



Proposition d'une méthode
d'inventaire « aménagement »
pour le diagnostic des
peuplements touchés par la
« maladie du hêtre » en
Région wallonne

Mai 2004



Proposition d'une méthode d'inventaire « aménagement » pour le diagnostic des peuplements touchés par la « maladie du hêtre » en Région wallonne

P. Lejeune¹, O. Huart¹, J. Rondeux¹



¹ Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux
Unité de Gestion des Ressources forestières et
des Milieux naturels (Prof. J. Rondeux)
Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux
lejeune.p@fsagx.ac.be, huart.o@fsagx.ac.be, rondeux.j@fsagx.ac.be

Introduction

L'inventaire du matériel sur pied constitue un outil indispensable pour une gestion raisonnée des peuplements forestiers présentant une structure irrégulière et se régénérant par voie naturelle. Pareil inventaire constitue en effet le seul moyen d'apprécier la structure et la composition du peuplement ainsi que sa dynamique de rajeunissement.

Une telle opération, lorsqu'elle est mise en œuvre à l'échelle d'une unité d'aménagement, voire d'une propriété, peut fournir au gestionnaire un *tableau de bord* synthétisant les principaux indicateurs d'état des peuplements et permettant d'orienter les choix stratégiques en matière d'aménagement.

L'intérêt d'un tel outil est renforcé lorsque les peuplements concernés ont connus des perturbations importantes, se traduisant par des prélèvements extraordinaires et l'apparition d'un déséquilibre profond au plan de la structure et de la composition.

L'objet du présent document est de décrire une méthode d'inventaire par échantillonnage permettant de collecter rapidement et avec une précision connue un ensemble d'informations utile à la gestion et l'aménagement de peuplements feuillus dont la surface peut varier de quelques centaines à plusieurs milliers d'hectares.

L'approche méthodologique qui a été retenue pour la conception du plan d'échantillonnage et pour la collecte des données est tout d'abord présentée. Les outils informatiques utilisés pour la préparation des inventaires, ainsi que pour la saisie et le traitement des données sont ensuite détaillés. Enfin, quelques exemples de résultats tirés d'inventaires réalisés dans le cantonnement de Florenville sont illustrés et commentés. En guise de conclusion, les perspectives d'application de la méthode ainsi que ses limites d'utilisation sont discutées.

Méthodologie

La méthodologie qui a été retenue est décrite en considérant successivement les éléments suivants :

- préparation du plan d'échantillonnage ;
- nature des éléments considérés par l'inventaire ;
- collecte des données ;
- suivi de l'inventaire au cours du temps.

Préparation du plan d'échantillonnage

L'inventaire utilise une grille d'échantillonnage de type systématique simple à maille rectangulaire orientée Nord-Sud et Est-Ouest. Par convention, la dimension de la maille est choisie de manière à disposer d'un

nombre d'unités d'échantillonnage (UE) compatible avec une erreur d'échantillonnage n'excédant pas 10 % pour ce qui concerne l'estimation de la surface terrière. L'expérience montre que dans les peuplements feuillus d'Ardenne, un tel inventaire doit comporter au moins 60 à 100 UE pour tenter d'atteindre pareil objectif de précision (voir encadré page 3). Ce nombre doit généralement être augmenté lorsque l'on souhaite exploiter les résultats de l'inventaire à l'échelle de strates définies au sein de la zone d'étude (triaje au sein d'une série, série au sein d'une propriété, ...). On admet cependant que les estimations produites à ces niveaux inférieurs peuvent être entachées d'erreurs plus importantes, pouvant aller jusqu'à 15, voire 20 %, en fonction de la superficie et de l'hétérogénéité des strates.

Ayant défini le nombre d'UE à installer, on en déduit les dimensions (largeur et hauteur) de la maille d'inventaire de façon à ce que celle-ci ait une forme carrée ou rectangulaire. On essaie, dans la mesure du possible, de fixer ces dimensions à des valeurs entières (200 x 200 m, 250 x 250 m, 200 x 400 m, 250 x 500 m, ...). Cela permet, le cas échéant, d'augmenter ultérieurement le taux de sondage en installant une sous-maille au sein de la maille principale. Si l'on opte pour une maille rectangulaire, on évitera des écarts trop importants entre la largeur et la hauteur de la maille (200 x 400 m sera préféré à 100 x 800 m par exemple).

D'une manière générale on peut admettre que pour des surfaces à inventorier comprises entre 500 et 5 000 ha, les grilles d'échantillonnage ont une dimension correspondant à l'installation d'une UE tous les 8 à 16 ha, ce qui correspond à un nombre d'UE allant de 60 à 300. La figure 1 représente un exemple de grille d'échantillonnage définie pour une zone d'étude correspondant à une série d'une contenance d'environ 1 200 ha, répartie sur 2 triages. La distance entre UE est de 200 m selon l'axe Est-Ouest et de 400 m selon l'axe Nord-Sud.

Nature des éléments considérés par l'inventaire

Les arbres

La méthode proposée s'attache en priorité à caractériser la structure et la composition des peuplements, par un recensement et une mesure des arbres présents au sein des UE. Le seuil d'inventaire pour la prise en compte des arbres est fixé à 40 cm de circonférence à 1,5 m de hauteur. En complément

des mesures dendrométriques, les arbres peuvent faire l'objet de toute une série d'observations visant à quantifier différents phénomènes : état sanitaire, dégâts de diverses natures, ...

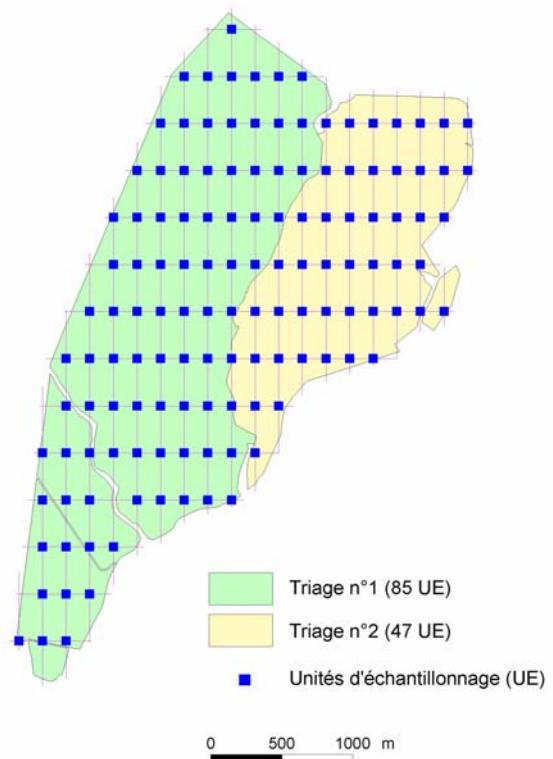


Figure 1. - Exemple de grille d'échantillonnage définie pour une zone d'étude correspondant à une série d'une contenance d'environ 1200 ha, répartie sur 2 triages. La distance entre UE est de 200 m selon l'axe Est-Ouest et de 400 m selon l'axe Nord-sud.

