLONIE

GUIDE METHODOLOGIQUE

Prof. Jacques RONDEUX

Université de Liège

Gembloux Agro-Bio Tech

Unité de Gestion des Ressources
forestières et des Milieux naturels

Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux (Belgique)

Hugues LECOMTE

Service Public de Wallonie

Dir. gén. opérationnelle de l'Agriculture,
des Ressources naturelles et de
l'Environnement

Département de la Nature et des Forêts

Cellule Inventaire permanent des Ressources
forestières de Wallonie

Avenue Prince de Liège, 15
B-5100 Jambes (Belgique)

L'objectif de ce guide est avant tout de fournir aux utilisateurs des résultats de l'Inventaire permanent des Ressources forestières de Wallonie toutes indications utiles relatives aux objectifs poursuivis par celui-ci, à la méthodologie (méthodes de mesure, conventions, etc.) sur laquelle il s'appuie et à ses limitations, à la nature des données récoltées et à divers aspects de leur traitement ainsi qu'à diverses facettes de leur valorisation afin que toutes analyses de résultats fournis puissent se situer dans un contexte clairement défini et évitent de conduire à des interprétations erronées.

Remerciements

Ce guide, aboutissement de 15 ans de recherches et de pratiques sur le terrain, n'aurait pu voir le jour sans l'intervention de la Région wallonne au travers des financements accordés.

Il représente un travail collectif auquel les auteurs souhaitent associer les nombreux ingénieurs (assistants de recherche), informaticiens, gradués et techniciens forestiers ainsi que personnel administratif, soit près de 50 personnes, qui se sont succédés de 1978 à 1993 au sein d'une équipe rattachée à l'Entité des Eaux et Forêts de la FUSAGx (Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux).

Ne souhaitant pas courir le risque d'oublier certains d'entre eux, nous leur adressons de manière collégiale un merci tout particulier car ils ont contribué à concrétiser au départ d'une idée qui voici 25 ans ne faisait pas l'unanimité, un véritable outil de politique forestière au service de la forêt wallonne et permettant d'inscrire celle-ci dans une dynamique européenne.

Des améliorations incessantes ont pu être apportées au présent ouvrage grâce aux remarques, commentaires et suggestions venant des acteurs de terrain, en particulier des ingénieurs et des agents des forêts du DNF (Département Nature et Forêts).

Puissent toutes celles et ceux auxquels nous pensons se retrouver dans la lecture de ce document.

P r é f a c e

La demande d'informations sur l'état et l'évolution des forêts n'a jamais été aussi grande et exigeante. L'une des raisons majeures expliquant cette tendance réside dans les processus d'élaboration des politiques nationales et régionales visant à préserver leur patrimoine boisé. C'est tout particulièrement aussi le cas de la Région wallonne qui, regroupant 80 % de la superficie boisée de la Belgique, a résolument opté pour intégrer dans son Code forestier les fonctions multiples des forêts dans leurs dimensions économique, sociale et environnementale.

L'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW) créé par décret en février 1995 et confirmé dans le décret du 15 juillet 2008 relatif au Code forestier, a pour mission de dresser de manière continue un état des lieux de la forêt wallonne via l'observation et la mesure de nombreux indicateurs de natures très diverses.

Ce guide est le fruit d'un travail minutieux et de longue haleine mené dans la cadre d'un partenariat dont il convient particulièrement de souligner la grande qualité entre, d'une part le Département de la Nature et des Forêts de la Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement qui, au travers d'une cellule spécifique, assure le suivi de l'inventaire sur le terrain et l'exploitation des données depuis 1996 et d'autre part la Faculté de Gembloux (Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège) qui a initié et accompagné l'inventaire permanent dès les années 80 et en assure le suivi scientifique.

Cet inventaire contribue aujourd'hui à remplir quantité de missions en matière de politique forestière régionale, de support aux requêtes internationales et d'aide au monitoring des processus de certifications forestières. A de nombreux égards il a largement dépassé le rôle initial qui lui avait été assigné de fournir des indications les plus fiables et objectives possible sur le matériel ligneux voué à l'exploitation forestière et à la valorisation des ressources ligneuses.

Tableau de bord de l'ensemble de la forêt wallonne, l'inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie occupe aujourd'hui une place privilégiée comme outil prévisionnel pour une gestion globale durable d'autant que très tôt il a su s'adapter à l'évolution des rôles attendus de la forêt en récoltant et fournissant des informations inédites dans des thématiques aussi diverses que le bois-énergie, la biodiversité, l'impact des mesures environnementales sur la fonction de production de la forêt, la disponibilité de la ressource et quantité d'autres sujets que l'extraordinaire base de données qui lui est associée contribue très largement à mettre en évidence.

De par son caractère permanent et de par la richesse et la diversité des informations qu'il permet de fournir, l'inventaire s'inscrit pleinement dans les attentes et le suivi d'une gestion adaptative anticipant et tentant de répondre non seulement aux attentes sociétales mais aussi aux défis des changements globaux.

Ph. Blerot
Inspecteur général du DNF
DGARNE

INTRODUCTION

L'HISTORIQUE DE L'INVENTAIRE FORESTIER REGIONAL WALLON

C'est en 1978, à l'initiative du Professeur Jacques RONDEUX de la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (FUSAGx), que naquit l'idée de mettre en œuvre un inventaire des ressources forestières en Région wallonne.

A cette époque, où la régionalisation de la Belgique se mettait progressivement en place, seul un recensement décennal de l'Agriculture et des Forêts [INS, 1976] permettait de se faire une idée, depuis 1846, de l'état des ressources boisées au travers des surfaces occupées par types de peuplements (feuillus et résineux) et par classes d'âge (résineux), ventilées par grands types de propriétaires. Des indications sur les volumes sur pied et sur des valeurs financières étaient aussi fournies mais il n'existait pas de méthodologie éprouvée sur l'ensemble du territoire et les objectifs poursuivis se limitaient à un état des lieux dont la fiabilité et la mise à jour laissaient par ailleurs à désirer. En outre, les opérations de recensement n'étaient pas menées de la même manière selon qu'il s'agissait de propriétés privées ou de propriétés publiques, soumises au Régime forestier.

C'est pour répondre au souci grandissant de mieux valoriser le patrimoine boisé régional et de jeter les bases d'une politique forestière s'appuyant sur des données à la fois objectives et régulièrement rafraîchies qu'un inventaire conçu par échantillonnage a été proposé en vue de supplanter progressivement le recensement.

Plusieurs recherches menées par la FUSAGx sur ce thème et réalisées avec le soutien du Ministère des Affaires wallonnes de l'époque ont permis de démontrer l'opportunité et la faisabilité de la mise en œuvre de pareil inventaire qui, par ajustements successifs et améliorations continues, est devenu, 25 ans plus tard, un outil dont l'intérêt n'a cessé de grandir eu égard à la multiplicité d'objectifs qu'il permet de rencontrer, que ce soit au titre « d'observatoire » de l'évolution de la forêt ou de « tableau de bord », véritable instrument d'aide à la décision en matière de gestion et de politique forestières.

*

Le premier inventaire portant sur la totalité de la forêt wallonne a été réalisé sur une période de 3 ans (de 1980 à 1983). Avant tout destiné à établir une photographie de la forêt à cette époque, il comportait environ 10.500 points de sondage répartis sur base d'un échantillonnage systématique.

De 1984 à 1988, aucune actualisation des données n'a été programmée. A l'issue de cette période, compte tenu de l'inévitable évolution tant des surfaces boisées que du matériel ligneux, il s'est avéré qu'il n'était plus possible de répondre valablement aux questions et sollicitations qui ne cessaient de croître et émanaient non seulement des gestionnaires publics, mais surtout des industriels de la première transformation du bois, principalement des grosses scieries résineuses (dont la capacité de production avait plus que triplé) et des papeteries, importantes consommatrices de petits bois d'épicéa. Conscient de cette situation et de la nécessité de promouvoir nos ressources ligneuses, le Ministre de la Région wallonne ayant la forêt dans ses attributions conclut plusieurs conventions de recherche, échelonnées de 1988 à 1994, avec la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (FUSAGx), Unité de Gestion et Economie forestières (Prof. J. RONDEUX).

Un nouveau mandat clairement assigné vit ainsi le jour fin des années 80 : mettre au point une méthodologie destinée à la réalisation par échantillonnage d'un ***inventaire permanent de la forêt wallonne***, qui soit ***un outil permanent et efficace, capable d'identifier et de contrôler, sur des bases objectives, l'état et l'évolution du patrimoine boisé wallon***, qu'il appartienne à la Région, aux collectivités ou aux particuliers.

De façon générale, les objectifs suivants figuraient également au programme des conventions précitées :

- *la récolte et l'exploitation de données* dans le but d'améliorer la gestion globale des massifs forestiers ;
- *la conception et la création d'outils et de modèles mathématiques* destinés à actualiser les données relatives à l'état de la ressource et à prédire l'évolution du matériel ligneux, que ce soit dans l'espace ou dans le temps ;
- *la documentation des industries transformatrices* sur la quantité et la qualité du matériel ligneux mobilisable ;
- *la contribution au développement d'activités* orientées vers l'étude de l'adaptation des essences au milieu, la pérennité des peuplements ou encore leur valeur génétique.

Alors que cette convention était en cours, l'Exécutif de la Région wallonne exprimait, dans sa déclaration de politique forestière de janvier 1992, sa volonté d'assurer la valorisation optimale de la forêt dans ses différents rôles économiques, écologiques et sociaux, notamment par « *l'établissement pour 1993 d'un inventaire forestier permanent favorisant une connaissance précise de nos ressources boisées* ».

Cette volonté de l'Exécutif Régional Wallon s'est concrétisée par la promulgation le 16 février 1995 d'un décret modifiant la loi du 19 décembre 1854 contenant le Code forestier et

installant *un inventaire permanent des ressources ligneuses*⁽¹⁾. Ce décret a été discuté et voté par le Parlement wallon en sa séance du 16 février 1995 et est paru au Moniteur Belge le 7 avril 1995. L'arrêté d'application de ce décret est daté du 20 novembre 1997.

L'inventaire proprement dit a débuté le 1^{er} février 1994, grâce à une nouvelle convention passée entre la Région wallonne et la FUSAGx afin de vérifier la faisabilité de la méthodologie proposée. L'équipe chargée de sa mise en œuvre est alors composée de trois personnes : un ingénieur forestier et deux techniciens forestiers. Le 1^{er} avril 1996 marque la fin des conventions de recherche et la création au sein de la Division de la Nature et des Forêts (Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement) d'une « Cellule » dont le cadre organique est fixé, en 1998, à 4 personnes : un ingénieur forestier, un gradué en sylviculture et deux techniciens forestiers.

Depuis juin 1997, l'inventaire a mis l'accent sur la récolte d'informations relatives au développement durable en milieu forestier. En effet, suite à la prise en compte sans cesse croissante du rôle plurifonctionnel de la forêt - préoccupations traduites par les résolutions des Conférences ministérielles de Strasbourg (1990), d'Helsinki (1993), de Lisbonne (1996), de Vienne (2003) et de Varsovie (2007) portant sur la protection des forêts en Europe -, le Gouvernement wallon s'est engagé à promouvoir l'application des principes de la gestion durable à la forêt wallonne dans le contexte notamment de la mise en œuvre à l'échelle de la Région du Plan de Développement durable (1995). Dès lors, l'inventaire, du fait de sa permanence et de sa capacité à couvrir de manière uniforme et relativement dense la totalité de la Région wallonne, est apparu comme un outil fondamental pour rencontrer les objectifs précités. C'est dans ce contexte que l'intégration des indicateurs de gestion forestière durable à la méthodologie de l'inventaire a été réalisée en collaboration avec la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Suivi scientifique) et la Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique de Louvain (UCL).

Les activités de la Cellule sont soumises au contrôle d'un *Comité d'accompagnement* composé de 8 membres dans lequel siègent de manière paritaire à côté de fonctionnaires des administrations concernées (2), des délégués des propriétaires privés (2), des industriels émarquant au domaine de la transformation du bois (2) et des représentants du milieu scientifique (2).

Réaliser un inventaire étant davantage un outil à mettre en œuvre plutôt qu'un objectif à atteindre, il a été décidé de garder tout au long du travail une approche scientifique rigoureuse. C'est la raison pour laquelle depuis 1996, un *suivi scientifique* est assuré par une équipe de scientifiques de la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Dans ses missions figurent la réalisation de travaux ponctuels, tels que l'assistance au niveau informa-

(1) En abrégé, par la suite : IFW pour « Inventaire forestier wallon ».

tique et statistique, ou plus fondamentaux tels que l'étude de modifications ou d'améliorations méthodologiques ou encore la présence sur le plan international. De surcroît depuis 2000, la Cellule bénéficie de l'aide du laboratoire de Géopédologie (FUSAGx) dans le domaine de l'analyse des sols forestiers.

Cette approche originale ne se retrouve pas dans les modes de fonctionnement habituels des inventaires nationaux européens souvent érigés en « institutions » possédant leur propre cellule ou antenne de recherche ou dépendant parfois même de centres de recherche ou d'universités spécialisées dans le domaine des sciences forestières. L'avantage de la formule est de rester au contact de scientifiques non inféodés à la Cellule et à son fonctionnement, ce qui procure à l'ensemble du système à la fois beaucoup plus de souplesse et d'ouverture, génératrices d'idées neuves tout en assurant une véritable « veille technologique » dans un climat de partenariat et un souci constant de complémentarité.

*

Ce guide présente, de manière assez détaillée, la méthodologie générale de l'Inventaire permanent des Ressources forestières de Wallonie telle que pratiquée en 2007. Il a cependant été nécessaire, en raison de l'abondance de la matière, de se limiter aux cadres et objectifs de l'inventaire ainsi qu'à la présentation des informations et données récoltées, considérant que les aspects plus techniques relevaient davantage d'informations ou de recommandations destinées à des opérateurs de terrain et justifiant dès lors un document spécifique (« Guide de terrain »).

Parmi les sujets abordés, certains l'ont été de façon plus approfondie que d'autres eu égard à leur importance et incidence en termes de dimensions économiques ou de contribution à la gestion forestière durable. Cette philosophie se retrouve également dans la rédaction du texte et de sa présentation conçue sous plusieurs formes.

Le texte est, en effet, entrecoupé de fonds grisés lorsqu'il convient d'attirer l'attention sur des éléments a priori jugés importants, voire utiles à la compréhension de la matière traitée. La taille réduite des caractères concerne soit des informations complémentaires ou des précisions paraissant opportunes, soit des notions plus spécialisées intéressant davantage le lecteur averti.

*

CHAPITRE 1

LE CADRE DE REALISATION DE L'INVENTAIRE

Ce chapitre aborde successivement les objectifs fondamentaux de l'inventaire (§ 1.1) et le cadre de son application (§ 1.2).

1.1. OBJECTIFS

Les principaux objectifs attendus d'un inventaire forestier régional se situent à plusieurs niveaux [RONDEUX, 1994] :

la politique forestière régionale : grâce aux renseignements fournis, les responsables politiques peuvent orienter globalement la gestion régionale (aides spécifiques à la sylviculture, élaboration de textes législatifs ou programmes d'action, ...) ;

les besoins de l'industrie : les industriels sont parmi les principaux utilisateurs potentiels des résultats d'un inventaire forestier régional : surfaces occupées, matériel ligneux sur pied, disponibilités actuelles et futures des produits de la forêt, répartition géographique des différentes essences sont autant de critères dont la maîtrise est importante en matière d'investissements, de développement, de localisation d'unités de transformation et de viabilité ;

la définition des potentialités forestières : les mesures dendrométriques récoltées simultanément avec les données écologiques du milieu peuvent servir de base à la définition de l'affectation optimale des sols, à l'identification des surfaces dont le potentiel n'est pas totalement utilisé ou est mal utilisé, à l'amélioration des peuplements ;

le contrôle et le suivi des indicateurs de gestion durable : l'observation, la mesure, le calcul de certaines variables définies en tant qu'indicateurs de gestion durable et de biodiversité permettent de suivre l'application des principes du développement durable à la forêt wallonne, en particulier d'établir un état des lieux et de mesurer l'évolution de la biodiversité en milieu forestier.

Ces résultats, présentés sous la forme de tableaux, cartes ou graphiques, concernent principalement :

- *les surfaces occupées par la forêt*, réparties selon divers critères (propriétaire, type de peuplement, classe d'âge, essence, ...) ;

- *le matériel sur pied* non seulement en termes de quantité mais aussi de qualité, exprimé globalement ou ventilé par catégories commerciales ;
- *les caractéristiques dendrométriques des peuplements* : nombres de tiges, surfaces terrières, volumes (selon différentes découpes, hauteurs ou qualités), niveaux de productivité, compositions des peuplements ;
- *les conditions stationnelles et environnementales* : topographie, sol, végétation ligneuse et herbacée, présence de lisières, de drains, d'ornières, ... ;
- *la gestion des peuplements* : historique, structure, composition, travaux sylvicoles, régénération,

En plus des données caractérisant le matériel ligneux sur pied à l'époque des mesures, l'inventaire forestier régional doit également permettre d'estimer la disponibilité des ressources en bois, tant du point de vue quantitatif que qualitatif, ce qui requiert aussi de connaître leur accroissement et l'importance des coupes réalisées. A défaut, ces données seront « estimées » par simulation au départ d'hypothèses relatives aux sylvicultures pratiquées et aux objectifs poursuivis.

Les données chiffrées d'un inventaire forestier régional peuvent indirectement être exploitées dans d'autres domaines, notamment scientifiques, tels que la liaison entre les conditions stationnelles et la productivité des peuplements ou encore la simulation des effets des traitements sylvicoles appliqués à de grandes étendues sur l'évolution des peuplements et les délivrances en matériel ligneux [HEBERT et LAURENT, 1995].

A un autre niveau, un inventaire de ce type permet d'opérer l'évaluation rapide des dégâts provoqués par des calamités naturelles comme les vents de tempête [LECOMTE et RONDEUX, 1992], le grand gibier [RONDEUX et LECOMTE, 1997] ou par des phénomènes pathologiques [RONDEUX *et al.*, 2002].

En outre, les résultats peuvent révéler, voire préjuger de situations critiques ou pouvant le devenir (par exemple, déficit au niveau de la régénération naturelle, vieillissement de massifs, capitalisations excessives de matériel ligneux en croissance, ...) impliquant la mise en place de mesures telles que l'octroi de subventions ou de subsides ou encore la révision des grands axes de la politique forestière.

Complémentairement, les objectifs précités ont été élargis en vue de mieux prendre en compte les préoccupations de protection et de conservation des espaces forestiers. Ainsi, la récolte d'informations appropriées et l'exploitation de leurs résultats spécifiques assurent le suivi au cours du temps de l'application aux massifs boisés des préceptes mêmes de gestion durable.

A cet égard, de par son échelle d'application, l'inventaire est un outil tout à fait pertinent pour mesurer le degré de satisfaction de la plupart des critères et indicateurs conformes aux principes d'Helsinki [KOESTEL *et al.*, 1999 ; LECOMTE *et al.*, 1999] (tableau 1.1) et adaptés lors de la 4^e Conférence ministérielle sur la Protection des Forêts en Europe (MCPFE, Vienne, 2003).

Tableau 1.1. – Indicateurs paneuropéens améliorés pour une gestion forestière durable (déclaration et résolution de Vienne).

● Critère 1 = Conservation et amélioration appropriée des ressources forestières et de leur contribution aux cycles mondiaux du carbone	
Indicateurs	- surface forestière - volume sur pied - structure par classes d'âge et/ou classes de diamètre - stock de carbone
● Critère 2 = Maintien de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers	
Indicateurs	- dépôts de polluants atmosphériques - état du sol - défoliation - dommages en forêt
● Critère 3 = Maintien et encouragement des fonctions de production des forêts (bois et hors-arbres)	
Indicateurs	- accroissement et récolte - bois ronds - produits non ligneux - services - forêts ayant un plan de gestion
● Critère 4 = Maintien, conservation et amélioration appropriée de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers	
Indicateurs	- composition spécifique des arbres - régénération - caractère naturel - espèces forestières introduites - bois mort - ressources génétiques - organisation du paysage - espèces forestières menacées - forêts protégées
● Critère 5 = Maintien et amélioration appropriée des fonctions de production dans la gestion des forêts (notamment sol et eau)	
Indicateurs	- forêts de protection – sol, eau et autres fonctions de l'écosystème - forêts de protection – infrastructures et ressources naturelles gérées
● Critère 6 = Maintien d'autres bénéfiques et conditions socio-économiques	
Indicateurs	- propriétés forestières - part du produit forestier dans le produit intérieur brut - revenu net - dépenses pour services - main-d'œuvre du secteur forestier - sécurité et santé au travail - consommation de bois - commerce du bois - énergie bois - accessibilité pour la récréation - valeurs culturelles et spirituelles

Ces paramètres, qui correspondent à des caractéristiques dynamiques du milieu et de la végétation, aux objectifs et aux pratiques sylvicoles, permettent d'apprécier de manière cohérente la notion de gestion durable et notamment [RONDEUX, 1996] :

- l'évolution (et le sens de cette évolution), de l'état des forêts et des conditions connexes (dimension temporelle pour les indicateurs) ;
- l'évaluation de ces indicateurs en termes de tendance (par exemple en des endroits ou « points » donnés dans le temps) ou dans une perspective historique ;
- la surveillance de l'évolution des indicateurs afin de déceler un éventuel changement et le cas échéant, le sens de ce changement.

Grâce à son caractère permanent, l'inventaire constitue donc un observatoire privilégié de la forêt dans l'espace et au cours du temps et il est un véritable tableau de bord [RONDEUX et LECOMTE, 2005], outil de contrôle et de suivi de la gestion patrimoniale durable au sens des critères/indicateurs définis, entre autres, dans le processus d'Helsinki. Cependant il ne peut répondre de manière pertinente à toutes les problématiques relevant des critères/indicateurs édictés.

Si l'inventaire est capable, par exemple, de jouer ce rôle d'observatoire en matière de biodiversité, il ne peut en appréhender, vu la méthodologie d'échantillonnage appliquée (§ 2.1, 2.2 et 2.3) qu'une partie. Aussi est-il opportun de préciser qu'il ne s'intéresse qu'à la biodiversité végétale. Parmi les critères de gestion durable, ceux relatifs au maintien, à la conservation et à l'amélioration appropriée de la biodiversité dans les écosystèmes forestiers ainsi qu'à la protection du sol et de l'eau sont parmi les plus importants. A partir des relevés des espèces ligneuses et herbacées présentes sur l'unité d'échantillonnage, *l'inventaire se positionne en tant qu'instrument d'estimation de la « phytodiversité » en forêt wallonne, comme témoin de sa régression, de son maintien ou de son amélioration au cours du temps*. Il est aussi particulièrement utile dans la localisation et la définition des habitats « Natura 2000 » et fournit quantité d'informations qui, de manière indirecte et par un traitement approprié, permettent de réfléchir en termes de prédiction de l'évolution de milieux écologiques en relation avec les pratiques sylvicoles courantes ou passées.

En outre l'utilisation des très nombreuses données de l'inventaire associées à des informations issues d'autres sources, peuvent donner lieu au développement d'indicateurs de suivi ou de degré d'accomplissement de la gestion durable à l'échelle de tout le territoire. A ce titre il joue un rôle très important dans le cadre de la mise en place et de l'exécution du processus de « l'éco-certification » de cette même gestion.

1.2. DOMAINE D'APPLICATION

En Wallonie, l'inventaire ne s'adresse pas à l'ensemble des ressources naturelles mais uniquement aux *ressources ligneuses*. Par convention⁽¹⁾, il concerne toutes les formations boi-

(1) Les termes utilisés dans les lignes qui suivent seront définis avec précision au paragraphe 4.1.2.

sées d'un seul tenant d'une surface égale ou supérieure à 10 ares et d'une largeur minimale de 9 m :

- les **massifs forestiers** au titre d'entités boisées de grande étendue (plus de 100 ha) ;
- les **bois** couvrant entre 10 et 100 ha ;
- les **bosquets, boqueteaux, bois de ferme** dont la surface est comprise entre 10 ares et 10 hectares ;
- les **peupleraies en massifs**.

1.2.1. ZONES FORESTIERES

Par référence au contexte international, la notion de zones forestières s'inspire largement des définitions admises par les Nations Unies et la FAO [UN-ECE, 1997].

Les forêts regroupent les terres présentant un couvert forestier de plus de 10 % et une superficie supérieure à 0,1 ha. Les arbres doivent pouvoir atteindre une hauteur abattable minimale de 5 mètres. Les forêts peuvent comprendre soit des formations forestières denses dont les divers étages et le sous-étage couvrent une forte proportion du sol, soit des formations forestières claires avec une strate herbacée continue dans lesquelles les cimes (protection horizontale) couvrent plus de 10 % de la superficie. Sont également repris sous le vocable « forêts » les jeunes peuplements naturels ou toutes plantations créées à des fins forestières, mais dont les cimes ne couvrent pas encore 10 % de la superficie ou dont les arbres sont encore inférieurs à 5 m, tout comme les étendues qui font normalement partie des zones forestières et qui sont temporairement déboisées par le fait de l'intervention de l'homme ou de causes naturelles, mais qui sont appelées à redevenir des forêts. Ces terres comprennent les mises à blanc et les clairières.

Sont également considérées comme faisant partie des zones forestières les affectations situées dans les peuplements forestiers qui ne comportent pas de matériel ligneux productif pour des raisons soit naturelles, soit liées à une intervention humaine. Ce sont plus particulièrement :

- les **coupe-feu**, quelle que soit leur largeur ;
- les **chemins forestiers** empierrés au-dessus desquels les cimes ne se rejoignent pas ;
- les **routes asphaltées** bordées de forêts de part et d'autre, à l'exclusion des grands axes à plusieurs voies de circulation et des autoroutes ;
- les **zones déboisées** situées sous les lignes électriques à haute tension ;
- les **gagnages** naturels ou créés en forêt pour le nourrissage du gibier ;
- les **landes à bruyères et zones incultes** ou succédant à des mises à blanc étoc, à condition qu'il soit établi ou largement présumé qu'elles ne seront pas reboisées ;
- les **fagnes, tourbières et zones fangeuses ou marécageuses** souvent d'ailleurs érigées en réserves naturelles ;
- les **talus et berges** de chemins, routes, voies ferrées et cours d'eau traversant des zones forestières ou longeant celles-ci (dans ce dernier cas, situés du côté forestier) ;
- les **carrières** ouvertes pour l'extraction de roches ou de minerais, qu'elles soient en activité ou désaffectées ;
- les **pépinières** des services forestiers ou des domaines privés ;

- les **arboretums** ou collections d'espèces ligneuses constitués pour l'étude des essences indigènes ou non ;
- les **étangs et rivières** situés en milieux forestiers.

1.2.2. FORMATIONS BOISEES NON-FORESTIERES

Certaines formations végétales comportant du matériel ligneux sont recensées mais non-mesurées et ne sont pas classées dans les zones forestières. Ce sont :

- les **parcs** ;
- les **drèves et alignements simples, doubles ou triples** ;
- les **haies** ;
- les **arbres isolés** ;
- les **vergers** ;
- les « **sapins de Noël** » ;
- les **talus boisés**.

Parallèlement à la récolte des données effectuée en zones forestières, des données sont aussi récoltées en zones non-forestières avec comme objectif d'identifier le statut des terres (occupation, utilisation). L'objectif est, entre autres, de pouvoir maîtriser l'évolution de reboisements ou déboisements éventuels. Cela suppose que chaque point de sondage (§ 2.2) soit localisé avec précision afin d'estimer les surfaces et d'attribuer une affectation et un statut à chacun d'entre eux (zones forestières, agricoles, infrastructures, zones bâties, ...).

1.2.3. ETENDUES CONCERNEES PAR L'INVENTAIRE WALLON

L'inventaire forestier wallon concerne en 2007 environ 554.000 hectares relevant de zones forestières (productives et non-productives).

CHAPITRE 2

LES BASES METHODOLOGIQUES DE L'INVENTAIRE

L'inventaire réalisé à l'échelle de plus d'un demi-million d'hectares s'appuie sur un échantillonnage statistique. Ce chapitre traite de la méthodologie qui a été adoptée au travers du type d'échantillonnage (§ 2.1), du taux d'échantillonnage (§ 2.2) et du type d'unité d'échantillonnage (§ 2.3) ; il envisage aussi le cas particulier des peupleraies (§ 2.4) et évoque les modalités proprement dites d'exécution de l'inventaire (§ 2.5).

2.1. TYPE D'ECHANTILLONNAGE

Dans la foulée de beaucoup d'autres inventaires forestiers régionaux ou nationaux européens [LECOMTE et RONDEUX, 1991a, 1991b], *l'échantillonnage de type systématique* monophasé (uniquement réalisé au sol, les documents photographiques aériens ou satellitaires ne faisant pas partie intégrante de la méthode au sens d'échantillonnages à plusieurs phases [RONDEUX, 1999]), a été privilégié. Plusieurs raisons justifient ce choix :

- la relative petitesse de l'étendue à couvrir (par rapport à celles d'autres inventaires forestiers nationaux) ;
- la nécessité de prendre en compte la structure très morcelée de la forêt wallonne et la grande diversité tant des milieux de croissance que des types de peuplement ;
- le souci d'utiliser de façon optimale les moyens humains et budgétaires de la Cellule « inventaire ».

La disposition des points de sondage selon un schéma systématique prédéterminé (grille régulière) offre d'indéniables avantages compte tenu des échelles d'investigation :

- repérage rapide des points de sondage par le fait d'une localisation structurée (maille de points) ;
- déplacements moins coûteux et meilleure maîtrise de l'organisation quotidienne des travaux ;
- distribution régulière des points sur l'ensemble de la population à échantillonner, ce qui procure plus d'informations par unité de coût que l'échantillonnage aléatoire ;

- opportunité de réaliser une cartographie (localisation spatiale) des unités d'échantillonnage ainsi que des caractéristiques estimées (cartes thématiques) ;
- possibilité d'estimer des surfaces ou d'opérer des classifications par simple comptage de points du maillage [RONDEUX, 1979].

Le principal inconvénient réside dans la détermination de l'erreur d'échantillonnage, du fait que les unités d'échantillonnage (U.E.) ne sont pas choisies de manière indépendante. Il existe cependant des méthodes approchées de calcul tendant à corriger le biais résultant de la contrainte évoquée et le problème est d'autant moins aigu que les distances entre points de sondage sont élevées [RONDEUX, 1999].

L'inventaire tel qu'il a été mis en œuvre ne prévoit pas de stratification, on le qualifiera donc de « *systématique simple* ».

2.2. TAUX D'ECHANTILLONNAGE ET MAILLAGE

Une grille de points distants entre eux de *1.000 m sur 500 m* est appliquée sur chaque carte IGN (échelle 1/25.000^e). Chacun de ceux-ci est localisé dans le référentiel des *coordonnées LAMBERT belges* aux *abscisses (km 500)* et aux *ordonnées (km 000 et km 500)*, de sorte que sur carte la distance entre les points de sondage est de 4 cm (1.000 m) dans l'axe Ouest-Est et de 2 cm (500 m) dans l'axe Nord-Sud, ce qui correspond à une intensité d'échantillonnage de 1 point par 50 ha de terrain.

Le choix s'est donc porté sur une *grille à maille rectangulaire* dont le petit côté est orienté selon l'axe Nord-Sud. Cette particularité a été retenue dans le but de mieux maîtriser une variabilité de milieux a priori plus marquée dans ce sens suite, entre autres, à la disposition des assises géologiques en Wallonie selon une direction générale Nord-Est / Sud-Ouest.

Tenant compte de la taille des unités d'échantillonnage (10 ares), le taux d'échantillonnage, voisin de 2 ‰ (il serait quatre fois plus élevé que la moyenne européenne), est justifié par les caractéristiques propres à la forêt wallonne (grande hétérogénéité de milieux de croissance, de types et de composition de peuplements, très grand morcellement des propriétés en particulier au sein de la forêt privée).

2.3. UNITE D'ECHANTILLONNAGE

Elle se compose de plusieurs placettes circulaires concentriques (figures 2.1 et 2.2) :

- une placette de 18 m de rayon (la plus grande, surface approximative de 10 ares) où sont sé-

lectionnés tous les arbres de la futaie dont *la circonférence à 1,5 m⁽¹⁾ est égale ou supérieure à 120 cm* ;

- *une placette de 9 m de rayon* (surface d'environ 2,5 ares) comportant tous les arbres vivants de la futaie *dont la circonférence à 1,5 m est comprise entre 70 et 119 cm* ;
- *une placette de 4,5 m de rayon* (surface d'environ 0,625 are) comportant tous les arbres dont *la circonférence à 1,5 m est comprise entre 20 cm* (seuil d'inventaire) *et 69 cm* ; cette placette est également destinée à échantillonner *les brins du taillis* (en taillis simple comme en taillis sous futaie) ;
- quatre placettes de 2,25 m de rayon (surface cumulée proche de 0,625 are) l'une étant localisée au centre de l'U.E., tandis que les centres des trois autres sont situés à la distance de 9 m du centre de l'U.E. respectivement aux azimuts 0°, 120° et 240°. L'objectif de ces quatre petites placettes est d'assurer la description de la régénération naturelle des peuplements (brins dont la circonférence est comprise entre « 0 » et 19 cm).

L'appartenance d'un arbre à la placette est donc fonction de sa distance au centre et de sa circonférence (modalités décrites au paragraphe 4.4.1).

L'unité d'échantillonnage comporte une placette circulaire supplémentaire et concentrique aux autres, de 12 m de rayon (surface de 4,5 ares) à l'intérieur de laquelle sont effectués les relevés botaniques (espèces ligneuses et herbacées). Dans 10 % des points de sondage 21 endroits de prélèvement de sol sont répartis dans la placette de 10 ares (voir l'illustration de ce protocole au § 4.2.2.2°) afin d'étudier l'état des sols forestiers de Wallonie.

En outre, une zone d'observation de 36 m de rayon (correspondant à une surface de 40 ares) est centrée sur l'U.E. Elle est utilisée pour les observations générales relatives au peuplement.

Remarques

Ce type d'unité, constituée de plusieurs placettes circulaires concentriques, qui est utilisé par plusieurs inventaires forestiers nationaux (France, Suisse, Allemagne, Luxembourg, ...) présente de nombreux avantages théoriques et pratiques [CHEVROU, 1993] comme par exemple : bonne distribution des nombres d'arbres par catégories de dimensions, taille réduite, facilité de mise en œuvre et de formation des opérateurs, simplicité de l'assiette de placette en bordure de forêt.

La forme circulaire des placettes a été choisie en raison de ses avantages [RONDEUX, 1999] : pas de direction privilégiée, réduction du nombre de cas douteux d'affectation d'arbres et surtout implantation facile. L'installation d'une placette circulaire en terrain pentu se traduit, en projection horizontale, par une placette elliptique dont la surface est sous-dimensionnée par rapport à la surface du cercle (§ 3.5). Cette sous-estimation est néanmoins légère et son incidence réelle est limitée aux placettes situées en forte pente (> 20°).

(¹) Niveau de mesure en vigueur en Belgique.

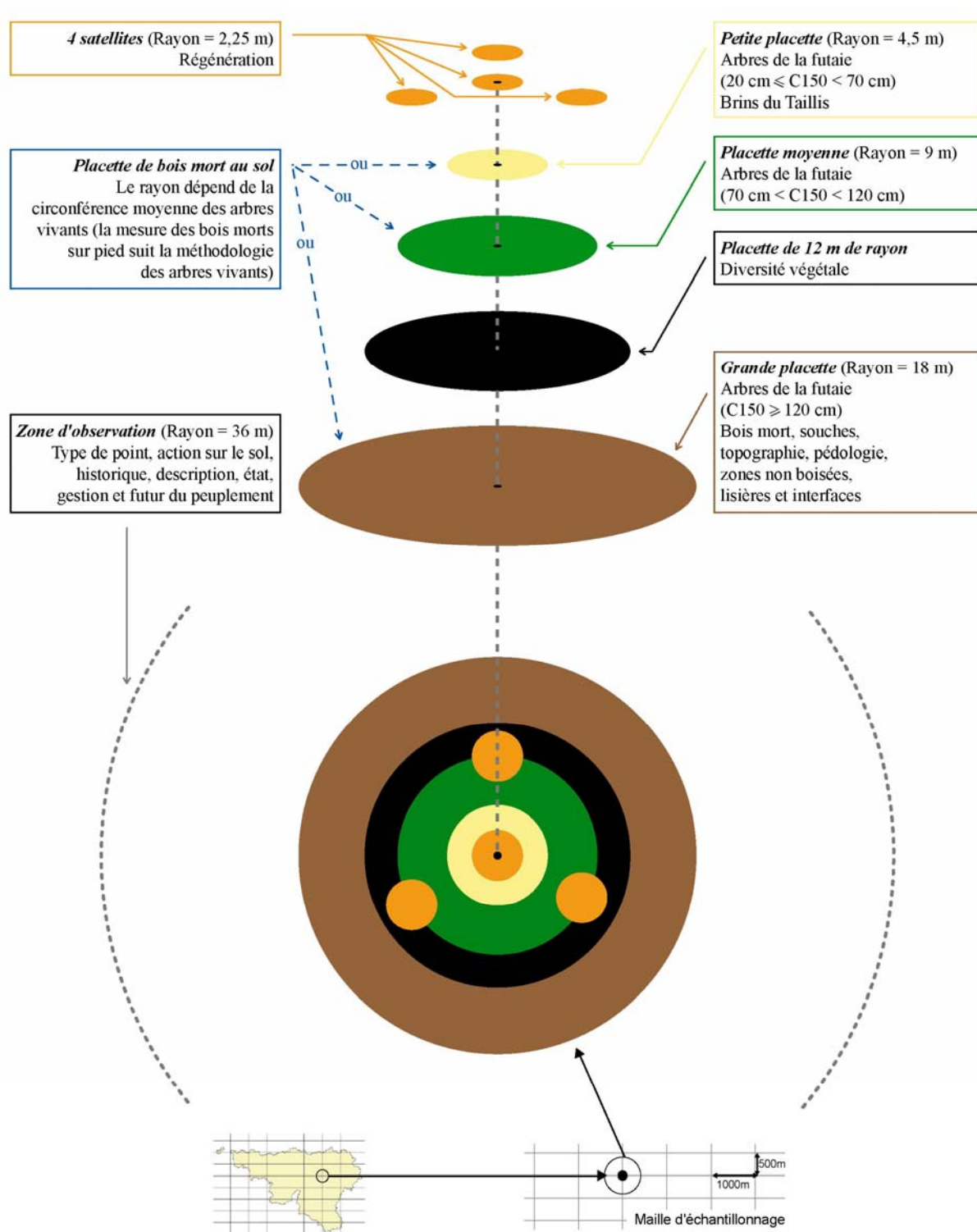


Figure 2.1. – Structure générale d'une unité d'échantillonnage de l'I.F.W.



Figure 2.2. - Matérialisations de ce qui se fait dans les placettes.

2.4. INVENTAIRE DES PEUPLERAIES

Les peupleraies sont des peuplements artificiels situés en zones agricoles, rarement en zones forestières. Leur superficie peut atteindre plusieurs hectares ou, à l'inverse, se limiter à quelques ares. Elles se caractérisent très souvent par une dispersion et un morcellement importants.

A chaque point de sondage situé dans une peupleraie il est prévu d'installer une unité d'échantillonnage adaptée à ce type particulier de boisement :

- tous les peupliers présents dans la grande placette (rayon de 18 m) sont inventoriés, quelle que soit leur circonférence à 1,5 m (donc à partir du seuil de mesure de 20 cm), sans distinction de cultivars ;
- tous les arbres et brins d'autres essences (essences d'accompagnement telles que saules, bouleaux, aulnes, sorbiers, ...) sont échantillonnés selon les règles de la méthodologie générale, c'est-à-dire en fonction de leur circonférence et de la distance à laquelle ils se situent par rapport au centre de l'unité d'échantillonnage ; fréquemment, ces arbres constituent par ailleurs un sous-étage cultural, soit spontané, soit introduit.

2.5. MODALITES D'EXECUTION DE L'INVENTAIRE

Pour atteindre les objectifs envisagés il est requis d'attribuer un caractère permanent à l'inventaire. Cela implique la *mise à jour continue des données récoltées, le suivi de l'évolution de nombreuses variables et, pour ce qui concerne plus précisément le matériel ligneux, la détermination de l'accroissement ainsi que la prévision des disponibilités*. Pour remplir ces conditions, il convient de recourir à des mesures et observations périodiques au sein de surfaces réduites de quelques ares ou d'unités d'échantillonnage matérialisées de manière permanente sur le terrain afin de pouvoir suivre l'évolution de la forêt au cours du temps.

Une périodicité de 10 ans a été retenue, c'est-à-dire que l'inventaire permanent est basé sur un cycle de 10 ans, ce qui revient, dans les faits, à parcourir chaque année 10 % du nombre total d'unités.

Ce millier de points est réparti systématiquement sur toute la Région wallonne selon des rectangles (grappes de points) dont les centres sont distants entre eux de 4 km (figure 2.3) (orientation Ouest-Est) et de 5 km (orientation Nord-Sud). Chaque rectangle comporte quatre points dont un ou plusieurs doivent être inventoriés en fonction de l'occupation des sols de l'endroit.

Comparée à un système qui prendrait en charge 10 % des points selon un découpage purement géographique (morceaux déterminés de territoire), la modalité retenue présente les principaux avantages suivants :

- bonne couverture rapide de toute la Wallonie, particulièrement en matière de suivi de gestion durable en ce compris l'évolution de la biodiversité ;
- réponse rapide aux demandes précitées dès les premières années ;
- amélioration progressive de la précision des résultats année après année à l'intérieur de chaque cycle ;

- amélioration continue de la méthodologie : chaque année, la récolte des données est confrontée à tous les types de peuplements et de situations (parce que couvrant la totalité du territoire), ce qui permet d'incorporer rapidement divers cas spécifiques à la méthodologie ;
- perception rapide, en cas de nécessité, de l'impact de certains facteurs modifiant le visage de la forêt (tempêtes, facteurs économiques, ...).

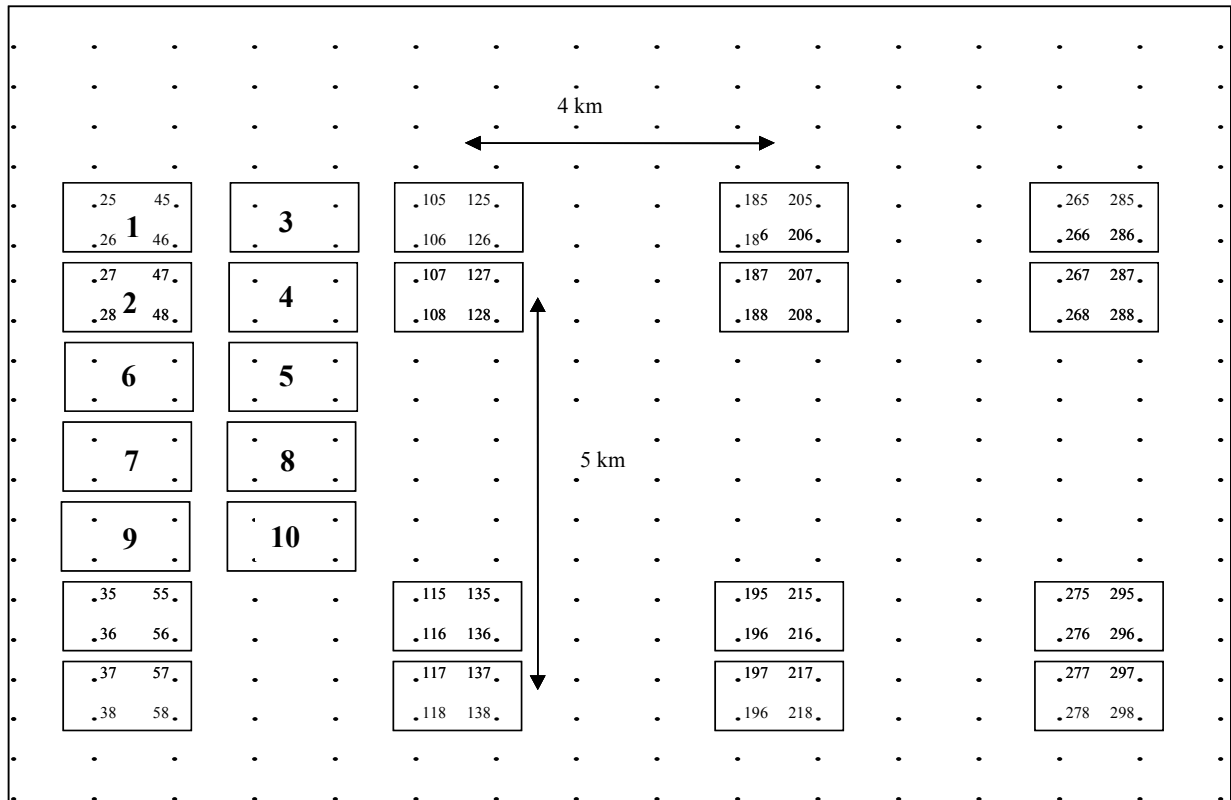


Figure 2.3. – Schéma de progression de l'inventaire IFW.

CHAPITRE 3

L'INSTALLATION DE L'UNITE D'ECHANTILLONNAGE

Ce chapitre décrit toutes les étapes successives du travail de terrain. Cette phase essentielle portant sur la récolte des données en forêt implique de recourir à un ensemble de conventions mûrement réfléchies. Nous présenterons dans l'ordre chronologique : l'organisation du travail de terrain (§ 3.1), les documents utilisés pour celui-ci (§ 3.2), le matériel de mesure (§ 3.3), la localisation de l'unité d'échantillonnage (§ 3.4) et sa délimitation (§ 3.5).

3.1. ORGANISATION DU TRAVAIL DE TERRAIN

Sur base du maillage, soit 1 point/50 ha (§ 2.2), l'ensemble de la Wallonie est couverte par environ 33.700 points dont 11.000 localisés en forêt, ce qui équivaut à une charge annuelle moyenne de 1.100 points à visiter. Tous les travaux à exécuter sur le terrain sont confiés à une équipe de deux opérateurs.

Les points à visiter au cours d'une année de travail sont répartis par cantonnement⁽¹⁾, la progression annuelle se faisant cantonnement après cantonnement.

Les points situés en bois soumis et en bois des particuliers sont identifiés (selon la méthode présentée au § 4.1.1) et visités dans un ordre logique, indépendant de la nature du propriétaire. Les préposés du DNF (Département de la Nature et des Forêts) et les propriétaires particuliers sont avertis du passage de l'équipe d'inventaire.

Au départ d'une mission de mesures (plusieurs jours consécutifs, voire une semaine ou même plus), l'équipe suit un *programme de travail* dans lequel sont précisées les U.E. à inventorier et leur statut (nature du propriétaire, typologie, ...). Au fur et à mesure de la progression des relevés, elle note les points visités et indique, le cas échéant, des informations telles que :

⁽¹⁾ Unité administrative du DNF structurée en brigades et triages et comportant sur le plan spatial des propriétés à statut public et soumis.

modification portant sur le statut du point, structure ou composition du peuplement, abandon de l'unité d'échantillonnage.

3.2. DOCUMENTS DE TRAVAIL

Le document de base pour le travail au sol est la carte topographique éditée par l'Institut Géographique National (IGN) à l'échelle 1/25.000^e, la plus récente possible et disponible en version polychrome.

La couverture complète de la Wallonie comprend 142 cartes. La grille de points est matérialisée sur chaque carte via un processus informatisé, celle-ci étant ensuite annotée, pliée et plastifiée (figure 3.1). Chaque carte existe en plusieurs exemplaires (deux à trois en fonction du taux de boisement de la région et donc des fréquences d'utilisation). L'un de ceux-ci est conservé au bureau et joue le rôle de carte de référence qui sera consultée en cas de litiges quant à la localisation précise d'un point.

3.3. MATERIEL DE MESURE

Les appareils de mesure utilisés ont été retenus pour leur simplicité d'usage, leur robustesse et la possibilité de les utiliser dans des conditions difficiles (pluie, faible luminosité, ...). L'évolution technologique amène régulièrement à l'utilisation de nouveaux matériels (notamment le télémètre ultrasonique Forestor DME, le dendromètre ultrasonique VERTEX, le micro-ordinateur portable PANASONIC ou encore le GPS GARMIN).

En fonction de la nature des mesures à effectuer, le matériel de base est le suivant :

- pour la localisation de l'unité d'échantillonnage : boussole et topofil⁽¹⁾, GPS⁽²⁾,
- pour la délimitation : piquet métallique et ruban métallique à enrouleur automatique (chevillière suédoise) ou télémètre DME,
- pour les mesures dendrométriques : ruban, dendromètre et tarière de PRESSLER,
- pour la matérialisation de la placette : griffe forestière et couleur en aérosol.

La figure 3.2 illustre en particulier GPS, télémètre et Vertex.

⁽¹⁾ Appareil destiné à mesurer des distances et dont le principe est basé sur le déroulement d'un fil intercepté par un compteur de distance calibré.

⁽²⁾ Le GPS est utilisé depuis 2003 pour le relevé des coordonnées du centre des U.E., le cheminement vers les U.E. se faisant toujours en progressant à la boussole et en mesurant les distances au topofil. Lors des remesurages ultérieurs, ces coordonnées serviront à retrouver les U.E. en les utilisant en mode « navigation ».



Figure 3.1. - Extrait d'une carte IGN comportant la superposition de la grille d'inventaire.



Figure 3.2. – Quelques instruments de mesure utilisés par l'IFW.

3.4. LOCALISATION DE L'UNITE D'ECHANTILLONNAGE

A l'aide des cartes topographiques, l'équipe chargée de la récolte des données se rend avec un véhicule tout terrain le plus près possible des points à visiter. La localisation proprement dite est réalisée à partir de points remarquables identifiés sur la carte au 1/25.000^e et servant de départ aux opérations de cheminement.

3.4.1. PREPARATION DU CHEMINEMENT

Les opérateurs choisissent un *point remarquable* faisant office de *point de départ du cheminement vers le point de sondage*. Il s'agit impérativement d'un endroit facilement repérable à la fois sur la carte et sur le terrain, dont la *pérennité* est le mieux possible assurée et dont la distance par rapport au point de sondage est la plus courte possible ou le cheminement le plus facile : carrefour de routes, pont, croisée de chemins et/ou de coupe-feu, gué, aqueduc, pylône, etc. Deux mesures sont réalisées à cet endroit : *l'orientation à suivre et la distance à parcourir pour atteindre le point de sondage*. En cas d'obstacle on procèdera via un cheminement parallèle (figure 3.3).

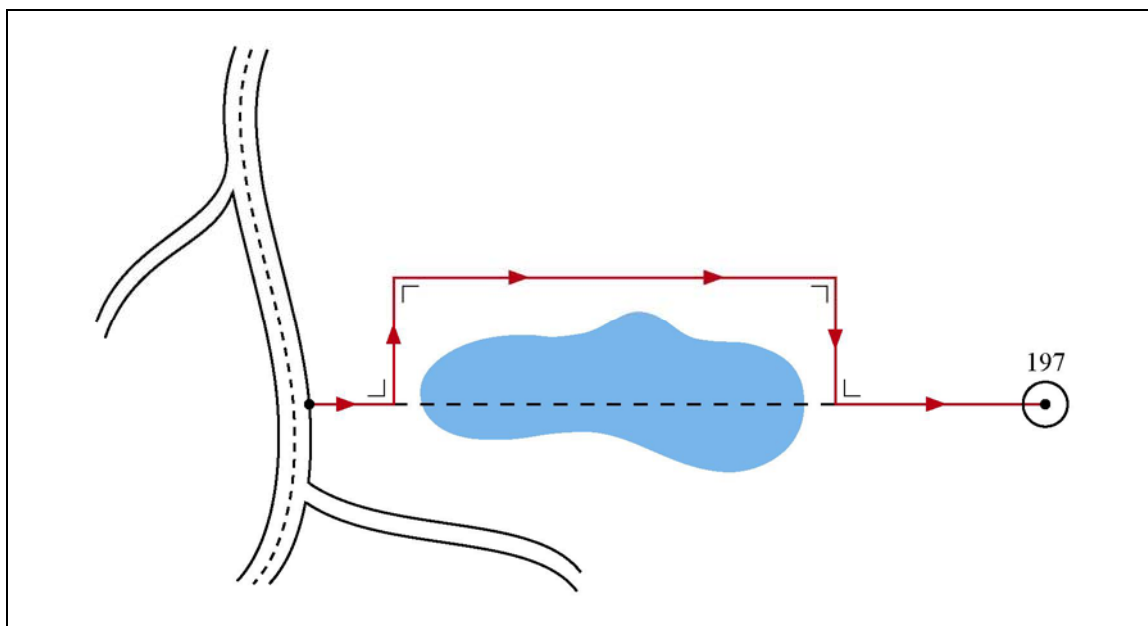


Figure 3.3. – Cheminement parallèle effectué pour le repérage d'une unité d'échantillonnage.

3.4.2. REALISATION DU CHEMINEMENT

Conventionnellement, le départ du cheminement se situe au bord du chemin, coupe-feu ou autre voie d'accès situé du côté de la direction à suivre.

L'angle de visée est mesuré à la boussole SUUNTO.

La distance à parcourir est mesurée au topofil CHAIX.

Cette distance est obtenue par le produit de la distance mesurée sur la carte (en mm) par 25 (échelle de la carte = 1/25.000^e), éventuellement corrigée en fonction de la pente du terrain. En effet, avant la progression en virée (cheminement), la pente du terrain est mesurée de façon à corriger les distances (horizontales) déterminées sur cartes.

L'opérateur fixe le fil du topofil au point de départ du cheminement et se dirige vers le repère choisi ; le fil corrige lui-même de légers écarts et lorsque la distance préalablement déterminée est parcourue, *l'emplacement du topofil matérialise le centre de l'unité d'échantillonnage.*

3.4.3. DEPLACEMENT DU CENTRE DE L'UNITE D'ECHANTILLONNAGE

Du fait qu'un « statut » unique est attribué à chaque point (type de peuplement, propriétaire, ...) et que les surfaces sont estimées par la méthode du comptage de points [RONDEUX, 1979 ; 1999], la méthodologie prévoit le *déplacement* des unités d'échantillonnage dans des

cas bien définis. Ceci permet également d'éviter la complexité du traitement de données relatives aux points de sondage chevauchant plusieurs situations différentes.

L'unité d'échantillonnage est, par convention, déplacée lorsqu'elle :

- *chevauche deux (ou plusieurs) peuplements différant par la structure, l'essence, l'âge ou le propriétaire ;*
- *se situe en zone forestière mais déborde sur une zone improductive ou sur un terrain hors-forêt ;*
- *empiète sur un cours d'eau (autre qu'un ruisseau) ou une étendue d'eau (lac, étang, réservoir, mare, ...).*

Le déplacement de l'unité d'échantillonnage doit être tel que le centre de celle-ci reste dans le peuplement où le cheminement l'a situé et que la placette de 18 m soit au moins tangente à la limite entre ce peuplement et l'autre milieu.

Dans le cas où même un déplacement de l'unité d'échantillonnage ne permettrait pas de l'installer, il est prévu de réduire les dimensions de la plus grande placette jusqu'à ce que le rayon R soit compatible avec la configuration de l'endroit. Toutefois, il a été admis que le rayon de cette placette ne pouvait, en aucun cas, être inférieur à 9 m, du fait que, par convention propre à l'inventaire, une bande boisée de largeur L inférieure à 9 m n'est pas assimilée à un peuplement (§ 1.2) mais à un alignement. Lorsque la largeur du peuplement est comprise entre 9 et 18 m il a été prévu de diviser l'unité d'échantillonnage en deux demi-cercles de rayon égal à la largeur de la bande boisée et disposés symétriquement par rapport au centre d'origine de l'unité d'échantillonnage (figure 3.4).

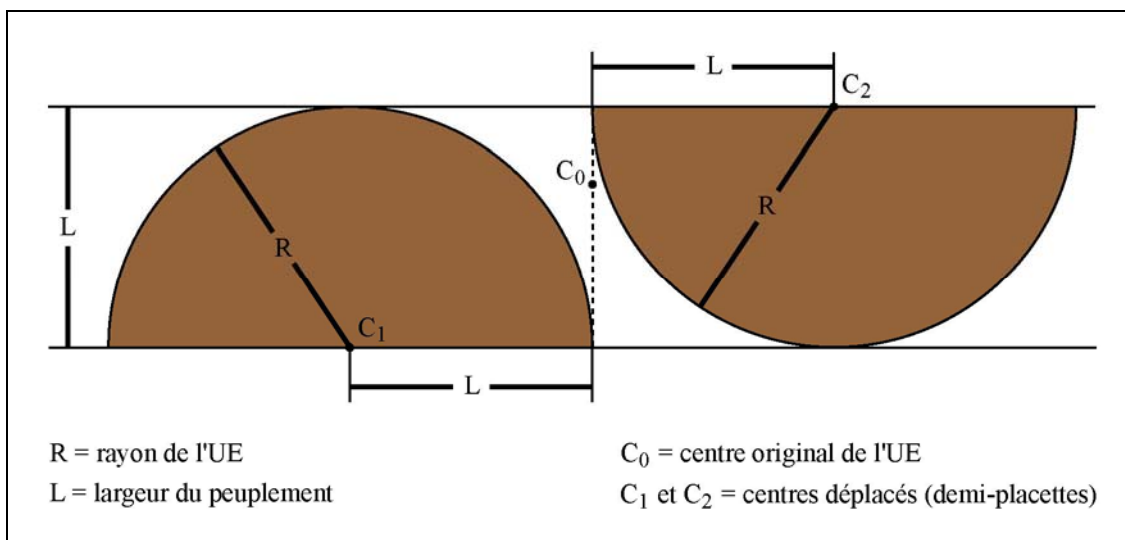


Figure 3.4. – Implantation d'une unité d'échantillonnage dans un peuplement étroit.

Remarques

A l'intérieur d'un même peuplement, il se peut que l'on soit amené à déplacer légèrement la placette en raison d'obstacles non identifiés sur les cartes (abris, captages d'eau récents, ...). De même, certains accidents naturels très localisés et liés à la topographie tels que versants abrupts, éperons rocheux,

dénivellations profondes, peuvent entraîner le déplacement de l'unité d'échantillonnage, *à la condition toutefois de limiter ce déplacement au minimum et de rester dans le même peuplement*.

Il est également important de noter que la distinction entre les deux peuplements doit être suffisamment importante pour justifier le déplacement de l'unité d'échantillonnage. Ainsi, à titre d'exemple, elle ne doit pas être déplacée si elle inclut partiellement une petite cellule résineuse dans du taillis sous futaie ; de même, une aulnaie étroite, bordant un ruisseau dans une futaie de chêne ne justifie pas le déplacement du centre, sous prétexte d'une différence d'essences. En présence d'une vieille futaie en cours de transformation via la création de noyaux ou groupes de jeunes bois d'essences différentes, il est prévu de ne pas déplacer le centre, l'ensemble formé par ces groupes et les sujets âgés étant considéré comme relevant d'un seul peuplement.

3.5. DELIMITATION DE L'UNITE D'ECHANTILLONNAGE

Les placettes sont délimitées avec un ruban métallique à enrouleur automatique de 25 m de longueur ou dans les cas difficiles (accident de terrain, difficulté de progression, ...), à l'aide d'un télémètre ultrasonique. La délimitation se fait à partir du Nord (azimut 0°) et dans le sens horlogique ; l'opérateur contrôle alors chaque arbre qu'il rencontre successivement dans sa progression et l'affecte à l'une ou à l'autre des 3 placettes ou à aucune d'entre elles, en fonction de sa circonférence et de sa distance au centre.

Un des opérateurs, resté au centre de la placette, attribue un numéro d'ordre à chaque arbre retenu et mesure l'angle de visée du centre vers l'arbre à l'aide de la boussole SUUNTO.

Remarques

Une placette circulaire installée sur terrain en pente donne lieu à une ellipse de surface plus faible que celle du cercle (figure 3.5) si on la projette sur un plan horizontal (référentiel de toute surface cartographiée). Il en résulte une surface équivalente à :

$$S = \pi R^2 \cos \alpha$$

où S = surface de la placette en m²

R = rayon sur le terrain (2,25 m ; 4,5 m ; 9 m ou 18 m)

α = moyenne des angles de la plus grande pente du terrain (exprimée en degrés).

C'est au cours du traitement des données que les surfaces réelles des placettes en projection horizontale sont calculées en fonction de la pente du terrain.

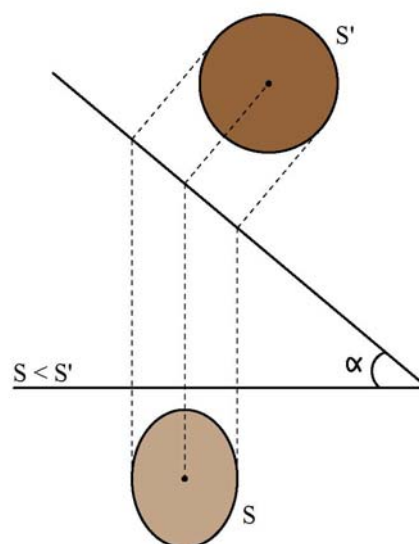


Figure 3.5. – Placette circulaire installée sur terrain en pente (tiré de DEL HODGE J., 1965).

La matérialisation de l'unité d'échantillonnage comporte les opérations suivantes :

- l'enfouissement d'un *tube métallique*, de 30 cm de longueur et de 20 mm de diamètre, *dans le sol* au centre de l'unité d'échantillonnage ;
- l'enregistrement *des coordonnées de chaque arbre mesuré* : angle de visée du centre vers l'axe de chaque tige (en degrés), distance du centre jusqu'à l'axe de l'arbre à hauteur de mesure (en centimètres) ;
- le repérage (trait de griffe horizontal) du *niveau de mesure de la circonférence (1,5 m)* dans l'écorce de l'arbre, du côté du centre de la placette (de l'amont si le sol est en déclivité) ;
- le choix de *quatre arbres « témoins »* au sein de l'unité d'échantillonnage ou dans ses environs immédiats. Ces arbres, situés si possible aux quatre points cardinaux ou à proximité, et supposés rester en place le plus longtemps possible, sont identifiés par des numéros (1 à 4) tournés vers le centre et griffés (peints) à hauteur d'homme (figure 3.6).



Figure 3.6. – Vue du centre d'une placette (matérialisée par une mire enfoncée dans le tube métallique) et des arbres avoisinants (certains identifiés par des numéros – arbres « témoins »).

CHAPITRE 4

LA NATURE DES DONNEES RECOLTEES ET LES MODALITES DE RECOLTE

Le chapitre 4 traite de la nature des données récoltées ainsi que de leur modalité de récolte. Ces données sont de nature *qualitative* (descriptive) ou *quantitative* (en relation avec une mesure) ; elles sont collectées, pour la plupart, sur le terrain ou sont aussi issues de documents ou de cartes, voire d'autres supports tels que photos aériennes. Pour mieux fixer les idées, la figure 4.1 illustre l'échelle spatiale des données récoltées par l'inventaire. Transcrites à l'origine sur formulaires, elles sont depuis 1999 enregistrées sur un encodeur électronique de terrain.

Chaque donnée sera présentée sous 4 aspects : définition, objet, typologie, modalités de la récolte.

Dans cet esprit nous présenterons et analyserons successivement tout ce qui concerne les informations générales (§ 4.1), les observations relatives au milieu (§ 4.2), les données relatives au peuplement (§ 4.3) et enfin les mesures et observations relatives aux arbres (§ 4.4).

4.1. INFORMATIONS GENERALES

4.1.1. DONNEES ADMINISTRATIVES

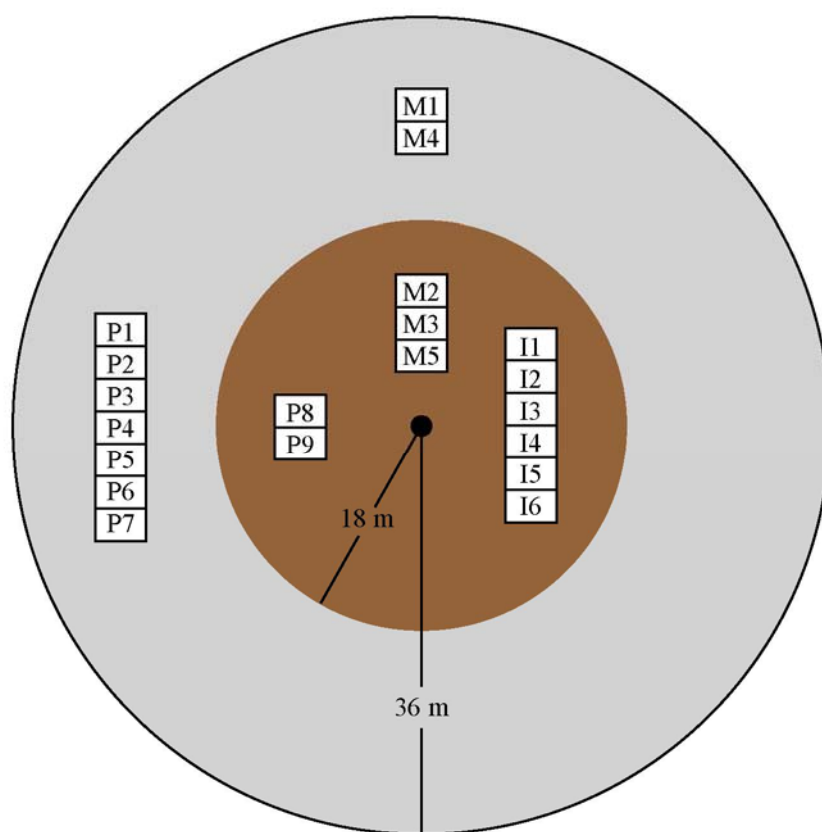
Définition

Données qui caractérisent l'unité d'échantillonnage quant à sa localisation géographique et administrative, l'époque de la récolte, la nature du propriétaire. Elles sont avant tout utiles à l'organisation du travail.

Objet

Localiser l'unité d'échantillonnage individuellement et les utiliser comme critère de sélection en matière d'exploitation des données et de fourniture de résultats.

M1 : Typologie	type de point
M2 : Topographie	relief, exposition, pente, prélèvement d'échantillons
M3 : Pédologie	description du sol et de l'humus, prélèvement d'échantillons
M4 : Action sur le sol	drains et ornières
M5 : Diversité végétale	relevé botanique des espèces ligneuses et herbacées
P1 : Historique du peuplement	antécédent culturel et origine du peuplement
P2 : Description du peuplement	structure et type de peuplement
P3 : Etat du peuplement	état sanitaire et qualité des bois
P4 : Atteintes au peuplement	dégâts de gibier, d'insectes, tempêtes et incendies
P5 : Gestion du peuplement	travaux sylvicoles, conduite du peuplement
P6 : Devenir du peuplement	description de la régénération
P7 : Fonctions de la forêt	fonctions autres que la production
P8 : Zones non boisées	prises à blanc et clairières
P9 : Ecotones	observation des lisières et interfaces
I1 : Arbres vivants	mesures et observations
I2 : Régénération	quantification, composition
I3 : Arbres morts	mesures et observations
I4 : Bois mort au sol	mesures et observations
I5 : Houppiers abandonnés	mesures
I6 : Souches	mesures et observations



● Point central commun aux placettes de 18 et 36 m

Figure 4.1. - Surfaces de relevés des données et mesures relatives au milieu (M), au peuplement (P) et aux individus (I).

Typologie

Sont récoltées :

- *les données d'identification (numéros) de la placette* : numéro du point sur la carte IGN, numéro de la carte IGN (échelle 1/25.000^e) ;
- *les coordonnées X et Y* (référentiel LAMBERT belge) ;
- *la localité* où se trouve le point de sondage ;
- *la province* ;
- *le cantonnement forestier* ;
- *la région naturelle* ;
- *le territoire écologique* [ONCLINCKX *et al.*, 1987] ;
- *la nature du propriétaire* ;
- *le numéro du propriétaire* (bois soumis⁽¹⁾ uniquement) ;
- *le numéro de bloc* (bois soumis uniquement) [DNF, 1997] ;
- *le numéro de triage* ;
- *la taille du massif* contenant l'unité d'échantillonnage ;

et pour information quant à l'organisation du travail :

- *la date d'installation de l'unité d'échantillonnage* ;
- *l'équipe de travail* : identité des personnes ayant récolté les données ;
- *les heures de début et de fin* des mesures et observations.

Modalités de récolte

Toutes ces données sont collectées sur des documents cartographiques spécifiques (cartes topographiques, administratives, plans d'aménagement ou de gestion, ...), à l'exception de la date d'installation de l'unité d'échantillonnage, des heures de début et de fin des opérations, de l'identité des opérateurs qui sont enregistrées in situ.

4.1.2. CLASSIFICATION DU POINT

Définition

Selon des conventions propres à l'inventaire, les zones forestières comportent deux catégories d'utilisation du sol :

- *les formations boisées de production* (peupleraies comprises) composées des peuplements d'une surface supérieure à 10 ares ; ces peuplements sont mesurés sauf si les tiges les constituant n'ont pas atteint le seuil d'inventaire, ou s'ils sont inaccessibles (impénétrables, relief accidenté, ...). Sont incluses dans ces formations les mises à blanc et les clairières (vides au sein des peuplements) ;
- *les terrains non productifs du point de vue forestier*, faisant partie intégrante des zones forestières. Ces « autres affectations » sont des improductifs par usage (routes, chemins, pépinières).

(¹) au Régime forestier.

res, ...) ou des improductifs naturels (landes, fagnes, incultes, ...), temporaires ou permanents. Quelques exemples sont illustrés à la figure 4.2.

Les vocations de ces zones sont notamment la production ligneuse et/ou cynégétique, la protection du sol ou de l'eau ou la conservation du faciès végétal. Sur un plan plus général on peut aussi considérer que dans un contexte de plus en plus marqué de plurifonctionnalité elles remplissent, à des degrés divers et selon les endroits, des fonctions économiques, écologiques et sociales (récréatives).

Les zones boisées mais non forestières sont des formations d'étendue variable, souvent restreinte, dont les vocations principales sont esthétiques, paysagères ou récréatives. Elles se situent en zones d'habitat ou en milieu rural. Toutes les formations boisées de moins de 10 ares sont prises en compte dans cette rubrique (arbres isolés).

Les zones forestières et boisées sont notamment identifiables sur les documents de travail (cartes topographiques) par leur couleur verte et la légende des pictogrammes (tableau 4.1).

Tableau 4.1. - Codification de la typologie des points de sondage.

POINTS FORESTIERS					
Productifs			Autres affectations		
110	Feuillus		201	Coupe-feu	☐
111	Hêtraie	☐	202	Chemin	☐
112	Chênaie	☐	203	Route	☐
113	Peuplements de feuillus nobles	☐	204	Ligne électrique	☐
114	Autres peuplements feuillus	☐	205	Gagnage	☐
120	Résineux		206	Lande	☐
125	Pessière	☐	207	Inculte	☐
126	Douglasaie	☐	208	Fagne	☐
127	Mélèzière	☐	209	Talus / Berge	☐
128	Pineraie	☐	210	Carrière	☐
129	Autres peuplements résineux	☐	211	Pépinière	☐
130	Feuillus + résineux	☐	212	Arboretum	☐
			213	Etang	☐
			214	Rivière	☐
POINTS NON FORESTIERS					
301	Parc	☐	305	Verger	☐
302	Drève	☐	306	Sapins de Noël	☐
303	Haie	☐	307	Alignement hors forêt	☐
304	Arbres isolés	☐	308	Talus boisés	☐
PEUPLERAIES					
	401	Massif	☐		
	402	Alignement	☐		

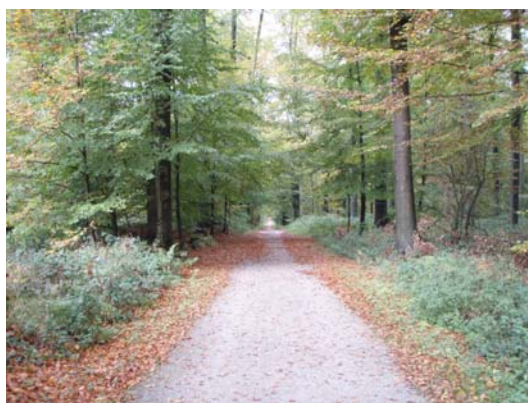
*Coupe-feu – code 201**Chemin – code 202**Route – code 203**Gagnage – code 205**Lande – code 206**Etang – code 213*

Figure 4.2. - Exemples de points forestiers « Autres affectations ».

Objet

Réaliser un état des lieux entre autres au niveau du territoire wallon mais aussi à d'autres niveaux en fonction des grandes catégories d'occupation du sol par la forêt et les autres formations végétales ligneuses. Suivre l'évolution de cette occupation au cours du temps (ce qui peut relever, dans les faits, des objectifs assignés à un « observatoire des mutations spatiales »).

Typologie

Le tableau 4.1 regroupe les différentes catégories de points forestiers, non forestiers et de peupleraies. Les définitions spécifiques aux peuplements forestiers sont présentées au § 4.3.5 ; les points forestiers improductifs et les points non forestiers ont déjà été définis antérieurement (§ 1.2).

Modalités de récolte

Ces données sont récoltées sur cartes ou confirmées et détaillées à la suite d'un contrôle effectué sur le terrain.

4.1.3. DONNEES RELATIVES A LA LOCALISATION DU POINT

Le plan de repérage, schématisé et dessiné en respectant l'orientation de la carte, doit être complet et lisible. Il contient :

- la *localisation du point de départ de la progression* ;
- la *direction suivie par le déplacement* ;
- la *distance parcourue* ;
- le *point central de l'unité d'échantillonnage et son numéro*.

D'autres éléments utiles au repérage peuvent être représentés sur le plan (repères permanents tels que : cabane, pont, croix, fossé, aqueduc, carrefour, ...).

En cas de déplacement du centre, le plan en schématise les modalités dans un encadré spécifique et si l'unité d'échantillonnage ne peut être installée dans ses dimensions conventionnelles (§ 2.3), le rayon maximum utilisé pour la grande placette est indiqué.

En outre, les informations relatives aux quatre arbres témoins repérés et numérotés de 1 à 4 (§ 3.5) concernent :

- leur *espèce forestière* ;
- leur *numéro éventuel* au sein de l'unité d'échantillonnage ;
- leur *circonférence* à 1,5 m ;
- l'*angle de visée* de l'arbre vers le piquet central de l'unité d'échantillonnage ;
- la *distance* de l'axe vertical de l'arbre au piquet central.

4.1.4. DONNEES RELATIVES AU MORCELLEMENT DU MASSIF FORESTIER

Définition

Le morcellement d'un massif forestier a trait à sa division en différents éléments constitutifs que sont les peuplements, les voiries, les étendues incultes, ...

Objet

Donner une image du fractionnement des massifs forestiers en termes de nombre d'éléments adjacents au peuplement contenant l'U.E. et à la taille de ces peuplements.

Typologie

Le tableau 4.2 illustre les 2 critères pris en compte pour caractériser le morcellement : la taille des massifs (6 classes distinguées) et la description des éléments adjacents (*nombre illimité*).

Tableau 4.2. – Eléments d'analyse du morcellement.

TAILLE DU PEUPEMENT			NOMBRE D'ÉLÉMENTS ADJACENTS			
1	< 1 ha	☐	Numéro	Nature	Structure	Type
2	1 – 4 ha	☐	1			
3	5 – 9 ha	☐	2			
4	10 – 24 ha	☐	3			
5	25 ha et +	☐	4			
6	Indéterminé	☐	5			
			6			
			7			
			8			
						

Modalités de récolte

La taille du peuplement est estimée, soit à partir de mesures sur le terrain (peuplements de taille restreinte), soit par mesures sur la carte (peuplements plus étendus). En cas de doute, la catégorie « indéterminée » peut être employée.

Les éléments adjacents sont les peuplements ou les formations diverses constitutives du massif (coupe-feu, chemins, gagnages, ...) qui pénètrent dans la zone d'observation de 36 m de rayon (en fait dans l'anneau compris entre 18 et 36 m du centre de l'U.E.). Leur description comprend leur nature (typologie du tableau 4.1), et en cas de peuplements, la structure et le type (§ 4.3.4 et 4.3.5).

4.2. OBSERVATIONS RELATIVES AU MILIEU

La caractérisation du milieu est essentielle pour pouvoir déterminer la fertilité stationnelle et établir les relations liant le peuplement (en termes d'accroissement) à ses conditions de croissance. Elle est aussi prépondérante dans le cadre de la gestion durable et de la biodiversité en forêt, notamment en présence d'une lisière.

4.2.1. RELEVES TOPOGRAPHIQUES

Définition

Élément de la géomorphologie au plan local, la topographie constitue un facteur synthétique des conditions stationnelles. C'est pour cette raison que la typologie dans sa composante « relief » a été déclinée en 11 variantes.

Relief : caractérisation de la topographie à l'endroit de l'unité d'échantillonnage et de son environnement immédiat.

Exposition : orientation de la plus grande pente à l'endroit de l'unité d'échantillonnage.

Pente : déclivité du terrain à l'endroit de l'unité d'échantillonnage.

Altitude : élévation de l'unité d'échantillonnage par rapport au niveau de la mer.

Objet

Prendre en considération un ensemble de variables pour typer la station en tant que facteur de productivité du peuplement. Ces paramètres sont surtout utilisés dans des études à caractère écologique (identification du type stationnel, adaptation de l'essence au milieu).

Typologie

Variables codifiées (relief, exposition) ou mesurées (pente, altitude). Elles font l'objet du tableau 4.3.

Tableau 4.3. - Eléments de caractérisation de la topographie.

RELIEF					
10	Plateau	☐	60	Complexe	☐
20	Dôme	☐	70	Remanié	☐
31	Haut de versant	☐	80	Abrupt	☐
32	Versant	☐	91	Filet d'eau	☐
33	Bas de versant	☐	92	Zone de source	☐
40	Cuvette	☐	93	Crête	☐
50	Terrasse	☐			
EXPOSITION					
1	Nord	☐	6	Sud-Ouest	☐
2	Nord-Est	☐	7	Ouest	☐
3	Est	☐	8	Nord-Ouest	☐
4	Sud-Est	☐	9	Nulle	☐
5	Sud	☐			
PENTE			ALTITUDE		
° (degré)			m		

Modalités de récolte

Le relief est décrit par observation visuelle sur et à proximité immédiate de l'unité d'échantillonnage. L'exposition est déduite de la valeur de l'angle entre l'axe de la plus grande pente et le Nord magnétique mesuré à l'aide d'une boussole. La pente correspond à la valeur moyenne des mesures de déclivité (effectuées avec un clinomètre), vers le bas et vers le haut, de la plus grande pente tandis que l'altitude est obtenue par lecture de la carte topographique et interpolation entre les deux courbes de niveau les plus proches situées de part et d'autre de l'unité d'échantillonnage.

4.2.2. RELEVES PEDOLOGIQUES

1° Description du sol

Définition

Observation des principales propriétés physiques du sol à l'endroit de l'unité d'échantillonnage.

Humus : caractérisation de la famille d'humus à laquelle appartient l'horizon formé par la matière organique en cours de décomposition ou décomposée.

Type de profil : différenciation des horizons successifs développés dans les couches meubles du sol.

Texture : composition granulométrique de la partie fine.

Charge caillouteuse : nature des cailloux ou éléments grossiers présents.

Abondance de la charge caillouteuse : importance quantitative des cailloux ou éléments grossiers présents.

Drainage : caractérisation de l'économie du sol en eau.

Profondeur : profondeur maximale atteinte par la tarière pédologique.

Objet

Décrire concrètement le sol sur base d'observations effectuées à l'endroit de l'unité d'échantillonnage. Entre autres déterminer l'adéquation des essences au milieu, récolter des éléments explicatifs de la fertilité de la station et suivre son évolution au cours du temps.

Typologie

Variables observées et codifiées comme présenté dans le tableau 4.4.

La typologie des paramètres caractérisant un sol a été empruntée à la légende de la cartographie des sols. De cette façon, des relations peuvent être établies entre les observations réalisées *in situ* et les cartes pédologiques.

Tableau 4.4. - Variables prises en compte pour la description du sol.

PEDOLOGIE			
Pas de relevé		☐	
HUMUS		TEXTURE	
1	Mull calcique	☐	1 A. Limon
2	Mull	☐	2 L. Limon sableux
3	Moder mulleux	☐	3 P. Limon sableux léger
4	Moder	☐	4 S. Sable limoneux
5	Dysmoder	☐	5 Z. Sable
6	Mor	☐	6 E. Argile légère
7	Tourbe	☐	7 U. Argile lourde
		☐	8 G. Limon caillouteux
		☐	9 V. Tourbe
TYPE DE PROFIL		CHARGE CAILLOUTEUSE	
1	a. Sol brun lessivé	☐	1 k. Calcareuse
2	b. Sol brun	☐	2 f. Schisteuse
3	c. Sol lessivé, dégradé	☐	3 fi. Schisto-phylladeuse
4	d. Sol d'alt. de calcaire	☐	4 rj. Schisto-gréseuse
5	e. Sol à horizons chernozermiques	☐	5 q. Gréseuse
6	f. Sol podzolique peu développé	☐	6 p. Psammitique
7	g. Podzol	☐	7 n. Crayeuse
8	x. Sol à profil non défini	☐	8 o. Dragées de quartz
9	p. Sol sans développement de profil	☐	9 t. Graveleuse
		☐	10 kf. Schisto-calcareuse
		☐	11 fp. Schisto-psammitique
		☐	12 r. Grés-schisteuse
		☐	13 rh. Schistes altérés et grès non altérés
		☐	14 x. Silexite
		☐	15 m. Macignos
		☐	16 K. Argilo-calcareuse
SINGULARITE DU SOL			
1	Sol agricole	☐	
2	Essartage	☐	
DRAINAGE			
1	a. Excessif	☐	
2	b. Normal	☐	
3	c. Modéré (ps > 80 cm)	☐	
4	d. Imparfait (ps > 50 cm)	☐	
5	h. Assez pauvre (ps > 30 cm)	☐	
6	i. Pauvre (ps < 30 cm)	☐	
7	e. Assez pauvre à pauvre (G > 80 cm)	☐	
8	f. Assez pauvre à pauvre (G > 30 cm)	☐	
9	g. Très pauvre (G < 30 cm)	☐	
ABOND. CHARGE CAILLOUT.			
1	< 5 %	☐	
2	5 – 14 %	☐	
3	15 – 49 %	☐	
4	50 % et +	☐	
PROFONDEUR DU SOL			
1	0 – 19 cm	☐	
2	20 – 39 cm	☐	
3	40 – 59 cm	☐	
4	60 – 79 cm	☐	
5	80 cm et +	☐	
ECHANTILLON DE SOL			
1	Oui	☐	
2	Non	☐	

Modalités de récolte



Réalisation d'un sondage à l'aide d'une tarière pédologique à proximité du centre de l'unité d'échantillonnage.

Dans le contexte de la gestion durable, la présence d'ornières est notée afin d'évaluer les dégâts causés au sol par l'exploitation. Dans le même cadre et plus particulièrement afin de mesurer l'intervention humaine sur l'économie en eau de certains sols, l'existence de drains est prise en compte. De même, toutes les singularités du sol sont enregistrées (traces d'essartage, ancien sol agricole, ...).

2° Analyse du sol

Les points concernés par les prélèvements de sol correspondent à un sous-échantillonnage et sont répartis selon une grille de 2 km sur 2 km (multiple de la grille de base). Ils représentent 10 % des points inventoriés.

Sur ces points, un échantillon de sol est prélevé pour analyse selon un protocole spécifique en vue de déterminer le pH et les capacités totales et échangeables pour les principaux éléments minéraux et métaux. L'objectif final est de dresser un état des lieux de la richesse des sols et de son évolution dans le temps.

Sur chaque unité d'échantillonnage concernée par l'analyse du sol, 21 prélèvements sont effectués pour constituer, après mélange de ceux-ci, l'échantillon à analyser en laboratoire. Ces prélèvements sont distribués sur le périmètre de l'unité

d'échantillonnage (plus précisément sur celui de la grande placette de 18 m de rayon) selon un plan déterminé. Les points concernés par une perturbation localisée présente sur l'unité d'échantillonnage (aire de faulte, zone de source, ...) peuvent être légèrement déplacés ou ne pas être pris en considération.



4.2.3. RELEVES FLORISTIQUES

Définition

Relevé des espèces végétales ligneuses et herbacées présentes sur l'unité d'échantillonnage.

Objet

Déterminer l'association végétale du peuplement et le groupe écologique de la station ; réaliser un relevé des espèces présentes au moment de l'inventaire ; suivre l'évolution de la biodiversité végétale dans le temps.

Typologie

Enumération des espèces identifiées (noms scientifiques et vernaculaires).



Modalités de récolte

Les relevés sont effectués sur une placette de 12 m de rayon centrée sur le point de sondage et correspondant donc à une surface de 4,5 ares environ. Les espèces ligneuses et semi-ligneuses sont inventoriées et réparties entre les 3 niveaux de la strate arborée : hauteur supérieure à 10 m (L3), comprise entre 3 et 10 m (L2) ou inférieure à 3 m (L1). Les espèces herbacées sont classées dans la strate herbacée.

Ces relevés ont entre autres pour objectif de déterminer l'association végétale et le groupe écologique du milieu, soit directement en forêt, soit au bureau sur base de l'analyse combinée des observations botaniques, pédologiques et topographiques.

Chaque espèce est affectée, selon la méthode BRAUN-BLANQUET, d'un coefficient composé de 2 chiffres, le premier évaluant l'importance du recouvrement du sol (6 niveaux) et le second indiquant le mode de répartition de l'espèce (6 niveaux également).

Pour les espèces herbacées, la qualité de ces relevés est largement tributaire de l'époque à laquelle l'unité d'échantillonnage est visitée. Des unités inventoriées à une période de l'année peu propice à la récolte d'informations botaniques sont, dans la mesure du possible, revisitées à une autre époque plus favorable, il s'agit surtout de peuplements⁽¹⁾ feuillus inventoriés en fin d'automne, en hiver et au début du printemps.