La régénération

Les arbres qui n'atteignent pas le seuil d'inventaire constituent, par convention, la régénération. Les peuplements visés par cette étude se régénérant principalement par voie naturelle, une attention particulière est portée à la quantification et à la caractérisation de cette régénération, qu'elle soit d'origine naturelle ou issue de plantations.

La végétation

Il peut s'avérer intéressant de procéder à une quantification et à une description de la végétation présente au sol. Celle-ci est en effet intéressante à considérer en relation avec la régénération des peuplements (enherbement empêchant l'installation des semis), l'estimation de la capacité d'accueil pour le gibier, ou encore avec la caractérisation des stations forestières ou de la biodiversité. Selon les objectifs poursuivis, la prise en compte de la végétation au sol se fera de manière plus ou moins détaillée.

Le bois mort

L'avènement de NATURA 2000 entraîne un regain d'intérêt pour les éléments susceptibles d'améliorer la

biodiversité. Le bois mort, qu'il se présente sous forme d'arbres debout ou d'éléments ligneux au sol fait partie de ces éléments. L'estimation de la quantité et de la qualité du stock de bois mort présent à l'échelle d'une unité d'aménagement ou d'une propriété peut présenter un intérêt pour le gestionnaire (figure 4).

La notion d'erreur d'échantillonnage

Le caractère fragmentaire de l'information récoltée dans un inventaire par échantillonnage induit inévitablement que les résultats produits sont entachés d'une erreur, qualifiée *d'erreur d'échantillonnage*. L'importance de celle-ci dépend principalement du nombre d'unités d'échantillonnage (fixé lors de la préparation du plan d'échantillonnage) et de la variabilité du paramètre estimé. Cette variabilité est exprimée par l'intermédiaire du *coefficient de variation* (CV). Sur base d'inventaires pilotes réalisés au cours des 3 dernières années, on peut considérer que le coefficient de variation de la surface terrière totale des futaies feuillues en Ardenne oscille entre 40 et 50 % (tableau 1). Des valeurs proches de 60 % ont été observées dans certains sites fortement touchés par la « maladie » du hêtre. La figure 2 montrent comment évolue l'erreur d'échantillonnage d'un paramètre estimé en fonction du nombre d'UE et du coefficient de variation. Ces valeurs sont à considérer pour des UE comportant en moyenne douze arbres.

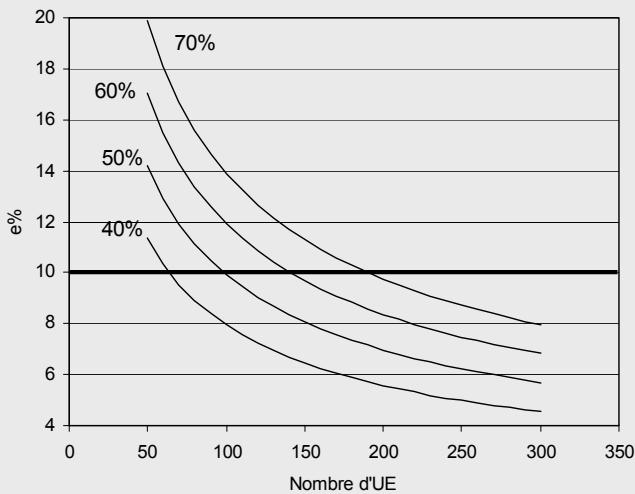


Figure 2. - Evolution de l'erreur d'échantillonnage en fonction du nombre d'UE et du coefficient de variation du paramètre estimé (40, 50, 60 ou 70 %) pour un niveau de confiance de 95 %.

Il est important de garder à l'esprit que le niveau d'erreur ainsi défini est une valeur « limite » liée à un niveau de confiance qui, par convention, est généralement fixé à 95 %. Cela signifie que l'erreur réellement commise est inférieure à cette valeur limite, dans 95 % des cas. La figure 3 illustre ce principe en montrant comment pourraient se distribuer les erreurs réelles commises lors de différents inventaires caractérisés par une erreur d'échantillonnage théorique de 10 %.

Tableau 1. - Inventaires « pilotes » réalisés dans des peuplements feuillus en Ardenne : surface inventorierée, dimension de la grille d'échantillonnage et coefficient de variation (CV) observé pour la surface terrière totale du peuplement.

| Lieu | Date | Surface totale (ha) | Surface/UE (ha) | Nombre d'UE | CV (%) GHA |
|-------------|------|---------------------|-----------------|-------------|------------|
| Haut-Fays | 2002 | 228,0 | 2 | 114 | 39,7 |
| St-Hubert | 2002 | 836,0 | 4 | 209 | 52,4 |
| St-Hubert | 2002 | 228,0 | 4 | 57 | 39,0 |
| Lacuisine | 2002 | 71,0 | 1 | 71 | 58,3 |
| Florenville | 2003 | 2637,5 | 12,5 | 211 | 37,2 |
| Anlier | 2004 | 312,0 | 8 | 39 | 39,0 |
| Chiny | 2004 | 2075,0 | 12,5 | 166 | 43,2 |

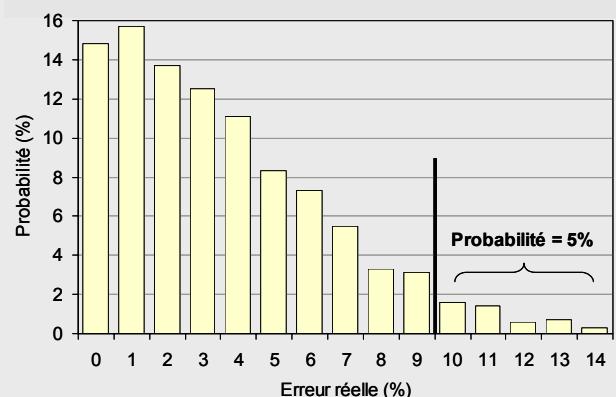


Figure 3. - Distribution de probabilité de l'erreur réelle pour un inventaire dont l'erreur d'échantillonnage est estimée à 10 %.