4.2.4. RELEVES PROPRES AUX LISIERES ET INTERFACES

Définitions

La *lisière* se définit comme une frontière entre deux communautés végétales ou entre une communauté végétale et une surface perturbée [DELVINGT *et al.*, 1998] (figure 4.4). Une lisière est dite forestière lorsqu'au moins une des deux communautés est caractéristique des milieux forestiers.

L'*interface* est la limite entre deux peuplements forestiers ou entre un peuplement forestier et une zone forestière non boisée.

Objet

Déterminer l'importance des lisières en termes de longueur, de fréquence. Réaliser une typologie de ces milieux particuliers potentiellement riches en espèces animales et/ou végétales sur le plan des habitats à protéger.

Typologie

La classification des types de lisières est présentée au tableau 4.5.

Modalités de récolte

L'élément lisière est pris en compte chaque fois qu'un déplacement du centre de l'U.E. est prévu par les conventions de travail (chevauchement de peuplements, etc...) (§ 3.4.3) ; des informations (notamment longueur et exposition) sont récoltées concernant la ligne de séparation de ces milieux, avant de procéder au déplacement du centre (figure 4.3) :

- *orientation de la lisière* : l'orientation de la lisière correspond à son exposition ; pour la mesurer, l'opérateur se place le dos tourné au centre de l'U.E. ;
- *typologie de la lisière* (tableau 4.5) : la classification de la lisière est basée sur la nature des milieux dont elle est la jonction ;
- *longueur de la lisière* : la longueur est la distance entre les deux intersections de la lisière avec le périmètre (circonférence) de la grande placette ; cette distance est mesurée le long du tracé de la lisière.

Dans le cas d'une lisière non rectiligne, son tracé est décomposé en éléments droits dont les longueurs respectives sont mesurées sur le terrain puis additionnées.

⁽¹⁾ Par convention, un peuplement est une population d'arbres, couvrant une étendue déterminée et soumise au même traitement sylvicole.

Tableau 4.5. – Classification des lisières.

INTERFACE EN MILIEU FORESTIER							
Limite entre peuplements			Limite entre zone boisée et zone claire				
1	Feuillus - résineux	☐	1	Mise à blanc	☐		
2	Feuillus - feuillus	☐	2	Vide total	☐		
3	Résineux - résineux	☐	3	Lande / inculte	☐		
			4	Gagnage	☐		
			5	Fagne	☐		
			6	Voirie forestière	☐		
			7	Rupture pente / rocher	☐		
			8	Coupe-feu	☐		
			9	Ligne électrique	☐		
			10	Rivière	☐		
			11	Etang / lac / barrage	☐		
LISIÈRE AVEC MILIEU NON FORESTIER							
1	Route	☐			7	Terrain cultivé	☐
2	Autoroute	☐			8	Prairie / pâture	☐
3	Chemin terre / empierré	☐			9	Verger	☐
4	Zone de loisirs	☐			10	Lac / étang	☐
5	Zone bâtie	☐			11	Rivière	☐
6	Autre infrastructure	☐			12	Autres	☐
EXPOSITION							
1	Nord	☐			5	Sud	☐
2	Nord-Est	☐			6	Sud-Ouest	☐
3	Est	☐			7	Ouest	☐
4	Sud-Est	☐			8	Nord-Ouest	☐
LONGUEUR : m							

Des informations complémentaires sont récoltées en fonction du type de limites (lisières externes ou interfaces).

S'il s'agit d'une interface (tableau 4.6) :

- présence (et largeur éventuellement) du manteau, du cordon arbustif et de l'ourlet herbeux ;
- géométrie de la limite (droite, ondulée, saillante, ...) ;
- pénétrabilité de la limite ;
- présence d'éléments favorisant la biodiversité (fossé, ruisseau, zones humides, ...).

S'il s'agit d'une lisière avec milieu non forestier (tableau 4.7) :

- présence (et largeur éventuellement) du manteau, du cordon arbustif et de l'ourlet herbeux ;
- géométrie de la limite (droite, ondulée, saillante, ...) ;
- pénétrabilité de la limite ;
- typage du faciès de la lisière (en fonction de la présence ou de l'absence d'un ou plusieurs des éléments précédents) ;
- existence d'une limite naturelle (clôture, chemin, fossé, mur, ...) ;
- présence d'éléments de liaison dans le milieu ouvert (haies, arbres isolés, bosquets, ...) ;
- existence de perturbations en lisière (immondices, habitations, activités agricoles, ...) ;

- éléments propres à favoriser la biodiversité biologique : présence de zones humides, d'essences particulières, de plantes grimpantes, ... ;
- facteurs de diversité structurale : bois morts sur pied ou à terre, arbres de gros diamètre, surfaces nues, tas de pierres.

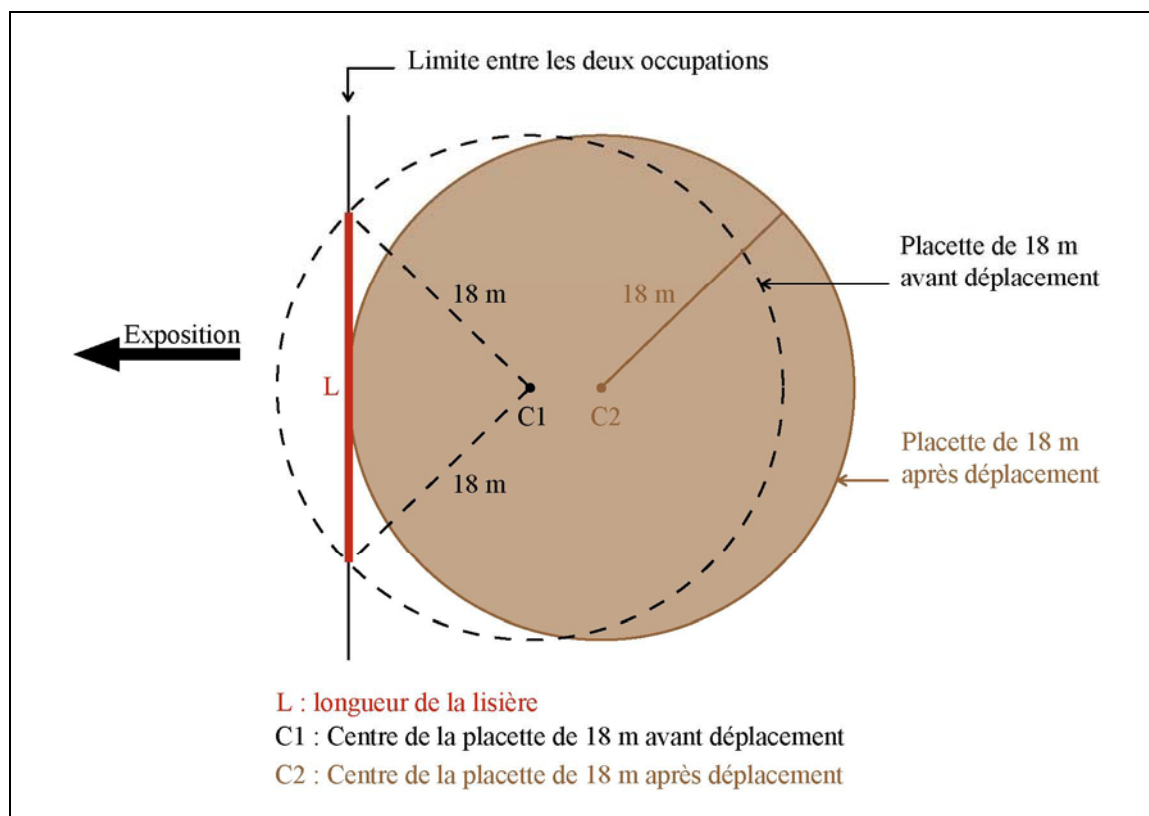


Figure 4.3. – Principales mesures relatives aux lisières et interfaces.

Tableau 4.6. – Informations complémentaires dans le cas d'une limite interne (interface).

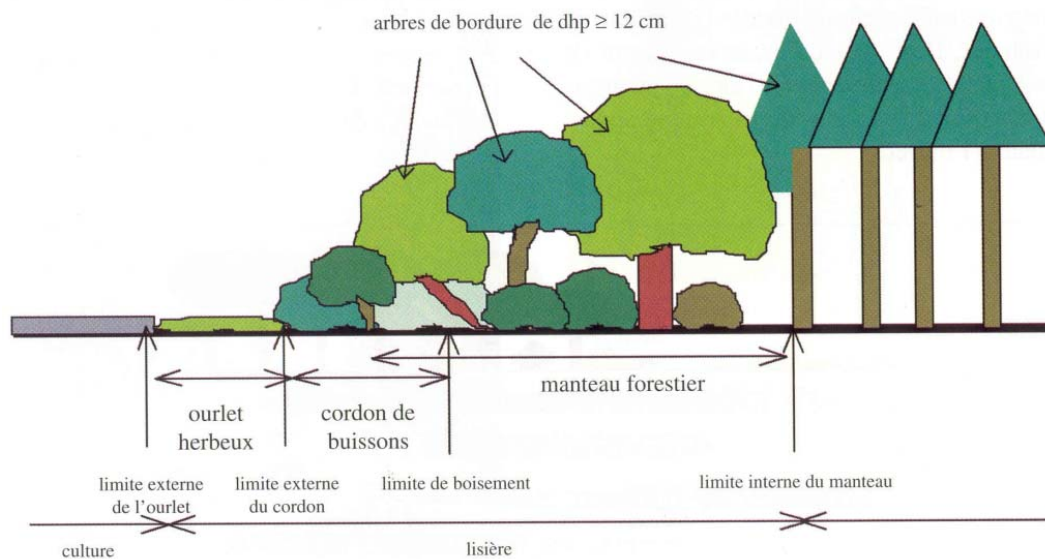
LARGEUR DU MANTEAU			LARGEUR DU CORDON			LARGEUR DE L'OURLET		
0	Absence	☐	0	Absence	☐	0	Absence	☐
1	0 – 4 m	☐	1	< 2 m	☐	1	< 2 m	☐
2	5 – 9 m	☐	2	2 – 4 m	☐	2	2 – 4 m	☐
3	10 – 14 m	☐	3	5 – 7 m	☐	3	5 – 7 m	☐
4	15 – 19 m	☐	4	8 – 10 m	☐	4	8 – 10 m	☐
5	20 m et +	☐	5	> 10 m	☐	5	> 10 m	☐

TRACE			DENSITE					
0	Droit	☐	1	0 – 25 %	☐	Présence de fossé / drains		
1	Ondulé	☐	2	26 – 50 %	☐	Présence de clôture		
2	Saillant	☐	3	51 – 100 %	☐	Présence de ruisseau		
3	Très saillant	☐				Présence d'autres zones humides		
4	Clairsemé	☐						



Interface

Lisière

Figure 4.4. - Représentation des interfaces et lisières (tiré de DELVINGT *et al.*, 1998).

Les éléments pris en compte font l'objet d'une cotation et sont intégrés dans un module d'évaluation de la qualité biologique des lisières.

Tableau 4.7. – Informations complémentaires en présence d'une lisière externe (avec milieu non forestier).

LISIÈRES EXTERIEURES							
Limite				Liaison (50 m)			
0	Pas de limite	☐		0	Absence	☐	
1	Route ou zone asphaltée ou bétonnée	☐		1	Arbres fruitiers	☐	
2	Chemin ou zone en gravier	☐		2	Haie	☐	
3	Chemin en terre ou enherbé	☐		3	Bosquet ou forêt	☐	
4	Clôture de zone d'habitat	☐		4	Arbres isolés	☐	
5	Clôture de prairie ou culture	☐		5	Alignement d'arbres	☐	
6	Mur de + 1 m	☐		6	Cours d'eau	☐	
7	Fossé	☐		7	Autres	☐	
8	Ligne de distribution	☐					
9	Jardin sans clôture	☐		Perturbation			
10	Culture, prairie ou pâture sans clôture	☐		0	Absence	☐	
11	Autre propriété privée sans clôture	☐		1	Dépôts d'immondices	☐	
12	Autres	☐		2	Activités agricoles	☐	
				3	Habitations	☐	
				4	Récréation	☐	
				5	Autres	☐	
STRUCTURE DE LA LISIÈRE							
Faciès				Tracé			
1	Sans manteau, sans cordon	☐		0	Droit	☐	
2	Sans manteau, avec cordon	☐		1	Ondulé	☐	
3	Manteau (espèces diff.), sans cordon	☐		2	Saillant	☐	
4	Manteau (esp = esp peupl.), sans cordon	☐		3	Très saillant	☐	
5	Manteau avançant de + de 6 m sans cordon	☐		4	Clairsemé	☐	
6	Manteau avec cordon en dessous	☐					
7	Manteau avec cordon en avant	☐		Largeur du manteau			
8	Manteau clairsemé et étagé	☐		0	Absence	☐	
				1	0 – 4 m	☐	
				2	5 – 9 m	☐	
				3	10 – 14 m	☐	
				4	15 – 19 m	☐	
				5	20 m et +	☐	
				Largeur du cordon			
				0	Absence	☐	
				1	< 2 m	☐	
				2	2 – 4 m	☐	
				3	5 – 7 m	☐	
				4	8 – 10 m	☐	
				5	> 10 m	☐	
				Largeur de l'ourlet			
				0	Absence	☐	
				1	< 2 m	☐	
				2	2 – 4 m	☐	
				3	5 – 7 m	☐	
				4	8 – 10 m	☐	
				5	> 10 m	☐	
DIVERSITÉ BIOLOGIQUE							
Zone humide				Essences			
0	Absence	☐			0 si C150 < 40 cm ou S < 10 %	1 si C150 > 40 cm ou S > 10 %	
1	Source	☐		Chênes	☐	☐	
2	Fossé	☐		Saules	☐	☐	
3	Ruisseau (< 2 m)	☐		Bouleaux	☐	☐	
4	Rivière (> 2 m)	☐		Peupliers	☐	☐	
5	Prairie humide	☐		Aubépines	☐	☐	
6	Fagne	☐		Prunellier	☐	☐	
7	Etang	☐		Autres	☐	☐	
8	Accumulation	☐					
9	Autres	☐		Plantes grimpantes (C150 > 40 cm)			
				0	Absence	☐	
				1	Présence	☐	
				DIVERSITÉ STRUCTURALE			
Bois mort sur pied				Arbres > 150 cm			
1	Absence	☐		1	Absence	☐	
2	Présence	☐		2	Présence	☐	
				Surface nue			
				1	Absence	☐	
				2	Présence	☐	
				Tas de pierres			
				1	Absence	☐	
				2	Présence	☐	
				Bois mort à terre			
				0	Absence	☐	
				1	Menu bois	☐	
				2	Bois mesurables	☐	

Remarques

En ce qui concerne les lisières, une autre approche est en voie de concrétisation pour tenir davantage compte de paramètres aptes à expliciter leur potentiel de diversité biologique. Il est prévu que l'observation porte sur une zone (étendue) explorée au moyen de deux transects : un transect *linéaire* et un transect *rectangulaire*. Le premier orienté selon le rayon de la placette vise à mesurer les largeurs du manteau forestier, cordon de buisson et ourlet herbeux et à décrire les transitions de structure verticale. Le second perpendiculaire au premier (36 m de long) et réparti de part et d'autre du point de tangence présente une largeur variable selon les éléments présents et est destiné à décrire la structure longitudinale de la limite entre les deux milieux (espèces, faciès, ...).

En ce qui concerne les interfaces, l'installation de transects n'est pas prévue du fait que l'influence d'un milieu sur l'autre est beaucoup plus limitée (espèces de transition). La description se focalise dans le champ visuel de l'opérateur.

4.3. DONNEES RELATIVES AU PEUPLEMENT

La description du peuplement dans lequel est installée l'unité d'échantillonnage revêt une importance particulière en raison de l'information qu'elle apporte sur le passé, l'état actuel et l'avenir du peuplement. Les observations recouvrent plusieurs domaines essentiels :

- les *données sylvicoles et culturales* :

- . la structure, le type, l'historique et la fonction essentielle du peuplement,
- . la sylviculture appliquée au peuplement (travaux sylvicoles, conduite des éclaircies, mises à blanc, vides, ...),
- . la régénération naturelle des essences,
- . la présence d'arbres morts ou de bois abandonnés ;

- les *observations* précisant l'état du peuplement :

- . qualité des arbres et défauts présents,
- . état sanitaire et causes du dépérissement éventuel,
- . dégâts de gibier, de tempêtes ou d'incendies ;

- des *informations* complémentaires relatives aux conditions d'exploitation.

4.3.1. ANTECEDENT CULTURAL DU PEUPLEMENT

Définition

Occupation du sol antérieure au peuplement actuel.

Objet

Mettre en évidence des changements d'affectation du sol au cours du temps, confirmer son maintien en zone forestière, appréhender les différences éventuelles de productivité d'une essence en relation avec son milieu de croissance et ses modifications éventuelles.

Typologie

L'encadré présenté au tableau 4.8 prévoit plusieurs niveaux de précision dans la typologie. L'essentiel est de déterminer si l'antécédent culturel est une zone agricole, un autre peuplement forestier constitué d'une autre essence et relevant d'un autre régime, ou encore un terrain inculte.

Tableau 4.8. - Typologie des antécédents cultureux.

ANTECEDENT CULTURAL		
1	Zone agricole	☐
2	Peuplement forestier	☐
3	- Type feuillus	☐
4	Hêtraie	☐
5	Chênaie	☐
6	Autres feuillus	☐
7	- Type résineux	☐
8	Pessière	☐
9	Autres résineux	☐
	- Régime	
11	Futaie	☐
12	Taillis	☐
13	Taillis sous futaie	☐
14	Incultes	☐
15	Indéterminé	☐

Modalités de récolte

Divers indices ou traces permettent d'identifier assez précisément l'occupation antérieure des sols. Les observations sont réalisées dans un *rayon de 36 mètres* autour du centre de l'unité d'échantillonnage tout en restant dans le peuplement.

Les indices les plus communément utilisés sont :

- traces d'un ancien sol agricole (sondage pédologique),
- présence de souches,
- topographie,
- traces d'essartage,
- environnement général du peuplement (proximité d'un village, parcelle enclavée dans une zone agricole).

L'analyse d'anciennes cartes topographiques datant du début du 20^e siècle constitue une autre source d'information.

Selon la qualité des indices disponibles, la typologie est plus ou moins détaillée et elle est d'autant plus malaisée à appliquer que le peuplement en place est âgé. Certaines parcelles feuillues, du fait de leur régularité, font penser à une plantation, à une conversion (en futaie) ou

à une régénération massive. Par convention, seuls les changements intervenus au cours du dernier siècle sont pris en compte.

4.3.2. ORIGINE DU PEUPLEMENT

Définition

Manière dont le peuplement actuel a été constitué (voie artificielle ou naturelle).

Objet

Caractériser l'origine du peuplement en vue de déterminer le degré d'artificialisation de la forêt et par conséquent l'importance des forêts semi-naturelles ou conservant un certain degré de naturalité. Mesurer l'importance de l'intervention humaine dans l'image de la forêt actuelle.

Typologie

Quatre origines différentes sont prévues (tableau 4.9).

Tableau 4.9. - Origine du peuplement.

ORIGINE DU PEUPLEMENT		
1	Semis naturel	☐
2	Plantation ou semis manuel	☐
3	Griffage	☐
4	Conversion (passage du taillis ou du taillis sous futaie vers la futaie)	☐
5	Indéterminée	☐

Modalités de récolte

La détermination de l'origine du peuplement se base sur la présence, *dans la zone d'observation de 36 m*, d'indices tels que :

- lignes de plantation,
- distribution spatiale des arbres,
- régularité du peuplement en termes de grosseur ou de hauteur des tiges.

Elle peut aussi nécessiter que l'on s'appuie sur la consultation de cartes anciennes et sur l'historique de gestion.

4.3.3. FONCTION PRINCIPALE DU PEUPLEMENT

Définition

Rôle rempli par la forêt dans la société actuelle. On attribue plusieurs fonctions à la forêt : production de bois ou d'autres produits qui lui sont liés (chasse, produits annexes), fonc-

tions esthétique, paysagère, récréative, hydrologique, écologique, contribution à la lutte contre les changements climatiques, etc. Dans le cadre de la gestion pratiquée en forêt soumise au régime forestier, on distingue les forêts de production, de conservation (sylvicole, génétique, ...) et de protection (sol, eau) [DNF, 1997].

Objet

Identifier, parmi les multiples vocations assignées à la forêt, la fonction prédominante ou l'objectif déterminant du peuplement où se situe l'unité d'échantillonnage. Estimer sur base de ces observations les grandes tendances en termes de fonctions attribuées à la forêt wallonne.

Typologie

La typologie n'a pas la prétention d'être exhaustive, d'autant que l'échelle d'investigation ne s'y prête pas toujours très bien. Elle prévoit les principales vocations suivantes :

- *production ligneuse* : la fonction principale de la forêt est la production de bois, tout en intégrant d'autres fonctions hiérarchisées de manière différente selon les endroits. La fonction de production se distingue, entre autres, par la quantité et la qualité du matériel sur pied ;
- *cynégétique* : à utiliser dans les situations où, de manière évidente, le propriétaire privilégie la chasse ; en témoignent la plupart du temps une densité élevée de gibier et/ou des signes de « non-sylviculture » dans le massif ;
- *récréation et loisirs* : à la périphérie des centres urbains ou dans certaines forêts, cette fonction se traduit par l'aménagement d'aires de récréation, de jeux, de barbecues et par la présence de promenades balisées ;
- *conservation* : cette vocation doit être réservée à des peuplements où elle est manifestement prépondérante (peuplements feuillus remarquables par leur rareté ou leur qualité biologique) ;
- *protection* : deux fonctions différentes sont envisagées :
 - . *protection de l'eau* : à proximité de ruisseaux, rivières, étangs, lacs, sources au sein de zones fangeuses et tourbeuses auxquelles s'appliquent ou pourraient s'appliquer des mesures spécifiques ;
 - . *protection du sol* : dans le cas de fortes pentes. Elle concerne les zones où tout déboisement à grande échelle entraînerait un risque d'érosion ou de déstabilisation des sols ;
- *autres fonctions* : toute fonction autre que celles décrites ici, par exemple : fonctions paysagère, esthétique, ou encore scientifique (dispositifs expérimentaux, parcelles d'observation, tests comparatifs de provenance, ...).

L'esprit même dans lequel ces fonctions sont perçues et prises en compte est explicité dans la circulaire DNF 2619 du 22 septembre 1997 relative aux aménagements forestiers et complétée par la circulaire sur la biodiversité.

Modalités de récolte

La fonction est principalement déterminée à partir des critères et commentaires brièvement évoqués ci-avant ; deux ou plusieurs fonctions peuvent coexister mais il est convenu de ne retenir que celle qui paraît prioritaire. La zone d'observation est limitée à 36 m de rayon (40 ares) et doit s'inscrire dans le peuplement échantillonné.

4.3.4. STRUCTURE DU PEUPLEMENT

Définition

Répartition dans l'espace des éléments constitutifs du peuplement, considéré du point de vue du mode de régénération (régime), des âges, des dimensions, de l'existence d'un ou plusieurs étages de cimes. L'appréciation de ce critère est complexe car il peut varier rapidement d'un endroit à l'autre et dans l'environnement du point inventorié. La structure peut être également définie en fonction du type et de l'allure de la distribution des tiges par catégories de grosseur.

Objet

Préciser à l'échelle de grandes zones forestières à la fois les régimes, soit les modes de perpétuation des peuplements (taillis, taillis sous futaie, futaie), ainsi que leurs modes d'organisation. La structure telle que définie dans l'inventaire donne une idée des types et de la composition botanique des peuplements de même que de leurs contributions quantitative et qualitative aux fonctions de production ligneuse ainsi qu'à celles de protection et de conservation (liaison à la biodiversité, par exemple).

Typologie

La structure fait l'objet d'un classement au sein des 9 types suivants qui ont été conventionnellement identifiés en raison non seulement de leur intérêt en matière sylvicole mais aussi de la facilité pour les opérateurs de les discriminer :

- *futaie à un étage,*
- *jeune futaie,*
- *plantation,*
- *régénération naturelle,*
- *futaie à deux étages,*
- *futaie irrégulière (ou d'âges multiples),*
- *futaie sur taillis,*
- *taillis sous futaie,*
- *taillis.*

Modalités de récolte

La structure est évaluée dans un rayon de 36 m autour du centre de l'unité d'échantillonnage. Elle fait aussi l'objet d'une caractérisation au sein de la grande placette de 18 m de rayon et s'il est peu fréquent que des discordances apparaissent entre ces deux niveaux de perception, il est néanmoins recommandé de s'appuyer sur le verdict de la zone de 36 m de rayon car elle se réfère à la structure globale du peuplement dans lequel se situe l'unité d'échantillonnage. Cette dernière pourrait être localisée dans une « structure » locale et très différente de l'environnement ou de la zone que la placette est sensée représenter (exemple d'un grand groupe ou d'un mini-peuplement équienne relevant cependant d'une futaie largement inéquienne du point de vue de la structure globale à l'endroit considéré).

1° Futaie à un étage

Le mode de régénération est le semis (régénération naturelle) ou la plantation (régénération artificielle). Tous les arbres ou brins constituant la futaie sont en principe francs de pied, mais certains d'entre eux peuvent, à l'origine, être issus d'un griffage massif dans du taillis ou du taillis sous futaie (futaie sur souche). La futaie à un étage est théoriquement constituée d'arbres appartenant à une ou plusieurs essences dont les âges et/ou les dimensions (en grosseur et hauteur) sont pratiquement identiques. Conventionnellement, sont considérées comme futaies à un étage toutes les futaies dont la circonférence moyenne à 1,5 m des arbres recensés est

supérieure à 70 cm en résineux et à 90 cm en feuillus.



Remarque

La structure équiennne caractérise pratiquement tous les peuplements résineux, de même que certains massifs feuillus plantés ou issus de régénérations naturelles massives, tous les arbres ayant approximativement le même âge. Mais la plupart des futaies feuillues wallonnes ne présentent pas ce faciès équiennne, du moins au niveau d'un peuplement. En effet, lorsqu'elles se régénèrent naturellement, c'est par vagues successives, formant des bouquets, voire des groupes d'étendues variables (quelques ares à quelques dizaines d'ares) à l'intérieur desquels la structure est équiennne. Cependant, à l'échelle globale du peuplement, la structure est d'allure jardinée par groupes ou en voie de jardinage, car résultant d'un ensemble de groupes d'âges (de 10 à 20 ares ou plus) et de dimensions variés. On y rencontre donc divers stades de développement (semis, fourrés, gaulis, bas-perchis, ...) diversement répartis, la régénération n'étant pas, dans ce cas, considérée comme constituant un étage. Si les hauteurs de ces différents groupes sont très semblables, on peut parler de futaie d'allure équiennne ou en voie de régularisation.

2° Jeune futaie



La jeune futaie est le stade ultime de développement intermédiaire entre la plantation et la futaie adulte. Par convention, elle comprend un étage constitué d'arbres dont la circonférence moyenne est comprise entre 20 cm (seuil de mesure) et 70 cm en résineux ou 90 cm en feuillus.

3° Plantation

La plantation est le premier stade de développement de la futaie à un étage. Elle regroupe tous les peuplements dont l'étage unique est constitué de sujets issus de graines et dont la circonférence n'atteint pas le seuil de mesure, soit 20 cm à 1,5 m.



4° Régénération naturelle

La régénération naturelle qui ne se développe pas (ou plus) sous le couvert d'un peuplement adulte est isolée des autres structures de peuplements. Ce choix se justifie notamment par l'irrégularité de sa structure (que ce soit en hauteur ou en circonférence) et par la répartition aléatoire dans l'espace des tiges la composant. Elle est formée de tiges n'atteignant pas 20 cm de circonférence à hauteur d'homme. Au-delà de ce seuil, ces peuplements sont classés dans la structure « futaie irrégulière » (point 6°).



5° Futaie à deux étages

Cette futaie compte deux étages dont chacun répond à la définition donnée précédemment pour la futaie à un seul étage. Chaque niveau reste distinct de l'autre jusqu'à l'exploitation de l'étage dominant, moment où le peuplement dominé prend le relais et forme alors une futaie à un étage.



Généralement, le sous-étage est introduit par plantation ; un cas typique est celui de la pineraie sous-étagée en épicéa ou en hêtre. Cependant, lorsque le sous-étage est âgé, il peut « rattraper » l'étage dominant, que ce soit en hauteur ou en grosseur. Un tel peuplement est assimilé à une futaie à un étage.

Remarque

On range dans cette rubrique des structures plus difficiles à identifier de manière nette : peuplements résineux (pineraies essentiellement) et peupleraies sous-étagés avec du taillis (rejets abondants de souches de feuillus). On y trouve également des peuplements résineux sous-étagés en feuillus (bouleaux, chênes) issus d'un griffage massif dans le taillis et parmi lesquels on distingue encore des cépées vigoureuses de taillis (coudrier, bouleaux) faisant en quelque sorte office de troisième étage.

6° Futaie irrégulière

La futaie irrégulière ou d'âges multiples est constituée d'arbres d'âges divers et de dimensions en grosseur et en hauteur différentes d'un pied à l'autre ou d'un endroit à l'autre. La futaie jardinée, vocable communément utilisé, est un cas particulier de ce type de futaie. Elle résulte d'un mode de traitement appelé le jardinage. En réalité, la futaie jardinée typique est caractérisée par une distribution décroissante du nombre de bois par catégories de grosseur (en J inversé ou exponentielle). Cet équilibre est donc aussi atteint lorsqu'il y a égalité entre les surfaces terrières des arbres composant chaque classe de grosseur. Eu égard à la quasi-inexistence de futaies ainsi constituées, il est plus correct de parler de « *futaies d'allure jardinée* » ou de « *futaies irrégulières* ». En effet, le jardinage par

pieds ou par petits groupes, au sens strict du terme, est inexistant en Wallonie, mais beaucoup de forêts publiques sont traitées de façon à constituer dans le futur des futaies irrégulières ou d'âges multiples éventuellement mélangées sur base de grands groupes.



Eu égard à l'étendue même des unités d'échantillonnage capables de traduire des situations ponctuelles, une telle structure est difficile à diagnostiquer. *En conséquence sont uniquement classées dans cette rubrique les différentes unités d'échantillonnage situées en futaies d'allure*

jardinée par pieds ou par bouquets. Les autres futaies constituées de grands groupes sont versées dans la structure « futaie à un étage » bien qu'elles n'en soient que des cas particuliers.

7° Futaie sur taillis

La plupart des taillis sous futaie de la forêt wallonne (point 8°) sont en cours de conversion vers la futaie. Cette conversion s'étale sur plusieurs décennies et selon les endroits, se trouve à divers stades de son évolution, intermédiaires entre le taillis sous futaie classique et la futaie. L'inventaire ne peut évidemment que « saisir » le processus, c'est-à-dire son degré d'accomplissement au moment de l'installation de l'unité d'échantillonnage. La structure « futaie sur taillis » a été créée pour typer ces situations transitoires caractérisées par un taillis très clair, souvent réduit à une « souille », et une futaie claire [BOUDRU, 1989] en cours de constitution.

Remarque

Aussi longtemps qu'il n'y a pas état de futaie ou de jeune futaie constituée de façon irréversible, le peuplement est considéré comme taillis sous futaie ou futaie sur taillis. Il existe des stades de conversion où le taillis existe toujours, mais est réduit à quelques cépées peu vigoureuses ou à quelques brins dispersés, mal venants et condamnés à disparaître progressivement (souille). Ces situations sont caractérisées également par une futaie enrichie, plus dense que dans le taillis sous futaie classique. Cependant, dans les cas où le recrutement n'a pu être suffisant, la futaie reste claire. Les peuplements de résineux peu denses (mélèzières, pineraies généralement), dans lesquels se développe un peu de taillis, entrent dans cette structure.

8° Taillis sous futaie

Le taillis sous futaie est constitué d'un *étage supérieur composé d'arbres de futaie* dénommés « réserves » issus de la semence et d'un *étage inférieur constitué de brins de taillis* issus de rejets de souches et de drageons. Pour être versé dans cette rubrique, un peuplement doit comporter des réserves isolées et un taillis encore vigoureux. Dans le cas où la futaie devient plus dense et où le taillis se réduit à l'état de souille, selon BOUDRU [1989], on se trouve en présence d'une futaie sur taillis (point précédent 7°). Il n'est pas exclu que l'étage supérieur du taillis sous futaie comporte des résineux ou soit constitué de ceux-ci, issus

de la régénération naturelle de massifs voisins ou introduits pour enrichir le peuplement, voire pour créer des remises pour le gibier.



Remarque

L'appartenance d'un brin au taillis ou à la futaie n'est pas aisée à déterminer. Si, par définition, tout ce qui rejette de souches relève du taillis, il peut arriver qu'un brin, par sa position ou ses dimensions participe à la production de la futaie (d'autant plus plausible si la sylviculture s'y est employée) ; ce cas peut être fréquent dans un stade intermédiaire de conversion du taillis sous futaie en futaie. Diverses

conventions basées notamment sur la qualité (rectitude) et la circonférence du brin (60 cm minimum) permettent d'affecter des brins à la réserve.

9° Taillis



Le taillis simple est une structure à un seul étage constitué de rejets de souches et de drageons avec éventuellement quelques rares tiges issues de semis. Autrefois répandu, il est actuellement en recul. Le taillis peut être présent mais ne pas avoir atteint la circonférence de 20 cm (seuil de mesure), on le classifie alors comme « non-mesurable » ; lorsque les brins ont atteint cette circonférence, il est « mesurable ».

Les taillis conservés au-delà de la révolution généralement admise sont toujours considérés comme taillis. Par contre, ceux dont la conversion est en cours ou terminée sont à ranger dans la structure « jeune futaie ». L'opération de conversion se traduit sur le terrain par un griffage sélectif des brins d'avenir accompagné d'un recépage des autres.

Remarque

L'introduction de résineux dans le taillis simple peut conduire à leur prise en compte dans les mesures, sans pour autant qu'ils deviennent majoritaires ou dominants (par leurs dimensions) dans l'unité d'échantillonnage, sinon cela impliquerait que le peuplement soit alors versé en futaie sur taillis ou en taillis sous futaie.

4.3.5. TYPE DE PEUPLEMENT

Définition

Etendue (population) d'arbres d'essences pures ou mélangées à des degrés divers et souvent relative à un compartiment (unité de quelques hectares définies de manière permanente sur le terrain) ou à une parcelle (interne au compartiment et dont la surface est appelée à évoluer au cours du temps en fonction des différences d'essences et d'âges). Un peuplement peut être équienné ou d'âges multiples. Il comporte dans ce cas au moins trois classes d'âges différentes d'arbres de la même essence ou d'essences différentes mélangées.

Objet

Identifier les étendues couvertes par des peuplements définis de manière stricte pour évaluer l'importance des essences présentes en conditions tant artificielles que naturelles. Doit permettre de déterminer les proportions feuillus / résineux (surfaces et diverses caractéristiques dendrométriques).

Typologie

Plusieurs types de peuplements sont définis en fonction de la représentation des essences qu'ils comportent (proportions relatives de leurs nombres de tiges). Dix types ont ainsi été identifiés selon les conventions suivantes :

1. les **hêtraies**, où le hêtre constitue *plus des deux-tiers* des tiges prises en considération ;
2. les **chênaies**, dans lesquelles les chênes indigènes sont les essences dominantes à raison de *plus des deux-tiers* des arbres ;
3. les **peuplements de feuillus nobles**, constitués des deux essences précédentes en mélange ou de feuillus « précieux » (frêne, orme, merisier, érable, chêne rouge) à l'état pur (pour *plus des deux-tiers* des arbres) ou en mélange ;
4. les **autres peuplements feuillus**, formés d'essences feuillues non reprises dans les types précédents (bouleaux, aulnes, charmes, ...) pour *plus de la moitié* des tiges ou encore d'un mélange d'espèces tel que le peuplement ne puisse être classé dans aucun des cas précédents, à condition toutefois que ce mélange contienne au moins 50 % de feuillus ;
5. les **peupleraies**, constituées à *plus de 80 %* de peupliers (à l'exception des peupliers trembles) ;
6. les **pessières**, dont l'épicéa commun est l'essence principale (*80 % et plus* des tiges) ;
7. les **douglasaies** (*80 % et plus* de douglas) ;
8. les **mélèzières** (*80 % et plus* de mélèzes, sans distinction entre les mélèzes européen, japonais et hybride) ;
9. les **pineraies** (*80 % et plus* de pins) ; tous les peuplements de pins quelle que soit leur espèce sont réunis dans ce type, ainsi que les mélanges de pins entre eux ;
10. les **autres peuplements résineux**, où sont regroupés tous les peuplements purs formés d'espèces non citées (sapins, tsugas, ...) et les peuplements constitués de plusieurs espèces résineuses (dont aucune n'atteint seule les 80 %) mais qui réunies constituent *plus de 50 %* du peuplement.

Modalités de récolte

Le typage du peuplement est effectué sur la base d'observations réalisées dans le rayon de 36 m autour de l'unité d'échantillonnage.

Remarque

Il est important de mettre en évidence la différence entre le type de peuplement défini à l'échelle de celui-ci et le type de peuplement défini au niveau de l'unité d'échantillonnage :

- dans le premier cas, *les observations* sont effectuées au niveau du peuplement lui-même et concernent la composition de la futaie (de l'étage supérieur pour les peuplements à plusieurs étages) sur base d'une estimation visuelle du nombre de bois ;
- dans le second cas, le type de peuplement est déterminé par calcul au prorata des surfaces terrières de chaque essence présente (de l'étage dominant en futaie à deux étages) ; il s'agit alors d'un classement basé sur des *mesures* qui sera généralement utilisé lors de la publication des résultats.

Pour réaliser le « typage » tel que prévu dans le premier cas, les opérateurs estiment dans la zone d'observation la composition du peuplement par détermination de la proportion des essences (ar-

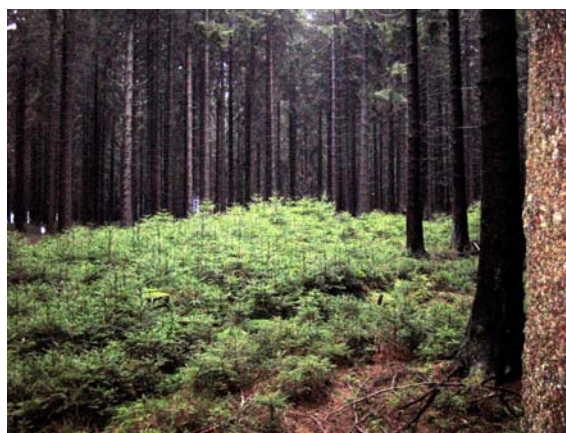
bres) de futaie (ou des brins de taillis dans le cas du taillis simple). Cette procédure de travail permet une évaluation rapide et immédiate du type de peuplement au moment de l'inventaire; elle ne préjuge pas de l'évolution future de sa composition ni d'une modification éventuelle du type. En peuplements à plusieurs étages et en taillis sous futaie ou futaies sur taillis, l'étage principal est seul pris en considération pour la détermination du type.

Le type de peuplement est déterminé en fonction de la représentation des essences constitutives (proportions relatives de leurs nombres de tiges). Comme pour la structure, la description du type de peuplement est réalisée dans *le rayon de 36 m* autour de l'unité d'échantillonnage.

4.3.6. REGENERATION

Définition

Evolution du peuplement dans les prochaines années, en fonction de ses possibilités de rajeunissement par voie naturelle et de la sylviculture que le gestionnaire lui applique.



Objet

Apporter des informations sur la façon dont se régénèrent actuellement les peuplements et mesurer le degré d'intervention de l'homme dans ce processus. Réaliser un état des lieux de la régénération naturelle dont l'objectif final assure la continuité de la forêt.

Typologie

Le mode de régénération et le stade de développement sont observés au niveau du peuplement. La régénération naturelle est considérée indépendamment de la régénération artificielle (plantation). En ce qui concerne la régénération naturelle, les situations suivantes sont retenues :

- *régénération nulle* : il n'y a pas de régénération ou de semis en nombre suffisant ;
- *régénération présente* : des groupes, plages ou individus isolés aux stades semis, fourré, gaulis, perchis (présence d'un ou plusieurs stades), sont installés et peuvent être considérés comme ayant une valeur d'avenir (régénération en cours d'installation) ;

- *régénération acquise* : l'extension d'un ou de plusieurs des stades de régénération décrits ci-avant permet de considérer que la régénération est assurée et viable et donc que l'avenir du peuplement est garanti ;
- *régénération complétée* : les semis naturels insuffisants ont été complétés par des plants issus de pépinières ou prélevés à des endroits où la régénération est trop dense (= transplantation).

Modalités de récolte

Les observations sont réalisées dans la *zone de 40 ares* centrée sur l'unité d'échantillonnage. Elles portent sur la régénération d'au moins 2 ans déjà installée, de façon à ne pas prendre en compte les levées massives susceptibles de disparaître dans les mois suivants. Dans le semis plus âgé, ne sont pas pris en considération les brins, fourrés⁽¹⁾ ou gaulis⁽¹⁾ chez lesquels la dominance apicale a disparu. Ces observations sont affinées et précisées au niveau de l'unité d'échantillonnage (§ 4.4.3).

Des informations complémentaires sont récoltées quant à la répartition et au stade de développement de la régénération naturelle (tableau 4.10) :

- le recouvrement total dans le peuplement ;
- le stade de développement le plus représenté (de semis à haut perchis, avec possibilité de regrouper les stades inférieurs à 20 cm de circonférence et ceux supérieurs à cette limite) ;
- le mode de répartition de la régénération.

Enfin, pour chaque essence régénérée et chaque stade de développement, le mode de répartition et le recouvrement (selon la classification Braun-Blanquet) sont précisés.

4.3.7. SYLVICULTURE APPLIQUEE AU PEUPLEMENT

Définition

Ensemble des opérations qui sont appliquées au peuplement au cours de sa vie. Sont incluses les situations particulières telles que les mises à blanc, les vides totaux de même que l'état du peuplement.

Objet

Caractériser la sylviculture pratiquée dans les peuplements inventoriés de manière à réaliser un état des lieux de l'application des techniques sylvicoles. Estimer les étendues de mises à blanc et des vides dans les peuplements. Contrôler l'application de pratiques culturales en accord avec la gestion durable, mettre en évidence le recours à des opérations ou travaux culturels de base ou plus élaborés.

⁽¹⁾ Voir définitions § 4.4.3.

Tableau 4.10. – Descriptif de la régénération naturelle au niveau du peuplement.

REGENERATION NATURELLE			STADE DE DEVELOPPEMENT		DETAIL DE LA REGENERATION				
1	Présente	☐	0	Semis < 30 cm	☐	Essence	Stade de dév.	Recvt	Répart.
2	Acquise	☐	1	Semis (30 à 150 cm)	☐				
3	Nulle	☐	2	Fourrés(< 10 cm circ. moy.)	☐				
4	Complétée	☐	3	Gaulis (10-19 cm circ. moy.)	☐				
			4	Tous stades < 20 cm	☐				
			5	Bas perchis (20-39 cm circ.)	☐				
			6	Haut perchis (40-69 cm circ.)	☐				
			7	Tous stades > 19 cm	☐				
			8	Tous stades	☐				
CAUSE REG. NULLE									
1	Pas d'arbres repr.	☐							
2	Peup. trop jeune	☐							
3	Dens. trop élevée	☐							
4	Litière trop épaisse	☐							
5	Enherbement	☐							
6	Densité de gibier	☐							
7	Indéterminé	☐							
			REPARTITION						
			1	Par pied	☐				
			2	Par plage ou groupe	☐				
			3	Par grde plage /grand groupe	☐				
			4	Continue	☐				
			5	Selon plusieurs modalités	☐				
RECOUVREMENT									
1	< 33 %	☐							
2	33-66 %	☐							
3	66 % et +	☐							

Typologie

Les relevés, détaillés dans le tableau 4.11, concernent :

- les distances de plantation,
- les travaux sylvicoles proprement dits,
- l'intensité, la périodicité et le type des coupes d'amélioration (éclaircies),
- la régularité du peuplement,
- les mises à blanc et les vides totaux (trouées d'une surface supérieure à 10 ares).