Figure 4. Exemple de bois mort au sol dans une hêtraie.

L'énumération qui précède souligne la diversité des données qu'il est possible de collecter avec la méthode qui est proposée. Celle-ci conduit à la mise en place d'un véritable inventaire multi-ressources capable de fournir des informations en relation avec plusieurs problématiques. Cette méthode présente en outre l'intérêt de pouvoir répondre ultérieurement à de nouvelles problématiques en utilisant le réseau d'échantillonnage en place pour y collecter les données nécessaires.

Collecte des données

La collecte des données s'effectue au sein des UE centrées sur les sommets de la maille d'échantillonnage. Chaque type d'éléments évoqués au paragraphe précédent fait l'objet d'observations et/ou de mesures en suivant un protocole défini de manière précise.

Sélection des arbres à mesurer

Les arbres sont sélectionnés en délimitant une plaque dite à *nombre de bois minimum*. Cela signifie que les n bois les plus proches du centre de l'UE reçoivent chacun un n° d'identification et sont l'objet des différentes mesures et observations. Le nombre n est généralement fixé à une valeur comprise entre 10 et 15. On peut admettre une valeur plus faible pour un inventaire couvrant une surface peu importante avec un nombre d'UE par unité de surface élevé. Inversement, le nombre de bois par UE peut être plus élevé lorsque l'inventaire couvre une surface plus importante correspondant à un taux de sondage plus faible.

La notion de nombre de bois minimum signifie qu'il s'agit d'un nombre de bois qui doit être atteint, mais qui peut être dépassé. Par exemple, si le nombre n est fixé à 12, et que lors de la délimitation de l'UE, 18 bois sont mesurés, les 6 arbres supplémentaires sont conservés dans l'UE. Sur le terrain, les opérateurs commencent par estimer la distance correspondant à un cercle pouvant contenir le nombre de bois recherché. Cette distance sert ensuite à départager les arbres qui font partie de l'UE de ceux qui en sont exclus.

Lorsque la densité du peuplement ne permet pas d'obtenir le nombre de bois suffisant au sein d'un cercle de 10 ares (rayon = 18 m), seuls les arbres présents au sein de cette surface sont comptabilisés.

Mesures et observations sur les arbres

Les arbres qui ont été sélectionnés font l'objet d'une mesure de circonférence à 1,5 m de hauteur. Le niveau de mesure est préalablement marqué d'un trait de griffe. Afin d'estimer le volume de bois « marchand » au sein des UE, il peut s'avérer nécessaire de mesurer ou d'estimer la hauteur de recoupe des arbres pour lesquels cette estimation se justifie (seuls sont pris en compte les arbres dont la circonférence à 1,5 m est supérieure à 90 ou 100 cm). Si un barème de cubage à une entrée (circonférence à 1,5 m) existe pour la zone inventoriée, les mesures ou les estimations de hauteurs peuvent être abandonnées.

Les arbres sont ensuite décrits individuellement, de manière plus ou moins détaillée. La fiche de terrain, ainsi que la liste des codes présentées en annexes 1 et 2 reprennent les principales variables susceptibles d'être enregistrées au niveau des arbres de l'UE. Lorsqu'une demande particulière est formulée par le gestionnaire, cette liste de variables ou la signification des codes utilisés peuvent être adaptées soit par une simplification ou par un niveau de détail plus important.

La distance des arbres au centre de l'UE est une information qui doit également être notée afin de pouvoir calculer la surface de l'UE. Lorsque le terrain présente une déclivité supérieure à 10°, il convient également de noter la pente du terrain.

Observations sur la régénération

La quantification de la régénération s'opère en estimant son recouvrement au sein d'un cercle de 12 m de rayon. L'utilisation de classes de recouvrement de

grande amplitude (figure 5) facilite l'appréciation du recouvrement par l'opérateur. Le recouvrement de la régénération est tout d'abord considéré de manière globale (recouvrement total), avant d'être scindé selon les essences et les stades de développement rencontrés. Lorsque des conditions particulières l'exigent, il peut également être opportun de faire la distinction selon la valeur d'avenir de la régénération observée. Cette distinction se justifie, par exemple, lorsque la régénération présente des dégâts d'aboutissement ou d'écorcement (figure 6).

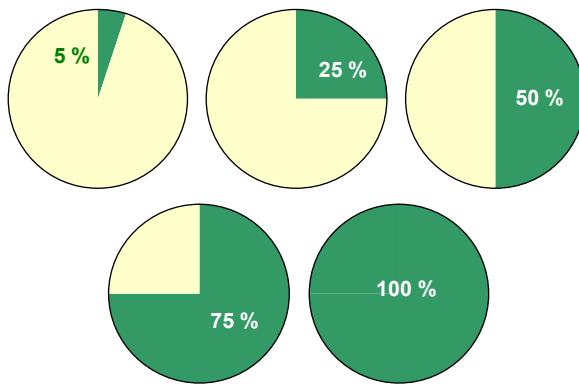


Figure 5. - Estimation du recouvrement de la régénération en considérant des classes de large amplitude : < 5 %, 5 - 25 %, 25 - 50 %, 50 - 75 %, 75 - 99 %, 100 %.



Figure 6. - Exemple de régénération sans valeur d'avenir.

Ces valeurs de recouvrement au sein des UE permettent, par extrapolation, d'estimer les surfaces de peuplements couvertes par la régénération, les surfaces pouvant être ventilées par essence, par stade de développement et par qualité.

Observations sur la végétation au sol

La description de la végétation au sol suit le même protocole que celui qui est proposé pour la régénération : il s'agit d'estimer le recouvrement de cette végétation au sein d'un cercle de 12 m de rayon, en utilisant les mêmes classes de recouvrement . Selon l'objectif poursuivi, cette estimation porte uniquement sur la végétation susceptible d'entraver l'installation de la régénération ou peut consister en un relevé phytosociologique. Dans ce dernier cas, le choix de la date à laquelle s'effectue le relevé de végétation conditionne largement la qualité du diagnostic. Pour s'assurer d'un relevé de végétation correct, on peut même suggérer de programmer celui-ci à une période différente de celle des autres observations réalisées au sein de l'UE.

Estimation du stock de bois mort

Le protocole qui est proposé dans cette méthode s'inspire largement de l'approche développée dans le cadre de NATURA 2000 en Région wallonne [WIBAIL *et al.*, 2004]. Il concerne uniquement le bois mort depuis plus d'un an présent sur le sol (les arbres morts sur pied sont décrits en même temps que les arbres vivants) et situés au sein d'un cercle de 18 m de rayon (UE pour le bois mort). Seul est pris en compte le bois mort dont le diamètre est supérieur à 20 cm. Lorsqu'une partie seulement d'un arbre couché est située dans l'UE, il convient de mesurer la longueur de la partie de grume incluse dans l'UE, ainsi que les diamètres des deux extrémités de cette partie (figure 7). Outre ces mesures dendrométriques, on note l'essence correspondante.

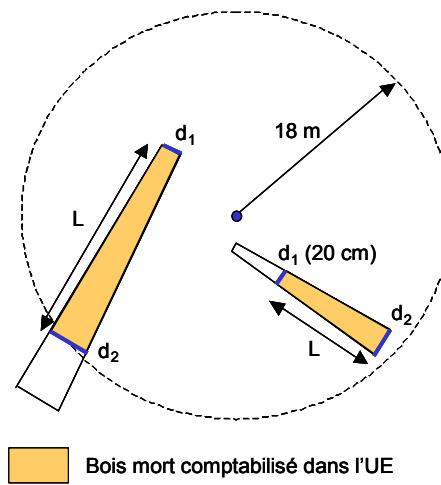


Figure 7. - Mesures de la longueur et des diamètres des éléments de bois mort situés au sein d'un cercle de 18 m de rayon.

Localisation des UE sur le terrain

Les opérations de localisation des UE sont facilitées par la préparation d'une carte reprenant le fond topographique, les limites de la zone à inventorier, ainsi que la grille d'implantation des UE (figure 8). Le cheminement vers les centres des UE s'opère classiquement à l'aide d'un matériel d'arpentage constitué d'une boussole forestière, d'un topofil et d'un clinomètre. Cette opération est de plus en plus réalisée en mettant à profit les fonctions de navigation offertes par les récepteurs GPS portables (GPS de type « randonnée ») (figure 9). Ces récepteurs présentent actuellement des niveaux de précision tout à fait acceptables dans le contexte de ce type d'inventaire.

Déplacement des UE

Il peut s'avérer nécessaire de déplacer le centre d'une UE par rapport à sa position théorique. On opère un tel déplacement lorsque cette position est trop proche d'une limite de peuplement et ne permet pas d'installer l'UE sans déborder sur l'élément voisin, ce dernier ne faisant pas partie de la zone à inventorier (figure 10). La distance et la direction du déplacement sont notées sur la fiche de terrain. La direction doit, idéalement, être perpendiculaire à la limite du peuplement et la distance est telle que le cercle représentant l'UE est tangent à la limite du peuplement.

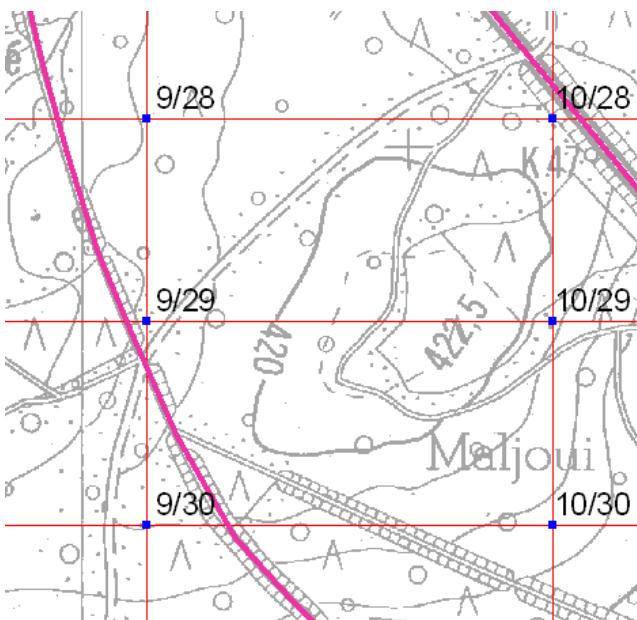


Figure 8. - Extrait d'une carte utilisée pour la recherche des UE sur le terrain : représentation du fond topographique, des limites de la zone à inventorier et de la grille d'échantillonnage.



Figure 9. – Utilisation d'un GPS de « randonnée » (modèle Garmin GPSmap 60C) pour le cheminement vers les centres d'UE (distance restant à parcourir : 25 m, la flèche indique la direction à suivre).

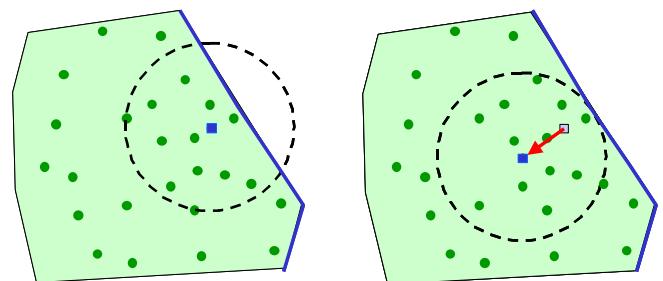


Figure 10. – Principe de déplacement des UE dont le centre est trop proche d'une limite de peuplement.

Suivi de l'inventaire au cours du temps

Une des principales caractéristiques de la méthode proposée est que les UE sont installées sur le terrain de manière permanente et peuvent faire l'objet d'un suivi au cours du temps. Pour que ce suivi soit réalisé de manière correcte, chaque UE, de même que chaque arbre au sein des UE doivent pouvoir être identifiés sans équivoque, même après un laps de temps important.