Modalités de récolte

Observations dans la *zone de 40 ares* autour du centre de l'unité d'échantillonnage.

Les observations sont réalisées de la façon suivante :

- *les distances de plantation* : écartements entre les plants dans les lignes et entre les lignes (peuplements plantés dans lesquels les écartements sont encore visibles) ;
- *les travaux sylvicoles proprement dits* : ils sont répartis en opérations de base pratiquées dans la plupart des peuplements forestiers et en travaux d'amélioration destinés à apporter une plus-value au peuplement (élagage à grande hauteur) ou qui témoignent d'une gestion soignée de la parcelle (désignation d'arbres de place, taille de formation, ...) ;

- *l'intensité, la périodicité et le type des coupes* d'amélioration (éclaircies) pratiquées dans le peuplement ; l'aspect du peuplement, la présence d'arbres martelés et de souches sont des indications utiles ;
- *la régularité du peuplement* : homogénéité de la répartition spatiale des arbres, présence de vides à certains endroits, de densités trop élevées à d'autres ;
- les cas particuliers que sont les *mises à blanc* et les *vides totaux* : des informations telles que l'essence, l'âge, la surface

Tableau 4.11. - Relevés relatifs à la sylviculture appliquée au peuplement.

TRAVAUX SYLVICOLES			MISE A BLANC		
Opérations de base			Essence :		
1	Elagage	☐	Age de la coupe ans		
2	Nettoisement	☐	Age du peuplement ans		
3	Eclaircie	☐			
Travaux d'amélioration			Causes :		
1	Elagage en hauteur	☐	1	Age d'exploitation atteint	☐
2	Enrichissement de la régénération naturelle par plantation	☐	2	Exploitée anticipée	☐
3	Regarnissage	☐	3	Chablis	☐
4	Arbres de place	☐	4	Autres	☐
5	Cloisonnement	☐	Surfaces		
6	Travail du sol	☐	1	0 – 1 ha	☐
7	Taille de formation	☐	2	1 – 4 ha	☐
8	Autres	☐	3	5 – 9 ha	☐
			4	10 – 24 ha	☐
			5	25 ha et +	☐
ECLAIRCIES			VIDE TOTAL		
Intensité			Essence environnante :		
1	Nulles	☐	Age du vide : ans		
2	Faibles	☐	Age du peuplement : ans		
3	Normales	☐			
4	Fortes	☐	Causes		
5	Précoces	☐	1	Sylviculture	☐
6	Tardives	☐	2	Chablis	☐
			3	Maladies	☐
			4	Autres	☐
Types			Surfaces		
1	Systématiques	☐	1	10 – 19 a	☐
2	Sélectives	☐	2	20 – 49 a	☐
			3	50 – 99 a	☐
			4	1 – 1,99 ha	☐
			5	2 ha et +	☐
REGULARITE					
1	Densité homogène	☐			
2	Densité irrégulière	☐			
3	Densité faible	☐			
4	Densité élevée	☐			

4.3.8. AGE DU PEUPLEMENT

Eu égard à la structure irrégulière de la plupart des peuplements feuillus, le relevé de l'âge concerne uniquement les peuplements résineux équiennes, les peupleraies et les plantations de feuillus.

Définition

Nombre d'années écoulées depuis la plantation du peuplement.

Objet

Apporter une information sur l'âge des peuplements équiennes résineux ou feuillus ; permettre une ventilation des résultats en fonction de l'âge. Donnée essentielle dans l'application de modèles de production et d'évolution des peuplements et de disponibilité des ressources ligneuses ainsi que dans la détermination d'indices de fertilité pour certaines essences.

Typologie

Variable mesurée et exprimée en années.

Modalités de récolte

L'âge est estimé de plusieurs façons (dépendant des circonstances ou contraintes) :

- dans les bois soumis au régime forestier, le *parcellaire comporte l'année de plantation* qui peut être communiquée par l'agent forestier ; dans certaines propriétés privées, cette information est disponible auprès du propriétaire ou du gestionnaire ;
- le *sondage à la tarière de PRESSLER* jusqu'à la moelle de l'arbre permet, par comptage des cernes, d'estimer l'âge de façon précise ; le prélèvement est effectué à 30 cm au-dessus du niveau du sol (on peut ainsi considérer que le nombre de cernes comptés correspond à *l'âge depuis la plantation*) ; cette technique est la plus fréquemment utilisée ;
- si ce procédé est inutilisable (pourriture, dégâts ou arbre trop gros), on peut recourir au *comptage de cernes sur une souche récente* (1 ou 2 ans maximum) et suffisamment lisible ;
- pour les jeunes plantations résineuses non élaguées où l'usage de la tarière est difficile, le *dénombrement des verticilles* conduit à une estimation relativement précise de l'âge.

4.3.9. DOMMAGES OCCASIONNES AU PEUPLEMENT

Les dommages occasionnés aux arbres du peuplement se déclinent en dégâts de gibier, dégâts de tempêtes et dégâts d'incendie, soit ceux qui sont les plus fréquemment rencontrés.

1° Dégâts de gibier

Définition

Dégâts provoqués par le grand gibier sur les arbres adultes ou sur la régénération. L'essence atteinte, l'intensité et le type de dégâts sont variables en fonction de l'espèce de gibier, de son comportement et de la capacité d'accueil du milieu.



Objet

Déterminer l'incidence du facteur biotique « gibier » sur la santé et la vitalité du peuplement et de la régénération naturelle, notamment dans le contexte de la gestion durable. Quantifier l'importance des dégâts causés aux arbres et mesurer l'impact de ces dégâts en termes de volumes de bois dépréciés, voire de pertes financières.

Typologie

Les relevés comportent les informations contenues dans le tableau 4.12 : *essence atteinte, intensité des dégâts, nature des dégâts, gravité des dégâts, ancienneté des dégâts*.

Modalités de récolte

Diagnostic visuel effectué sur la *zone d'observation de 40 ares* avec, pour l'intensité des dégâts, une estimation par comptage du pourcentage d'arbres atteints ou de régénération dégradée. Les éventuelles mesures de protection contre le gibier sont notées : utilisation de répulsifs, rabot de Gesstner, protection individuelle, clôtures, ...

Tableau 4.12. - Observations des dégâts de gibier sur le peuplement adulte et la régénération.

DÉGÂTS DE GIBIER					
PEUPLEMENT			REGENERATION		
Essence :			Essence :		
Intensité			Intensité		
1	Nuls	☐	1	Nuls	☐
2	Faibles < 25 %	☐	2	Faibles < 25 %	☐
3	Moyens 25 – 49 %	☐	3	Moyens 25 - 49 %	☐
4	Forts 50 – 74 %	☐	4	Forts 50 - 74 %	☐
5	Généralisés	☐	5	Généralisés	☐
Type			Type		
1	Abrouissements	☐	1	Abrouissements	☐
2	Frottures	☐	2	Frottures	☐
3	Ecorcements	☐	3	Ecorcements	☐
Gravité			4	Boutis	☐
1	Superficiels	☐	Gravité		
2	Profonds	☐	1	Superficiels	☐
Epoque			2	Profonds	☐
1	Récents ($\leq$ à 3 ans)	☐	Epoque		
2	Anciens ($>$ à 3 ans)	☐	1	Récents ($\leq$ à 3 ans)	☐
3	Récents et anciens	☐	2	Anciens ($>$ à 3 ans)	☐
			3	Récents et anciens	☐

2° Dégâts de tempête

Définition

Impact des facteurs climatiques (exclusivement tempêtes) sur l'état du peuplement. Selon l'essence, le type de peuplement, les conditions stationnelles, les dégâts peuvent être considérables et mettre en danger la pérennité du peuplement.



Objet

Evaluer l'importance des dégâts résultant de vents violents (tempêtes ou rafales de vent), particulièrement dans le cadre de la stabilité des peuplements. Estimer cet impact en termes d'intensité (volumes charblis) et de surfaces atteintes.

Typologie

Récolte des données suivantes (tableau 4.13) :

- année des derniers dégâts causés au peuplement,
- intensité des dégâts,

- *surface du peuplement atteinte.*

Tableau 4.13. - Estimation de la gravité des dégâts de tempête.

INTENSITE				SURFACE ATTEINTE			
1	< 5 %	☐		1	< 1 ha	☐	
2	5 – 24 %	☐		2	1 – 4 ha	☐	
3	25 – 49 %	☐		3	5 – 9 ha	☐	
4	50 – 74 %	☐		4	10 – 24 ha	☐	
5	75 % et +	☐		5	25 ha et +	☐	
Année des dégâts :							

Modalités de récolte

Les données sont récoltées sur la *zone d'observation de 40 ares*. L'époque des dégâts est évaluée sur base de :

- l'aspect des souches,
- l'état des arbres déracinés,
- d'autres sources d'information.

L'intensité des dégâts est matérialisée par le rapport entre le nombre d'arbres atteints et le nombre d'arbres du peuplement avant la tempête. La surface du peuplement atteint est estimée sur le terrain.

3° Dégâts d'incendie _____Définition

Incidence sur le peuplement de feux localisés accidentels ou volontaires.

Objet

Dans le cadre de l'action des facteurs abiotiques sur la forêt, estimer l'impact des incendies en termes de surfaces atteintes.

Typologie

Datation de l'époque de l'incendie et estimation de l'étendue du peuplement affecté selon les 5 classes suivantes :

- moins de 1 ha,
- de 1 à 4 ha,
- de 5 à 9 ha,
- de 10 à 24 ha
- 25 ha et plus.

Modalités de récolte

Recherche d'éléments indicateurs d'un incendie (troncs totalement ou partiellement calcinés), traces d'incendie au sol dans un *rayon de 36 m autour du centre de l'unité d'échantillon-*

nage. Estimation visuelle de l'étendue du peuplement incendié ou mesure sur carte.

Remarque

Bien que les dégâts d'incendie soient exceptionnels en Wallonie, leur prise en compte est justifiée par les requêtes relevant des statistiques forestières internationales.

4.3.10. QUALITE ET EXPLOITATION DU PEUPLEMENT

Les données concernent la qualité du peuplement et ses conditions d'exploitation.

Seuls les défauts visibles sont pris en considération pour la détermination de la qualité commerciale du peuplement considéré globalement, en ce compris les signes extérieurs d'une altération interne (pourriture, roulure, ...).

1° Qualité du peuplement

Définition

Evaluation de la qualité commerciale du peuplement basée sur les défauts apparents des tiges le constituant.

Objet

Réaliser une appréciation globale de la qualité des peuplements afin d'informer les gestionnaires sur l'état qualitatif de la ressource ligneuse et les industriels sur les qualités des produits mobilisables à court et moyen termes (critères de gestion durable 1 et 3, § 1.1).



Typologie

Les défauts et anomalies observés sont explicités dans le tableau 4.14.

Modalités de récolte

Sur la *zone d'observation de 40 ares*, diagnostic visuel des principaux défauts présents et de leur fréquence. Le nombre d'arbres présentant un(des) défaut(s) conduit à classer le peuplement dans une des quatre catégories suivantes : moins de 25 % d'arbres atteints, de 25 à 49 %, de 50 à 74 % ou 75 % et plus (tableau 4.14). La qualité du peuplement est considérée comme :

- *supérieure*, si les arbres sont tous de bonne qualité ;
- *bonne*, lorsque moins de 25 % des arbres sont atteints par les défauts présents ;
- *moyenne*, si de 25 à 50 % des arbres présentent un ou plusieurs de ces défauts ;
- *médiocre*, si plus de 50 % des arbres ont une qualité déficiente.

Un classement individuel est également réalisé au niveau des arbres de l'unité d'échantillonnage (§ 4.4.1, 7°).

Tableau 4.14. - Estimation de la qualité et de l'état sanitaire du peuplement.

QUALITE DU PEUPLEMENT					
Qualité			Défauts		
1	Supérieure	☐	1	Fibre torse	☐
2	Bonne	☐	2	Mauvaise conformation	☐
3	Moyenne	☐	3	Broussins/gourmands	☐
4	Médiocre	☐	4	Fourches	☐
			5	Gélivure	☐
Arbres tarés			6	Branches	☐
1	Nbre < 25 %	☐	7	Dégâts d'exploitation	☐
2	25 – 49 %	☐	8	Pourriture rouge	☐
3	50 – 74 %	☐	9	Pourriture (autres)	☐
4	75 % et plus	☐	10	Autres	☐
			11	Chancres	☐
			12	Fentes	☐
			13	Tête cassée	☐
			14	Nœuds recouverts	☐

2° Exploitation du peuplement

Définition

Les conditions d'exploitation du peuplement constituent un des critères de détermination du prix offert pour les produits mis en vente. L'appréciation globale proposée ici complète l'information relative à la pente (relevés topographiques), utile pour déterminer les possibilités de mécanisation de l'exploitation des coupes.

Objet

Apprécier les conditions de mobilisation des produits, identifier les problèmes d'exploitation et procurer des informations sur le développement des voiries forestières.



Typologie

Les conditions d'exploitation sont considérées comme :

- faciles ou relativement faciles ;
- difficiles ;

- *impossibles*.

Sont également observées :

- la *présence d'ornières* consécutives à l'exploitation de coupes,
- la *distance moyenne de débardage* : elle correspond à la distance mesurée entre le point de sondage et un chemin accessible à un grumier, selon un tracé praticable (contournement d'obstacles éventuels).

4.3.11. ETAT SANITAIRE DU PEUPLEMENT

Définition

Etat de santé et de vitalité du peuplement au moment de l'inventaire.

Objet

Estimer de façon générale l'état sanitaire de la forêt en termes de fréquence des arbres malades et évaluer la pression des facteurs biotiques (insectes, champignons) ou abiotiques (incendie, sécheresse, tempête, dépérissement, ...).

Typologie

Le tableau 4.15 présente les observations relatives à l'état sanitaire du peuplement.

Remarques

Les observations sont malaisées, voire impossibles, à réaliser en dehors de la période estivale. Les informations récoltées sont donc partielles et ne pourraient être complétées que par un retour sur l'unité d'échantillonnage à une époque favorable (démarche non réalisée).

Tableau 4.15. - Estimation de la qualité et de l'état sanitaire du peuplement.

ETAT SANITAIRE					
Arbres malades			Causes		
1	Aucun	☐	1	Insectes	☐
2	Rares dispersés (< 25 %)	☐	2	Champignons	☐
3	Rares groupés (< 25 %)	☐	3	Dépérissements	☐
4	25 – 49 %	☐	4	Non identifiées	☐
5	50 – 74 %	☐			
6	75 % et +	☐	Stade de dépérissement		
			1	Initial	☐
			2	Intermédiaire	☐
			3	Final	☐
			4	Tous stades	☐

Modalités de récolte

L'observation de l'état sanitaire est réalisée au niveau de la *zone de 40 ares*. Les éléments visuels permettant de porter un jugement sur l'état sanitaire des arbres sont essentiellement la décoloration

du feuillage et la défoliation des cimes mais aussi l'écoulement de résine, la chute de l'écorce, de brindilles ou de rameaux (voir également § 4.4.1, 10°).

4.4. MESURES ET OBSERVATIONS INDIVIDUELLES

La récolte des données dendrométriques et autres observations constitue une part très importante du travail à effectuer sur l'unité d'échantillonnage. Ces données concernent respectivement :

- les arbres de la futaie ;
- les brins du taillis ;
- la régénération naturelle ;
- les arbres exploités ;
- les arbres morts sur pied ;
- les bois abandonnés à terre.

4.4.1. MESURES RELATIVES AUX ARBRES DE LA FUTAIE

Sont considérés comme « arbres de la futaie » tous les sujets vivants francs de pied ou assimilés appartenant à tout étage de végétation et inclus dans l'échantillon selon les conventions d'échantillonnage (§ 2.3). L'échantillon se compose des arbres vifs ayant atteint le seuil d'inventaire et situés dans le périmètre de l'unité d'échantillonnage :

- *sont considérés comme vivants*, les arbres sur pied (droits ou inclinés à moins de 45° par rapport à l'axe vertical) qui portent encore des feuilles ou des aiguilles vertes ; on considère que les arbres vivants inclinés à plus de 45° par rapport à la verticale sont des chablis potentiels ; ils sont donc pris en compte dans le tableau « arbres chablis ou morts » ;
- *le seuil d'inventaire est fixé à 20 cm de circonférence à 1,5 m du sol*, quelle que soit l'essence considérée ;
- *la distance d'un arbre par rapport au centre de l'unité est l'éloignement (en cm) entre celui-ci et l'axe central de l'arbre, mesurée parallèlement au sol à hauteur du piquet matérialisant le centre* ; l'arbre est inclus si cette distance est inférieure au rayon de l'une ou l'autre des placettes auxquelles il est censé appartenir, il est exclu dans le cas contraire ; dans un cas limite (distance égale au rayon), l'arbre n'est retenu que s'il est situé dans le secteur Est de la placette (azimut de 0° à 179°).

Il convient de noter que la position de la souche (intérieure ou extérieure à la placette) n'intervient pas pour déterminer l'appartenance de l'arbre à l'unité d'échantillonnage, mais bien la position de la section de la tige au niveau de mesure (un arbre peut être inclus si sa souche est à l'extérieure de la placette et vice-versa). C'est ainsi que dans une cépée, par exemple, des brins peuvent être retenus et d'autres exclus.

Chaque arbre inventorié porte un numéro d'ordre allant de 1 à n selon une progression horlogique. Dans le cas de la futaie à deux étages, chaque arbre est affecté à l'étage dominant (codé 1) ou à l'étage dominé (codé 2).

46 espèces botaniques différentes sont répertoriées (tableau 4.16). Leur identification est basée, selon la saison de végétation, sur les critères de reconnaissance des espèces ligneuses : feuilles, bourgeons, écorce, port, ...

Remarque

Pour chaque arbre martelé, l'âge du martelage est indiqué dans la colonne prévue à cet effet. Cette précision permettra de connaître, à l'inventaire suivant, la date approximative de la coupe ; ce relevé constitue également un indicateur de l'intensité des coupes effectuées. Les arbres morts font l'objet de relevés spécifiques (§ 4.4.5). Pour rappel, l'échantillonnage des peupleraies suit une méthodologie spécifique (§ 2.4).

Tableau 4.16. - Codification des espèces ligneuses feuillues et résineuses dans le cadre des mesures dendrométriques.

CODE ESSENCE	NOM FRANÇAIS	NOM ABREGE	CODE ESSENCE	NOM FRANÇAIS	NOM ABREGE
01	chênes indigènes	CH-IN	26	robinier	ROBIN
02	chêne rouge	CH-RO	27	saule marsault	SA-MA
03	hêtre	HETRE	28	autres saules	AUT-S
04	érable sycomore	ER-SY	29	tilleuls	TILLE
05	frêne	FRENE	30	pommier	POMMI
06	ormes	ORMES	31	poirier	POIRI
07	merisier	MERIS	32	alisiers	ALISI
10	autres feuillus	FE-DI	33	sureaux	SUREA
11	bouleaux	BOULE	41	épicéa commun	EP-CO
12	aulne blanc	AU-BL	42	épicéa de Sitka	SITKA
13	aulne glutineux	AU-GL	43	douglas	DOUGL
14	charme	CHARM	44	mélèzes	MELEZ
15	châtaignier	CHATA	45	pin sylvestre	PI-SY
16	érable plane	ER-PL	46	pin noir d'Autriche	P-N-A
17	érable champêtre	ER-CH	47	pin noir de Corse	P-N-C
18	sorbier	SORBI	48	pin weymouth	PI-WE
19	marronnier	MARRO	49	sapin pectiné	PECTI
20	noisetier	NOISE	50	sapin de Vancouver	GRAND
21	noyer	NOYER	51	autres sapins	AUT-S
22	peuplier blanc	PE-BL	52	cypres de Lawson	CYPRE
23	peuplier grisard	PE-GR	53	tsuga	TSUGA
24	peupliers hybrides	PE-HY	54	thuyas	THUYA
25	peuplier tremble	PE-TR	55	autres résineux	AUT-R

1° Circonférence

Définition

Mesure de la grosseur de l'arbre à 1,5 m au-dessus du niveau du sol (usage en vigueur en Belgique).

Objet

Calculer les caractéristiques des arbres telles que surface terrière, volume, circonférence moyenne, dominante ; fournir des résultats globaux relatifs au matériel ligneux sur pied (moyennes, distributions).

Typologie

Variable mesurée, exprimée en cm et arrondie (vers le haut si milieu de classe) au cm près.

Modalités de récolte

La mesure se fait à l'aide d'un ruban de 1,5 m ou de 3 m selon les cas, tenu dans un plan perpendiculaire à l'axe du tronc dans sa section à 1,5 m du sol.

2° Azimut

Définition

Angle de visée du centre de l'unité d'échantillonnage vers l'axe vertical de l'arbre (à partir de la souche) à mesurer.

Objet

Situer l'arbre inventorié, conjointement avec sa distance au centre de l'unité, pour le repérer facilement lors des inventaires ultérieurs.

Typologie

Variable mesurée exprimée en degrés par rapport au Nord magnétique et arrondie au degré près.

Modalités de récolte

Mesure effectuée avec une boussole par l'opérateur situé au centre de l'unité d'échantillonnage. La visée s'effectue à hauteur du niveau de mesure vers l'axe central de la tige.

3° Distance au centre

Définition

Distance séparant le centre de l'unité d'échantillonnage de l'axe vertical de l'arbre à mesurer.

Objet

Situer l'arbre inventorié, conjointement avec son azimut, pour le repérer facilement lors des inventaires ultérieurs. Contrôler, en rapport avec la circonférence de l'arbre, son appartenance à l'échantillon (placette à laquelle il se réfère).

Typologie

Variable mesurée exprimée en cm avec arrondi à 5 cm.

Modalités de récolte

Mesure effectuée avec un ruban à enrouleur automatique (chevillère suédoise) ou un télémètre, parallèlement au sol, à hauteur du piquet central (environ 1 m), sur le côté droit de l'arbre (vu du centre) et au niveau de l'axe central de la tige (milieu de l'arbre).

4° Hauteur totale

Définition

Distance qui sépare, par convention, le sol et le bourgeon terminal de l'arbre.

Objet

Calculer le volume de l'arbre dans le cas de l'utilisation des tarifs de cubage à 2 entrées (circonférence et hauteur totale) ou à une entrée gradué en hauteur dominante (§ 7.2.2), calculer les hauteurs dominante et moyenne du peuplement.

Typologie

Variable mesurée, exprimée en cm et arrondie au décimètre près.

Modalités de récolte

Mesure effectuée à l'aide d'un dendromètre à ultra-sons de type VERTEX, en visant la pointe de l'arbre (flèche) en résineux ou le bourgeon terminal de la cime en feuillus.

Remarques

Pour des raisons d'hétérogénéité fréquemment observées en **peuplements feuillus** (aussi bien en dimension qu'en composition), la mesure de toutes les hauteurs totales est recommandée, afin de permettre l'utilisation de tarifs de cubage à deux entrées.

En **peupleraies**, étant donné la grande régularité des arbres en hauteur (croissance libre), seules les hauteurs totales des deux peupliers dont les circonférences sont les plus proches de la circonférence moyenne de la peupleraie sont mesurées.

En **peuplements résineux**, en raison de la plus grande homogénéité des peuplements, la mesure des hauteurs totales d'un certain nombre de bois (§ 7.2.2) de l'unité d'échantillonnage parmi les plus gros est suffisante, afin d'utiliser le concept de la "*hauteur dominante*" (moyenne arithmétique de ces hauteurs).

5° Hauteur « bois d'œuvre »

Définition

Distance entre le sol et le niveau de découpe matérialisant la séparation entre le bois d'œuvre et le houppier ; aussi appelée hauteur « découpe marchande ».

Objet

Estimer les volumes de bois d'œuvre destinés à l'utilisation en déroulage, tranchage ou scierie, par essence ou globalement. Evaluer des hauteurs moyennes de découpe.

Typologie

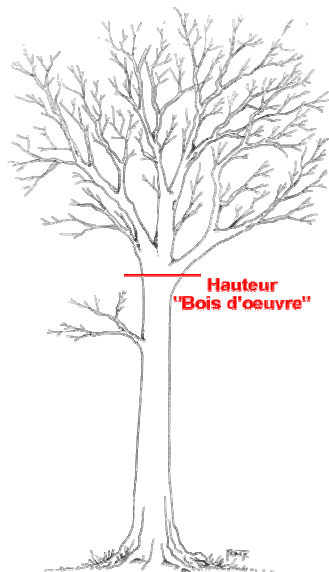
Variable mesurée, exprimée en cm et arrondie au décimètre près.

Modalités de récolte

Mesure effectuée au dendromètre VERTEX, uniquement sur les feuillus de circonférence égale ou supérieure à 120 cm et de qualités A, B et C (§ 4.4.1, 7°).

La découpe se situe :

- à l'endroit d'une fourche ou d'une ramification multiple ;
- à l'endroit d'une brusque décroissance de la tige ;
- à hauteur d'une sinuosité ou flexuosité importante de la tige ;
- à une circonférence fin bout proche de 60 à 70 cm (diamètre de 20 cm) si le tronc ne présente aucune de ces anomalies.



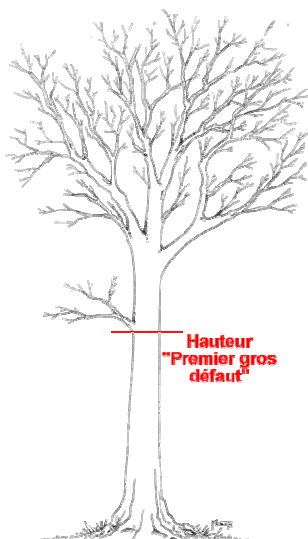
6° Hauteur « premier gros défaut »

Définition

Sur feuillus de qualités 1 et 2, hauteur de la bille de pied exempte de défaut visible ou encore niveau de la bille de pied où se situe le premier gros défaut.

Objet

Calculer le volume des billes de pied propres et destinées aux usages nobles (tranchage, déroulage, ébénisterie, menuiserie). Evaluer des hauteurs moyennes de découpe au premier défaut.



Typologie

Variable mesurée, exprimée en cm et arrondie au décimètre près.

Modalités de récolte

Mesure effectuée au dendromètre VERTEX, uniquement sur les feuillus de qualités A et B (§ 4.4.1, 7°). La découpe se situe avant toute anomalie pouvant déprécier gravement la bille de pied : nœud apparent ou recouvert, brogne, fissures d'écorce ou tout autre signe faisant apparaître ou laissant supposer un défaut quelconque.

7° Qualité des grumes

Dans le contexte d'un inventaire forestier régional, une *information qualitative constitue une plus-value pour les résultats*. Au-delà de l'appréciation globale qui se fait au niveau du peuplement, des observations de la qualité individuelle des arbres mesurés sont réalisées au sein des unités d'échantillonnage. La démarche est légèrement différente pour les résineux et les feuillus, même si, dans un cas comme dans l'autre, *le classement ne tient compte que des critères visibles sur l'arbre debout* et ne préjuge donc pas d'éventuelles pertes de qualité consécutives à des défauts internes seulement identifiables à l'abattage ou au sciage.

Définition

Appréciation de la qualité commerciale des arbres mesurés, basée sur l'application de critères de classement des grumes sur pied.

Objet

Informers les industriels de la qualité du matériel sur pied, par essence ; calculer des volumes par qualité, réaliser une estimation financière de ces volumes.

Typologie

Il existe une typologie spécifique aux résineux et une typologie propre aux feuillus (tableau 4.17). Elles sont basées sur l'usage des grumes et sur les produits qui peuvent en être tirés.

Modalités de récolte

Observation visuelle du tronc de l'arbre. La qualité est précisée pour les arbres de 90 cm et plus de circonférence à hauteur d'homme en résineux et de 120 cm et plus en feuillus. Pour les résineux, les critères de classification sont notamment la forme de l'arbre, l'importance

de la branchaison et la présence de dégâts ; pour les feuillus, le classement se base surtout sur la conformation du tronc, les anomalies du fil, les fentes, les frotures et pourritures, les nœuds.

Tableau 4.17. - Caractérisation de la qualité des grumes de résineux et de feuillus.

QUALITES	RESINEUX	FEUILLUS
A	Belle charpente (qualité fermette) Eventuellement menuiserie	Tranchage Déroulage Ebénisterie
B	Charpente ordinaire Débits divers de moindre qualité (canadiennes, palletteries, ...)	Menuiserie (huisserie, châssis) Charpente de 1 ^{er} choix, parquets, lambris, ...
C	Charpente ordinaire ou débits divers <i>après purge</i> des défauts ou dégâts	Débits industriels Charpente rustique Fonds de wagons, traverses, caisserie, palletterie, ...
D	-	Trituration ou chauffage

8° Défauts des arbres

Définition

Défaut principal observé sur chaque arbre de l'échantillon.

Objet

Estimer l'importance et la fréquence des différents types de défauts dépréciant les arbres résineux et feuillus.

Tableau 4.18. - Défauts extérieurs pris en compte au niveau des arbres.

RELEVES DES DEFAUTS VISIBLES		
Défauts		
1	Fibre torse	☐
2	Mauvaise conformation	☐
3	Broussins/gourmands	☐
4	Fourche(s)	☐
5	Gélivure(s)	☐
6	Branches	☐
7	Dégâts d'exploitation	☐
8	Pourriture rouge	☐
9	Pourriture (autres)	☐
10	Autres	☐
11	Chancre(s)	☐
12	Fente(s)	☐
13	Tête cassée	☐
14	Nœuds recouverts	☐

Typologie

Identique à celle utilisée pour la détermination de la qualité des peuplements (§ 4.3.10, 1°). Les défauts pris en compte sont présentés dans le tableau 4.18.

Modalités de récolte

Examen visuel de l'arbre. Seul le défaut principal est noté et il doit s'agir d'un défaut important dépréciant fortement l'arbre. Observation réalisée sur tous les arbres de l'échantillon quelles que soient leur circonférence et leur essence.

9° Dégâts de gibier

En complément aux observations réalisées au niveau du peuplement, un relevé des dégâts sur les arbres de l'unité d'échantillonnage précise le degré de gravité des plaies, indépendamment de leur nature.

Définition

Domages provoqués par le grand gibier sur les arbres des peuplements. Les dégâts causés varient en fonction du gibier (espèce et densité), de l'essence et de la capacité d'accueil du milieu.

Objet

Estimer, à partir de l'observation des arbres, l'impact des dégâts de gibier sur la qualité des peuplements et leur rentabilité, notamment en ventilant les dégâts selon l'essence, la circonférence ou l'âge.

Typologie

Trois niveaux de gravité sont distingués :

- *niveau 1* : dégâts peu importants dont la taille est inférieure à 3 dm²,
- *niveau 2* : dégâts de taille comprise entre 3 et 6 dm²,
- *niveau 3* : dégâts dont la surface est supérieure à 6 dm².

Modalités de récolte

Observation visuelle de la blessure et estimation de la surface qu'elle représente. En présence de plusieurs dégâts, c'est la surface cumulée qui est prise en compte. La forme des dégâts (quelconque, linéaire, rectangulaire) n'a aucune incidence sur le classement : un dégât long de 40 cm et large de 10 cm sera classé dans le niveau 2 comme un dégât de 20 cm sur 20 cm.

10° Etat sanitaire des arbres

Définition

Etat de santé et de vitalité de l'arbre au moment de l'inventaire évalué en fonction de l'aspect de son feuillage, de sa cime et de son écorce.

Objet

Estimer l'état sanitaire des arbres d'une unité d'échantillonnage ; mettre en relation ces données avec les autres variables collectées (âge, sol, milieu, ...) ; par extrapolation, apprécier l'état sanitaire global et la mortalité naturelle en forêt.

Typologie

Les symptômes pris en considération sont :

- la défoliation (réduction de la masse foliaire),
- la décoloration du feuillage,
- la perte de rameaux fins et une modification du port et de la cime,
- des nécroses au niveau de l'écorce, des suintements de sève ou de résine, ...

La symptomatologie étant spécifique aux résineux et aux feuillus, deux classements distincts sont utilisés.

Modalités de récolte

Observation visuelle éventuellement réalisée à l'aide de jumelles, lors de la mesure des hauteurs. L'opérateur doit tenir compte des conditions dans lesquelles les relevés sont effectués pour asseoir son jugement : variations de luminosité, de couverture nuageuse, de saison. En dehors de la période estivale, les relevés sont difficiles à réaliser en résineux et généralement impossibles en feuillus (sauf pour les arbres complètement morts).

Remarque

La récolte de données relatives à l'état sanitaire individuel ne propose qu'une description globale de l'état sanitaire de la forêt sans prétendre à des résultats aussi détaillés et précis que l'inventaire phytosanitaire. L'état sanitaire décrit ici ne préjuge pas des facteurs qui en sont responsables, que ce soit une maladie, des carences ou encore le dépérissement (affaiblissement généralisé dont les causes sont a priori mal identifiées et peuvent entraîner la mort de certains sujets). Il est déterminé sur base des symptômes visibles à l'époque de réalisation de l'inventaire.

4.4.2. BRINS DE TAILLIS

Les brins de taillis sont relevés dans la placette de 4,5 m de rayon. Tous les brins de plus de 20 cm de circonférence à 1,5 m sont pris en considération [à l'exception de ceux qui répondent aux critères d'insertion dans la futaie (§ 4.3.4, 8°)] ; un taillis dont aucun brin n'atteint le seuil de mesure est dit « non-mesurable », mais les essences qui sont présentes sont relevées et leurs proportions relatives sont évaluées.

Pour les taillis mesurés, le travail s'effectue de la façon suivante :

- *relevé de l'essence* de chaque brin recensable (voir tableau 4.16) ;
- *mesure de la circonférence du brin* à 1,5 m.

Les autres conventions de mesure sont identiques à celles de la futaie mais on notera les différences suivantes :

- *pas de numéro individuel* pour chaque brin,
- *pas de mesure de hauteur*,
- *pas de relevé des coordonnées* pour l'identification ultérieure du brin.

Cette simplification des opérations de mesure se justifie par le peu d'intérêt économique du taillis et par sa relative rareté. Cette technique de travail rend impossible un calcul de l'accroissement individuel des brins. Un accroissement de taillis entre inventaires ne pourra donc être évalué que globalement.

4.4.3. REGENERATION NATURELLE

Ces relevés effectués sur quatre placettes (rayon de 2,25 m) disposées selon le schéma de la figure 4.5 de l'unité d'échantillonnage précisent les informations récoltées au niveau de la zone d'observation de 40 ares en les quantifiant (voir § 4.3.6).

Définition

Régénération du peuplement à partir d'ensemencement provenant des arbres adultes en place, avec ou sans intervention humaine pour faciliter la germination, l'installation et le développement du semis.

Objet

Informar sur la fréquence et l'importance de la régénération naturelle pour les principales essences, particulièrement dans le contexte de la gestion durable.

Typologie

Les relevés distinguent quatre stades de développement de la régénération naturelle définis par convention :

- les *semis* de moins de 30 cm de hauteur ;
- les *semis* dont la hauteur est comprise entre 30 cm et 1,5 m ;
- les *foutrés* dont la hauteur des sujets dépasse 1,5 m et dont la circonférence à ce niveau est inférieure à 10 cm ;
- les *gaullis* dont la circonférence des sujets est comprise entre 10 cm et 20 cm (limite inférieure de l'inventaire).

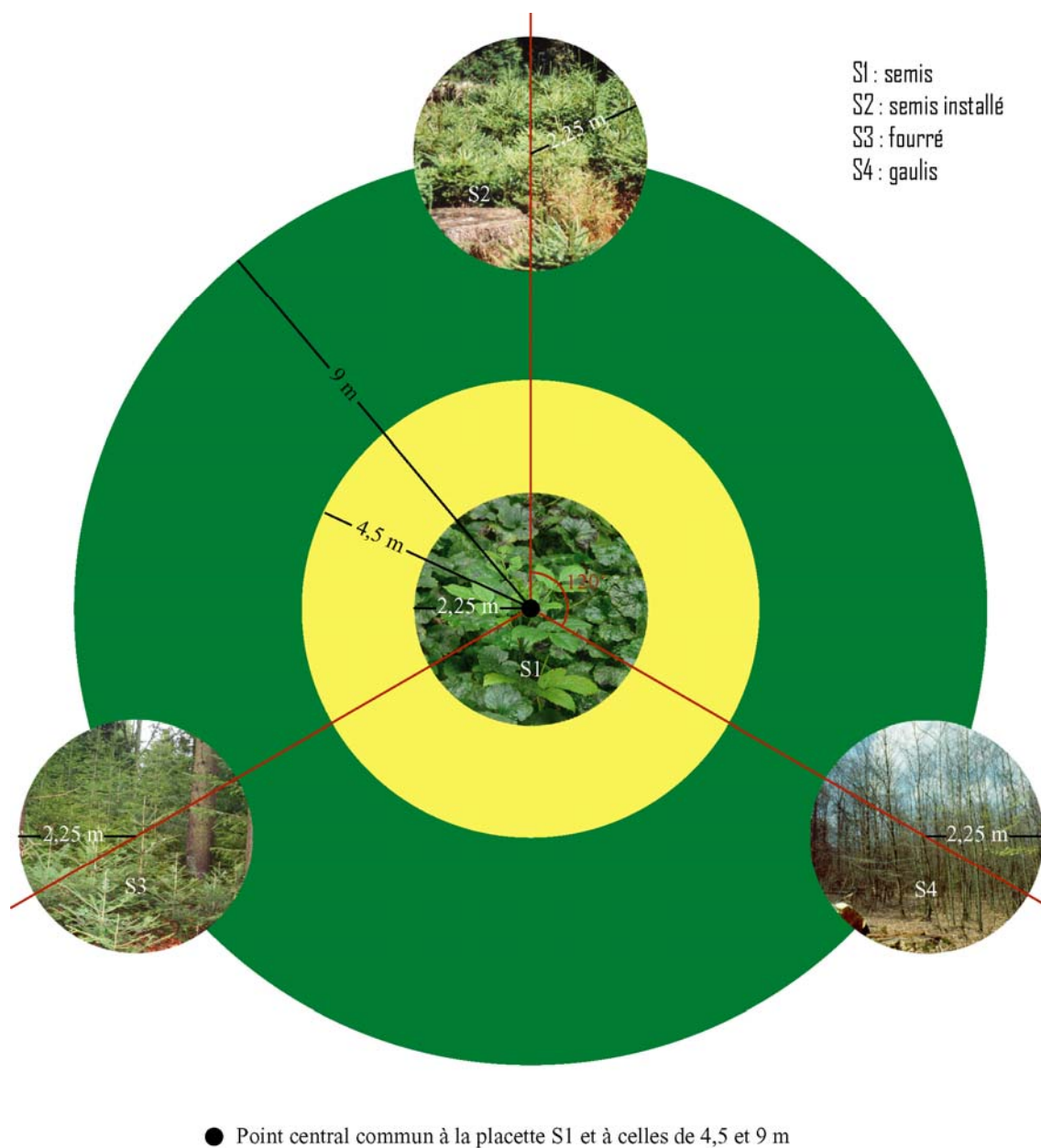


Figure 4.5. – Implantation des placettes d'études de la régénération naturelle.

Modalités de récolte

Ces observations sont effectuées sur les quatre placettes précitées. Les modalités de récolte sont adaptées au stade de développement :

- pour les *semis*, évaluation de la proportion de la surface de la placette occupée par les semis de chaque essence présente ;
- pour les *fourrés* et les *gaulis*, estimation de la surface occupée et comptage des brins par essence, répartis entre les deux catégories de grosseur (moins de 10 cm et de 10 à 20 cm).

4.4.4. ARBRES EXPLOITES

L'estimation des volumes prélevés est basée, d'une part, sur la mesure des souches et, d'autre part, sur celle des arbres du peuplement ayant fait l'objet d'un martelage. Dans ce dernier cas, la présence d'une flache sur un arbre de l'échantillon est notée en regard de son numéro propre ; l'ancienneté du martelage est estimée (en années). S'il n'y a pas d'arbres martelés parmi les arbres mesurés mais qu'il en existe au sein de la zone d'observation de 40 ares, cette information est indiquée afin de rendre compte d'un passage en coupe dans le peuplement.

Définition

Identification des arbres déjà exploités en coupes ou à exploiter à court terme (arbres martelés).

Objet

Estimer le volume des arbres prélevés en coupe d'amélioration ou de régénération afin d'informer les exploitants forestiers des quantités mobilisables annuellement, en fonction de divers critères comme, par exemple, la circonférence et l'essence.

Typologie

Les variables récoltées sont respectivement :

- *l'essence*,
- *les coordonnées de la souche* par rapport au centre (distance et azimuth mesurés selon les mêmes conventions que pour les arbres vivants),
- *le diamètre de la souche*, moyenne des mesures du plus grand diamètre et du diamètre qui lui est perpendiculaire (mesuré au ruban et exprimé en cm),
- *le diamètre* est remplacé par la circonférence à 1,5 m si la grume est encore présente,
- *le temps* écoulé depuis la coupe (0 si coupe de l'année, 1, 2 ou 3 ans).

Modalités de récolte

Seules les souches âgées de moins de 4 ans sont mesurées (eu égard aux difficultés pour les dater) ; parmi celles-ci, sont prises en compte les souches des arbres de circonférence suffisante pour être inventoriés [circonférence estimée à partir de la relation entre le diamètre (circonférence) de la souche et la circonférence à 1,5 m] [DAGNELIE *et al.*, 1999].

4.4.5. ARBRES MORTS SUR PIED

Définition

Sont considérés comme morts tous les arbres n'ayant plus d'activité photosynthétique et présentant des signes non équivoques de mortalité (arbres totalement dénudés, secs, avec perte d'écorce, ...).

Sont considérés comme morts sur pied tous les arbres morts dont l'axe de la tige est vertical ou proche de la verticalité (angle avec la verticale inférieur à 45°). Sont inclus les arbres entiers et les arbres cassés (« quilles ou chandelles »). Les arbres morts inclinés à plus de 45° par rapport à la verticale sont considérés comme arbres morts à terre et pris en compte dans cette rubrique (voir § 4.4.6).

Objet

Estimer le volume des arbres morts sur pied, entiers ou cassés. Evaluer l'incidence de leur présence sur la gestion forestière des peuplements. Déterminer leur importance par rapport à la problématique de l'évaluation du stock de carbone immobilisé en forêt et à leur rôle en termes de biodiversité.



Typologie

Les variables récoltées sont :

- l'essence ;
- l'appartenance de l'arbre à la futaie ou au taillis ;
- la circonférence à 1,5 m mesurée au ruban et exprimée en cm ;
- les coordonnées par rapport au centre : azimuth (degrés) et distance (cm) ;
- la circonférence-milieu pour les arbres cassés ;
- la hauteur totale (arbre entier) ou la hauteur de la quille (arbre cassé) (en cm, arrondi au dm inférieur) ;
- l'âge de la mort (en années, 0 pour l'année en cours, 1 an, 2 ans, 3 ans et plus) ;
- l'état de décomposition de l'arbre mort sur pied ;

- *la cause de la mort* : gibier et abrutissement, insectes, champignons, agents abiotiques (vent, neige, ...), action directe de l'homme, incendies, pollutions locales connues, compétition, autres causes).

Modalités de récolte

Les arbres morts sur pied sont sélectionnés et mesurés en appliquant les règles utilisées pour les arbres vivants (§ 2.3 et 4.4.1). La circonférence-milieu d'un arbre cassé est estimée en appliquant à cet arbre un défilement métrique moyen entre le niveau de 1,5 m et le milieu de la quille. L'époque de la mort est déterminée sur base des indices visuels présents : décollement et chute de l'écorce, état des branches, altération de l'aubier, présence de champignons, de larves d'insectes ou de trous de pics, ... Les causes de la mort correspondent à celles prises en compte dans le cadre de l'altération de l'état sanitaire (§ 4.4.1, 10°).

4.4.6. BOIS MORTS ABANDONNES SUR LE SOL

Définition

Ensemble des arbres morts couchés, billons ou rémanents d'exploitation se trouvant sur le sol et qui paraissent abandonnés. Sont considérés comme couchés les arbres morts ou chablis dont l'inclinaison par rapport à la verticale est supérieure à 45°.



Objet

Estimer le volume des arbres morts et des rémanents laissés en forêt et s'y décomposant. Contribuer à l'estimation du stock de carbone immobilisé en milieu forestier ; évaluer le rôle de ces bois sur les biodiversités végétale et animale.

Typologie

Les variables récoltées sont :

- *présence de petits bois morts* de dimensions inférieures aux seuils de mesure (présence ou absence),
- *espèce ligneuse* (feuillus ou résineux),
- *circonférence à mi-longueur* (mesurée au ruban et exprimée en cm),
- *longueur du billon* (mesurée au ruban et exprimée en cm, arrondie au dm inférieur),
- *âge du billon* (variable binaire : moins de 3 ans, 3 ans et plus),
- *état de décomposition* du billon.

Modalités de récolte

Sont inventoriés tous les billons de longueur au moins égale à 1 m et de circonférence

minimale de 20 cm au fin bout. S'il est impossible de relever la circonférence (bois collé au sol), elle est calculée à partir de la mesure du diamètre.

Le rayon de la placette destinée à estimer les bois morts au sol varie en fonction de la circonférence moyenne (CMOY) des arbres vivants mesurés. Il est fixé par convention comme suit :

- 4,5 m pour CMOY < 70 cm (petite placette),
- 9,0 m pour 70 cm < CMOY < 119 cm (placette moyenne) et
- 18,0 m pour CMOY > 120 cm (grande placette).

Il est prévu d'abandonner cette méthode lors du second cycle et de réaliser les mesures sur la seule placette moyenne (9 m de rayon) tout en conservant les modalités de mesure déjà décrites. Une technique plus expéditive est aussi en phase de test. Elle est basée sur la seule mesure des pièces de bois interceptées par un transect représenté par un diamètre pris au hasard (18 m) au sein de la placette moyenne.

CAS PARTICULIER : LES HOUPPIERS ABANDONNES

Les houppiers pris en compte doivent être à plus de la moitié dans la placette de 18 m, peu importe où se trouve la souche de l'arbre.

En raison de l'impossibilité de mesurer un houppier branche par branche, une méthodologie spécifique aux houppiers abandonnés entiers a été prévue.

Elle consiste à :

- *identifier l'essence* du houppier ;
- *le localiser* sur l'unité d'échantillonnage par son azimuth et sa distance par rapport au centre (mesures au niveau de la découpe de la tige) ;
- *déterminer l'âge* de la coupe dont il provient ;
- *mesurer la circonférence* de la tige à la recoupe ;
- *mesurer la distance* de la base du houppier à la souche de l'arbre dont il provient (en faisant l'hypothèse que le houppier n'a pas été déplacé).

Ces informations permettent, via les tables de cubage [DAGNELIE *et al.*, 1999] d'évaluer la circonférence de l'arbre à hauteur d'homme et sur cette base d'estimer le volume du houppier en déduisant le volume de la grume enlevée du volume bois fort total de l'arbre (voir § 7.4.4).

Remarque

L'estimation de l'âge du houppier (moins de 3 ans, 3 ans et plus) a pour objectif de distinguer les houppiers qui pourraient encore être récoltés (moins de 3 ans) de ceux qui sont probablement abandonnés (3 ans et plus).

4.5. SYNTHESE DES DONNEES RECOLTEES

Afin de proposer une vue d'ensemble des données et mesures récoltées par l'Inventaire, le tableau 4.19 présente la nature des informations disponibles en fonction de la typologie du point d'échantillonnage telle qu'elle a été définie aux paragraphes 1.2 et 4.1.2.

Dans la même optique, le tableau 4.20 reprend, pour les observations relevées ou mesures effectuées (en fonction de leur niveau) :

- *le périmètre dans lequel ces données sont récoltées* (zone d'observation de 40 ares ou unité d'échantillonnage, autres sources : fichiers, cartes, ...) ;
- *la nature de la variable* : variable discontinue codée ou variable continue mesurée ;
- *le(les) critère(s) de gestion durable* pour lequel (lesquels) la variable sert en premier lieu d'indicateur ; de nombreuses variables peuvent toutefois être considérées comme indicateurs « indirects » de plusieurs critères.

Tableau 4.19. – Informations disponibles en fonction de la nature du point d'échantillonnage.

	Parcelles non boisées (agriculture, infrastructure)	Parcelles boisées non forestières (parcs, haies, talus, ...)	Points forestiers non productifs (voiries, fagnes, gagnages, ...)	Points forestiers et peupleraies mesurés	Points forestiers et peupleraies non mesurés
DONNEES GENERALES	X	X	X	X	X
TYPE DE POINT	X	X	X	X	X
PLAN DE REPERAGE	X	X	X	X	X
TPOLOGIE DU POINT	X	X	X	X	X
LISIERES				X	X
TOPOGRAPHIE				X	X
PEDOLOGIE				X	X
PHYTOSOCIOLOGIE				X	X
STRUCTURE ET TYPE DE PEUPLEMENT				X	X
ANTECEDENTS ET ORIGINE				X	X
MISE A BLANC – VIDE TOTAL					X
PEUPLEMENT – DEGATS				X	X
REGENERATION NATURELLE				X	X
FONCTION DE LA FORET				X	X
PEUPLEMENT – OPERATIONS				X	X
PEUPLEMENT – ETAT				X	X
CONDITIONS D'EXPLOITATION				X	X
ARBRES DE LA FUTAIE – BRINS DE TAILLIS				X	
ARBRES MORTS SUR PIED/ SOUCHES/ HOUPPIER				X	
BOIS MORT A TERRE				X	X

Tableau 4.20. - Tableau synthétique des données récoltées par l'inventaire.

NATURE DES VARIABLES RECOLTEES	LOCALISATION ET/OU ORIGINE DES OBSERVATIONS	TYPES DE VARIABLE	CRITERES DE GESTION DURABLE CONCERNES	PARAGRAPHES DE REFERENCE
<u>Niveau général et administratif</u>				
. date, heures et code d'identification des opérateurs	-	-	-	4.1.1
. coordonnées de l'unité d'échantillonnage (IGN, NPL, X et Y)	CA	CO	1	4.1.1
. localisation de l'unité d'échantillonnage (province, commune, localité, cantonnement, triage, région naturelle, territoire écologique)	CA	CO	1	4.1.1 4.1.3
. nature du propriétaire	CA-AS	CO	1	4.1.1
. nature du point (production, autre affectation)	CA-ZO	CO	1-4-5-6	4.1.2
<u>Niveau milieu</u>				
. données topographiques : relief, pente, exposition, altitude	UE-CA	CO-ME	2-5	4.2.1
. observations pédologiques : humus, description et analyse du sol, drains, ornières	UE-AS-ZO	CO	2-5	4.2.2
. relevés botaniques : espèces ligneuses et herbacées, associations végétales et groupes écologiques	UE	CO	4-5	4.2.3
. données caractérisant les lisières	UE	CO-ME	1-4	4.2.4
<u>Niveau peuplement</u>				
. antécédent cultural et origine	ZO-CA-AS	CO	1	4.3.1-2
. fonction principale	ZO	CO	4-5-6	4.3.3
. structure et type	ZO	CO	1-3-4-5	4.3.4-5
. mode de régénération	ZO	CO	1-4	4.3.6
. travaux sylvicoles de base et d'amélioration	ZO	CO	3-4-6	4.3.7
. vides et mises à blanc	ZO-AS	CO	1-3-4-5	4.3.7
. pratique des éclaircies et régularité du peuplement	ZO	CO	3-5	4.3.7
. âge	UE-AS	ME	1-3	4.3.8
. dommages occasionnés (gibier, tempête, incendie)	ZO	CO	2-3	4.3.9
. qualité commerciale	ZO	CO	1-3	4.3.10, 1°
. conditions d'exploitation	ZO	CO	3	4.3.10, 2°
. état sanitaire	ZO	CO	2	4.3.11

ZO = zone d'observation de 40 ares

CA = cartes

UE = unité d'échantillonnage

ME = variable continue mesurée

AS = autres sources (bases de données, ...)

CO = variable discontinue codifiée

Tableau 4.20 (suite). - Tableau synthétique des données récoltées par l'inventaire.

NATURE DES VARIABLES RECOLTEES	LOCALISATION ET/OU ORIGINE DES OBSERVATIONS	TYPES DE VARIABLE	CRITERES DE GESTION DURABLE CONCERNES	PARAGRAPHE DE REFERENCE
Niveau individu				
. arbres vivants de la futaie				
. essence	UE	CO	1-4	4.4.1
. circonférence	UE	ME	-	4.4.1.1°
. coordonnées par rapport au centre	UE	ME	1-3	4.4.1.2°-3°
. hauteurs	UE	ME	-	4.4.1.4°-5°-6°
. qualité et défauts	UE	CO	1-3	4.4.1.7°-8°
. présence de dégâts	UE	CO	2-3	4.4.1.9°
. état sanitaire	UE	CO	2	4.4.1.10°
. présence d'un martelage	UE	CO	3	4.4.4
. brins vivants du taillis				
. essence	UE	CO	1-3-4	4.4.2
. circonférence	UE	ME	1-3-4	4.4.2
. régénération naturelle				
. essence	UE	CO	1-4	4.4.3
. stade de développement	UE	CO	1-4	4.4.3
. abondance	UE	ME	1-4	4.4.3
. arbres exploités				
. essence	UE	CO	3	4.4.4
. diamètre souche	UE	ME	3	4.4.4
. arbres morts sur pied				
. essence	UE	CO	1-2-3-4	4.4.5
. circonférence	UE	ME	1-2-3-4	4.4.5
. hauteur	UE	ME	1-2-3-4	4.4.5
. bois morts à terre				
. essence	UE	CO	1-2-3-4	4.4.6
. circonférence	UE	ME	1-2-3-4	4.4.6
. hauteur	UE	ME	1-2-3-4	4.4.6

ZO = zone d'observation de 40 ares

UE = unité d'échantillonnage

AS = autres sources (bases de données, ...)

CA = cartes

ME = variable continue mesurée

CO = variable discontinue codifiée

CHAPITRE 5

LA SAISIE DES DONNEES

Jusqu'à juillet 1999, les données récoltées en forêt étaient transcrites sur des formulaires papier adaptés aux variables, paramètres et mesures collectés. Suite à l'introduction des indicateurs de gestion durable et en particulier de biodiversité, huit formulaires sont devenus nécessaires [LECOMTE *et al.*, 1999], ce qui augmentait le nombre de manipulations et de sources d'erreurs sur le terrain. Très vite, il est apparu que l'encodage direct des données en forêt constituait une alternative largement justifiée.

Le recours à une saisie semi-automatisée des données via un ordinateur portable (encodeur de terrain) permet *de réaliser un gain de temps important* au bureau par la suppression de l'encodage et de la vérification des formulaires papier. Il contribue aussi à *améliorer la saisie elle-même* par le fait d'une diminution des erreurs de transcription, de la disparition des oublis, de la mise en place de processus de contrôle de vraisemblance et de détection des erreurs [HEBERT et RONDEUX, 1990 ; RONDEUX et FAGOT, 1984 ; RONDEUX, 1999].

Le chapitre 5 traitera successivement du matériel et du logiciel d'encodage (§ 5.1), de la procédure de saisie via un ordinateur portable (§ 5.2) et de la description de celle-ci (§ 5.3).

5.1. MATERIEL ET LOGICIEL D'ENCODAGE

Appelé à être utilisé dans les conditions « de terrain », c'est-à-dire parfois extrêmes, l'encodeur doit être un ordinateur « renforcé », c'est-à-dire apte à supporter des conditions de travail telles que le froid, l'humidité, les poussières ou encore à résister à des chocs occasionnels. En outre, il doit accepter le module d'encodage et assurer une vitesse de fonctionnement garantissant un encodage continu et convivial des données [RONDEUX et CAVELIER, 2001].

L'appareil fonctionne à partir du système d'exploitation WINDOWS XPPro© et la gestion même de l'encodage est assurée par le logiciel MS ACCESS 97©. L'encodeur utilisé sur le terrain est illustré à la figure 5.1.



Figure 5.1. - Encodeur PANASONIC (modèle) utilisé pour la récolte des données sur le terrain.

5.2. PROCEDURE DE SAISIE ELECTRONIQUE DES DONNEES

La procédure a été conçue pour être interactive, conviviale et totalement compatible avec l'application « Inventaire forestier wallon » opérationnelle sur les PC de bureau (chapitre 6).

5.2.1. NATURE DES DONNEES ENCODABLES EN SAISIE DIRECTE

Toutes les données récoltées sur le terrain sont enregistrées dans l'encodeur à l'exception du plan de repérage (description du cheminement effectué pour atteindre le point de sondage) dont le schéma est toujours réalisé sur formulaire papier. Sont donc encodés par voie informatique :

- *les données générales et administratives ;*
- *les relevés relatifs au milieu (topographie, sol, botanique) ;*
- *les observations concernant l'état du peuplement et sa gestion ;*
- *les indicateurs de gestion durable et de biodiversité ;*
- *les mesures et observations réalisées sur les arbres de l'échantillon.*

Les valeurs mesurées (variables continues) sont encodées au clavier (pavé numérique). Les variables codées (discontinues) sont enregistrées soit au moyen du clavier (par exemple code de l'essence, code de qualité), soit au moyen d'un stylet (écran tactile avec stylet actif) lorsqu'il s'agit d'une « boîte à cocher » (présence-absence, encadré à choix multiples).

5.2.2. PROGRAMME D'ENCODAGE

Pour des raisons d'efficacité, la conception du programme d'encodage a largement tenu compte de la logique du déroulement des opérations (mesures, observations) sur le terrain. En outre, pour des raisons de convivialité d'utilisation, il s'est avéré très utile non seulement *de créer des écrans d'encodage* simples, clairement structurés contenant chacun un ensemble d'informations homogènes et spécifiques, mais aussi de pouvoir *passer rapidement et aisément d'un écran à l'autre*.

5.3. DESCRIPTION DE LA PROCEDURE

Les écrans d'encodage sont articulés en une série de 17 « onglets », chacun d'eux concernant une rubrique précise (exemple : la pédologie) ou un ensemble de variables relatives au même thème (exemple : la description du peuplement). Le tableau 5.1 présente le contenu de chacun des 17 onglets et pour mieux fixer les idées, la figure 5.2 montre le premier écran apparaissant à l'ouverture de l'application.

5.3.1. PROCESSUS D'ENCODAGE

L'encodage proprement dit débute toujours par le premier onglet, c'est-à-dire celui des données générales correspondant au point de sondage (numéro de carte IGN, numéro de placette, etc...). Chaque onglet, après introduction des données qui s'y rapportent, doit être validé. En fonction de la placette, de la structure du peuplement comportant la placette ou d'autres caractéristiques, le nombre d'onglets à valider peut varier, comme c'est le cas pour le nombre de données à récolter sur le terrain.

Certains onglets comportent des subdivisions identifiées comme onglets « internes ». Ainsi, l'onglet « pédologie » comporte 7 subdivisions (humus, texture, drainage, type de profil, charge caillouteuse, abondance de la charge caillouteuse, profondeur) qui, une fois activées, affichent le tableau d'encodage qui leur correspond. La figure 5.3 présente l'onglet « arbres de la futaie » et les mesures dendrométriques qu'il contient.

5.3.2. ASSISTANCE A L'ENCODAGE

Plusieurs procédures prévues dans le logiciel apportent une assistance directe aux opérateurs en prenant en charge :

- *le calcul de la circonférence moyenne des arbres de l'échantillon* [utile à la détermination de la hauteur dominante (§ 7.2.2) ainsi qu'à l'inventaire des bois morts à terre (§ 4.4.6)] ;
- *le choix des arbres les plus gros en peuplements résineux purs* (pour le calcul de la hauteur dominante).

Tableau 5.1. - Numéro d'ordre, intitulé et contenu des différents onglets.

N°	INTITULE	CONTENU
1	Données générales	Données générales et administratives, taille du massif
2	Type de point	Point forestier ou non-forestier
3	Plan de repérage	Déplacement, arbres-témoins, remarques
4	Lisières	Type d'interface, exposition, longueur, variables descriptives
5	Topographie	Relief, exposition, pente, altitude
6	Pédologie	Humus, description complète du sol (<i>onglets internes</i>), singularités du sol, échantillon
7	Phytosociologie	Strates ligneuse, herbacée, muscinale (<i>onglets internes</i>)
8	Peuplement : description	Structure, type de peuplement, origine, régénération, vocation forestière, drains, ornières
9	Peuplement : dégâts	Antécédent cultural, dégâts d'incendie, de tempête, de gibier (peuplement et régénération), mise à blanc, vide total (<i>onglets internes</i>)
10	Peuplement : état	Etat sanitaire du peuplement et qualité du peuplement
11	Peuplement : opérations	Travaux sylvicoles, mesures de protection, éclaircies, régularité du peuplement, exploitation
12	Arbres de la futaie	Tableau d'encodage des arbres (mesures et caractéristiques)
13	Essence/Régénération/Ecart.	Structure de la placette, essences, régénération, écartements
14	Taillis	Tableau d'encodage des brins de taillis
15	AMSP/Souches/Houp	Arbres morts sur pied, souches, houppiers
16	Bois mort	Bois mort abandonné en forêt
17(*)	Dépérissement forestier	Relevé des observations sur le dépérissement

(*) Non utilisé actuellement.

L'assistance se traduit également par la gestion de nombreuses aides et procédures automatiques parmi lesquelles figurent :

- des informations encodées par défaut ;
- le saut (*omission*) de certaines colonnes par le curseur ;
- le positionnement automatique du curseur à la cellule suivante ;
- la possibilité de consulter des « menus déroulants » ou « listes » ;
- des valeurs par défaut extraites des enregistrements précédents.

Encodeur de terrain IFW

☒ Phyto ☒ Peup. : descrip. ☒ Peup. : dég.,etc. ☒ Peup. : état ☒ Peup. : opér. ☒ Arbres de la futaie
☒ Ess./Rég./Ecart. ☒ Taillis ☒ AMSP/Souches/Houp. ☒ Bois mort ☒ Dépérissement Forestier
☒ **Données générales** ☒ Type de point ☒ Plan de repérage ☒ Lisières ☒ Topographie ☒ Pédologie

Ign: 6734 Localité: 6887
 Npl: 90 Propriété: 3
 Cant: 941 Matricule prop.: 227
 Province: 2 Massif: 11
 Equipe: [dropdown] Triage: 230
 Date mesure: 20/01/1999
 Heure début: 920
 Heure fin: 1030
 Coord. X: 2145
 Coord. Y: 535

Taille du massif ☒

☐ < 1 ha
☐ 1 - 9 ha
☐ 10 - 99 ha
☐ 100 - 999 ha
☒ 1000 ha et +

Trans: 0 IGN: [] NPL: []

Figure 5.2. - Ecran ouvert par l'activation de l'onglet « Données générales ».

Encodeur de terrain IFW

☒ Ess./Rég./Ecart. ☒ AMSP/Souches/Houp. ☒ Bois mort ☒ Dépérissement Forestier
☒ **Données générales** ☒ Type de point ☒ Plan de repérage ☒ Topographie ☒ Pédologie ☒ Phyto
☒ Peup. : descrip. ☒ Peup. : dég.,etc. ☒ Peup. : état ☒ Peup. : opér. ☒ Arbres de la futaie

	NUM	ESS	AZI	DIS	CIR	ETG	HT	HDM	HDD	QUA	DEF	DGIB	MART	ETS	TEM
▶	1	41	0	825	85	1								1	
	2	41	11	595	93	1				1				1	
	3	41	43	385	86	1								1	
	4	41	85	550	94	1				1				1	2
	5	1	103	1360	138	1				3				1	
	6	41	105	220	86	1								1	
	7	41	107	740	125	1	2450			2	1			1	
	8	41	113	405	60	1								1	
	9	41	153	185	66	1								1	
	10	41	176	460	106	1	2250			1				1	
	11	1	193	1340	167	1				3	2			1	3
	12	41	196	400	70	1								1	
	13	41	219	450	71	1								1	
	14	41	226	125	98	1				1				1	4
	15	41	335	490	99	1	2150			1				1	
	16	41	340	190	29	1								1	
	17	41	348	790	93	1				1				1	
*						1								1	

Enr: 1 sur 17

Trans: 0 IGN: [] NPL: []

Figure 5.3. - Ecran d'encodage des données relatives aux arbres de la futaie.

5.3.3. PROCEDURE DE VALIDATION DES DONNEES ENCODEES

La vérification des données encodées s'effectue à plusieurs niveaux lors de l'encodage. Elle se présente sous plusieurs formes qui sont les tests de vraisemblance et les détections d'erreurs et d'oublis tels que, par exemple :

- *contrainte sur la taille de la variable ;*
- *respect des codifications prévues ;*
- *contrainte sur la prise en compte de l'arbre ;*
- *limites pour les valeurs prises par certaines variables ;*
- *obligation d'encoder certains paramètres.*

Les validations peuvent être opérées à 3 niveaux : variable, onglet et placette.

Chaque fois qu'une tentative de validation échoue, un message clair s'affiche à l'écran et signale à l'utilisateur la nature du problème et l'endroit où il se situe.

5.4. CHEMINEMENT DES DONNEES ENCODEES

Lors de l'encodage, les informations récoltées sont enregistrées (stockées) dans une base de données de type *relationnel* (elle sera présentée en détail au § 6.3). Elle est constituée d'un ensemble de tables (ou fichiers)⁽¹⁾ regroupant des variables de nature semblable ou proche.

Cette base de données stockée dans l'encodeur de terrain est en liaison avec le module d'encodage et constitue bien évidemment aussi le fondement de toutes les exploitations de données, calculs et traitements divers sur ordinateur de bureau.

Pour ce faire, un module de transfert des données du portable vers les ordinateurs de bureau a été développé afin de stocker dans la base les données récoltées à l'aide de l'encodeur portable.

Les données encodées peuvent aussi être imprimées, les listings correspondants présentant les tableaux de chaque onglet et pour chacun d'eux les paramètres concernés. En raison de la nature même des données récoltées (variables d'une unité d'échantillonnage à l'autre) et de la quantité, le nombre et la présentation des formulaires sont adaptés et donc spécifiques à chaque unité d'échantillonnage.

⁽¹⁾ Table = fichier élémentaire d'une base de données relationnelle ; une table se présente sous la forme d'un tableau à 2 dimensions et contient un ensemble de données de types déterminés et relatives aux unités d'échantillonnage (exemple = table des essences, table des arbres de la futaie, ...).

CHAPITRE 6

LA GESTION DE L'INFORMATION

De manière générale, la gestion de l'information regroupe l'ensemble des opérations informatisées qui concernent les données depuis leur récolte sur le terrain jusqu'à la présentation des résultats. Le chapitre 6 s'attachera à présenter globalement la nature des différentes étapes (§ 6.1) qui seront largement explicitées dans les chapitres 7, 8 et 9 portant successivement sur le traitement des données, sur leur exploitation et sur les résultats finaux à en attendre.

Le matériel informatique utilisé et les logiciels mis en oeuvre seront ensuite brièvement présentés (§ 6.2) avant d'aborder la structure même de la base de données (§ 6.3).

6.1. ETAPES DE LA GESTION DES DONNEES

L'ensemble des opérations de gestion fait l'objet d'une filière formant « l'application IFW ». Le schéma conceptuel de celle-ci est présenté à la figure 6.1. Il comporte 4 niveaux ou étapes :

- encodage,
- traitement et stockage,
- exploitation,
- présentation des résultats.

6.1.1. ENCODAGE

L'étape « **encodage** » rassemble les opérations d'encodage, de vérification, de mise à jour, de modification ou de consultation des données relatives aux différentes unités d'échantillonnage ; l'encodage est réalisé en forêt sur l'encodeur, les opérations de mise à jour, de modification et de consultation des données sont effectuées grâce aux 5 écrans de « visualisation »

accessibles sur les PC de bureau. Ces 5 « sous-étapes » correspondent aussi au regroupement de menus d'encodage spécifiques fonctionnels sur l'encodeur de terrain.

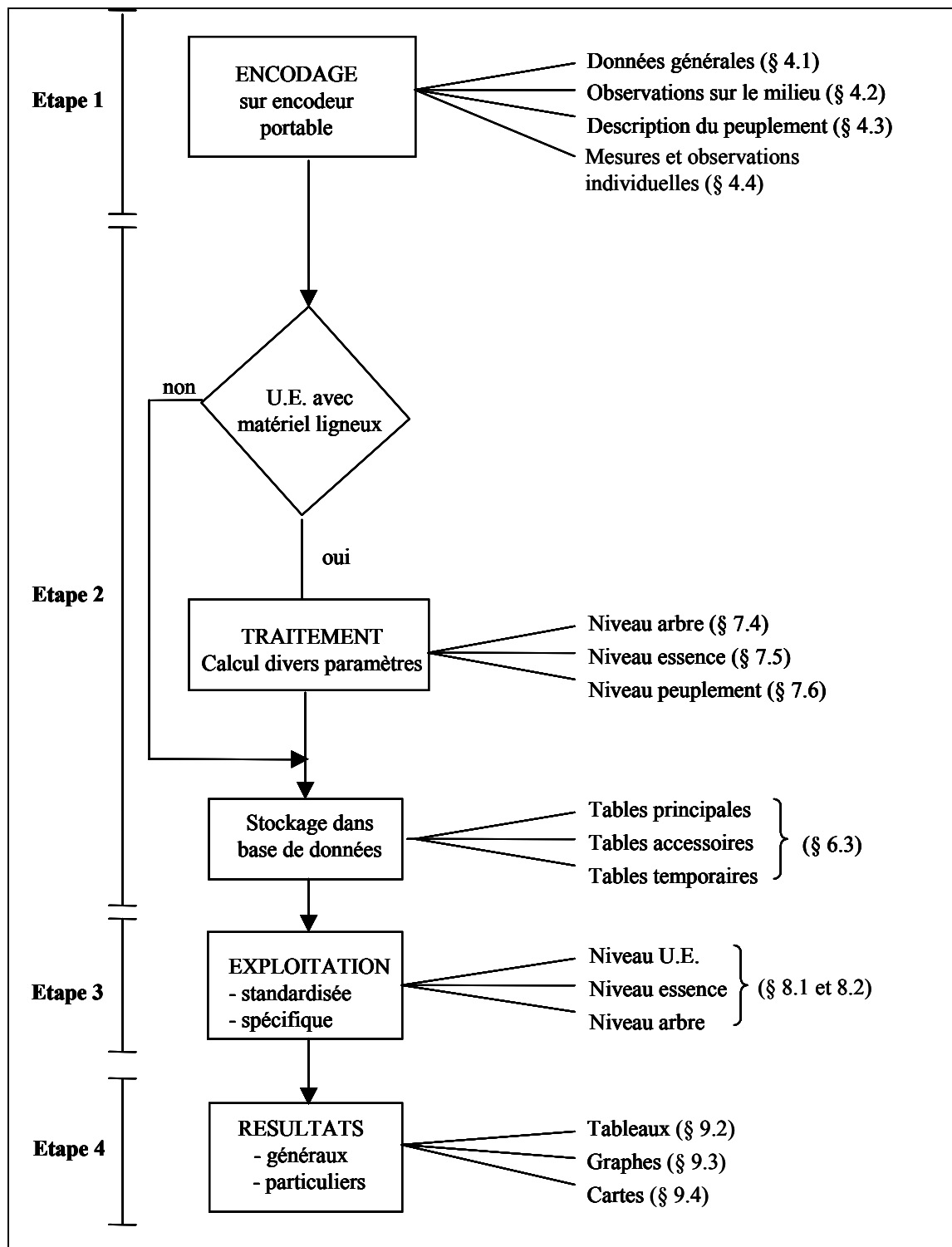


Figure 6.1. - Schéma conceptuel simplifié de l'application Inventaire Forestier Wallon (U.E. = unité d'échantillonnage).

6.1.2. REDUCTION DES DONNEES

Cette étape concerne les diverses procédures ou calculs qui permettent de convertir des données brutes en données synthétiques, tant quantitatives que qualitatives, complétant différentes tables. A titre d'exemples :

- . la hauteur dominante ;
- . la classe de fertilité ;
- . le volume des arbres pour la futaie et des essences pour le taillis ;
- . le type de peuplement pour chaque U.E. ;
- . la circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne ;
- . le pourcentage, en surface terrière, de chaque essence de la futaie.

L'étape « traitement » proprement dite est détaillée au chapitre 7. Elle concerne toutes les unités d'échantillonnage encodées situées en zones productives (sont exclues les unités d'échantillonnage situées sur des chemins, au sein de landes, de fagnes, ...).

6.1.3. EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNEES

L'exploitation de la base de données dont la structure est présentée ultérieurement (§ 6.3) consiste à sélectionner les variables nécessaires à l'obtention des résultats désirés ; elle peut s'effectuer aux niveaux suivants : unités d'échantillonnage (données générales, données sur le milieu ou sur le peuplement), essences, arbres.

L'étape de « l'exploitation » proprement dite est présentée en détail dans le chapitre 8 car elle nécessite de connaître la manière avec laquelle les variables en jeu sont construites et calculées.

6.1.4. PRESENTATION DES RESULTATS

Cette étape, décrite dans le chapitre 9, consiste à fournir une série de résultats sous forme de listings ou à l'écran :

- . points spéciaux, vides totaux ou mises à blanc ;
- . régénération naturelle ;
- . structures ventilées ou non par types de peuplement ;
- . classes d'âge ;
- . catégories de grosseur ;
- . unités d'échantillonnage ;
- . arbres.

Disponibles sous forme de tableaux, de graphiques ou de cartes, les résultats peuvent être fournis à différents niveaux ou selon divers critères.

6.2. MATERIEL INFORMATIQUE ET LOGICIELS UTILISES

Le matériel sur lequel l'application IFW a été développée et fonctionne actuellement se caractérise par sa très grande souplesse et ne nécessite pas d'investissements onéreux puisqu'il se compose uniquement d'ordinateurs et de périphériques usuels.

La base de données est gérée selon un schéma conceptuel par un Système de Gestion de Base de Données (SGBD). Le SGBD « ACCESS »⁽¹⁾, qui a été choisi pour l'application IFW est un système relationnel, caractérisé par la simplicité de représentation des données et par la puissance des opérations de manipulation de celles-ci.

Le langage « Visual Basic » est utilisé pour l'écriture de modules de traitement tandis que le langage SQL est le langage propre aux requêtes. Derrière ce SGBD se trouve un important travail de programmation spécifique aux besoins de l'application « Inventaire forestier wallon ». Ce travail a nécessité, entre autres, l'écriture :

- de modules de traitement des variables brutes collectées pour obtenir des variables traitées,
- de requêtes standardisées destinées à l'exploitation de ces données,
- de présentations tabulaires des résultats.

Pour l'édition des résultats sous forme de cartes, le logiciel ARCVIEW⁽²⁾ complète les logiciels cités précédemment. Il permet la manipulation et la visualisation d'objets géoréférencés (points, lignes, polygones).

Les données issues de l'exploitation de la base de données sous ACCESS sont facilement utilisables par le logiciel ARCVIEW en combinaison avec différentes « couches » constituées à partir de : limites de cantonnements, de triages, de provinces, d'arrondissements, de régions naturelles, de territoires écologiques, ... Cette interface entre les deux logiciels permet l'édition de cartes dites « thématiques » illustrant une ou plusieurs caractéristiques (dendrométriques ou autres) de l'unité d'échantillonnage dans sa position matricielle (X,Y). Un symbole et/ou une couleur sont attachés à tout code ou à toute classe de valeurs de la variable concernée.

6.3. STRUCTURE DE LA BASE DE DONNEES

La base de données « Inventaire forestier wallon » comporte plus de 40 tables se répartissant en trois catégories :

- les **tables** dites « **principales** » (plus de 20), renferment les données brutes (voir § 5.4) et traitées ; ce sont les tables « de travail » de l'inventaire ;
- les **tables** dites « **d'assistance** » ou « **dictionnaires** », environ une quinzaine, sont les tables regroupant pour une variable codée, les différents codes qui peuvent lui être attribués ;
- les **tables** dites « **utilitaires** », au nombre de 10, sont des tables contenant des coefficients et équations par exemple de cubage, utilisés lors du traitement.

⁽¹⁾ ACCESS est un produit de la Société Microsoft.

⁽²⁾ ARCVIEW est un produit de la Société ESRI.

La liaison relationnelle entre les tables est établie grâce à un attribut commun à toutes les tables, dénommé « clé primaire ». Elle est représentée par le couple « IGN-NPL » (N° de la carte IGN et N° de l'unité d'échantillonnage) qui identifie de manière unique chaque unité d'échantillonnage. Cette clé permet d'appliquer l'intégrité référentielle entre le point de sondage et les différentes tables « principales » assurant par exemple qu'aucun arbre ne pourra être encodé si aucune U.E. de référence n'existe.

Les tables contiennent des valeurs « brutes » (récoltées sur le terrain) et des valeurs « réduites » issues du traitement. Lors de l'encodage sur le terrain ou du traitement au bureau, les données sont automatiquement réparties entre les différentes tables en fonction de leur nature. Au cours de l'interrogation de la base de données, les variables requises par la sélection créée par l'utilisateur sont extraites de chaque table.

CHAPITRE 7

LE TRAITEMENT DES DONNEES

Par traitement des données il faut entendre l'ensemble des procédures qui ont pour objet le calcul de variables et paramètres divers propres aux arbres, aux essences et aux peuplements, exprimés au travers de valeurs quantitatives ou qualitatives moyennes ou ramenées à l'hectare. Les données résultantes sont incluses dans les différentes tables de la base de données.

Le chapitre 7 envisagera successivement les données concernées par le traitement (§ 7.1), quelques définitions et conventions (§ 7.2), l'estimation des surfaces (§ 7.3), les procédures de calcul des variables dendrométriques au niveau des arbres considérés individuellement (§ 7.4), des essences (§ 7.5) et des placettes (§ 7.6) ainsi que la précision de l'estimation des variables dendrométriques (§ 7.7). La synthèse des variables traitées fera l'objet d'un dernier paragraphe (§ 7.8).

7.1. NOMENCLATURE DES DONNEES TRAITEES

Dans la base de données, tous les renseignements sont hiérarchisés en trois niveaux qui sont, dans l'ordre de précision croissant :

- *l'unité d'échantillonnage* (U.E.) qui comporte une ou plusieurs essences et/ou un ou plusieurs étages,
- *l'essence* qui compte un ou plusieurs arbres ou brins (taillis),
- *l'arbre ou le brin* (niveau individu).

Ces niveaux ont été identifiés pour répondre à une grande diversité de questions nécessitant souvent de se référer à des sélections de variables n'ayant de sens qu'à l'échelle de l'individu (arbre), de l'essence ou de l'unité d'échantillonnage.

Les enregistrements (données récoltées ou traitées) sont ventilés dans des tables spécifiques, elles-mêmes liées entre elles par des relations hiérarchisées (1 ou n essences par U.E., 1 ou n arbres par essence) (§ 6.3).

Les données traitées sont groupées par « ensembles », comme illustré dans le tableau 7.1, avec en correspondance de chacun d'eux le niveau (les niveaux) concerné(s) et les tables dans lesquelles elles sont enregistrées.

Tableau 7.1. – Nomenclature des données traitées et répartition par niveaux et tables.

NATURE DES DONNEES TRAITEES	NIVEAUX	TABLES
Nombres de tiges	Arbre/essence	Toutes les tables « principales » sauf PLA90
Surfaces terrières	Arbre/essence	
Volumes (divers)	Arbre/essence	
Biomasses (diverses)	Arbre/essence	
Stocks de carbone	Arbre/essence	
Pourcentages en surface terrière	Essence	ESSF90, ESST90 ESSR90, ESSS90 ESSAMSP90, ESSBMT90 ESSHOUP90
Circonférences (moyennes et dominantes)	Essence	
Hauteurs dominantes	Essence	
Classes de fertilité	Essence	
Types de peuplement	U.E.	PLA90
Densités de plantation	U.E.	PLA90

7.2. PRINCIPALES DEFINITIONS ET CONVENTIONS

Les variables et paramètres calculés nécessitent le recours à diverses définitions, conventions et font l'objet d'une nomenclature liée à la structure même de la base de données ainsi qu'aux types de requêtes dont elle peut faire l'objet.

Nombreuses sont les conventions, pré-requis ou modalités à partir desquels des variables peuvent être calculées ou construites. A cet égard il est important d'évoquer, de définir ou d'explicitier divers points appelés à trouver un prolongement ultérieur dans des procédures plus ciblées de calcul à mettre en relation avec des notions telles que :

- facteur d'extension ;
- hauteur dominante ;
- biomasse ;
- stock de carbone ;

ou encore des outils et concepts tels que :

- tarifs de cubage,
- tables de production et niveaux de productivité.

7.2.1. FACTEUR D'EXTENSION

Le facteur d'extension d'une placette est le coefficient multiplicateur qui permet de ramener à l'unité de surface (hectare) les variables estimées à l'échelle de la placette. On le définit de la manière suivante :

$$F_{\text{ext}} = \frac{10.000}{S}$$

où : F_{ext} = facteur d'extension,
 S = surface de la placette exprimée en m².

A chaque placette relevant d'une même U.E. correspond un facteur d'extension propre. En terrain plat, de la plus grande à la plus petite, ceux-ci valent respectivement : 9,8 (grande) ; 39,3 (moyenne) ; 157,2 (petite et régénération).

On notera au passage que ce facteur varie en fonction de la pente du terrain car la surface des placettes est toujours, par convention, considérée en projection horizontale :

$$S = \pi R^2$$

Dans ces conditions une surface circulaire implantée sur un terrain incliné selon un angle α , équivaut en terrain horizontal à la surface plus petite S' qui s'écrit :

$$S' = \pi R^2 \cos \alpha$$

où : S' = surface exprimée en m²,
 R = rayon de la placette (en m),
 α = pente du terrain (en degrés).

7.2.2. HAUTEUR DOMINANTE

Le calcul de la hauteur dominante pour une essence est réalisé à partir de la formule :

$$HDOM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n HTOT_i}{n} \right)$$

avec :

$HDOM$ = hauteur dominante (en cm),
 n = nombre de tiges à prendre en considération (selon les règles édictées ci-après),
 $HTOT_i$ = hauteur totale de chaque arbre i pris en compte (en cm).

En peuplements résineux purs ou presque purs, par convention, les hauteurs des deux plus gros arbres sont prises en compte si la circonférence moyenne des arbres mesurés est inférieure à 70 cm ; ce nombre est égal à 3 si elle est comprise entre 70 et 119 cm et à 5 si elle est de 120 cm ou plus. Ces nombres sont adaptés en fonction de la présence de plusieurs essences ou de vides partiels dans l'U.E.

7.2.3. TABLES DE CUBAGE

Les volumes sont calculés à l'aide des tarifs de cubage construits par DAGNELIE *et al.* [1999]. Ils concernent 12 essences et, eu égard à leur très large domaine de validité, ils peuvent être utilisés dans l'inventaire forestier régional.

Pour exprimer le volume bois fort de la tige VC22 sur écorce (volume jusqu'à une découpe de 22 cm de circonférence), trois types de tarifs de cubage sont utilisés :

- le tarif à une entrée (fonction de la seule circonférence c à 1,3 m)

$$VC22 = f(c, c^2, c^3)$$

- le tarif à une entrée gradué en fonction de la hauteur dominante H_{DOM} du peuplement :

$$VC22 = f(c, c^2, c^3, H_{DOM}, c^2.H_{DOM})$$

- le tarif à deux entrées, exprimant le volume en fonction de la circonférence c à 1,3 m et de la hauteur totale H_{TOT} de chaque arbre :

$$VC22 = f(c, c^2, c^3, H_{TOT}, c^2.H_{TOT})$$

Les essences pour lesquelles il n'existe pas de tarifs de cubage spécifiques sont traitées comme celles dont elles sont morphologiquement les plus semblables ; il s'agit souvent d'essences secondaires peu représentées ou de faible valeur économique (tableau 7.2).

Tableau 7.2. - Liste des essences principales et assimilées pour le calcul des volumes.

ESSENCES PRINCIPALES	ESSENCES ASSIMILEES A L'ESSENCE PRINCIPALE	EQUATION
Bouleaux	Peuplier tremble, peupliers (tous), aulnes blanc et glutineux	2
Chênes indigènes	Marronnier, robinier, saule marsault et autres saules	12
Chêne rouge		11
Erable sycomore	Erables plane et champêtre, tilleuls, noyer, sorbier	8
Frêne		7
Hêtre	Charme, feuillus divers, noisetier, sureaux, châtaignier, pommier, poirier, alisiers	1
Merisier		5
Orme		4
Epicéa commun	Epicéa de Sitka, tsuga, sapins (sauf Vancouver), autres résineux	9
Douglas	Thuya, cyprès, sapin de Vancouver	10
Mélèzes	Mélèze d'Europe, du Japon, hybride	6
Pin sylvestre	Tous les pins	3

En feuillus, toutes les hauteurs totales sont mesurées ; le tarif à deux entrées est utilisé dans tous les cas où les hauteurs peuvent être mesurées ; sinon (en période de végétation ou dans l'impossibilité de prendre la hauteur totale : cime cassée, visibilité insuffisante), le tarif à une entrée est préconisé. Le volume du taillis est toujours calculé par le tarif à une entrée.

En peupleraies, par convention, la hauteur totale de chaque arbre est considérée comme étant égale à la moyenne des hauteurs totales des deux peupliers dont les circonférences sont les plus proches de la circonférence moyenne des arbres mesurés.

En résineux, le tarif à une entrée gradué en fonction de la hauteur dominante est utilisé ; la hauteur dominante est la moyenne des hauteurs totales des n plus gros arbres présents au sein de l'U.E., choisis selon des conventions déjà précisées (§ 7.2.2). Dans tous les cas où il est impossible de mesurer les hauteurs, on a également recours au tarif à une entrée.