Les UE reçoivent un numéro d'identification au sein de la grille d'échantillonnage. Les arbres se voient attribuer un numéro d'ordre au sein de l'UE et sont localisés par rapport au centre de l'UE, en mesurant leur distance ainsi que l'azimut par rapport à ce centre.

Pour faciliter le repérage ultérieur des UE, deux méthodes peuvent être employées : la première consiste à matérialiser au moyen de numéros tous les arbres faisant partie de l'UE. La seconde consiste à ne marquer que 3 arbres qui jouent le rôle d'arbres témoins et qui permettent a posteriori de retrouver le centre de l'UE. Elle est préférée lorsque l'on souhaite limiter l'utilisation des marques de peinture. Si cette seconde solution est retenue, un schéma de localisation des arbres au sein de l'UE facilite grandement les opérations de remesurage (figure 11).

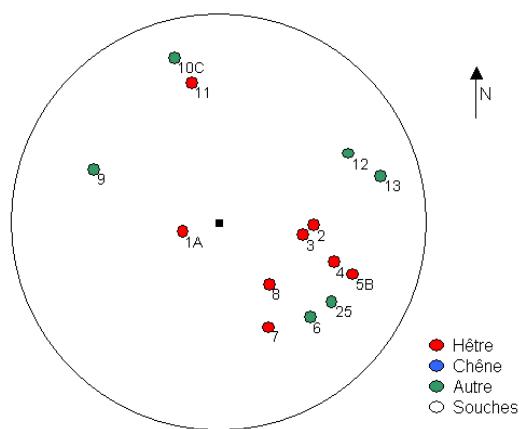


Figure 11. - Exemple de schéma indiquant l'implantation des arbres au sein de l'UE (les lettres A, B et C correspondent aux arbres témoins notés à la peinture sur le terrain).

L'intervalle de temps entre 2 opérations d'inventaires successives sera plus ou moins long en fonction de l'information recherchée. En situation normale, on peut considérer qu'une période correspondant à une demi-rotation voire à une rotation (6-12 ans) constitue un délai raisonnable entre deux inventaires successifs. Dans ce cas, le remesurage permet notamment de calculer des accroissements en grosseur et en volume. Certaines circonstances peuvent cependant justifier de programmer des remesurages à des intervalles plus rapprochés. C'est par exemple le cas quand on souhaite actualiser la connaissance de l'état des peuplements suite à une maladie ou à une épidémie importante.

Durée des opérations de terrain

Le temps nécessaire à la réalisation des opérations de terrain est influencé par plusieurs éléments, dont les plus importants sont : la configuration du terrain (relief), la distance séparant les UE, le niveau de détail des mesures réalisées. A titre d'exemple, un inventaire réalisé à partir d'une grille d'échantillonnage de 500 m x 250 m, en terrain moyennement accidenté a

été réalisé par des équipes de 2 personnes avec une cadence journalière d'environ 10 UE, soit 62,5 ha par homme.jour. Cet inventaire ne prenait cependant pas en compte la mesure des hauteurs de recoupes (utilisation d'un barème « aménagement » à une seule entrée) et ne réalisait aucune observation sur le bois mort.

Outils informatiques

Introduction

La confiance à accorder à un inventaire par échantillonnage tient non seulement au choix des modalités de sondage et à la qualité des données récoltées sur le terrain, mais également à la rigueur et au soin apportés à la gestion et au traitement de ces données. Cette seconde étape est d'autant plus importante à considérer qu'elle met en oeuvre des techniques et méthodes de calcul parfois sophistiquées que le forestier de terrain n'a pas l'habitude de manipuler quotidiennement. Il est donc apparu important de compléter la méthode d'inventaire proposée par un ensemble d'outils informatiques permettant aux utilisateurs de concentrer leurs efforts sur les opérations de terrain en leur facilitant au maximum les tâches de bureau.

Application IFG

(« Inventaires Forestiers de Gestion »)

L'ensemble des fonctionnalités informatiques liées à la méthode d'inventaire est intégré dans une application plus générale pouvant être utilisée pour différentes méthodes d'inventaires. Cette application, baptisée IFG (pour « Inventaires Forestiers de Gestion ») a été développée par la FUSAGx dans le contexte de l'Accord-Cadre de Recherche forestière (Action 1.3.2). L'application IFG est constituée de différents modules fonctionnant dans l'environnement Microsoft Excel®, chaque module étant dédié à une méthode d'inventaire particulière. La méthode d'inventaire présentée dans cette note utilise le module « Inv_amen.xls ». Le module souhaité est accessible depuis un module général (IFG.xls) ou en ouvrant directement le fichier Excel correspondant.

Les paragraphes qui suivent présentent brièvement les principales fonctionnalités de cette application. Un document plus détaillé est en cours de rédaction.

Préparation de l'inventaire

La préparation de l'inventaire comporte les étapes suivantes :

- définition de la zone d'inventaire et choix de la grille d'échantillonnage

La zone à inventorier étant définie sur carte, il convient de préciser les caractéristiques de la grille d'échantillonnage (largeur et hauteur de la maille) qui vont conditionner le nombre d'UE. Une procédure informatisée permet de préparer la grille d'échantillonnage en superposant celle-ci à la carte de la zone à inventorier.

Il est intéressant de noter qu'une même grille peut être utilisée au sein d'une zone importante (par exemple un cantonnement) pour plusieurs inventaires distincts au sein de cette zone.

- préparation des documents de terrain

Une autre procédure permet de générer les cartes qui sont utilisées sur le terrain pour la recherche des UE. Cette carte reprend la grille d'échantillonnage, les limites du parcellaire de gestion, ainsi que le fond topographique au 1/10.000^e ou un orthophotoplan couleur (figure 12). La même procédure informatique permet de générer un fichier contenant les données pouvant être chargées sur un GPS pour la navigation vers les centres d'UE.

La fiche de terrain, ainsi que la liste des codes utilisés pour les différentes variables codifiées, sont également imprimées au départ de l'application Excel (annexes 1 et 2).

Encodage des données

Le travail d'encodage concerne principalement les données qui sont collectées sur le terrain dans les différentes UE.