En plus du volume bois fort tige, les tables de cubage sont enrichies de volumes partiels, limités à différentes découpes et exprimés en proportion du volume bois fort de la tige soit en grosseur absolue ou relative, soit en hauteur absolue. Pour les dimensions intermédiaires (circonférence, découpe) non prévues, des interpolations sont effectuées. Pour les feuillus (à l'exception du taillis), le *volume bois fort des branches* est également disponible. Additionné au bois fort tige, il permet une estimation globale du bois fort total appelé par la suite « volume total », très proche de la biomasse ligneuse aérienne utile, par exemple, dans l'estimation des stocks de carbone (§ 7.4.1, 5°).

En outre, les tables de cubage sont également à la base du calcul :

- du volume sous écorce par le biais de relations liant la circonférence à hauteur d'homme et l'épaisseur de l'écorce ;
- de la circonférence à 1,5 m des arbres exploités via une équation la liant au diamètre de la souche ;
- et indirectement :
- de la biomasse ligneuse aérienne ;
- de la quantité de carbone stockée par les arbres vivants et le bois mort inventorable.

7.3. ESTIMATION DES SURFACES

7.3.1. SURFACES OCCUPEES PAR LES PEUPELEMENTS

La surface inventoriée est estimée par la méthode du « *comptage de points* » [ZÖHRER, 1978 ; RONDEUX, 1999]. Le principe est d'appliquer sur la représentation cartographique du « domaine », dont la surface doit être estimée, un quadrillage (maillage) de points et de compter le nombre de ceux qui tombent à l'intérieur de ce domaine. Le maillage (1.000 m x 500 m) sur lequel s'appuie l'inventaire peut donc être mis à profit pour estimer les surfaces occupées par les peuplements ou autres attributs, à partir de la relation suivante :

$$S = n.a.b$$

- où
- S = surface concernée par l'inventaire (en ha),
 - n = nombre de points situés dans la surface considérée,
 - a et b = longueurs des côtés de la maille (exprimées en hectomètres),
 - (a.b) = surface dont chaque point est « l'image » (50 ha dans le cas de l'inventaire).

L'estimation de la surface dépend du nombre de points comptés et sa précision est directement proportionnelle à la densité du maillage. Elle est calculée avec une bonne approxi-

mation selon la formule de BOUCHON [1975], dérivée de l'application de la théorie des variables régionalisées de Matheron [RONDEUX, 1999].

Cette formule se présente sous la forme :

$$\hat{\sigma}_S \% = \frac{100}{n} \sqrt{\frac{N_2}{12} + 0,0305 \frac{N_1^2}{N_2}}$$

dans laquelle :

$\hat{\sigma}_S$ % = erreur-standard exprimée en % de la surface S ;

n = nombre de points que compte la surface inventoriée ;

N1 et N2 = nombres résultant de la sommation des points appartenant à la surface lorsqu'on compare chacun des couples constitués de 2 lignes voisines de points d'une part (N1) et chacun des couples constitués de 2 colonnes voisines de points d'autre part (N2) ; N1 est la plus grande des deux valeurs, N2 est la plus petite.

Pour un degré de confiance de 95 %, l'estimation de la surface S est donc comprise entre les limites $[S + 1,96 \hat{\sigma}_S]$ et $[S - 1,96 \hat{\sigma}_S]$.

7.3.2. SURFACES OCCUPEES PAR LES ESSENCES

Lorsque les résultats sont fournis par essence et non par type de peuplement (en particulier pour les essences résineuses), le comptage de points est pratiqué selon une modalité différente.

Pour éviter qu'un même point ne soit comptabilisé plusieurs fois (c'est-à-dire autant de fois qu'il y a d'essences sur ce point), la surface représentée par chaque unité d'échantillonnage est répartie entre les essences présentes sur celle-ci au « prorata » de leur importance en surface terrière.

A titre d'exemple, si une unité d'échantillonnage comprend deux essences A et B occupant respectivement x % et y % de la surface terrière totale de l'unité d'échantillonnage, la surface affectée à l'essence A sera égale à $x.S.10^{-2}$; elle sera de $y.S.10^{-2}$ pour l'essence B, S (en ha) représentant la surface dont l'U.E. est l'image.

7.4. PROCEDURES DE CALCUL DES VARIABLES DENDROMETRIQUES (NIVEAU INDIVIDUEL)

Ces procédures de calcul ont pour objet la détermination des caractéristiques dendrométriques propres à chaque individu mesuré (arbre de la futaie, brin de taillis, bois mort, ...).

7.4.1. VARIABLES RELATIVES AUX ARBRES DE LA FUTAIE

Le tableau 7.3 contient toutes les variables traitées relatives aux arbres de la futaie.

1° Nombre de tiges à l'hectare

$$NHA = n_i \cdot F_{ext_i}$$

n_i = nombre de bois présents sur la placette de surface S_i (i correspondant à la petite, moyenne ou grande placette) ;

sachant que F_{ext} = facteur d'extension égal à :

157,2 pour tout arbre de 20 à 69 cm de circonférence,
39,3 pour tout arbre de 70 à 119 cm de circonférence,
9,8 pour tout arbre de 120 cm et plus de circonférence,

dans le cas d'une U.E. située en terrain plat.

Remarque

Pour calculer la « représentativité » à l'hectare d'un arbre, alors $n_i = 1$.

2° Surface terrière

La surface terrière de l'arbre est calculée par la formule :

$$g_i = c_i^2 / (4\pi \cdot 10^4)$$

dans laquelle :

g_i = surface terrière de l'arbre (en m^2) ;
 c_i = circonférence de cet arbre à 1,5 m (en cm).

Elle est extrapolée à l'hectare par la relation :

$$GHA = g_i \cdot F_{ext_i}$$

selon les mêmes règles que pour NHA.

3° Volumes

De façon générale, les différents volumes individuels v se déterminent au moyen des tarifs de cubage (équations et coefficients de conversion entre volume bois fort tige et autres types de volume) présentés antérieurement (§ 7.2.3).

Les volumes ramenés à l'hectare sont estimés à partir des volumes individuels V_i , par la relation générale :

$$VHA = v_i \cdot F_{ext_i}$$

Tableau 7.3. - Liste des variables traitées relatives aux arbres vivants de la futaie.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
NHA	n/ha	Représentation de l'arbre à l'ha
GHA	m ² /ha	Surface terrière de l'arbre à l'ha
VARB	m ³	Volume bois fort tige de l'arbre
VARBSE	m ³	Idem sous écorce
VB	m ³	Volume bois fort des branches de l'arbre
VHOUP	m ³	Volume bois fort du houppier de l'arbre
VTOT	m ³	Volume bois fort total de l'arbre
VHDM	m ³	Volume du bois d'oeuvre de l'arbre (feuillus circf. ≥ 120 cm, qualités 1-2-3)
VHDMSE	m ³	Idem sous écorce
VHDD	m ³	Volume de la bille de pied de l'arbre (feuillus circf. ≥ 120 cm, qualités 1-2)
VHDDSE	m ³	Idem sous écorce
VVC40	m ³	Volume de la tige de l'arbre à la découpe de 40 cm de circonférence (résineux)
VVC40SE	m ³	Idem sous écorce
VVC60	m ³	Volume de la tige de l'arbre à la découpe de 60 cm de circonférence (résineux)
VVC60SE	m ³	Idem sous écorce
VVC90	m ³	Volume de la tige de l'arbre à la découpe de 90 cm de circonférence (résineux)
VVC90SE	m ³	Idem sous écorce
VHA	m ³ /ha	Volume bois fort tige de l'arbre extrapolé à l'ha
VHASE	m ³ /ha	Idem sous écorce
VHAHDM	m ³ /ha	Volume du bois d'oeuvre de l'arbre extrapolé à l'ha
VHAHDMSE	m ³ /ha	Idem sous écorce
VHAHDD	m ³ /ha	Volume de la bille de pied de l'arbre extrapolé à l'ha
VHAHDDSE	m ³ /ha	Idem sous écorce
VHAHOUP	m ³ /ha	Volume du houppier de l'arbre extrapolé à l'ha
VHAVC40	m ³ /ha	Volume de la tige à la découpe de 40 cm extrapolé à l'ha
VHAVC40SE	m ³ /ha	Idem sous écorce
VHAVC60	m ³ /ha	Volume de la tige à la découpe de 60 cm extrapolé à l'ha
VHAVC60SE	m ³ /ha	Idem sous écorce
VHAVC90	m ³ /ha	Volume de la tige à la découpe de 90 cm extrapolé à l'ha
VHAVC90SE	m ³ /ha	Idem sous écorce
VHAB	m ³ /ha	Volume bois fort des branches de l'arbre extrapolé à l'ha
VHATOT	m ³ /ha	Volume total de l'arbre extrapolé à l'ha
BMHASE	t/ha	Biomasse anhydre ligneuse aérienne sous écorce à l'ha
BMHAEC	t/ha	Biomasse anhydre ligneuse aérienne de l'écorce à l'ha
BMHANL	t/ha	Biomasse anhydre aérienne non ligneuse à l'ha
BMHA	t/ha	Biomasse anhydre aérienne globale à l'ha
BMHASR	t/ha	Biomasse anhydre souche et racines (souterraine) à l'ha
BMHATOT	t/ha	Biomasse anhydre totale (aérienne et souterraine) à l'ha
CHA	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la partie aérienne à l'ha
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la souche et les racines à l'ha
CHATOT	t/ha	Quantité totale de carbone stockée à l'ha

Les volumes, sous écorce, individuels ou extrapolés à l'hectare, sont déterminés par les

relations du type :

$$v_s = v \cdot (100 - \% EC) / 100$$

où : v_s = volume sous écorce (m³) ;
 v = volume sur écorce correspondant (m³) ;
 % EC = pourcentage d'écorce de l'essence en surface terrière (%).

4° Biomasses

Le volume total de l'arbre (VHATOT, tige et branches) est à la base de l'estimation de la biomasse anhydre aérienne et souterraine en utilisant pour les feuillus et les résineux les coefficients de calcul préconisés dans le document CEE/ONU « *The Forest Ressources of the ECE Region (Europe, USSR, North American)* » [1985-1986].

La relation générale de calcul est donc de la forme :

$$BMHA = VHATOT \cdot \text{Coeff.}$$

dans laquelle :

BMHA = biomasse anhydre calculée ramenée à l'ha (t/ha) ;
 VHATOT = volume total à l'hectare (m³/ha) ;
 Coeff. = coefficient de passage du volume total à la biomasse anhydre.

Les composantes calculées de la biomasse totale (BMHATOT) sont :

- la biomasse ligneuse aérienne sous écorce : BMHASE ;
- la biomasse ligneuse aérienne de l'écorce : BMHAEC ;
- la biomasse aérienne non-ligneuse : BMHANL ;
- la biomasse aérienne totale : BMHA ;
- la biomasse souterraine (souches + racines) : BMHASR.

Les coefficients utilisés pour l'estimation du volume et du poids de la biomasse relevant des différentes parties aériennes et souterraines d'un arbre sont également ceux proposés par le même document et repris dans le tableau 7.4.

Tableau 7.4. – Coefficients de passage entre volumes et biomasses pour différentes composantes des arbres.

COMPOSANTES	COEFFICIENTS DE PASSAGE			
	DU VOLUME TOTAL AUX DIFFERENTS VOLUMES (m ³ /m ³)		DU VOLUME A LA BIOMASSE ANHYDRE (m ³ /t)	
	RESINEUX	FEUILLUS	RESINEUX	FEUILLUS
Bois sous écorce	0,86	0,87	0,40	0,55
Ecorce	0,14	0,13	0,35	0,35
Autres biomasses au-dessus du sol	0,30	0,40	0,40	0,55
Souches et racines	0,20	0,20	0,40	0,50

NB : biomasse « anhydre » = bois séché à l'étuve à 103 ± 2 °C.

5° Quantités de carbone stockées

Les quantités de carbone stockées sont estimées via la relation suivante :

$$\text{CHA} = \text{BMHA} \cdot k$$

dans laquelle :

CHA = quantité de carbone stockée à l'hectare (t/ha) ;

BMHA = biomasse anhydre correspondante à l'hectare (t/ha) ;

k = coefficient multiplicateur [CEE/ONU, 1986] fixé à 0,45 et identique pour les résineux et les feuillus.

Les composantes calculées de la quantité totale de carbone stockée (CHATOT) sont :

- la quantité de carbone stockée dans la partie aérienne (CHA) ;
- la quantité de carbone stockée dans la partie souterraine (CHASR).

7.4.2. VARIABLES RELATIVES AUX BRINS DE TAILLIS

Aucune variable individuelle n'est calculée pour les brins de taillis, les calculs étant réalisés au niveau « essence ».

7.4.3. VARIABLES RELATIVES AUX ARBRES MORTS SUR PIED

Le tableau 7.5 propose la liste de ces variables. Les modalités de calcul sont semblables à celles utilisées pour les arbres vivants (§ 7.4.1).

Tableau 7.5. - Liste des variables traitées relatives aux arbres morts sur pied.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
NHA	n/ha	Représentation de l'arbre à l'ha
GHA	m ² /ha	Surface terrière de l'arbre extrapolée à l'ha
VHA	m ³ /ha	Volume bois fort tige de l'arbre extrapolé à l'ha
VHAB	m ³ /ha	Volume bois fort branches de l'arbre extrapolé à l'ha
VHATOT	m ³ /ha	Volume bois fort total de l'arbre extrapolé à l'ha
BMHA	t/ha	Biomasse aérienne totale à l'ha
BMHASR	t/ha	Biomasse souche + racines à l'ha
BMHATOT	t/ha	Biomasse totale à l'ha
CHA	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la partie aérienne à l'ha
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la partie souterraine à l'ha
CHATOT	t/ha	Quantité totale de carbone stockée à l'ha

7.4.4. VARIABLES RELATIVES AUX ARBRES MORTS A TERRE

La liste des variables est présentée dans le tableau 7.6. Les volumes sont calculés comme décrits ci-après tandis que les biomasses et les quantités de carbone en sont déduites selon les mêmes modalités que pour les arbres vivants (§ 7.4.1).

Le volume d'un billon abandonné sur le sol est calculé par la formule du cylindre (formule de HUBER) :

$$VBIL = L \cdot (C_{0,5L})^2 / 4\pi$$

avec :

VBIL = volume du billon (m³) ;

L = longueur (m) ;

C_{0,5L} = circonférence au milieu de la longueur L (m).

Tableau 7.6. - Liste des variables traitées relatives aux arbres morts à terre.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
VHA	m³/ha	Volume du billon extrapolé à l'ha
BMHA	t/ha	Biomasse anhydre du billon extrapolée à l'ha
CHA	t/ha	Quantité de carbone stockée dans le billon extrapolée à l'ha
VHAHOUP	m³/ha	Volume du houppier extrapolé à l'ha
BMHAHOUP	t/ha	Biomasse anhydre du houppier extrapolée à l'ha
CHAHOUP	t/ha	Quantité de carbone stockée dans le houppier extrapolée à l'ha

Le volume calculé est extrapolé à l'hectare en le multipliant par le facteur d'extension Fext_p, Fext_m ou Fext_g en fonction du rayon de la placette de référence.

Pour le calcul du volume de houppier (VHOUP), dans l'hypothèse où celui-ci est resté en place après abattage, le module de traitement estime la circonférence de la grume à 1,5 m en appliquant un défilement moyen basé sur la circonférence de la découpe de la tige (base du houppier) et sa distance à la souche correspondante. Cette circonférence permet d'entrer dans les tables de cubage et de calculer le volume bois fort total de l'arbre (volume de la tige + volume des branches jusqu'à la limite de 22 cm de circonférence). Le volume de la grume est ensuite estimé (en m³) sur écorce. La différence entre le volume total de l'arbre et le volume de la grume jusqu'à la découpe constitue le volume du houppier.

7.4.5. VARIABLES RELATIVES AUX ARBRES EXPLOITES

Ces variables sont présentées dans le tableau 7.7. Les volumes sont calculés comme décrit ci-après et les biomasses et stocks de carbone (partie souterraine, souche et racines) en sont déduits par application des coefficients spécifiques.

Tous les volumes sont extrapolés à l'hectare via le facteur d'extension. La circonférence de l'arbre exploité est calculée à partir de la circonférence de la souche (§ 7.2.3). Cette circonférence, introduite dans l'équation de cubage à une entrée, permet d'estimer le volume individuel (v) de l'arbre exploité (bois fort tige).

Le volume des branches v_b pouvant également être estimé à partir de la circonférence à 1,5 m, il en résulte que le volume total V_{TOT} d'un arbre correspond à :

$$V_{TOT} = v + v_b$$

Quant aux estimations ramenées à l'hectare, elles résultent de l'expression :

$$V_{HATOT} = V_{HA} + V_{HAB}$$

Tableau 7.7. - Liste des différentes variables calculées pour les arbres exploités.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
VHA	m ³ /ha	Volume de l'arbre exploité extrapolé à l'ha
VHAB	m ³ /ha	Volume des branches de l'arbre exploité extrapolé à l'ha
VHATOT	m ³ /ha	Volume total de l'arbre exploité extrapolé à l'ha
VHAHDM	m ³ /ha	Volume du bois d'œuvre de l'arbre exploité extrapolé à l'ha
VHAHOUP	m ³ /ha	Volume du houppier de l'arbre exploité extrapolé à l'ha
VHAVC40	m ³ /ha	Volume de l'arbre exploité jusqu'à la découpe de 40 cm extrapolé à l'ha
VHAVC60	m ³ /ha	Volume de l'arbre exploité jusqu'à la découpe de 60 cm extrapolé à l'ha
VHAVC90	m ³ /ha	Volume de l'arbre exploité jusqu'à la découpe de 90 cm extrapolé à l'ha
BMHASR	t/ha	Biomasse anhydre de la souche et des racines de l'arbre extrapolée à l'ha
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la souche et les racines de l'arbre exploité extrapolée à l'ha

[tous les volumes non précisés par une découpe sont des volumes bois fort tige (découpe 22 cm de circonférence)]

7.5. PROCEDURES DE CALCUL DES VARIABLES DENDROMETRIQUES (NIVEAU ESSENCE)

Ces procédures de calcul ont pour objet la détermination des caractéristiques dendrométriques propres à chaque essence identifiée. De manière générale, les variables traitées relatives aux essences s'obtiennent par sommation des valeurs individuelles propres aux arbres de chaque essence ou par calcul de moyennes de paramètres les concernant.

7.5.1. VARIABLES RELATIVES AUX ARBRES DE LA FUTAIE REGROUPES PAR ESSENCE

Ces variables sont présentées dans le tableau 7.8.

1° Variables exprimées à l'hectare de peuplement

Il s'agit du nombre de tiges, de la surface terrière et des différents types de volume, de biomasses et de quantités de carbone stockées. De façon générale, pour l'une ou l'autre de ces variables (appelée Y dans la formule générale ci-après), le calcul se fait par sommation des valeurs individuelles des n arbres de cette essence extrapolées à l'ha :

Tableau 7.8. - Liste des variables traitées relatives aux essences de la futaie.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
NHA	n/ha	Nombre de tiges de l'essence à l'ha
GHA	m²/ha	Surface terrière de l'essence à l'ha
PCGHA	%	Proportion de l'essence en surface terrière (à l'ha) dans l'U.E.
HDOM	cm	Hauteur dominante de l'essence
CDOM	cm	Circonférence moyenne des dominants de l'essence
CMOY	cm	Circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne de l'essence
CMOYARITH	cm	Circonférence moyenne arithmétique des arbres de l'essence
IFER	-	Indice de fertilité de l'essence (HDOM atteinte à l'âge de 50 ans)
VHA	m³/ha	Volume bois fort tige de l'essence à l'ha
VHASE	m³/ha	Idem sous écorce
VHAHDM	m³/ha	Volume du bois d'oeuvre à l'ha de l'essence (feuillus circf. ≥ 120 cm, qualités 1-2-3)
VHAHDMSE	m³/ha	Idem sous écorce
VHAHDD	m³/ha	Volume de la bille de pied à l'ha de l'essence (feuillus circf. ≥ 120 cm, qualités 1-2)
VHAHDDSE	m³/ha	Idem sous écorce
VHAB	m³/ha	Volume bois fort des branches à l'ha de l'essence (feuillus)
VHATOT	m³/ha	Volume bois fort total des arbres à l'ha de l'essence
VHAHOUP	m³/ha	Volume bois fort des houppiers à l'ha de l'essence (feuillus)
VHAVC40	m³/ha	Volume des tiges à la découpe de 40 cm à l'ha de l'essence (résineux)
VHAVC40SE	m³/ha	Idem sous écorce
VHAVC60	m³/ha	Volume des tiges à la découpe de 60 cm à l'ha de l'essence (résineux)
VHAVC60SE	m³/ha	Idem sous écorce
VHAVC90	m³/ha	Volume des tiges à la découpe de 90 cm à l'ha de l'essence (résineux)
VHAVC90SE	m³/ha	Idem sous écorce
BMHASE	t/ha	Biomasse anhydre ligneuse aérienne sous écorce à l'ha de l'essence
BMHAEC	t/ha	Biomasse anhydre ligneuse aérienne de l'écorce à l'ha de l'essence
BMHANL	t/ha	Biomasse anhydre aérienne non ligneuse à l'ha de l'essence
BMHA	t/ha	Biomasse anhydre aérienne totale à l'ha de l'essence
BMHASR	t/ha	Biomasse anhydre des souches et racines à l'ha de l'essence
BMHATOT	t/ha	Biomasse anhydre totale (aérienne et souterraine) à l'ha de l'essence
CHA	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la partie aérienne à l'ha de l'essence
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans les souches et racines à l'ha de l'essence
CHATOT	t/ha	Quantité totale de carbone stockée à l'ha de l'essence
N1	n/ha	Nbre de tiges à l'ha de l'essence < 40 cm (résineux) ou < 100 cm (feuillus)
N2	n/ha	Nbre de tiges à l'ha de l'essence 40-69 cm (résineux) ou 100-119 cm (feuillus)
N3	n/ha	Nbre de tiges à l'ha de l'essence 70-89 cm (résineux) ou 120-149 cm (feuillus)
N4	n/ha	Nbre de tiges à l'ha de l'essence 90-119 cm (résineux) ou 150-179 cm (feuillus)
N5	n/ha	Nbre de tiges à l'ha de l'essence 120 cm et + (résineux) ou 180 cm et + (feuillus)
V1	m³/ha	Vol. bois fort tige à l'ha de l'essence < 40 cm (résineux) ou < 100 cm (feuillus)
V2	m³/ha	Vol. bois fort tige à l'ha de l'essence 40-69 cm (résineux) ou 100-119 cm (feuillus)
V3	m³/ha	Vol. bois fort tige à l'ha de l'essence 70-89 cm (résineux) ou 120-149 cm (feuillus)
V4	m³/ha	Vol. bois fort tige à l'ha de l'essence 90-119 cm (résineux) ou 150-179 cm (feuillus)
V5	m³/ha	Vol. bois fort tige à l'ha de l'essence 120 cm et + (résineux) ou 180 cm et + (feuillus)

$$YHA = \sum_{i=1}^n YHA_i$$

avec :

YHA = valeur de la variable Y à l'ha pour l'essence considérée,

n = nombre d'arbres de l'essence dans l'U.E.,

YHA_i = valeur de Y propre à chaque arbre i et extrapolée à l'ha.

2° Pourcentage d'une essence en surface terrière

Afin de déterminer le type de peuplement en relation avec la nature des essences, la proportion de chacune d'elles est exprimée en pourcentage de la surface terrière totale de l'unité d'échantillonnage ramenée à l'hectare, soit :

$$PCGHA = \frac{GHA}{\sum_{i=1}^n GHA_i} \cdot 100$$

avec :

PCGHA = proportion de l'essence considérée dans le peuplement (% de surface terrière) ;

GHA = surface terrière d'une essence déterminée à l'hectare (m²) ;

GHA_i = surface terrière de chacune des n essences de l'U.E. à l'hectare.

Si aucun arbre n'est mesurable (grosesse sous le seuil d'inventaire) ou n'est mesuré (jeune futaie non-élaguée, peuplement inaccessible), la proportion de chaque essence présente est estimée en fonction du nombre de pieds de chacune d'entre elles et ces pourcentages sont notés afin de classer le peuplement selon sa composition.

3° Circonférence moyenne d'une essence

Par convention, la circonférence moyenne (cm) correspond à la *circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne* et est déduite de la relation :

$$CMOY = \left[\sqrt{\frac{GHA}{NHA} \cdot 4\pi} \right] \cdot 100$$

avec :

CMOY = circonférence moyenne quadratique de l'essence considérée (en cm),

GHA = surface terrière de l'essence à l'ha (en m²),

NHA = nombre de tiges de l'essence à l'ha (n),

et dans laquelle les variables ramenées à l'hectare NHA (nombre de bois) et GHA (surface terrière) sont relatives à une essence déterminée de l'U.E.

La circonférence moyenne est calculée séparément pour chaque étage de la futaie à deux étages, du taillis sous futaie et de la futaie sur taillis.

4° Circonférence dominante d'une essence

La circonférence dominante correspond à la *moyenne arithmétique des circonférences des arbres ayant servi pour le calcul de la hauteur dominante* et s'écrit :

$$CDOM = \sum_{i=1}^n C150_i / n$$

où :

CDOM = circonférence dominante de l'essence (en cm)

C150_i = circonférences des arbres utilisés pour le calcul de HDOM (exprimées en cm)

n = nombre de tiges prises en compte.

5° Classe de fertilité d'une essence

Les tables de production qui expriment, sous forme de tableaux chiffrés ou d'équations mathématiques, l'évolution probable au cours du temps de nombreuses caractéristiques dendrométriques moyennes ou ramenées à l'hectare s'articulent sur des niveaux (classes) de fertilité traduisant le potentiel de croissance d'essences en peuplements équiennes. Ces niveaux résultent de l'utilisation de relations liant la hauteur dominante à l'âge et sont codés en fonction des hauteurs atteintes à un âge de référence donné (50 ans). Ils sont disponibles pour 3 essences résineuses : l'épicéa [DAGNELIE *et al.*, 1988], le douglas [RONDEUX et THIBAUT, 1996] et les mélèzes [PAUWELS *et al.*, 1997].

Il est donc possible de déterminer, par interpolation, le niveau de fertilité d'un peuplement donné via sa hauteur dominante et son âge.

7.5.2. VARIABLES RELATIVES AUX BRINS DE TAILLIS REGROUPES PAR ESSENCE

Les calculs sont réalisés selon les modalités énoncées pour les arbres de la futaie (tableau 7.9).

Tableau 7.9. - Liste des variables traitées relatives aux brins de taillis et disponibles par essence.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
NHA	n/ha	Nombre de tiges à l'ha
GHA	m²/ha	Surface terrière de l'essence à l'ha
VHA	m³/ha	Volume bois fort tige de l'essence à l'ha
PCGHA	%	Proportion de l'essence en surface terrière (à l'ha)
CMOY	cm	Circonférence du brin de surface terrière moyenne
BMHA	t/ha	Biomasse aérienne totale à l'ha
BMHASR	t/ha	Biomasse des souches et racines à l'ha
BMHATOT	t/ha	Biomasse totale (aérienne et souterraine) à l'ha
CHA	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la partie aérienne à l'ha
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans les souches et racines à l'ha
CHATOT	t/ha	Quantité totale de carbone à l'ha

7.5.3. VARIABLES RELATIVES AUX BOIS MORTS SUR PIED REGROUPES PAR ESSENCE

Ces variables sont obtenues par sommation des valeurs individuelles extrapolées à l'ha (tableau 7.10).

Tableau 7.10. - Liste des variables traitées relatives aux arbres morts sur pied et disponibles par essence.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
NHA	n/ha	Nombre de tiges à l'ha
GHA	m ² /ha	Surface terrière de l'essence à l'ha
VHA	m ³ /ha	Volume bois fort tige de l'essence à l'ha
VHAB*	m ³ /ha	Volume bois fort des branches de l'essence à l'ha (feuillus)
VHATOT	m ³ /ha	Volume bois fort total de l'essence à l'ha
BMHA	t/ha	Biomasse aérienne totale à l'ha
BMHASR	t/ha	Biomasse des souches et racines à l'ha
BMHATOT	t/ha	Biomasse totale à l'ha
CHA	t/ha	Quantité de carbone stockée dans la partie aérienne à l'ha
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans les souches et racines à l'ha
CHATOT	t/ha	Quantité totale de carbone à l'ha

* non calculé pour les arbres cassés.

7.5.4. VARIABLES RELATIVES AUX BOIS MORTS A TERRE REGROUPES PAR ESSENCE

Les procédures de traitement sont identiques à celles employées pour les essences de la futaie, c'est-à-dire que les variables à déterminer s'obtiennent par sommation des valeurs individuelles extrapolées à l'hectare (tableau 7.11).

Tableau 7.11. - Liste des variables traitées relatives aux bois morts à terre et aux houppiers à terre et disponibles par essence.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
VHA	m ³ /ha	Volume des bois morts à terre de l'essence à l'ha
BMHA	t/ha	Biomasse totale des bois morts à terre à l'ha
CHA	t/ha	Quantité totale de carbone stockée dans les bois morts à terre à l'ha
VHAHOUP	m ³ /ha	Volume des houppiers à l'ha
BMHAHOUP	t/ha	Biomasse totale des houppiers abandonnés à l'ha
CHAHOUPI	t/ha	Quantité totale de carbone stockée dans les houppiers abandonnés à l'ha

7.5.5. VARIABLES RELATIVES AUX ARBRES EXPLOITES REGROUPES PAR ESSENCE

Les procédures de traitement sont identiques à celles employées pour les essences de la futaie, elles sont basées sur la sommation des valeurs individuelles extrapolées à l'hectare (tableau 7.12).

Tableau 7.12. - Liste des variables traitées relatives aux arbres exploités et disponibles par essence.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
VHA	m³/ha	Volume bois fort tige à l'ha
VHAB	m³/ha	Volume bois fort des branches à l'ha (feuillus)
VHATOT	m³/ha	Volume bois fort total à l'ha
VHAHDM	m³/ha	Volume du bois d'œuvre exploité extrapolé à l'ha
VHAHOUP	m³/ha	Volume des houppiers exploités extrapolé à l'ha
VHAVC40	m³/ha	Volume des tiges à la découpe 40 cm extrapolé à l'ha
VHAVC60	m³/ha	Volume des tiges à la découpe 60 cm extrapolé à l'ha
VHAVC90	m³/ha	Volume des tiges à la découpe 90 cm extrapolé à l'ha
BMHASR	t/ha	Biomasse de la souche et des racines à l'ha
CHASR	t/ha	Quantité de carbone stockée dans les souches et racines à l'ha

7.5.6. VARIABLES RELATIVES A LA REGENERATION NATURELLE DES ESSENCES

Les procédures de traitement des informations spécifiques à la régénération de chaque essence diffèrent selon le stade de développement (tableau 7.13) :

- *pour le stade « semis »*, la table reprend uniquement la proportion de la surface (PC en %) occupée par les brins de semis et estimée sur place par observation directe ;
- *pour les fourrés et gaulis*, la surface qu'ils occupent est estimée de la même façon que pour le semis ; le nombre de brins est calculé par extrapolation à l'hectare du nombre compté sur les placettes de 2,25 m de rayon, soit :

$$NHA = n \cdot Fext_r$$

où : NHA = nombre de fourrés ou de gaulis à l'hectare ;
 n = nombre de brins comptés sur la placette ;
 Fext_r = facteur d'extension de la placette « régénération ».

Tableau 7.13. - Liste des variables traitées relatives à la régénération.

VARIABLES	UNITES	DESCRIPTION
NT	n	Nombre de brins de régénération comptés de l'essence
NHA	n/ha	Nombre de brins de régénération de l'essence à l'ha
PC	%	Proportion de surface couverte par l'essence

7.6. PROCEDURES DE CALCUL DES VARIABLES DENDROMETRIQUES (NIVEAU UNITE D'ECHANTILLONNAGE)

Les caractéristiques dendrométriques au niveau de l'unité d'échantillonnage (U.E.) se déclinent en trois types (tableau 7.14) :

- les *variables calculées par sommation des valeurs propres aux essences de l'U.E.* (variables globalisées) (variables de type 1, § 7.6.1),
- les *variables spécifiques à l'essence principale de l'U.E.* (essence principale calculée en termes de surface terrière) (variables de type 2, § 7.6.2),
- les *variables propres à l'U.E.* calculées à partir des valeurs individuelles des arbres de l'U.E., toutes essences confondues (variables de type 3, § 7.6.3).

Tableau 7.14. - Liste des variables traitées disponibles au niveau de l'unité d'échantillonnage.

TYPE DE VARIABLES	NATURE DES VARIABLES
Obtenues par sommation (type 1)	Nombre de tiges Surface terrière Pourcentage en surface terrière (= 100 % par étage) Volumes de tous types Biomasses de tous types Quantité de carbone stockée Régénération naturelle
Spécifiques à l'essence principale (type 2)	Hauteur dominante Circonférence dominante Indice de fertilité
Propres à l'U.E. (type 3)	Circonférence moyenne du peuplement Densité de plantation Type de peuplement

7.6.1. VARIABLES GLOBALISEES AU NIVEAU DE L'U.E.

Les méthodes de calcul utilisent la formule générale du type suivant (exemple du volume) :

$$VHA = \sum_{i=1}^n VHA_i$$

où :

VHA = volume total à l'ha de l'U.E. (m³/ha) ;

VHA_i = volume à l'hectare de chaque essence présente dans l'U.E. (m³/ha) ;

n = nombre d'essences présentes dans l'U.E.

Toutes ces variables sont exprimées à l'hectare. Le tableau 7.15 reprend pour chaque type de matériel (bois vivants, morts, à terre, ...) les variables disponibles. Aucune de ces variables n'est enregistrée dans une table, toutes pouvant être facilement obtenues par « regroupement » lors de la réalisation des requêtes de calcul des résultats.

Tableau 7.15. - Caractéristiques de l'U.E. disponibles par globalisation des variables disponibles au niveau essence (exprimées à l'ha).

TYPE DE MATERIEL	CARACTERISTIQUES DISPONIBLES (/HA)	
Arbres vivants de la futaie	NHA GHA PCGHA VHA* BMHA* CHA*	nombre de tiges surface terrière pourcentage en surface terrière types de volumes calculés types de biomasses calculés types de quantités de carbone stocké calculés
Brins vivants du taillis	NHA GHA PCGHA VHA* BMHA* CHA*	nombre de tiges surface terrière pourcentage en surface terrière types de volumes calculés types de biomasses calculés types de quantités de carbone stocké calculés
Arbres morts sur pied	NHA GHA VHA* BMHA* CHA*	nombre de tiges surface terrière types de volumes calculés types de biomasses calculés types de quantités de carbone stocké calculés
Bois morts à terre	VHA BMHA CHA	type de volume calculé type de biomasse calculé type de quantités de carbone stocké calculé
Houppiers à terre	VHAHOUP BMHAHOUP CHAHOUP	type de volume calculé type de biomasse calculé type de quantité de carbone stocké calculé
Bois exploités	VHA* BMHASR CHA	types de volumes calculés type de biomasse calculé type de quantité de carbone stocké calculé
Régénération naturelle	NT NHA PC	nombre de tiges compté nombre de brins de régénération à l'ha proportion de surface couverte par l'essence (%)

* = plusieurs types de volumes, de biomasses ou de quantités de carbone stockées disponibles (voir descriptifs des tables correspondantes).

7.6.2. VARIABLES PROPRES A L'ESSENCE PRINCIPALE

Dans les peuplements purs ou quasi-purs, ces variables caractérisent l'essence principale de l'U.E. et sont disponibles au niveau de la table ESSF90 (elles concernent uniquement les arbres vivants de la futaie) :

- la *hauteur dominante* ;
- la *circonférence dominante* ;
- le *pourcentage de l'essence principale* ;
- l'*indice de fertilité de l'essence principale pour les pessières, douglasaies et mélèzières pures ou presque pures (80 % et plus d'épicéa, de douglas ou de mélèzes).*

Ces variables ne sont pas enregistrées dans une table spécifique mais sont extraites de la table regroupant les essences lors du calcul des caractéristiques de l'U.E.

7.6.3. VARIABLES PROPRES A L'UNITE D'ECHANTILLONNAGE

Elles sont calculées au niveau de l'U.E., toutes essences confondues. Elles concernent uniquement les arbres vivants de la futaie.

1° Circonférence moyenne du peuplement

La formule générale de calcul fournissant la circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne est la suivante :

$$CMOY = \left[\sqrt{\frac{GHA}{NHA} \cdot 4\pi} \right] \cdot 100$$

où :

- CMOY = circonférence moyenne du peuplement (cm) ;
 GHA = surface terrière du peuplement à l'ha (m²/ha) ;
 NHA = nombre de tiges du peuplement à l'ha (n/ha) ;

toutes essences confondues.

2° Densité de plantation

La variable DENS PLANTA (disponible dans PLA90), exprime la densité de plantation en nombre de plants à l'hectare et est calculée selon la relation :

$$DENS PLANTA = \frac{10^8}{DISTX \cdot DISTY}$$

- où : DENS PLANTA = nombre de plants à l'ha (n) ;
 DISTX = écartement de plantation dans la ligne (en cm) ;
 DISTY = écartement de plantation entre les lignes (en cm) ;

et pour autant que ceux-ci soient encore mesurables.

3° Type de peuplement

Le type de peuplement est déterminé sur base de la proportion en surface terrière de la (ou des) essence(s) principale(s) de l'U.E.

Cette convention de travail peut être prise en défaut si, par exemple, un arbre de dimension exceptionnelle d'une essence donnée croît au milieu d'un jeune peuplement d'une essence différente : son « poids » en surface terrière est tel qu'il peut induire un type de peuplement erroné.

• Les peuplements résineux

Dans les peuplements purs, l'essence principale occupe 100 % du peuplement en surface terrière. Elle est donc seule présente dans l'unité d'échantillonnage.

En ce qui concerne les peuplements quasi-purs, l'essence principale représente au moins 80 % de la surface terrière de l'unité d'échantillonnage, le reste étant occupé par des essences compagnes (résineuses ou feuillues).

Dans le cas de peuplements à deux ou plusieurs étages, chaque étage est considéré séparément mais seul l'étage dominant entre en ligne de compte pour la détermination du type de peuplement. Les types de peuplements résineux retenus sont décrits dans le tableau 7.16.

Tableau 7.16. - Composition des types de peuplements résineux.

ESSENCE PRINCIPALE	PROPORTION MINIMALE EN SURFACE TERRIERE (%)	TYPE DE PEUPLEMENT	
		CODE	DENOMINATION
Epicéa commun	80,0	5	Pessière
Douglas	80,0	6	Douglasaie
Mélèzes (Japon, Europe et hybride)	80,0	7	Mélèzière
Pins (Sylvestre et autres)	80,0	8	Pineraie
Résineux mélangés et/ou divers	50,0	9	Autre peuplement résineux

• Les peuplements feuillus

Le seuil de « pureté » a été fixé à 66,7 %, eu égard à l'hétérogénéité et à la diversité des formations feuillues rencontrées en forêt wallonne. Quatre types différents sont décrits (tableau 7.17). Ces seuils de pureté sont valables pour toutes les structures y compris le taillis simple. Dans le cas du taillis sous futaie et de la futaie sur taillis, c'est la proportion des essences présentes dans la réserve qui détermine le type de peuplement, indépendamment de la composition botanique du taillis.

Pour les peupleraies, le seuil de « pureté » a été fixé à 80 %, en peupliers.

Ces types de peuplements correspondent à des « normes » utilisées dans les présentations de résultats standardisés. L'utilisateur dont l'intérêt se porte sur l'une ou l'autre essence peut, en interrogeant la base de données, obtenir des résultats spécifiques relatifs à des peuplements non-prévus dans ces ta-

bleaux, par exemple ceux où une essence à elle seule représente 100, 80, 60, 50, 33 % du peuplement ou encore n'importe quel autre pourcentage déterminé par l'utilisateur lui-même.

Tableau 7.17. - Composition des types de peuplements feuillus.

ESSENCE PRINCIPALE	PROPORTION MINIMALE EN SURFACE TERRIERE (%)	TYPE DE PEUPEMENT	
		CODE	DENOMINATION
Hêtre	66,7	1	Hêtraie
Chênes indigènes	66,7	2	Chênaie
Feuillus nobles (ou précieux) purs ou en mélange (Erable, Frêne, Merisier, Orme, Chêne rouge, mélanges Hêtre - Chêne)	66,7	3	Peuplement de feuillus nobles
Autres feuillus ou mélange de feuillus divers	50,0	4	Autre peuplement feuillu
Peupliers (hybride, euraméricain)	80,0	10	Peupleraie

7.7. PRECISION DE L'ESTIMATION DES VARIABLES DENDROMETRIQUES

Les valeurs dendrométriques estimées pour lesquelles il s'est avéré utile de fournir des erreurs d'échantillonnage (= erreurs à caractère aléatoire) sont :

- le *nombre de tiges à l'hectare* (NHA),
- la *surface terrière à l'hectare* (GHA),
- les *volumes à l'hectare* (VHA).

7.7.1. CHOIX DE LA METHODE DE CALCUL DE L'ERREUR D'ÉCHANTILLONNAGE

Pour des raisons d'orthodoxie statistique, seul l'échantillonnage aléatoire et simple permet le calcul rigoureux de l'erreur d'échantillonnage (les unités sont choisies indépendamment les unes des autres et ont la même probabilité de faire partie de l'échantillon).

Parmi les méthodes approchées de calcul de l'erreur d'échantillonnage dans le cas d'un inventaire systématique, RONDEUX [1999] propose néanmoins le recours à *la méthode de l'échantillonnage aléatoire et simple* sauf :

- s'il existe un gradient dans la population à inventorier, cas où cette méthode surestime fortement la valeur de la variance de la moyenne ;
- s'il y a une auto-corrélation importante entre unités d'échantillonnage, situation où elle sous-estime cette variance.

En cas de variation périodique marquée au sein de la population, le plus grand risque est d'obtenir une estimation biaisée des valeurs moyennes, si la « longueur d'onde » de la variation est en phase avec la distance entre unités d'échantillonnage. L'écart entre unités d'échantillonnage (1.000 m sur 500 m dans le cas de l'IFW) limite fortement le risque d'observer une auto-corrélation (fait accentué par le haut degré de parcellisation de la propriété forestière wallonne) et donc de dépendance entre unités

d'échantillonnage (pré-requis à l'utilisation de la formule de calcul de la précision en inventaire par échantillonnage aléatoire et simple). Il est aussi utile de rappeler que le recours à cette formule donne lieu à une valeur d'erreur plus élevée que celle qui serait obtenue par utilisation d'une formule mieux adaptée au cas de l'échantillonnage systématique.

Dès lors, l'erreur d'échantillonnage (affectant l'estimation d'une variable y) qui sera utilisée s'écrit sous la forme :

$$e = t_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}_y}{\sqrt{n}}$$

où :

- e = erreur d'échantillonnage,
- $\hat{\sigma}$ = écart-type estimé de la population,
- n = nombre d'unités d'échantillonnage mesurées,
- t = variable de STUDENT ($\alpha = 0,05$).