L'application « Inv_amen.xls » comporte une feuille permettant l'encodage des données de terrain. Cette feuille constitue une réplique exacte de la fiche de terrain (figure 13). Elle peut être utilisée pour la saisie de nouvelles UE ou pour vérifier et corriger des données encodées précédemment. Lors de la sauvegarde des données (bouton « Sauvegarder »), plusieurs contrôles de cohérence des données sont effectués, de manière à limiter les erreurs d'encodage. Malgré ces tests, il est vivement conseillé de procéder à une vérification systématique des données encodées, en

réaffichant celles-ci à l'écran et en les comparant aux données présentes sur la feuille de terrain.



Figure 12. - Extrait d'une carte utilisée pour la recherche des UE sur le terrain : représentation d'un orthophotoplan, des limites de la zone à inventorier et de la grille d'échantillonnage.

Traitement des données

L'application « Inv_amen.xls » comporte également une fenêtre consacrée au traitement des données. Avant d'exécuter le traitement (bouton « Exécuter »), l'utilisateur est invité à préciser un certain nombre de paramètres qui vont intervenir dans la présentation des résultats (figure 14). Ces paramètres concernent principalement les points suivants :

- sélection : cette rubrique permet de préciser la ou les strate(s) sur la(les)quelle(s) vont s'exécuter les traitements. Cette stratification peut être définie en considérant différents niveaux de découpage du parcellaire de gestion, à la condition que ces niveaux soient définis pour chaque UE.
- groupes d'essences : la définition de groupes d'essences permet d'afficher les résultats sous forme de tableaux synthétiques. Deux groupes d'essences peuvent être définis par l'utilisateur, l'application créant automatiquement un troisième groupe avec les autres essences.

La durée du traitement, qui s'effectue en cliquant sur le bouton « Exécuter », varie en fonction de la puissance du PC et du nombre d'UE. Cette durée dépasse rarement les 60 secondes.

| Inventaire : futaie feuillue commune de Florenville (2004) | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------|----------------------|-----------|----------------------|---------------|--------|----------|
| N° UE : | <input type="text"/> | Déplac : | <input type="text"/> | X : | <input type="text"/> | | | |
| Date : | <input type="text"/> | Dist (m) : | <input type="text"/> | Y : | <input type="text"/> | | | |
| Opérat : | <input type="text"/> | Azimut : | <input type="text"/> | Rmax : | <input type="text"/> | | | |
| Pente ° : | <input type="text"/> | | | | | | | |
| Arbres | | | | | | | | |
| N° | Ess | Dist (m) | Azimut | c150 (cm) | Sanit | Dégât/ facies | Statut | Hrec (m) |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |

Figure 13. - Extrait de la feuille d'encodage des données d'inventaire (application « Inv_amen.xls »).

| | | |
|---|---|--|
| Inventaire : | <input type="text" value="futaie feuillue commune de Florenville"/> | Surface estimée : 2637.5 ha (211 UE) |
| Année : | <input type="text" value="2004"/> | |
| Sélection : | <input type="text" value="Toute la zone couverte par l'inventaire"/> | <input type="button" value="Sélection"/> |
| Groupes essences : | <input type="text" value="HE"/> <input type="text" value="CH"/> | |
| Titre 1 : | <input type="text" value="Futaie feuillue de la Commune de Florenville"/> | |
| Titre 2 : | <input type="text" value="Toute la zone couverte par l'inventaire"/> | |
| Ess à exclure dans typo : | <input type="text"/> | |
| <input type="button" value="Exécuter"/> | | |

Figure 14. - Extrait de la feuille de traitement des données d'inventaires (application « Inv_amen.xls »).

Résultats

Le traitement des résultats est suivi d'une mise à jour de la feuille « Résultats ». Dans l'état actuel de développement du module de traitement, celle-ci contient les éléments suivants :

- Caractéristiques dendrométriques moyennes des peuplements (arbres sains non martelés) :

- ✓ valeurs globales et valeurs par groupes d'essences,
- ✓ diversité spécifique exprimée en termes de surface terrière,
- ✓ distribution des UE par classes de surface terrière ;

- Typologie des peuplements en fonction de différents critères :
 - ✓ composition,
 - ✓ structure,
 - ✓ surface terrière et régénération ;
- Importance des arbres dépérissants, martelés et des arbres morts sur pied ;
- Importance du prélèvement depuis le dernier inventaire ;
- Recouvrement de la régénération.

La mise en page de la feuille « Résultats » permet son impression au format A4. L'annexe 3 présente un extrait d'impression de cette feuille résultats pour l'inventaire considéré dans le paragraphe suivant (commune de Florenville).

Exemple d'application

Introduction

L'objet de ce paragraphe est d'illustrer, par un exemple concret, les possibilités d'utilisation des résultats fournis par la méthode d'inventaire proposée. Il concerne les peuplements feuillus de la forêt communale de Florenville. Ceux-ci couvrent une superficie d'environ 2 640 ha, relevant de 11 triages et répartis en 7 séries d'aménagement situées en Ardenne ou en Gaume. Le plan d'échantillonnage est constitué d'une grille de 500 m sur 250 m correspondant à 211 UE (soit 1 UE par 12,5 ha de surface forestière). Ces peuplements ont été parcourus en inventaire à deux reprises : au début de l'année 2003 et de l'année 2004. Lors du second passage, seuls l'évolution de l'état sanitaire des arbres et de leur statut (vivant, mort, martelé, ...) ont été notés. Un accroissement théorique a été appliqué aux arbres vivants pour estimer les grosseurs des arbres en 2004 sur base de celles mesurées en 2003. Le tableau 2 rassemble une série d'indicateurs synthétisant l'état des peuplements au printemps 2004. Les résultats sont exprimés pour l'ensemble de la propriété, mais également pour les 2 régions naturelles, ainsi que pour chaque série d'aménagement. Ces indicateurs concernent respecti-

vement la densité, la composition et la structure des peuplements, ainsi que la régénération. Ils sont commentés brièvement dans les paragraphes qui suivent.

Densité des peuplements

Si l'on considère uniquement les arbres non martelés ne présentant aucun signe de dépérissement, on observe une densité moyenne de 18,1 m²/ha sur l'ensemble de la propriété. Ce chiffre moyen occulte cependant des disparités importantes : la surface terrière avoisine ou dépasse les 20 m²/ha pour trois séries (Lacuisine, Muno et Aisances) alors que la valeur la plus faible est enregistrée sur la série de Chiny avec seulement 12,4 m²/ha. Parallèlement à cette valeur moyenne, la proportion d'UE (et donc de surface de peuplement) présentant une surface terrière inférieure à 10 m²/ha varie de 0 % pour Muno à près de 16 % pour Chiny, avec une valeur moyenne de 5,7 % pour l'ensemble de la zone inventoriée.