L'erreur d'échantillonnage est le plus souvent exprimée en % de la moyenne de la variable à estimer pour la population et, pour un nombre d'U.E. supérieur à 30, la valeur t de Student est remplacée par la valeur normale réduite μ , ce qui conduit pour $\alpha = 0,05$ à l'expression :

$$e \% = \frac{100 e}{\bar{y}} = 100 \mu_{1-\alpha/2} \hat{\sigma}_{\bar{y}} / \bar{y}$$

où :

- $\hat{\sigma}_{\bar{y}}$ = écart-type estimé de la moyenne de la population,
- μ = variable normale réduite (pour $\alpha = 0,05$ et $n > 30$, $\mu_{1-\alpha/2} \approx 2$).

7.7.2. CALCUL DE L'ERREUR D'ECHANTILLONNAGE D'UNE VALEUR ESTIMÉE TOTALE

Au-delà des estimations des variables dendrométriques individuelles exprimées à l'hectare, il peut être intéressant pour l'utilisateur des résultats de connaître la précision d'une variable estimée sur la totalité d'une zone inventoriée (nombres de tiges et volumes totaux notamment). Dans ce cas, si la surface est estimée par comptage de points, l'erreur d'échantillonnage de cette variable sera formée de deux composantes :

- l'erreur affectant l'estimation de la variable considérée,
- l'erreur affectant l'estimation de la surface de référence.

En ce qui concerne le volume total ($VTOT$), il sera calculé par la relation :

$$VTOT = VHA \cdot STOT$$

dans laquelle :

- $VTOT$ = volume total pour la zone inventoriée (toutes essences confondues ou pour une essence) (en m^3) ;
- VHA = volume moyen à l'hectare (en m^3) ;
- $STOT$ = surface totale de la zone inventoriée (en ha).

Si l'on considère que les 2 variables VHA et STOT sont indépendantes l'une de l'autre, l'erreur-standard du volume total VTOT sera égale à [DAGNELIE, 1969 - 1970] :

$$\hat{\sigma}_{V_{TOT}} = \sqrt{\hat{\sigma}_{VHA}^2 \cdot \hat{\sigma}_{STOT}^2 + \hat{\sigma}_{VHA}^2 \cdot STOT^2 + \hat{\sigma}_{STOT}^2 \cdot VHA^2}$$

où :

- $\hat{\sigma}_{V_{TOT}}$ = erreur-standard estimée du volume total (en m³) ;
- $\hat{\sigma}_{VHA}^2$ = variance estimée du volume à l'hectare (en m³) ;
- VHA = volume moyen à l'hectare (en m³) ;
- $\hat{\sigma}_{STOT}^2$ = variance estimée de la surface inventoriée (en ha) ;
- STOT = surface totale de la zone inventoriée (en ha).

Si l'on considère en outre que le produit des variances estimées $\hat{\sigma}_{VHA}^2 \cdot \hat{\sigma}_{STOT}^2$ est négligeable, comparé aux carrés des valeurs STOT et VHA, il vient pour un degré de confiance de 0,95 que :

$$e \cong 1,96 \sqrt{\hat{\sigma}_{VHA}^2 \cdot STOT^2 + \hat{\sigma}_{STOT}^2 \cdot VHA^2}$$

7.8. SYNTHÈSE DES VARIABLES TRAITÉES

Le tableau 7.18 fournit un récapitulatif des variables disponibles dans la base de l'IFW, que ces variables soient observées, mesurées ou calculées. Elles y sont présentées en fonction du niveau et du domaine qu'elles concernent. Ce tableau est destiné à tout utilisateur potentiel des données et résultats de l'inventaire afin qu'il puisse sélectionner les informations qui lui sont utiles.

Tableau 7.18. – Liste des variables récoltées et calculées disponibles dans la base de données de l'inventaire forestier wallon.

NIVEAUX	DOMAINES	VARIABLES DISPONIBLES
Unité d'échantillonnage	Localisation	Numéro carte IGN, numéro de placette, coordonnées Lambert X et Y, cantonnement, triage, localité, province, région naturelle, territoire écologique
	Conditions de récolte des données	Date de récolte, heures de début et de fin des opérations, date d'encodage, équipe de travail, campagne de mesures
	Identification du propriétaire	Nature du propriétaire, numéro d'identification (si soumis) et numéro de massif (si soumis)
	Typologie du point	Dimension du massif, type de point
	Situation de l'unité d'échantillonnage	Rayon maximal, distance et direction du déplacement
	Description de l'interface (lisière)	Typologie, exposition, longueur, faciès, diversité biologique et composition
	Topographie	Type de relief, particularités du relief, exposition, pente, altitude
	Pédologie	Humus, type de profil, texture, classe de drainage, nature et abondance de la charge caillouteuse, profondeur du sol, prélèvement d'un échantillon de sol, particularités du sol, présence de drains et d'ornières
	Botanique	Relevés botaniques dans les strates ligneuses (plus de 10 m, de 3 à 10 m, moins de 3 m) et herbacée ; espèces végétales, coefficients d'abondance et de distribution
Peuplement	Description générale	Structure et type, origine, antécédent cultural (nature, éventuellement structure et type de peuplement)
	Mise à blanc	Essence exploitée, âge de la coupe, âge du peuplement exploité, cause de la coupe, surface exploitée
	Vide total (clairière, trouée)	Essence du peuplement, âge du peuplement, âge du vide, origine, surface occupée
	Régénération	Mode de régénération, stade de développement, essences régénérées
	Fonction du peuplement	Fonction principale du peuplement
	Dégâts de tempête	Age, intensité, surface affectée
	Dégâts de gibier sur le peuplement	Nature des dégâts, intensité, gravité, ancienneté, essence atteinte
	Dégâts de gibier sur la régénération	Nature des dégâts, intensité, gravité, ancienneté, essence atteinte
	Dégâts d'incendie	Age, surface atteinte
	Principales opérations sylvicoles	Elagage, nettoiement, éclaircie

Tableau 7.18 (suite 1). – Liste des variables récoltées et calculées disponibles dans la base de données de l'inventaire forestier wallon.

NIVEAUX	DOMAINES	VARIABLES DISPONIBLES
Peuplement	Travaux d'amélioration au peuplement	Elagage en hauteur, enrichissement par plantation, regarnissage, arbres de place, cloisonnement, taille de formation, divers, mesures de protection contre le gibier
	Conduite des éclaircies	Intensité, précocité, type d'éclaircie, régularité du peuplement, date de martelage éventuel
	Conditions d'exploitation	Difficultés, distance de débardage
	Etat sanitaire du peuplement	Nombre d'arbres malades, causes de la maladie, stade de la maladie, essence atteinte
	Qualité extérieure du peuplement	Appréciation générale, proportion d'arbres atteints, défauts apparents
	Densité de plantation	Ecartement de plantation dans et entre les lignes, densité de plantation à l'ha
	Caractéristiques dendrométriques globales du peuplement	Essence principale, âge de cette essence, nombre de tiges à l'ha, surface terrière à l'ha, volume bois fort tige sur écorce à l'ha, pourcentage en surface terrière de l'essence principale, circonférence et hauteur dominantes de l'essence principale, indice de fertilité de l'essence principale, circonférence moyenne toutes essences confondues
Essence	Arbres de la futaie (vivants)	Age, nombre de tiges à l'ha, surface terrière à l'ha, proportion de l'essence en surface terrière, hauteur dominante, circonférences moyenne et dominante, indice de fertilité, volumes à l'ha sur écorce (bois fort tige, branches, houppier, total, découpe bois d'œuvre, découpe 1 ^{er} défaut, découpes de la tige à 40-60-90 cm), volumes à l'ha sous écorce (bois fort tige et branches sur et sous écorce, total, bois d'œuvre, découpe 1 ^{er} défaut, découpes de la tige à 40-60-90 cm), biomasses à l'ha (ligneuse aérienne sous écorce, ligneuse aérienne sur écorce, aérienne non ligneuse, aérienne totale, racines et souche, totale), quantités de carbone à l'ha (partie aérienne, souche et racines, total)
	Brins de taillis (vivants)	Nombre de tiges à l'ha, surface terrière à l'ha, volume bois fort tige à l'ha, pourcentage en surface terrière, circonférence moyenne, biomasses à l'ha (aérienne totale, souche et racines, totale), quantités de carbone stockées à l'ha (partie aérienne, souche et racines, totale)
	Arbres morts sur pied	Nombre de tiges à l'ha, surface terrière à l'ha, volumes à l'ha (bois fort tige, bois fort branches, total), biomasses à l'ha (aérienne, totale, souche et racines, totale), quantités de carbone à l'ha (partie aérienne, souche et racines, totale)
	Bois morts à terre	Volume à l'ha, biomasse à l'ha, quantité de carbone à l'ha
	Houppiers abandonnés	Volume à l'ha, biomasse à l'ha, quantité de carbone à l'ha

Tableau 7.18 (suite 2). – Liste des variables récoltées et calculées disponibles dans la base de données de l'inventaire forestier wallon.

NIVEAUX	DOMAINES	VARIABLES DISPONIBLES
Essence	Arbres exploités	Volumes à l'ha (bois fort tige, bois fort branches, total), biomasse souche et racines à l'ha, quantité de carbone souche et racines à l'ha
	Régénération naturelle	Nombre de brins comptés et extrapolé à l'ha, surface couverte par la régénération
Individu	Arbres de la futaie (vivants)	Numéro individuel, espèce ligneuse, circonférence à 1,5 m, distance et azimuth par rapport au centre, étage de végétation, hauteur totale, hauteurs découpes marchande et 1 ^{er} défaut, qualité, défaut important, dégât de gibier, martelage, état sanitaire ; Volumes individuels (bois fort tige sur et sous écorce, bois fort branches, bois fort total, découpe bois d'œuvre sur et sous écorce, découpe 1 ^{er} défaut (sur et sous écorce), découpes à 40-60-90 cm sous et sur écorce) ; Représentativité de l'arbre à l'ha, surface terrière à l'ha, tous les volumes précédents extrapolés à l'ha, biomasses à l'ha (ligneuse aérienne sous écorce, ligneuse aérienne de l'écorce, aérienne non-ligneuse, aérienne totale, souche et racines, totale), quantités de carbone stockées à l'ha (partie aérienne, sol, totale)
	Brins de taillis (vivants)	Espèce ligneuse, circonférence à 1,5 m
	Arbres morts sur pied	Espèce ligneuse, étage de végétation, circonférence à 1,5 m, distance et azimuth vers le centre, circonférence milieu (si cassé), hauteur de la cassure, date de la mort, cause probable de la mort, représentativité à l'ha, surface terrière extrapolée à l'ha, volumes à l'ha (bois fort tige, bois fort branches, total), biomasses à l'ha (aérienne totale, souche et racines, totale), quantités de carbone stockées à l'ha (partie aérienne, souche et racines, totale)
	Bois morts à terre	Espèce ligneuse, circonférence-milieu, longueur du billon, datation, volume du billon extrapolé à l'ha, biomasse anhydre à l'ha, quantité de carbone à l'ha
	Houppiers abandonnés	Espèce ligneuse, distance et azimuth vers le centre, distance de la base du houppier à la souche de l'arbre dont il provient, circonférence de la tige à la découpe à la base du houppier, datation, volume du houppier extrapolé à l'ha, biomasse anhydre à l'ha, quantité de carbone à l'ha
	Arbres exploités	Espèce ligneuse, diamètre moyen de la souche (circonférence), distance et azimuth vers le centre, datation, volume sur écorce à l'ha (bois fort tige, bois fort branches, total), biomasse à l'ha de la souche et des racines, quantité de carbone stockée à l'ha

CHAPITRE 8

L'EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNEES

L'exploitation des données brutes et traitées consiste à produire les informations souhaitées à partir de requêtes portant sur de très nombreux critères de sélection. Elle est effectuée soit à partir de requêtes personnalisées directement sur les tables (§ 8.1), soit par le biais de « menus de sélection » programmés (§ 8.2), correspondant à des besoins d'exploitation de la base standardisés qui, en fait, regroupent un ensemble de requêtes prédéfinies. Les premières présentent les résultats dans des fichiers de type « ACCESS », les secondes les proposent dans des rapports dont la forme a été adaptée à leur nature et qui peuvent être fournis tels quels sans manipulation complémentaire.

8.1. SELECTION PAR REQUETES

Elle est principalement utilisée pour des besoins spécifiques qui n'ont pas été prévus dans les menus de sélection programmés, en raison de la particularité, de la rareté ou encore de la complexité de la demande.

Les résultats sont présentés sous la forme de fichiers de type « ACCESS » exportables vers WORD pour intégration à du texte ou vers EXCEL pour divers calculs ou transformations en tableaux et graphiques.

Certaines demandes très spécifiques peuvent exiger un complément de programmation (VISUAL BASIC) ou même des compléments de traitement (calcul de variables dérivées).

8.2. SELECTION PAR MENUS PROGRAMMES

Cette sélection s'opère à partir de menus standardisés, présentés sous forme d'écrans assurant un maximum de convivialité avec l'opérateur. Une connaissance minimale de la base de données (structure, contenu) et des notions d'échantillonnage sont toutefois indispensables afin d'éviter la sortie de résultats incohérents.

La sélection repose sur trois niveaux distincts :

- le niveau « *unité d'échantillonnage* », pour tout ce qui concerne les données relatives à l'unité d'échantillonnage et au peuplement ;
- le niveau « *essence* », pour toutes les données concernant les essences rencontrées ;
- le niveau « *arbre* », pour toutes les données individuelles spécifiques aux arbres mesurés.

Les données sélectionnées et les résultats obtenus par cette procédure sont proposés sous différentes formes de rapports qui sont présentés dans le chapitre 9 (rapports par structures, catégories de grosseur, classes d'âge, ...).

8.2.1. SÉLECTION AU NIVEAU « UNITÉ D'ÉCHANTILLONNAGE »

Le tableau 8.1 présente les différentes données qui sont utilisables en tant que critères de sélection aux sous-niveaux suivants : données générales, données du milieu et données du peuplement.

Tableau 8.1. - Critères de sélection accessibles par les menus du niveau « Unité d'échantillonnage ».

DONNEES GENERALES	DONNEES DU MILIEU	DONNEES DU PEUPLEMENT
IGN NPL Coordonnées X - Y Localisation (provinces, communes, cantonnements, triages, ...) Propriétaire (type de) Lisières Déplacement de l'U.E. Typologie du point Rayon d'approvisionnement	Topographie Pédologie Présence de drains, d'ornières Vocation forestière	Structure Type Vide et mise à blanc Antécédent cultural Origine du peuplement Dégâts de gibier, de tempête, d'incendie Etat sanitaire Qualité du peuplement Opérations sylvicoles Exploitation Bois mort à terre

8.2.2. SÉLECTION AU NIVEAU « ESSENCES »

Cette sélection concerne les *données relatives aux essences plus particulièrement les paramètres dendrométriques qui les caractérisent*. Eventuellement complémentaire à la sélection au niveau des placettes, elle peut porter sur les caractéristiques des essences rencontrées, outre les variables concernant le numéro de carte topographique et l'identification de l'U.E. (tableau 8.2).

Pour les variables quantitatives exprimées en valeur numérique, des limites inférieure et supérieure doivent être précisées dans le menu de sélection.

Tableau 8.2. - Critères de sélection au niveau des essences.

DESCRIPTION DU CRITERE DE SELECTION	TITRE	NATURE ET UNITE DU CRITERE (si mesuré)
Carte topographique de situation	IGN	Numéro IGN
Identification individuelle de l'U.E.	NPL	Numéro (1 à 320)
Etage de végétation	ETG	Code (1 ; 2 ; -1)
Espèce ligneuse mesurée	ESS	Code (1 à 55)
Age de l'essence	AGE	Mesure (années)
Nombre de tiges à l'hectare	NHA	Mesure (nombre)
Surface terrière à l'hectare	GHA	Mesure (mètres carrés)
Pourcentage de l'essence dans l'U.E.	PCGHA	Mesure (pourcent)
Hauteur dominante de l'essence	HDOM	Mesure (centimètres)
Circonférence dominante de l'essence	CDOM	Mesure (centimètres)
Circonférence moyenne de l'essence	CMOY	Mesure (centimètres)
Indice de fertilité stationnelle	IFER	Mesure (nombre)
Nombre de tiges à l'hectare	N1 – N5	Mesure (nombre)
Volumes divers à l'hectare	VHA	Mesure (mètres cubes)

8.2.3. SELECTION AU NIVEAU « ARBRES »

Cette sélection concerne les données relatives aux arbres vivants mesurés. Elle peut être utilisée seule ou en complément de sélections effectuées à un (ou aux deux) autre(s) niveau(x) (tableau 8.3).

Tableau 8.3. - Critères de sélection au niveau des arbres.

DESCRIPTION DU CRITERE DE SELECTION	TITRE	NATURE ET UNITE DU CRITERE (si mesuré)
Carte topographique de situation	IGN	Numéro IGN
Identification individuelle de l'U.E.	NPL	Numéro (1 à 320)
Numéro de l'arbre	NUM	Numéro (1 à n)
Etage de végétation	ETG	Code (1 ; 2 ; -1)
Espèce ligneuse	ESS	Code (1 à 55)
Circonférence à 1,5 m	CIR	Mesure (centimètres)
Hauteur totale de l'arbre	HT	Mesure (centimètres)
Hauteur à la découpe bois d'œuvre	HDM	Mesure (centimètres)
Hauteur à la découpe premier défaut	HDD	Mesure (centimètres)
Qualité de l'arbre	QUA	Code (1 à 4)
Défaut principal de l'arbre	DEF	Code (1 à 10)
Gravité des dégâts de gibier	DGIB	Code (1 à 3)
Présence d'une flache de martelage (âge)	MART	Mesure (années)
Etat sanitaire de l'arbre	ETA	Code (1 à 4)
Volumes individuels divers	V*	Mesure (mètres cubes)
Représentativité de l'arbre à l'ha	NHA	Nombre
Surface terrière de l'arbre extrapolée à l'ha	GHA	Mesure (mètres carrés)
Volumes divers extrapolés à l'ha	VHA*	Mesure (mètres cubes)

* Pour les différents types de volumes, voir le tableau 7.3.

CHAPITRE 9

LA PRESENTATION DES RESULTATS

Ce chapitre a pour objectif de présenter les différentes formes de résultats issus de l'exploitation de la base de données. Nous envisagerons successivement les *tableaux*, qui sont la présentation la plus fréquemment utilisée (§ 9.2), les *graphiques* qui permettent de visualiser les résultats des tableaux de manière à apprécier les tendances, similitudes ou écarts entre les valeurs (§ 9.3) et les *cartes* qui situent géographiquement les résultats chiffrés (§ 9.4). Nous traiterons enfin de la diffusion des résultats et de ses modalités (§ 9.5).

Les différentes présentations détaillées dans les lignes qui suivent peuvent être fournies à l'écran de l'ordinateur ou sous forme imprimée. Il est évidemment aussi possible de les transmettre sous forme de fichiers répondant aux exigences de logiciels de traitement statistique, de les transférer sur d'autres PC ou d'utiliser le courrier électronique.

9.1. REFERENCEMENT DES DONNEES

Sachant que l'inventaire ne couvre que 10 % du territoire chaque année et que c'est donc à périodicité de 10 ans qu'une image complète de l'ensemble peut être fournie, il est en principe nécessaire de recourir à un processus d'actualisation.

On fournit des résultats correspondant à une moyenne à travers tout (moyenne des valeurs estimées pour chaque « tranche » annuelle).

Dans l'hypothèse, par exemple, d'une production de résultats à périodicité de 5 ans, la moyenne calculée des conditions forestières observées sur ce laps de temps se référera à l'année centrale (2007 pour la période 2005-2009, par exemple).

9.2. TABLEAUX

Les résultats chiffrés sont obtenus par l'exécution de requêtes personnalisées (§ 8.1) ou par l'utilisation des menus standardisés (§ 8.2).

9.2.1. RESULTATS DE REQUETES SPECIFIQUES

Les résultats des requêtes spécifiques sont présentés dans les tableaux de conformation « Access », c'est-à-dire des tableaux à deux entrées avec une colonne par variable sélectionnée (quelle qu'elle soit : générale ou administrative, du milieu, relative au peuplement, variables dendrométriques, ...) et une ligne par niveau de sélection (soit par U.E., ou arbre selon le niveau choisi). Ces variables peuvent être triées. En cas de calculs de paramètres statistiques (moyenne, somme, amplitude, ...), seule la valeur du paramètre étudié est affichée.

9.2.2. RESULTATS DES « SELECTIONS STANDARDISEES »

Contenus dans des « rapports » (résultats en terminologie informatique) standardisés, les tableaux de présentation sont adaptés aux résultats issus de la sélection par menus programmés. Un soin particulier a été apporté à leur mise en page afin qu'ils puissent être directement communiqués aux demandeurs de résultats.

Les rapports comportant des paramètres dendrométriques ne concernent que les bois vivants de la futaie et/ou du taillis.

Un menu particulier permet de choisir le type de résultats après être entré dans l'étape « rapports » de l'application.

Plusieurs rapports sont prévus, adaptés aux peuplements et aux cas particuliers rencontrés. Ils se répartissent en treize grandes catégories en fonction du niveau de sélection (unité d'échantillonnage, essence, arbre) des résultats (tableau 9.1).

Lors de certains choix (catégories de grosseur et classes d'âge, par exemple), l'opérateur doit préciser davantage son choix : catégories de grosseur et critères de tri dans le premier cas, amplitudes des classes d'âge et types de rapports dans le second cas.

Sous le menu de choix principal, l'opérateur doit introduire, dans le cadre de l'estimation des surfaces et des erreurs d'échantillonnage, l'étendue dont un point est l'image. Il doit également préciser s'il souhaite disposer des erreurs d'échantillonnage affectant l'estimation des volumes globaux.

1° Rapport par unité d'échantillonnage

Objet

Ce rapport présente les caractéristiques propres aux unités d'échantillonnage sélectionnées par l'opérateur (propriétaire, cantonnement, régénération naturelle, ...).

Tableau 9.1. - Répartition des divers rapports selon leur nature et le niveau de détail des résultats.

NATURE DES RAPPORTS	NIVEAU(X) CONCERNE(S)
Rapports généraux	
Par unités d'échantillonnage	U.E.
Par unités d'échantillonnage et essences	U.E. et essence
Par unités d'échantillonnage (données dendrométriques)	U.E. et essence
Par arbres	Arbre
Par structures et types de peuplement	U.E. et essence
Par structures	U.E. et essence
Par classes d'âge	U.E. et essence
Par catégories de grosseur	Essence
Rapports particuliers	
Vides totaux	U.E.
Mises à blanc	U.E.
Régénération seule	U.E. et essence
Régénération sous un peuplement	U.E. et essence
Points « Autres affectations »	U.E.

Présentation

Le rapport se présente sous la forme d'une ligne par unité d'échantillonnage.

2° Rapport par unité d'échantillonnage et par essenceObjet

Ce rapport, de présentation semblable au précédent, propose, pour toutes les essences présentes dans l'unité d'échantillonnage ou pour une ou plusieurs d'entre elles, selon le choix de l'opérateur, les variables dendrométriques qui lui (leur) sont propres.

Présentation

Quelle que soit la nature des paramètres choisis, leur nombre ne peut excéder treize, IGN et NPL non comprises. La figure 9.1 propose un exemple de ce rapport.

3° Rapport par unité d'échantillonnage et par étageObjet

Ce rapport fournit, pour chaque unité d'échantillonnage, une synthèse standardisée des principales caractéristiques dendrométriques du peuplement.

Présentation

Le contenu de ce rapport (tableau 9.2) est prédéfini et ne peut être modifié par l'opérateur. Cette synthèse comporte pour chaque U.E. autant de lignes qu'il y a d'étages dans le peuplement (dominant, dominé, taillis).

Données par placette et par essence														
Mardi 2 mai 2000														
Nombre de placettes / essences : 12 Nombre de placettes : 7														
lgn	npt	stru_pl	peup_pi	etg	ess	age	nha	gha	vha	pcgha	hdom	cdom	cmoy	ifer
6812	197	1	1	1	1		19.8	6.4	88.3	27	2725	199	202	
6812	197	1	1	1	3		39.5	16.8	201.2	72		235	230	
6812	198	1	1	1	3		315.8	21.3	215.1	100	2438	182	92	
6812	217	1	3	1	1		39.3	7.9	103.4	36	2688	180	159	
6812	217	1	3	1	3		403.0	14.1	135.5	63		165	66	
6812	218	1	1	1	1		19.6	3.6	40.2	27	2225	152	152	
6812	218	1	1	1	3		39.3	9.4	106.7	72		182	173	
6812	235	1	1	1	1		29.5	6.1	72.8	31	2450	168	161	
6812	235	1	1	1	3		59.1	13.2	151.8	68		188	167	
6812	236	1	5	1	41	75	256.4	44.4	624.1	100	3250	177	147	1.8
6812	237	1	1	1	1		19.7	5.8	75.1	28			192	
6812	237	1	1	1	3		226.5	14.9	150.3	71		198	90	

Figure 9.1. – Exemple de rapport par unité d'échantillonnage et par essence.

Tableau 9.2. – Liste des variables disponibles dans le rapport par unité d'échantillonnage et par étage.

VARIABLE	DESCRIPTION	TYPE ET CODE OU MESURE
IGN	Numéro de la carte topographique	Numéro IGN
NPL	Numéro d'identification de l'U.E.	Numéro de 1 à 320
ETG	Etage de végétation	1, 2 ou -1
ESS	Espèce ligneuse principale de l'U.E. (en termes de surface terrière)	code (1 à 55)
AGE	Age de l'essence principale (uniquement pour les plantations résineuses et feuillues)	Mesure en années
NHA	Nombre total de tiges à l'ha, toutes essences confondues	Mesure (n/ha)
GHA	Surface terrière de l'U.E. à l'ha, toutes essences confondues	Mesure (m ² /ha)
VHA	Volume bois fort tige sur écorce à l'ha pour l'U.E., toutes essences confondues	Mesure (m ³ /ha)
PCGHA	Proportion en surface terrière de l'essence principale de l'U.E.	Mesure (%)
HDOM	Hauteur dominante de l'essence principale de l'U.E.	Mesure (cm)
CDOM	Circonférence dominante de l'essence principale de l'U.E.	Mesure (cm)
IFER	Indice de fertilité de l'essence principale (si épicéa, douglas ou mélèze)	Mesure (nombre)
CMOY	Circonférence moyenne (= circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne) de l'U.E., toutes essences confondues	Mesure (cm)

4° Rapport par arbre

Objet

Ce rapport regroupe, pour chaque arbre sélectionné, un certain nombre de données choisies par l'opérateur. Il est utilisé, entre autres, pour la présentation des résultats de chaque unité d'échantillonnage avec le détail arbre par arbre. C'est le document type adressé aux propriétaires forestiers désireux d'être informés des mesures et observations effectuées au sein des unités d'échantillonnage installées dans leur propriété et souhaitant disposer des résultats obtenus.

Présentation

Le rapport est constitué d'une ligne par arbre.

Un exemple de ce type de rapport fait l'objet de la figure 9.2.

5° Rapport par structures et types de peuplement

Objet

Ce rapport présente, pour chaque structure définie par l'inventaire et à l'intérieur de chacune d'elles pour chaque type de peuplement, des informations dendrométriques relatives à toute espèce ligneuse rencontrée sur les unités d'échantillonnage concernées par la sélection.

Données par arbre															
Mardi 2 mai 2000												Nombre d'arbres : 12			
lgn	npt	provl	prop	stru_pl	peup_pi	etg	num	ess	circ	ht	hdm	hdd	qua	def	eta
6812	217	2	1	1	3	1	1	3	159	2650	1150		3		1
6812	217	2	1	1	3	1	2	3	137	2575	1100		3		1
6812	217	2	1	1	3	1	3	1	197	2800	1350	500	2		1
6812	217	2	1	1	3	1	4	1	132	2625	950		3		1
6812	217	2	1	1	3	1	5	3	41	1425					1
6812	217	2	1	1	3	1	6	3	73	1850					1
6812	217	2	1	1	3	1	7	1	163	2575	1550		3		1
6812	217	2	1	1	3	1	8	3	127	2450	1050		3		1
6812	217	2	1	1	3	1	9	3	130	2500	1175	250	2		1
6812	217	2	1	1	3	1	10	1	137	2550	1450		3		1
6812	217	2	1	1	3	1	11	3	30	1100					1
6812	217	2	1	1	3	1	12	3	200	2600	800	400	2		1

Figure 9.2. – Exemple de rapport « données par arbre » (pour la signification des en-têtes des colonnes, voir tableaux 8.2 et 8.3).

Présentation

Pour les arbres de la futaie, à raison de 7 structures et de 10 types différents par structure, le rapport comporte donc un maximum de 70 tableaux. Pour le taillis, à raison de 4 structures et de 5 types par structure, il comporte un maximum de 20 tableaux (tableau 9.3).

Pour chaque essence rencontrée dans les unités d'échantillonnage de la (des) structure(s) et du (des) type(s) de peuplement répondant aux critères de sélection imposés ainsi que pour l'ensemble de ces essences (total repris dans la dernière ligne du tableau), l'utilisateur dispose de résultats calculés à partir des variables enregistrées dans les tables pour les essences des U.E. retenues.

Tableau 9.3. – Composition globale du rapport par structures et types de peuplement.

STRUCTURES	TYPES
1^{ère} partie du rapport : futaie	
Futaie à 1 étage	Hêtraies
Futaie à 2 étages	Chênaies
Futaie irrégulière	Feuillus nobles
Plantation	Autres feuillus
Jeune futaie	Pessières
Taillis sous futaie	Douglasaies
Futaie sur taillis	Mélèzières
	Pineraies
	Autres résineux
	Peupleraies
2^{ème} partie du rapport : taillis	
Futaie à 2 étages	Hêtraies
Taillis sous futaie	Chênaies
Futaie sur taillis	Feuillus nobles
Taillis	Autres feuillus
	Peupleraies

Le tableau 9.4 présente ces variables et la figure 9.3 propose un exemple type dans lequel le calcul de l'erreur d'échantillonnage sur les volumes, disponible en option, a été intégré au tableau des résultats.

Afin d'éviter tout risque d'erreurs dans l'interprétation des résultats, il convient de tenir compte de quelques précisions complémentaires relatives aux situations particulières suivantes :

- en *futaie à deux étages*, le type de peuplement pris en considération pour la classification du point d'échantillonnage est celui de l'étage dominant ; *les résultats repris dans le tableau de la futaie concernent les deux étages* (dominant et dominé) avec une ligne par étage où l'essence est présente ;
- pour le *taillis sous futaie*, la *futaie sur taillis* et la *futaie à deux étages*, *les résultats relatifs à la réserve (futaie) et au taillis sont présentés séparément* ; le taillis est classé dans le type de peuplement déterminé par la futaie ; sa surface n'intervient pas dans l'estimation totale des étendues occupées par ces structures ;
- le *taillis simple* est ventilé selon les cinq types feuillus en fonction de sa composition ; les surfaces qu'il occupe sont prises en compte dans l'étendue forestière totale ; les variables du taillis sont calculées de

la même façon que celles de la futaie.

Tableau 9.4. – Contenu du rapport par structures et types de peuplement pour la futaie.

VARIABLE	DESCRIPTION	TYPE ET CODE OU MESURE
STRUCTURE	Structure des U.E. sélectionnées	Texte
TYPE	Type des U.E. sélectionnées	Texte
ESS	Espèce ligneuse	Texte
ETG	Etage de l'espèce ligneuse	Code (1 ou 2)
NHA	Nombre de tiges à l'ha de l'essence (moyenne des U.E. mesurées)	Nombre (n/ha)
GHA	Surface terrière à l'ha de l'essence (moyenne des U.E. mesurées)	Mesure (m ² /ha)
CMOY	Circonférence moyenne de l'essence (moyenne des U.E. mesurées)	Mesure (cm)
VHA	Volume bois fort tige à l'ha sur écorce de l'essence (moyenne des U.E. mesurées)	Mesure (m ³ /ha)
PCGHA	Proportion de l'essence dans l'ensemble des U.E. mesurées	Mesure (%)
VGLOB*	Volume de chaque essence dans la structure et le type considérés	Mesure (m ³)
eVol*	Erreur d'échantillonnage ⁽¹⁾ sur VGLOB,	Mesure (m ³)
e%Vol*	Erreur d'échantillonnage ⁽¹⁾ sur VGLOB (exprimée en valeur relative)	Mesure (%)
Npla*	Nombre d'U.E. dans lesquelles l'essence considérée est présente	Nombre (n)

* : Variables présentées en option.

⁽¹⁾ pour un degré de confiance de 0,95.

6° Rapport par structure

Objet

Ce rapport, de conception identique au précédent, synthétise pour chaque structure les résultats relatifs aux différents types de peuplement présents dans chacune d'elles.

Présentation

Au niveau des arbres de la futaie, ce rapport compte donc 8 tableaux que vient compléter un neuvième globalisant les structures précédentes. Des tableaux synthétiques au nombre de 4 regroupent les résultats des taillis du taillis sous futaie, de la futaie sur taillis, de la futaie à deux étages et des taillis simples.

Les résultats disponibles sont identiques dans tous les cas, y compris les volumes globaux et l'erreur d'échantillonnage.

STRUCTURE	TYPE													
Futaie à 1 étage	Hêtraie	ESSENCE	ETG	NHA	GHA	CMOY	VHA	PCGHA	VGLOB	e Vol	e% Vol	N.Pla		
		Chênes indigènes	1	12.0	1.9	141.4	23.2	8.5	690441	63725	9	138		
		Chêne rouge	1	0.1	0.0	211.8	0.3	0.1	8816	328	4	2		
		Hêtre	1	235.4	20.2	103.9	249.5	89.6	7408877	370756	5	297		
		Erable sycomore	1	2.3	0.1	76.9	1.0	0.5	29386	8280	28	14		
		Frêne	1	1.0	0.0	75.8	0.6	0.2	17021	12275	72	8		
		Merisier	1	0.6	0.0	46.4	0.1	0.0	2521	1776	70	2		
		Bouleau	1	1.2	0.0	41.8	0.1	0.1	3439	881	26	3		
		Charme	1	4.0	0.1	44.4	0.4	0.3	13063	5193	40	9		
		Châtaignier	1	0.3	0.0	80.8	0.1	0.1	4309	145291	3372	1		
		Sorbier	1	1.6	0.0	32.7	0.1	0.1	2461	876	36	3		
		Tilleuls	1	0.0	0.0	181.0	0.1	0.0	3214	108377	3372	1		
		Epicéa commun	1	1.4	0.1	104.6	1.6	0.6	47913	21869	46	9		
		Sapin de Douglas	1	0.5	0.0	24.0	0.0	0.0	319	10743	3372	1		
		Pin sylvestre	1	0.1	0.0	122.5	0.1	0.0	2402	80	3	2		
		TOTAUX				260.6	22.6	104.4	277.2	100.0				
</														

7° Rapport par classes d'âge

Objet

Le rapport *par classes d'âge* concerne uniquement les peuplements équiennes et est donc spécifique aux plantations résineuses et feuillues.

Il présente, pour les différentes classes d'âge et essence par essence, un ensemble de variables moyennes calculées sur base des valeurs propres aux essences présentes dans les U.E. sélectionnées.

Présentation

Afin de cerner la réalité des multiples structures caractérisant les peuplements résineux, plusieurs rapports ont été créés en fonction de la structure et du type de peuplement.

L'opérateur accède à ces différentes options par un menu qui permet de déterminer :

- l'amplitude des classes d'âge (5 ans, 10 ans, 20 ans ou autre),
- la limite inférieure d'âge,
- la limite supérieure d'âge,
- le choix entre les résultats pour les résineux uniquement ou pour les feuillus uniquement ou pour les deux catégories d'essences,
- la nature du rapport qu'il souhaite obtenir.

• *Les peuplements purs ou quasi purs*

Dans le cas des peuplements purs, l'essence principale représente les 100 % de la surface terrière et occupe donc la totalité de l'étendue de l'unité d'échantillonnage (§ 7.6.3, 3°).

Quant aux peuplements quasi purs, ils sont composés d'une essence principale (présente sur plus de 80 % de la placette en surface terrière) et d'essences dites compagnes, occupant le solde, donc au maximum 20 %.

En conséquence, pour ces derniers peuplements, la surface de production du peuplement doit être répartie entre les essences rencontrées ; par convention, on admet que chacune d'elles occupe une surface de production fictive, calculée au prorata de sa représentation en surface terrière.

A titre d'exemple, si un point est l'image de 50 ha, pour une unité d'échantillonnage où le peuplement est constitué de 90 % de douglas et de 10 % d'épicéa, la surface de production attribuée au douglas sera de 0,9 point (soit l'équivalent d'un peuplement de 45 ha de douglasaie pure) et celle correspondant à l'épicéa de 0,1 point (soit l'équivalent de 5 ha de pessière pure).

Cette convention (§ 7.3.2) est indispensable à la présentation des résultats pour éviter qu'une même surface productive ne soit comptabilisée autant de fois qu'il y a d'essences sur l'U.E. Elle justifie la présence dans le tableau des résultats de fractions de points alors que par convention un point est toujours situé entièrement dans un même peuplement. En conséquence, les surfaces relatives à chaque peuplement pur en une seule essence seront comptabilisées séparément.

Remarques

Cette procédure, destinée à identifier le mieux possible les surfaces occupées par les arbres d'une même essence, a été adoptée dans l'éventualité de calculs d'évolution des peuplements au départ de modèles de croissance. Elle peut néanmoins être sujette à la critique dans les cas où un seul individu, en raison de ses dimensions nettement supérieures aux autres tiges (impliquant une surface terrière élevée), justifierait un peuplement quasi pur de cette essence ; de même, des essences compagnes introduites dans le seul but cultural pourraient induire en erreur lors de la détermination du type de peuplement.

Le tableau de résultats concerne les peuplements purs (figure 9.4) de structures 1, 6 et 7 (futaie à un étage, plantation, jeune futaie) et de types compris entre 5 et 8 (pessière, douglasaie, mélèzière, pineraie) pour les résineux ou 1, 2 et 10 pour les feuillus (hêtraie, chênaie, peupleraie).

Dans la première partie du rapport, les résultats sont présentés par essences et par classes d'âge (tableau 9.5).

Une colonne « âge inconnu » (symbole « - » dans la colonne « âge ») regroupe les unités d'échantillonnage pour lesquelles l'information « âge » n'a pu être recueillie.

La ventilation par classes d'âge des unités d'échantillonnage prises en compte intervient en fin de rapport dans le tableau « récapitulatif des surfaces occupées (en ha) ». Les nombres d'unités d'échantillonnage sont directement convertis en surfaces occupées en fonction de la représentativité d'une unité d'échantillonnage.

• *Les peuplements mélangés*

La présentation du tableau des résultats est identique à celle concernant les peuplements purs ou quasi purs. Il regroupe les unités d'échantillonnage dont la structure est 1, 6 ou 7 (futaie à un étage, plantation, jeune futaie) et le type de peuplement est égal à 9 (résineux mélangés).

• *Les peuplements à deux étages*

Ces peuplements nécessitent un traitement spécifique en raison de la *distinction entre les étages dominant et dominé*. Pour l'étage dominant, il convient également de distinguer les *étages dominants purs ou quasi purs* et les *étages dominants mélangés*. Les surfaces et les estimations dendrométriques diverses portent sur l'ensemble de la structure. L'appréciation des surfaces réellement occupées par des essences situées dans différentes strates poserait le problème du recouvrement des strates et donc celui des surfaces totales (qui seraient supérieures à celles des parcelles ou peuplements comportant ces essences).

En conséquence, on attribue donc la même surface à chaque composante du peuplement, qu'il s'agisse de l'étage dominant ou de l'étage dominé.

Les résultats sont présentés différemment selon les étages, tous deux faisant l'objet de calculs séparés portant au besoin sur les répartitions par classes d'âge en ne distinguant les peuplements purs et mélangés que pour l'étage dominant.

Classe d'âge de peuplements purs ou constitués à 80 % d'une même essence.												
<i>Mardi 2 mai 2000</i>												
Essence	Cl. d'âge	Nb.plac.	Nb.P.M.	Pl.M.%	Pl.N.M.%	NHA	GHA	VHA	CMOY	CDOM	HDOM	IFER
Epicéa commun												
	0-9	15	0	0.00	15.00							
	10-19	8	1	0.99	7.00	4404.0	41.2	191.2	34.0	45.0	11.38	3.73
	20-29	8	6	5.95	2.00	1795.3	35.9	281.7	50.5	75.0	17.96	2.24
	30-39	18	17	16.99	1.00	1613.9	42.8	389.5	58.3	82.6	20.54	2.40
	40-49	11	10	9.93	1.00	902.5	40.7	436.5	81.3	103.6	23.74	2.49
	50-59	2	2	2.00	0.00	201.8	21.7	285.9	115.0	143.2	29.57	1.34
	60-69	6	6	5.94	0.00	305.7	35.4	480.2	125.8	153.2	31.04	1.78
	70-79	3	3	3.00	0.00	258.4	37.4	509.5	134.0	158.9	31.04	2.23
	80-89	2	2	2.00	0.00	221.9	34.7	485.3	144.5	167.9	32.35	2.16
Sapin de Douglas												
	-	1	1	0.05	0.00	39.3	1.8	19.0	75.0			
	20-29	1	1	0.04	0.00	319.2	1.7	7.8	25.0			
Pin sylvestre												
	-	1	1	0.05	0.00	9.8	1.3	13.4	129.0			
Récapitulatif des surfaces occupées (en ha)												
	Cl. d'âge	Nb.plac.	Nb.P.M.	Nb.P.N.M.								
	0-9	1500	0	1500								
	10-19	800	100	700								
	20-29	800	600	200								
	30-39	1800	1700	100								
	40-49	1100	1000	100								
	50-59	200	200	0								
	60-69	600	600	0								
	70-79	300	300	0								
	80-89	200	200	0								
	Total	7300	4700	2600								

Figure 9.4. – Exemple de rapport par classes d'âge pour les peuplements purs ou quasi purs (voir tableau 9.5 pour la signification des en-têtes des colonnes).

Tableau 9.5. – Liste des variables disponibles dans le rapport « données par classes d'âge ».

VARIABLE	DESCRIPTION	TYPE ET CODE OU MESURE
Essence	Espèce ligneuse prise en compte	Texte
Cl d'âge	Classes d'âge considérées selon l'amplitude définie	Valeurs minimale et maximale de l'âge pour chaque classe (années)
Nb Plac	Nombre total d'U.E. dans lesquelles l'espèce ligneuse est présente	Nombre
Nb P.M.	Nombre d'U.E. mesurées dans lesquelles l'espèce ligneuse est présente	Nombre $Nb\ P.M. \leq Nb\ Plac$
PI M %	Nombre d'U.E. mesurées dans lesquelles l'espèce est présente, calculé en fonction du % de l'espèce ligneuse en surface terrière	Nombre $PI\ M\ \% \leq Nb\ P.M.$
PI N-M %	Nombre d'U.E. non mesurées calculé en fonction du % estimé de l'espèce ligneuse en surface terrière	Nombre $PI\ N-M\ \% \leq Nb\ Plac$ $PI\ M\ \% + PI\ N-M\ \% \leq Nb\ Plac$
NHA	Nombre moyen de tiges à l'ha sur base des U.E. mesurées	Nombre (n/ha)
GHA	Surface terrière moyenne à l'ha sur base des U.E. mesurées	Mesure (m ² /ha)
VHA	Volume bois fort tige moyen sur écorce à l'ha sur base des U.E. mesurées	Mesure (m ³ /ha)
CMOY	Circonférence moyenne des arbres des U.E. mesurées	Mesure (cm)
CDOM	Moyenne des circonférences des arbres dominants de l'essence dans les U.E. mesurées	Mesure (cm)
HDOM	Moyenne des hauteurs des arbres dominants de l'essence dans les U.E. mesurées	Mesure (cm)
IFER	Moyenne des indices de fertilité de l'essence dans les U.E. mesurées	Nombre

8° Rapport par catégories de grosseur

Objet

Le rapport présente, pour les essences concernées, un ensemble de paramètres dendrométriques par catégories de grosseur, à savoir :

- le nombre de tiges,
- la surface terrière,
- les différents types de volumes.