Il convient de préciser que les erreurs d'échantillonnage sont dans l'ensemble acceptables, à l'exception de celles obtenues pour les séries Lacuisine, Chiny, Chassepierre et Villers-devant-Orval. Les niveaux d'erreurs qui sont observés pour ces entités s'expliquent en partie par les nombres d'UE plus faibles (de 19 à 23). Ils traduisent également une plus grande hétérogénéité des peuplements dans ces mêmes entités. Ainsi la série Villers-devant-Orval compte respectivement 14 % et 24 % d'UE avec une surface terrière inférieure à 10 m²/ha ou supérieure à 25 m²/ha.

Composition des peuplements

La figure 15 montre la répartition de la surface terrière selon l'essence (hêtre, chêne et autres essences) pour les peuplements feuillus des différentes séries de la forêt communale de Florenville. Dans le cas des séries ardennaises, on observe une surface terrière en hêtre à peu près constante, proche de 10 m²/ha.

Tableau 2. - Principaux indicateurs synthétisant l'état des peuplements feuillus de la Commune de Florenville.

| Type d'indicateur | Définition | Total | Ardenne | Gaume | Sainte-Cécile | Lacuisine | Muno | Chiny | Chasse-pierre | Villers | Aisances |
|-------------------|------------------------------------|-------|---------|-------|---------------|-----------|-------|-------|---------------|---------|----------|
| | Surface (ha) | 2637 | 1587 | 1050 | 512,5 | 287,5 | 550 | 237,5 | 237,5 | 262,5 | 550 |
| | Nombre d'UE | 211 | 127 | 84 | 41 | 23 | 44 | 19 | 19 | 21 | 44 |
| Densité | GHAtot (m ² /ha) | 18,1 | 18,2 | 18 | 18,1 | 20,3 | 19,7 | 12,4 | 17,1 | 16,3 | 19,2 |
| | Erreur échant sur GHAtot (%) | 5,3 | 6,5 | 9,1 | 10,7 | 17,3 | 9,2 | 17,6 | 18,8 | 23,9 | 11,7 |
| | VHAtot (m ³ /ha) | 130 | 132 | 127 | 130 | 145 | 144 | 91 | 122 | 112 | 136 |
| | GHAtot < 10 m ² /ha (%) | 5,7 | 4,7 | 7,1 | 2,4 | 8,7 | 0 | 15,8 | 5,3 | 14,3 | 4,5 |
| | GHAtot > 25 m ² /ha (%) | 24,6 | 21,3 | 29,8 | 26,8 | 30,4 | 20,5 | 0 | 15,8 | 23,8 | 38,6 |
| Composition | Gha Hêtre (%) | 50,5 | 55,0 | 59,6 | 54,7 | 45,6 | 56,4 | 71,4 | 79,4 | 41,5 | 61,7 |
| | Gha Chêne (%) | 25,4 | 35,6 | 11,2 | 33 | 41,2 | 37,9 | 23,7 | 17,3 | 30,2 | 24,6 |
| | Gha Autres (%) | 17,7 | 9,4 | 29,2 | 12,3 | 13,2 | 5,6 | 5 | 3,3 | 28,3 | 13,7 |
| Structure | Nha < 90 (Hê) | 55 | 52 | 59 | 70 | 41 | 51 | 26 | 83 | 28 | 63 |
| | Nha >200 (Hê) | 4,3 | 2,3 | 7,4 | 2,4 | 4,7 | 0,9 | 0,7 | 8,1 | 5,9 | 7,8 |
| | Nha >200 (Ch) | 5 | 5,6 | 4,1 | 7,2 | 6,3 | 5 | 3,3 | 1,6 | 2,7 | 5,7 |
| | Structure TGB (%) | 21,8 | 18,1 | 27,4 | 19,5 | 21,7 | 18,2 | 10,5 | 26,3 | 19 | 31,8 |
| | Structure GB (%) | 37,4 | 44,1 | 27,4 | 36,6 | 34,8 | 50 | 57,9 | 21,1 | 19 | 34,1 |
| Régénération | Recouvrement total (%) | 28,9 | 28,4 | 28,7 | 26,0 | 22,1 | 32,23 | 32,3 | 22,9 | 42,3 | 24,8 |
| | Recouvrement Hê (%) | 17,5 | 21,2 | 11,9 | 22,1 | 17,7 | 20,2 | 25,7 | 16,3 | 10,4 | 10,6 |
| | Recouvrement Hê/G-P (%) | 5,1 | 6,3 | 3,2 | 4,8 | 9,5 | 5,9 | 6,3 | 4,3 | 4,5 | 2,1 |
| | Recouvrement Ch (%) | 0,3 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,1 | 0,0 |
| | Recouvrement Autres (%) | 11,1 | 7,2 | 16,9 | 3,9 | 4,4 | 12,0 | 6,6 | 6,6 | 31,9 | 14,2 |

GHAtot : arbres « sains » non martelés (m²/ha)
 Erreur échant sur GHAtot : erreur d'échantillonage associée à GHAtot pour un niveau de confiance de 95 %
 VHAtot : volume « marchand » (m³/ha)
 GHAtot < 10 m²/ha, GHAtot > 25 m²/ha : % des UE présentant une surface terrière inférieure à 10 m²/ha ou supérieure à 25 m²/ha
 TTGB : très très gros bois (c₁₅₀ de 240 cm et +), TGB : très gros bois (200 ≤ c₁₅₀ < 240 cm) , GB : gros bois (150 ≤ c₁₅₀ < 200 cm)
 Structure « TGB » : TGB + GB représentent + de 50 % de la surface terrière du peuplement et TGB > GB
 Structure « GB » : TGB + GB représentent + de 50 % de la surface terrière du peuplement et GB > TGB
 Recouvrement Hê/G-P : recouvrement des gaulis-perchis de hêtre (en %)

La surface terrière de chêne atteint des niveaux très variables, principalement en Ardenne : de 3 m²/ha à Chiny à plus de 8 m²/ha à Lacuisine. A cet endroit, le chêne représente désormais plus de 40 % de la surface terrière, l'ensemble des séries ardennaises affichant une proportion de chênes supérieure à 35 %.