Ce type de rapport est destiné prioritairement à présenter des résultats en termes de volumes.

Quatre possibilités sont proposées pour le choix des catégories de grosseur :

- *catégories de grosseur (toutes essences confondues, 10 en 10 cm de circonférence)*
- *catégories marchandes feuillues*
- *catégories marchandes résineuses*
- *catégories marchandes au choix.*

Présentation

Deux modalités de présentation des rapports sont disponibles :

- *les données sont triées par catégories* : dans ce cas, pour chaque catégorie, toutes les essences pour lesquelles des arbres de cette dimension existent apparaissent dans le tableau ;
- *les données sont triées en fonction de l'essence* : pour chaque essence sélectionnée, le tableau propose les catégories de grosseur dans lesquelles se trouvent des arbres des U.E. sélectionnées.

Les rapports se présentent comme un ensemble de tableaux, soit par catégories, soit par essences. Les variables qui y figurent (tableau 9.6) sont sélectionnées à partir du menu « arbres ». Ces variables sont obligatoirement des valeurs ramenées à l'hectare et concernent le nombre de tiges, la surface terrière et différents types de volumes. La figure 9.5 montre un rapport du type « par catégories ».

Tableau 9.6. – Liste des variables disponibles dans le rapport par catégories de grosseur.

VARIABLE	DESCRIPTION	UNITE
Nom essence	Identification de l'espèce ligneuse	Texte
Catégorie	Définition de la catégorie concernée - Valeur centrale pour les catégories de 10 en 10 cm (circf) - Valeurs extrêmes pour les catégories commerciales - Valeurs définies pour les catégories personnalisées	cm
NHA	Nombre moyen de tiges à l'ha	n/ha
GHA	Surface terrière moyenne à l'ha	m²/ha
VHA	Volume moyen bois fort tige à l'ha	m³/ha
VHA se	Volume moyen bois fort tige à l'ha sous écorce	m³/ha
VHA_B	Volume moyen bois fort branches à l'ha	m³/ha
VHATOT	Volume moyen bois fort total sur écorce à l'ha	m³/ha
VHAHDM	Volume moyen bois d'œuvre à l'ha	m³/ha
VHAHDM se	Volume moyen bois d'œuvre à l'ha sous écorce	m³/ha
VHAHDD	Volume moyen découpe 1 ^{er} défaut sur écorce à l'ha	m³/ha
VHAHDD se	Volume moyen découpe 1 ^{er} défaut sous écorce à l'ha	m³/ha
VHAHOUP	Volume moyen houppier sur écorce à l'ha	m³/ha
VHAVC40	Volume de la tige jusqu'à la découpe de 40 cm sur écorce à l'ha	m³/ha
VHAVC40 se	Volume de la tige jusqu'à la découpe de 40 cm sous écorce à l'ha	m³/ha
VHAVC60	Volume de la tige jusqu'à la découpe de 60 cm sur écorce à l'ha	m³/ha
VHAVC60 se	Volume de la tige jusqu'à la découpe de 60 cm sous écorce à l'ha	m³/ha
VHAVC90	Volume de la tige jusqu'à la découpe de 90 cm sur écorce à l'ha	m³/ha
VHAVC90 se	Volume de la tige jusqu'à la découpe de 90 cm sous écorce à l'ha	m³/ha

9° Rapport des placettes « vide total »

Objet

Ce rapport fournit, pour les U.E. classées en « vide total », un ensemble d'informations qui les caractérisent (tableau 9.7).

Catégories de grosseur (ordonnées par catégorie)						
<i>Lundi 15 janvier 2001</i>			Nombre de placettes : 97			
Catégorie	Nom essence	SVHA	SVHAHDM	SVHAHOUP	SVHAB	SVHATOT
20-69	Bouleau	0.79	0.76	0.05	0.02	0.81
	Charme	0.23	0.23	0.00	0.00	0.23
	Chênes indigènes	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
	Epicéa commun	33.14				33.14
	Erable sycomore	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
	Hêtre	3.74	3.63	0.24	0.13	3.87
	Saule marsault	0.13	0.13	0.00	0.00	0.13
	Totaux	38.09	4.81	0.29	0.15	38.23
70-99	Bouleau	0.28	0.24	0.03	0.01	0.27
	Charme	0.69	0.65	0.10	0.05	0.75
	Chênes indigènes	0.83	0.79	0.12	0.08	0.91
	Epicéa commun	54.58				54.58
	Erable sycomore	0.16	0.17	0.02	0.01	0.16
	Hêtre	6.11	5.70	0.95	0.53	6.64
	Mélèze	1.02				1.02
	Sapin de Douglas	1.94				1.94
	Totaux	65.80	7.55	1.21	0.89	66.29
100-119	Chêne indigènes	4.42	4.19	0.80	0.57	4.99
	Epicéa commun	28.39				28.39
	Erable sycomore	1.01	0.95	0.16	0.10	1.11
	Hêtre	4.78	4.45	0.97	0.64	5.42
	Mélèze	3.12				3.12
	Totaux	41.73	9.59	1.94	1.31	43.04

Figure 9.5. – Présentation des résultats par catégories de grosseur.

Tableau 9.7. – Liste des variables proposées par le rapport « placettes en vide total ».

VARIABLE	DESCRIPTION	UNITÉ
IGN	Carte IGN de situation	Numéro IGN
NPL	Numéro d'identification de l'U.E.	Numéro (1 à 320)
X	Coordonnées X dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Y	Coordonnées Y dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Province	Province de situation de l'U.E.	Code (1 à 5)
Cant	Cantonement de situation de l'U.E.	Code DNF
Triage	Triage de situation de l'U.E.	Code DNF
Prop	Nature du propriétaire	Code (1 à 8)
Stru pl	Structure du peuplement environnant	Code (1 à 8)
Peup pl	Type du peuplement environnant	Code (1 à 10)
Age Peup	Age du peuplement environnant	Années
Essence	Essence principale du peuplement environnant	Texte
Age	Age du vide	Années
Cause	Origine du vide	Code (1 à 4)
Surf	Surface occupée par le vide	Code (1 à 5)

Présentation

Le rapport se présente sous la forme d'une énumération d'enregistrements, à raison d'une ligne par U.E. en vide total.

Lors de la conception du rapport, une sélection des variables disponibles a retenu les paramètres qui paraissent les plus adaptés à la description des U.E. situées en vide total et qui sont les plus demandés. Ces variables prédéterminées ne peuvent être modifiées, ni supprimées ni remplacées par d'autres.

10° Rapport des placettes « mises à blanc »**Objet**

Le rapport fournit, pour les U.E. classées en « mises à blanc », un ensemble d'observations permettant de les caractériser (tableau 9.8).

Présentation

Le rapport se présente sous la forme d'un fichier comprenant autant de lignes qu'il y a de mises à blanc sélectionnées.

11° Rapport « régénération naturelle »**Objet**

Ce rapport est destiné à présenter la régénération naturelle pour chaque unité d'échantillonnage où elle est présente ou acquise selon les modalités décrites dans le § 4.4.3.

Il a pour objectif l'estimation des surfaces occupées par la régénération naturelle (se-mis, fourrés, gaulis) et la densité du recrû naturel (fourrés et gaulis).

Tableau 9.8. – Liste des variables proposées par le rapport « placettes mises à blanc ».

VARIABLE	DESCRIPTION	UNITÉ
IGN	Carte IGN de situation	Numéro IGN
NPL	Numéro d'identification de l'U.E.	Numéro (1 à 320)
X	Coordonnées X dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Y	Coordonnées Y dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Province	Province de situation de l'U.E.	Code (1 à 5)
Cant	Cantonement de situation de l'U.E.	Code DNF
Triage	Triage de situation de l'U.E.	Code DNF
Prop	Nature du propriétaire	Code (1 à 8)
Stru pl	Structure du peuplement exploité	Code (1 à 8)
Peup pl	Type du peuplement exploité	Code (1 à 10)
Age Peup	Age du peuplement exploité	Années
Essence	Essence principale du peuplement exploité	Texte
Age	Age de la mise à blanc	Années
Cause	Origine de la mise à blanc	Code (1 à 4)
Surf	Surface de la mise à blanc	Code (1 à 5)

Présentation

Le rapport comporte deux variantes de présentation identique, l'une pour les U.E. où la régénération naturelle est seule, sans couvert, l'autre pour les U.E. où la régénération naturelle se développe sous le couvert des arbres de futaie (cas le plus fréquent).

Le fichier se présente sous la forme d'une liste des U.E. sélectionnées, comptant autant de lignes par U.E. qu'il y a d'essences régénérées et de stades de développement.

Chaque point est caractérisé par un ensemble de variables qui lui sont particulières (tableau 9.9).

Tableau 9.9. – Liste des variables proposées par le rapport « placettes avec régénération » ou « régénération seule ».

VARIABLE	DESCRIPTION	UNITÉ
IGN	Carte IGN de situation	Numéro IGN
NPL	Numéro d'identification de l'U.E.	Numéro (1 à 320)
X	Coordonnées X dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Y	Coordonnées Y dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Stru pl	Structure du peuplement régénéré	Code (1 à 8)
Peup pl	Type du peuplement régénéré	Code (1 à 10)
Prop	Nature du propriétaire	Code (1 à 8)
Régé	Stade de développement de la régénération	Code (1 à 3)
Essence	Essence régénérée	Texte
Tiges/ha	Nombre de tiges régénérées à l'ha (pour les stades 2 et 3)	n/ha
Pourcentage	Proportion de la placette occupée par la régénération (tous stades)	%

12° Rapport des « points particuliers »

Objet

Ce rapport propose une liste des points de l'inventaire catalogués comme « points particuliers ». Pour rappel (voir § 1.2.1 et 1.2.2), ils sont de deux types :

- les points forestiers « Autres affectations » sont des points situés en zones forestières dont la fonction n'est pas la production de bois (codification dans le tableau 4.1) ;
- les points boisés qui ne sont pas situés en zones forestières (codification dans le tableau 4.1).

Présentation

Le rapport se présente sous la forme d'un fichier comprenant une ligne par « point particulier ». Le tableau 9.10 comporte les variables proposées dans ce rapport.

Tableau 9.10. – Liste des variables proposées par le rapport « points particuliers ».

VARIABLE	DESCRIPTION	UNITÉ
IGN	Carte IGN de situation	Numéro IGN
NPL	Numéro d'identification de l'U.E.	Numéro (1 à 320)
X	Coordonnées X dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Y	Coordonnées Y dans le référentiel Lambert	Hectomètres
Province	Province de situation de l'U.E.	Code (1 à 5)
Cant	Cantonement de situation de l'U.E.	Code DNF
Prop	Nature du propriétaire	Code (1 à 8)
Code du point	Nature du point spécial	Code
		Type 2 : de 1 à 14
		Type 3 : de 1 à 8

9.3. GRAPHIQUES

Objet des graphiques

Les résultats précédents peuvent également être présentés graphiquement, sous forme conventionnelle ou sous des aspects davantage personnalisés. Ils ont l'avantage de procurer une visualisation des données, de leur répartition ou de traduire, de manière plus explicite, les écarts pouvant exister entre elles. Ils sont particulièrement utiles dans la perspective d'exprimer des tendances ou une évolution.

Préparation des données

Les résultats obtenus par requêtes spécifiques (§ 8.1) ou à partir des menus préprogrammés (§ 8.2) sont produits sous format « Access© ». Grâce à l'environnement Microsoft, ils sont facilement exportables vers un tableur permettant la création de graphiques via des procédures qui lui sont propres.

En fonction du type de résultats, les données de base sont issues directement des fichiers exportés ou déduites par calculs complémentaires (sommations, moyennes, fréquences, pourcentages, ...).

9.4. CARTES

Objet des cartes

Réalisées avec le Système d'Information Géographique ARCVIEW© de la Société ESRI, les cartes ont avant tout pour objectif de :

- *visualiser les résultats* de l'inventaire,
- *localiser la ressource* en matière ligneuse,
- *mettre en évidence* certaines caractéristiques essentielles des peuplements en termes de répartition géographique.

Les cartes possèdent l'indéniable avantage de localiser géographiquement l'information et de présenter à l'utilisateur une vue d'ensemble de la distribution des variables sur le territoire wallon ainsi que de mettre éventuellement en évidence des zones caractérisées par des valeurs spécifiques du(des) paramètre(s) étudié(s), comprises entre des limites déterminées ou des isozones (même niveau de productivité, même type de peuplement, ...).

Types de cartes

Deux types distincts de cartes sont réalisables dans le cadre de la méthodologie utilisée par l'inventaire :

- la *cartographie par points* (chaque unité d'échantillonnage est représentée par un point) ;
- la *cartographie par entité territoriale* dans laquelle les résultats sont présentés sous la forme de moyennes de variables tant quantitatives que qualitatives pour chaque subdivision du territoire wallon et peuvent être traduits en termes de classes elles-mêmes matérialisées par des couleurs ou gradients de couleur différents.

Pour réaliser ces cartes, plusieurs limites digitalisées sont disponibles actuellement : les limites territoriales de la Région wallonne, les provinces, les communes (entités après fusion), les cantonnements forestiers, les régions naturelles, les territoires écologiques, ...

Les fonds de cartes peuvent être matérialisés uniquement par leurs limites ou une « surcharge » peut les différencier entre eux : trame (pointillés, carrés, lignes, ...) ou couleur légère ou plus marquée.

9.4.1. CARTOGRAPHIE PAR POINTS

Principe de réalisation

Spécifique à l'*échantillonnage systématique*, cette cartographie permet de visualiser chaque point de sondage caractérisé par la variable ou le paramètre pris en considération (volume à l'hectare, classe d'âge, type de peuplement, ...). Chaque point de l'inventaire est ainsi représenté par un symbole (point, carré, cercle, triangle, ...) coloré selon une légende appropriée en fonction des valeurs prises par cette variable et contenues dans un fichier accessible au programme de cartographie.

Préparation du fichier de données

Le fichier de résultats est préparé par ACCESS à partir de requêtes spécifiques (§ 8.1) ou en utilisant les menus de requêtes préprogrammées (§ 8.2). Pratiquement tous les paramètres et toutes les variables contenues dans les tables de la base de données sont utilisables dans le cadre de cette cartographie, qu'il s'agisse de données brutes ou calculées, qualitatives ou quantitatives.

On peut citer à titre d'exemples des cartes de répartition des points par : classes de pente, types des peuplements, classes d'âge, surfaces terrières ou volumes à l'hectare, etc... (figure 9.6a).

9.4.2. CARTOGRAPHIE PAR ENTITE TERRITORIALE

Principe de réalisation

L'étendue sur laquelle porte l'inventaire est divisée en entités de surface plus ou moins restreinte, telles que les provinces, les cantonnements, les arrondissements administratifs, ou encore les communes (entités après fusion), ou, dans une autre approche, les régions naturelles et les territoires écologiques.

Cette cartographie consiste, dans un premier temps, à calculer, sur chacune de ces étendues, la *valeur moyenne* d'une variable (classe de fertilité, volume moyen à l'hectare, ...). Les valeurs de ce paramètre, déterminées à partir des mesures ou des observations, sont ventilées entre différentes classes et définissent la teinte dans laquelle est colorée chaque entité administrative ou l'intensité des trames (hachures, quadrillages ou pointillés) qui la remplissent.

Préparation du fichier de données

Le fichier de résultats est préparé par ACCESS à partir de requêtes spécifiques (§ 8.1) ou en utilisant les menus de requêtes préprogrammées (§ 8.2).

De nombreux paramètres récoltés ou calculés peuvent servir à créer ce type de cartes. L'opérateur choisit ces variables et juge lui-même de leur pertinence. On peut ainsi citer à titre d'exemples : la proportion de bois soumis parmi les zones forestières, la proportion de bois feuillus / bois résineux, le taux de boisement, le volume moyen à l'hectare (globalement ou pour un type de peuplement sélectionné), etc... (figure 9.6b).

9.5. DIFFUSION DES RESULTATS

L'arrêté du Gouvernement wallon portant exécution de l'article 203 du Code forestier instaurant l'Inventaire permanent des Ressources forestières de Wallonie (20 novembre 1997, *Moniteur Belge* du 20 janvier 1998), prévoit dans son article 2 que « *ces résultats sont largement diffusés par publication, communication à la presse ou par d'autres moyens* ». L'article 3 précise en outre que « *des résultats non-standardisés peuvent être également fournis à la demande, moyennant accord de l'Inspection générale de la Division de la Nature et des Forêts. Le Comité d'accompagnement est informé des résultats fournis, qui restent propriété de la Région* ».

9.5.1. PRINCIPAUX UTILISATEURS DE RESULTATS

Les résultats, généraux ou spécifiques, s'adressent à un large éventail d'utilisateurs potentiels ; cependant, ceux du type « résultats par unité d'échantillonnage » ne concernant qu'une propriété ne sont disponibles que pour le propriétaire de cette propriété ou ses ayants-droits.

Hormis cette restriction, les utilisateurs des résultats de l'inventaire forestier se rencontrent parmi :

- les gestionnaires de la forêt publique ;
- les institutions scientifiques (universités, centres de recherches) ;
- les bureaux d'étude ;
- les organisations internationales (FAO, CEE, Nations Unies, ...) ;
- les propriétaires publics ou particuliers ;
- le public au sens large du terme ;
- les exploitants forestiers et industriels de la première transformation du bois ;
- les milieux de l'enseignement général et de la formation professionnelle ;
- les associations environnementales ;
- les organismes de certification.

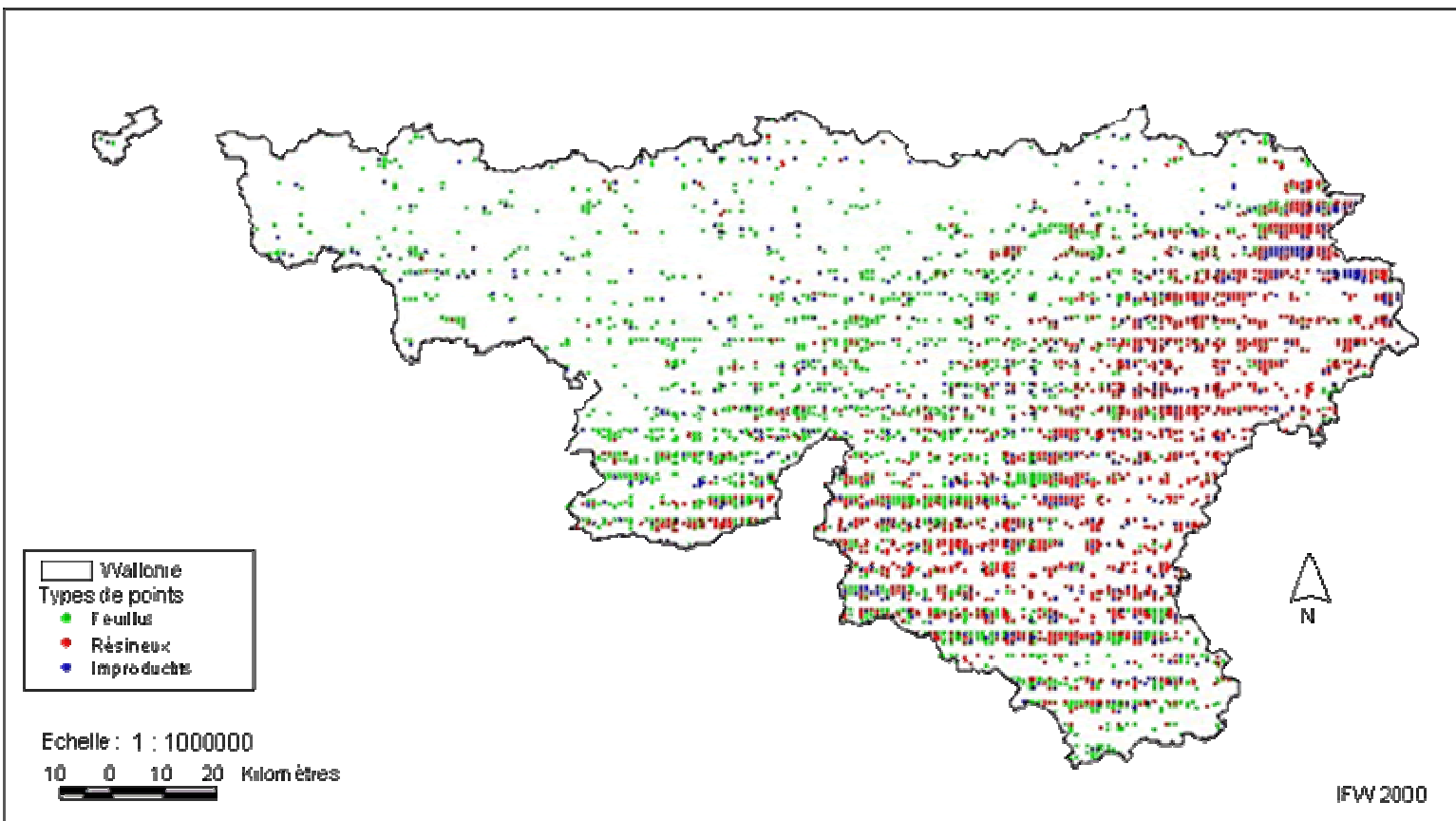


Figure 9.6a. – Types de cartographies produites.

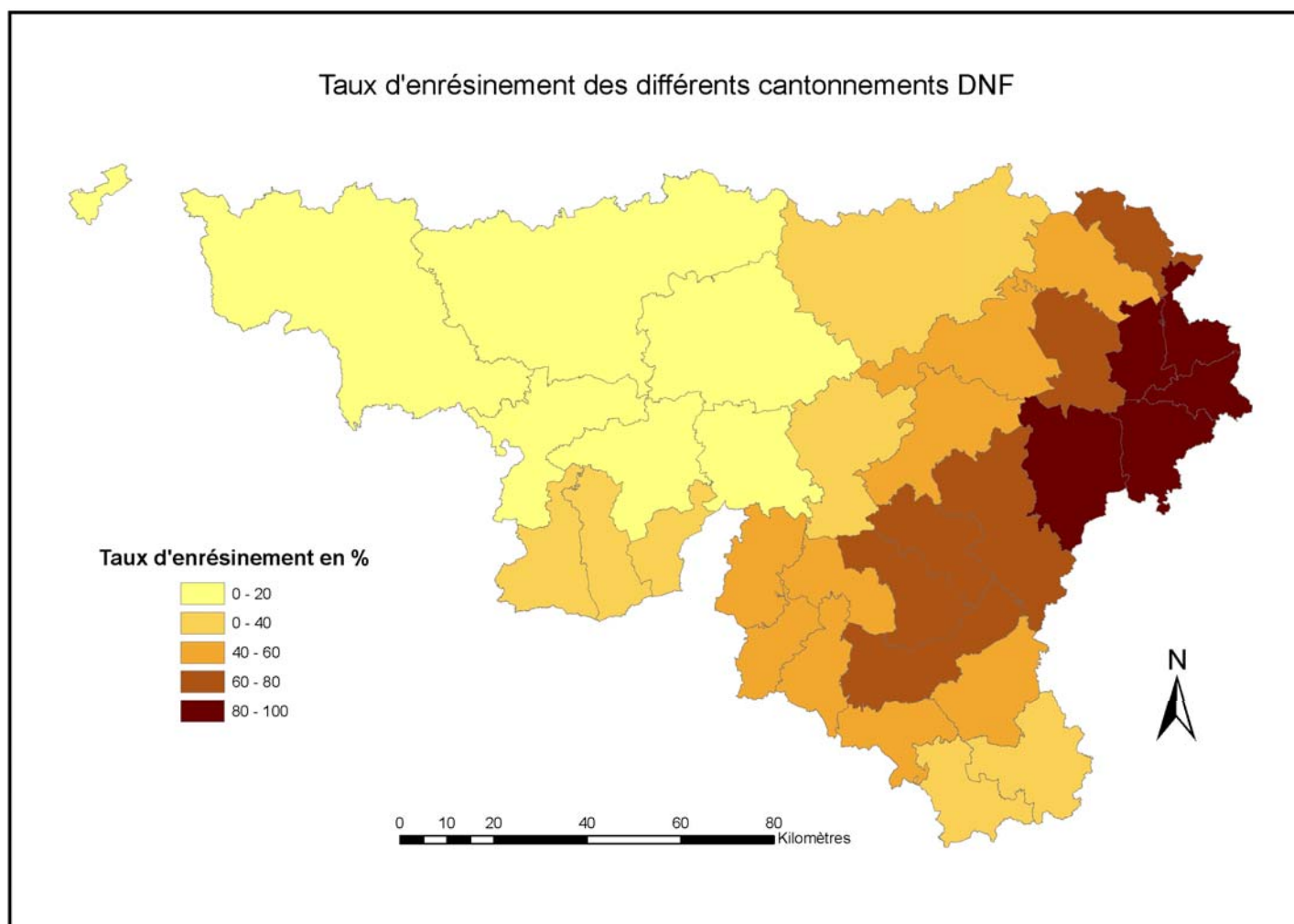


Figure 9.6b. – Types de cartographies produites.

9.5.2. DIFFUSION ET UTILISATION DES RESULTATS

1° Diffusion

Cette diffusion peut prendre plusieurs formes :

- de **simples fichiers de résultats** répondant à des questions générales ou spécifiques ; ces fichiers sont présentés sous forme informatique ou sous forme de rapports élaborés (rapports standardisés décrits au chapitre 9) ; cette présentation est disponible sur papier mais est le plus souvent souhaitée sur support informatique (fichier Excel, dossier attaché à un courrier électronique) car, dans la plupart des cas, ils sont destinés à être analysés et étudiés selon des méthodes statistiques (logiciels d'analyse de données) ;
- des **articles de revue**, soit de **vulgarisation**, soit à **aspect davantage scientifique** visent à exposer les résultats de l'inventaire dans certains milieux plus ciblés (propriétaires forestiers, chercheurs en gestion ou économie forestières, responsables d'inventaires forestiers nationaux étrangers) ; ces publications paraissent dans des revues spécialisées en foresterie ou traitant de matières environnementales ;
- des **publications chiffrées et détaillées** ont pour objectif de dresser un bilan statistique à la moitié du cycle de l'inventaire (5 ans) et au début de chaque nouveau cycle (10 ans). Ces rapports font largement appel aux tableaux, graphiques et cartes appuyés de commentaires destinés à en faciliter la lecture et expliquer le contenu des tableaux. Disponibles gratuitement et diffusés sous forme de fascicules, ils sont destinés avant tout à atteindre un public aussi large et varié que possible ;
- la tenue à jour d'un **site internet** présentant de façon conviviale et interactive le contenu des brochures d'information citées précédemment ; ce site internet comporte deux parties, l'une étant la mise en ligne de ce guide méthodologique, l'autre présentant des résultats parmi les plus significatifs. Il est consultable à l'adresse suivante : <http://environnement.wallonie.be/dnf/inventaire> (figure 9.7) ;
- des **posters synthétisant la méthodologie ou les résultats** (généraux ou ayant trait à des domaines précis) sont présentés à l'occasion d'expositions et de rencontres ayant pour thème la forêt, l'environnement ou la gestion durable en milieu forestier ;
- des **communications** lors de colloques, de journées d'étude, de forums de discussion organisés autour de thèmes proches de la forêt font connaître les résultats, que ce soit en matières d'économie forestière, de biodiversité, de gestion durable ou encore de techniques d'inventaire ;
- le cas échéant, **des publications et des diffusions de résultats** ainsi que des **publications à caractère plus scientifique** sont réalisées en collaboration avec l'appui scientifique à

l'inventaire mis en place par voie contractuelle entre la Région wallonne et la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (*Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels*), à la base de la mise en œuvre de l'inventaire. Ce même appui scientifique sert de relais et d'interface de communication au plan international via des programmes financés par l'Union Européenne ou d'universités et d'institutions de recherche oeuvrant au contact étroit des inventaires forestiers nationaux de leur pays.



Figure 9.7. – Page d'accueil du site internet de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières Wallonnes.

2° Utilisation

Le DNF est interlocuteur, dépositaire et producteur des statistiques forestières des différentes organisations internationales (FAO, Union Européenne, Commission économique pour l'Europe des Nations-Unies). La Cellule « Inventaire » a largement contribué depuis 14 ans à alimenter :

- les statistiques forestières pour les Evaluations des ressources forestières de la FAO/Commission économique pour l'Europe des Nations Unies de 2000 à 2005 (TBFRA 2000, TBFRA 2005) ; y compris des études complémentaires (Etudes sur les forêts plantées, par exemple) ;
- les indicateurs de gestion durable des forêts pour les Rapports sur l'Etat des Forêts en Europe pour les Conférence ministérielles pour la protection des forêts de Vienne (2003) et de

Varsovie (2007) ; y compris des études complémentaires (Etudes sur les forêts privées, par exemple) ;

- les rapports dans le cadre de la convention Cadre des Nations Unies sur le Changement climatique et du Protocole de Kyoto ;
- la production plus ponctuelle de données pour l'OCDE dans le cadre de rapportage sur la biodiversité (CBD).

De 2004 à 2008 grâce à l'accompagnement scientifique l'Inventaire forestier wallon a participé au programme COST E43 « Harmonisation of national forest inventories in Europe – Techniques for common reporting ». J. RONDEUX a piloté la rubrique « dead wood assessment » du Working group « Biodiversity assessment ». L'aide de N. LATTE, assistant de recherche et de F. BURNAY, programmeur, renforcée par la collaboration de C. SANCHEZ (Assistante scientifique à l'Inventaire forestier permanent du Grand-Duché de Luxembourg) a permis de participer activement à tous les travaux du COST E43 en vue d'identifier de nouvelles pistes, d'améliorer la prise de données, de diversifier celles-ci et surtout de contribuer à harmoniser les méthodes tant de collecte que de traitement des données au sein des 27 pays européens engagés dans ce programme.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUCHON J. [1975] - Précision des mesures de superficies par comptage de points. *Ann. Sci. For.*, Vol. 32, 2, 131-134.
- BOUDRU M. [1989] - *Forêt et sylviculture : traitement des forêts*. Gembloux, Presses Agronomiques de Gembloux, 365 p.
- CEE-ONU [1986] - *Les ressources forestières de la région de la CEE* (Europe, URSS et Amérique du Nord), p. 152.
- CHEVROU R.B. [1993] - La placette sol d'inventaire formée de plusieurs cercles concentriques. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 144, 4, 271-296.
- Circulaire n° 2619 du 22/09/1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier. Ministère de la Région wallonne. Direction Générale des Ressources naturelles et de l'Environnement. Division de la Nature et des Forêts, 112 p.
- DAGNELIE P. [1969] - *Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques*. Tome 1. Gembloux, Presses Agronomiques de Gembloux, 378 p.
- DAGNELIE P. [1970] - *Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques*. Tome 2. Gembloux, Presses Agronomiques de Gembloux, 451 p.
- 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* (Picea abies (L.) KARST). Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 123 p.
- DAGNELIE P., PALM R., RONDEUX J., THILL A. [1999] - *Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 148 p.
- DEL HODGE J. [1965] – Variable plot cruising – a short-cut slope correction method. *J. For.* **63**, 176-180.
- DELVINGT W., DOUCET J.L., JEANMART P. [1998] - *Vers une meilleure gestion des lisières forestières*. Ministère de la Région wallonne, Division de la Nature et des Forêts, Jambes, Note technique n° 10, 28 p.

- HEBERT J., RONDEUX J. [1990] - Assisted forest data capture with the PSION Organizer II. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, **25** (1), 167-175.
- HEBERT J., LAURENT C. [1995] - Estimation de la disponibilité de la ressource forestière. Cas d'une essence traitée en futaie équienne monospécifique. *Rev. For. Fr.* **47**, 572-580.
- INSTITUT NATIONAL DE STATISTIQUES [1976] - *Recensement général de l'Agriculture et des Forêts de 1970*. 261 p.
- KOESTEL G., LECOMTE H., RONDEUX J. [1999]. La gestion forestière durable en Région wallonne : L'apport de l'inventaire permanent. Partie 1 : Concepts généraux et étude de faisabilité. *Silva Belgica* **106**(1), 9-15.
- LECOMTE H., RONDEUX J. [1991a] - Les inventaires forestiers nationaux en Europe. Tentative de synthèse. Partie 1. *Silva Belgica* **98**(4), 13-19.
- LECOMTE H., RONDEUX J. [1991b] - Les inventaires forestiers nationaux en Europe. Tentative de synthèse. Partie 2. *Silva Belgica* **98**(6), 41-50.
- LECOMTE H., HEBERT J., RONDEUX J. [1992] - Estimation des dégâts de chablis à partir d'un inventaire forestier permanent. *Ann. Gembloux*, **98**, 49-62.
- LECOMTE H., KOESTEL G., RONDEUX J. [1999]. La gestion forestière durable en Région wallonne : L'apport de l'inventaire permanent. Partie 2 : Intégration des indicateurs à l'inventaire. *Silva Belgica* **106**(2), 7-14.
- ONCLINCK F., TANGHE M., GALOUX A., WEISSEN F. [1987] - La carte des territoires écologiques de la Wallonie. *Rev. belge géographie* **111**, 51-59.
- PAUWELS D., THIBAUT A., LEJEUNE P., RONDEUX J. [1997] – Elaboration de courbes de croissance en hauteur dominante pour les mélèzes (*Larix decidua* Mill. et *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) en Belgique méridionale. *An. Sci. For.* **56**(1), 1999, p. 27-34.
- RONDEUX J. [1979] - Détermination des surfaces forestières par comptage de points et par transects. *Ann. Gembloux*, **85**, 91 - 98.
- RONDEUX J. [1994] - L'inventaire forestier wallon : un outil de développement régional. *Wallonie* **34**, 3-8.
- RONDEUX J. [1996] – Ressources naturelles et inventaires intégrés : la logique du possible. *Cah. For. Gembloux* **12**, 18 p.
- RONDEUX J. [1999] - *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Gembloux, Presses Agronomiques de Gembloux, 521p.
- RONDEUX J., FAGOT J. [1984] - Les encodeurs portables : une nouvelle voie pour l'enregistrement électronique des données en forêt. *J. For. Suisse*. **135**, 27 - 35.

- RONDEUX J., THIBAUT A. [1996] - *Tables de production relatives au Douglas*. Gembloux, Presses Agronomiques de Gembloux, 154 p.
- RONDEUX J., LECOMTE H., FLORKIN P., THIRION M. [1996] - L'inventaire permanent des ressources ligneuses de la Région wallonne : principaux aspects méthodologiques. *Cah. For. Gembloux* **19**, 25 p
- RONDEUX J., LECOMTE H. [1997] - Estimation des dégâts de cervidés en pessière wallonne. *Forêt Wallonne* **31**, 6-9.
- RONDEUX J., PAUWELS D. [1998] – Le Forestor Vertex : une nouvelle génération de dendromètre. *Rev. For. Fr.* **50**, 59-65.
- RONDEUX J., CAVELIER T. [2001] - Inventaire forestier régional et saisie électronique des données : une synergie prometteuse. *Rev. For. Fr.* **53**(1), 81-87.
- RONDEUX J., BOURLAND N., HUART O., LECOMTE H. [2002] – Importance et dispersion de la maladie du hêtre en Région wallonne : premiers résultats d'un inventaire spécifique. *Silva Belgica* **109**(3), 22-30.
- RONDEUX J., LECOMTE H. [2005] – L'inventaire permanent des ressources forestières : observatoire et base d'un tableau de bord de la forêt wallonne. *Wallonie* **83**, 61-67.
- UN-CEE [1997] – *Temperate and Boreal Forest Resources assessment 2000, Terms and definitions*. United Nations, New-York and Geneva, July 1997, 13 p.
- ZOHRER F. [1978] - *On the precision of dot grid estimates*. Ressources Inventory notes BLM 12, Denver, Colorado, USDI Bureau of Land Management, 15 p.

LISTE DES PRINCIPAUX ACRONYMES

CEE : Communauté Economique Européenne

COST : European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research

DGOARNE : Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement

DNF : Département de la Nature et des Forêts

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

IFW : Inventaire Forestier Wallon

IGN : Institut Géographique National

INS : Institut National de Statistique

IPRFW : Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie

MCPFE : Conférence Ministérielle sur la Protection des Forêts en Europe

OCDE : *Organisation de la Coopération au Développement*

ONU : Organisation des Nations Unies

SGBD : Système de Gestion de Base de Données

TBFRA : Temperate and Boreal Forest Ressources Assessment

Table des matières

L'historique de l'inventaire forestier régional wallon	1
1. Le cadre de réalisation de l'inventaire	5
1.1. Objectifs	5
1.2. Domaine d'application	8
1.2.1. Zones forestières	9
1.2.2. Formations boisées non-forestières	10
1.2.3. Etendues concernées par l'inventaire wallon	10
2. Les bases méthodologiques de l'inventaire	11
2.1. Type d'échantillonnage	11
2.2. Taux d'échantillonnage et maillage	12
2.3. Unité d'échantillonnage	12
2.4. Inventaire des peupleraies	16
2.5. Modalités d'exécution de l'inventaire	16
3. L'installation de l'unité d'échantillonnage	19
3.1. Organisation du travail de terrain	19
3.2. Documents de travail	20
3.3. Matériel de mesure	20
3.4. Localisation de l'unité d'échantillonnage	22
3.4.1. Préparation du cheminement	22
3.4.2. Réalisation du cheminement	23
3.4.3. Déplacement du centre de l'unité d'échantillonnage	23
3.5. Délimitation de l'unité d'échantillonnage	25
4. La nature des données récoltées et les modalités de récolte	27
4.1. Informations générales	27
4.1.1. Données administratives	27
4.1.2. Classification du point	29
4.1.3. Données relatives à la localisation du point	32
4.1.4. Données relatives au morcellement du massif forestier	32
4.2. Observations relatives au milieu	33
4.2.1. Relevés topographiques	34
4.2.2. Relevés pédologiques	35
4.2.3. Relevés floristiques	38
4.2.4. Relevés propres aux lisières et interfaces	39
4.3. Données relatives au peuplement	44
4.3.1. Antécédent culturel du peuplement	44
4.3.2. Origine du peuplement	46
4.3.3. Fonction principale du peuplement	46
4.3.4. Structure du peuplement	48
4.3.5. Type de peuplement	53

4.3.6. Régénération	55
4.3.7. Sylviculture appliquée au peuplement.....	56
4.3.8. Age du peuplement	59
4.3.9. Dommages occasionnés au peuplement	59
4.3.10. Qualité et exploitation du peuplement	63
4.3.11. Etat sanitaire du peuplement.....	65
4.4. Mesures et observations individuelles	66
4.4.1. Mesures relatives aux arbres de la futaie.....	66
4.4.2. Brins de taillis.....	74
4.4.3. Régénération naturelle	75
4.4.4. Arbres exploités	77
4.4.5. Arbres morts sur pied	77
4.4.6. Bois morts abandonnés sur le sol	79
4.5. Synthèse des données récoltées.....	81
5. La saisie des données	85
5.1. Matériel et logiciel d'encodage.....	85
5.2. Procédure de saisie électronique des données.....	86
5.2.1. Nature des données encodables en saisie directe.....	86
5.2.2. Programme d'encodage	87
5.3. Description de la procédure	87
5.3.1. Processus d'encodage	87
5.3.2. Assistance à l'encodage.....	87
5.3.3. Procédure de validation des données encodées	90
5.4. Cheminement des données encodées	90
6. La gestion de l'information	91
6.1. Etapes de la gestion des données.....	91
6.1.1. Encodage.....	91
6.1.2. Réduction des données.....	93
6.1.3. Exploitation de la base de données	93
6.1.4. Présentation des résultats.....	93
6.2. Matériel informatique et logiciels utilisés	94
6.3. Structure de la base de données	94
7. Le traitement des données.....	97
7.1. Nomenclature des données traitées	97
7.2. Principales définitions et conventions.....	98
7.2.1. Facteur d'extension	98
7.2.2. Hauteur dominante	99
7.2.3. Tables de cubage	100
7.3. Estimation des surfaces.....	101
7.3.1. Surfaces occupées par les peuplements	101
7.3.2. Surfaces occupées par les essences.....	102

7.4. Procédures de calcul des variables dendrométriques (niveau individuel).....	102
7.4.1. Variables relatives aux arbres de la futaie	103
7.4.2. Variables relatives aux brins de taillis	106
7.4.3. Variables relatives aux arbres morts sur pied	106
7.4.4. Variables relatives aux arbres morts à terre.....	107
7.4.5. Variables relatives aux arbres exploités.....	107
7.5. Procédures de calcul des variables dendrométriques (niveau essence)	108
7.5.1. Variables relatives aux arbres de la futaie regroupés par essence	108
7.5.2. Variables relatives aux brins de taillis regroupés par essence	111
7.5.3. Variables relatives aux bois morts sur pied regroupés par essence.....	112
7.5.4. Variables relatives aux bois morts à terre regroupés par essence	112
7.5.5. Variables relatives aux arbres exploités regroupés par essence.....	113
7.5.6. Variables relatives à la régénération naturelle des essences.....	113
7.6. Procédures de calcul des variables dendrométriques (niveau unité d'échantillonnage).....	114
7.6.1. Variables globalisées au niveau de l'U.E.	114
7.6.2. Variables propres à l'essence principale.....	116
7.6.3. Variables propres à l'unité d'échantillonnage.....	116
7.7. Précision de l'estimation des variables dendrométriques.....	118
7.7.1. Choix de la méthode de calcul de l'erreur d'échantillonnage.....	118
7.7.2. Calcul de l'erreur d'échantillonnage d'une valeur estimée totale	119
7.8. Synthèse des variables traitées	120
8. L'exploitation de la base de données	125
8.1. Sélection par requêtes	125
8.2. Sélection par menus programmés	125
8.2.1. Sélection au niveau « unité d'échantillonnage »	126
8.2.2. Sélection au niveau « essences »	126
8.2.3. Sélection au niveau « arbres »	127
9. La présentation des résultats	129
9.1. Référencement des données.....	129
9.2. Tableaux	130
9.2.1. Résultats de requêtes spécifiques	130
9.2.2. Résultats des « sélections standardisées »	130
9.3. Graphiques.....	146
9.4. Cartes.....	147
9.4.1. Cartographie par points	148
9.4.2. Cartographie par entité territoriale.....	148
9.5. Diffusion des résultats.....	149
9.5.1. Principaux utilisateurs de résultats.....	149
9.5.2. Diffusion et utilisation des résultats	152
Bibliographie.....	155
Liste des principaux acronymes.....	159