Si l'on s'intéresse à la diversité spécifique des peuplements, le contenu de la catégorie « Autres » mérite d'être détaillé. C'est l'objet du tableau 3 qui exprime pour les 2 régions naturelles l'importance relative en surface terrière des essences rencontrées dans les 211 UE de l'inventaire.

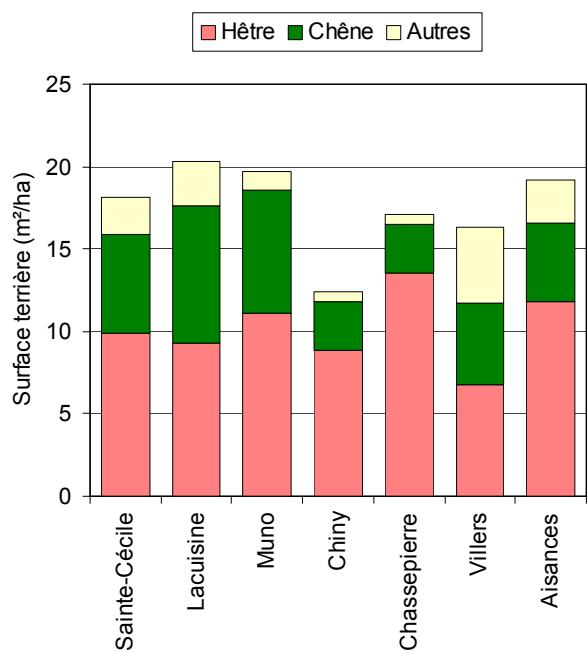


Figure 15. - Répartition de la surface terrière (arbres sains non martelés) par essence et par série pour les peuplements feuillus de la forêt communale de Florenville.

Tableau 3. – Importance relative (en %) de la surface terrière des essences rencontrées pour les 2 régions naturelles.

| Ardenne | Gaume |
|------------------|-------|
| Chênes indigènes | 49,3 |
| Hêtre | 46,8 |
| Charme | 1,2 |
| Épicéa | 1,1 |
| Bouleau | 0,6 |
| Erable sycomore | 0,5 |
| Tremble | 0,2 |
| Pin sylvestre | 0,2 |
| Pommier | 0,1 |
| Sorbier | 0,05 |
| Saule marseau | 0,05 |
| | |
| Hêtre | 61,8 |
| Chênes indigènes | 23,8 |
| Charme | 4,8 |
| Erable sycomore | 3,5 |
| Frêne | 3,0 |
| Tilleul | 0,9 |
| Bouleau | 0,6 |
| Mélèzes | 0,5 |
| Erable plane | 0,4 |
| Merisier | 0,2 |
| Sorbier | 0,2 |
| Épicéa | 0,2 |
| Chêne rouge | 0,1 |
| Feuillus divers | 0,1 |
| Pommier | 0,05 |

Structure des peuplements

Les résultats fournis par l'inventaire comportent une distribution des arbres par catégories de grosseur et par essence. La figure 16 représente cette distribution pour les parties ardennaise et gaumaise de la propriété, ainsi que pour les séries de Muno et de Chiny. Une courbe d'équilibre (« norme ») est superposée à ces distributions pour apprécier les écarts entre la structure réelle et une structure théorique de référence. Celle-ci est construite en considérant une surface terrière de 17,5 m²/ha (densité considérée à mi-rotation). Pour la région ardennaise, on constate un déficit en petit bois de 50 % et un excédent en gros bois supérieur à 50 %. Dans cette région, la série de Chiny se caractérise par « déstructuration » profonde des peuplements, toutes les catégories de grosseur étant fortement déficitaires, sauf les gros bois qui accusent un excédent d'environ 30 %.

La situation est légèrement différente en Gaume, où le déficit est moins marqué dans les petits bois (-30 %). Par contre ce déficit s'étend aux bois moyens (-30 %). On observe, comme en Ardenne, un excédent important de gros bois (+60 %).

La notion de structure se basant sur des variables de type « nombre de bois », il convient de la considérer avec une certaine prudence, surtout pour les entités couvertes par un nombre d'UE peu élevé. En effet les nombres de bois, qu'ils soient estimés globalement ou, plus encore, par catégorie, présentent une variabilité et donc des erreurs d'échantillonnage plus élevées que celles relatives aux surfaces terrières portant sur les mêmes entités.

Régénération

Le recouvrement de la régénération peut être considéré dans l'ensemble comme suffisant, puisqu'il atteint presque 30 % de la superficie totale des peuplements en Ardenne comme en Gaume. La régénération en hêtre est plus importante dans les séries ardennaises avec 21 % contre 12 % pour les séries gaumaises. La place qu'occupent les gaulis et perchis dans cette régénération est très variable : de 2 % sur la série Aisances à près de 10 % sur Lacuisine. Une autre constatation importante, qui ne fait que traduire une problématique bien connue des forestiers de la région, est la quasi-absence de régénération de chêne, puisque celle-ci n'a été observée que sur la série de Villers-devant-Orval (3 %). Les autres essences rencontrées dans la strate « régénération » sont principalement l'épicéa, le sorbier et l'érable sycomore pour l'Ardenne ainsi que l'érable sycomore, le charme et le merisier pour la Gaume.

Dans le contexte des bouleversements profonds que connaissent les hêtraies de cette région et dans la perspective de leur restauration, il est intéressant de considérer simultanément la densité du peuplement et le recouvrement de la régénération. Les peuplements à faible densité (surface terrière inférieure à 10 m²/ha) et peu régénérés (recouvrement de la régénération inférieur à 50 %) sont rencontrés dans 8 des 211 UE que compte l'inventaire. Ces 8 UE sont représentatives d'une surface d'environ 100 ha, soit aussi 4 % de la surface totale de la propriété.

Comparaison des inventaires '2003' et '2004'

La comparaison des inventaires réalisés en 2003 et 2004 a porté uniquement sur l'évolution du matériel sur pied et de son état sanitaire (tableau 4). On note une légère diminution du capital sur pied qualifié de « sain » (de 135 à 130 m³/ha), ainsi qu'une augmentation du volume de bois « dépréssants » non martelés (de 3,8 à 6,0 m³/ha). Il est intéressant de noter que 46 % des bois jugés « dépréssants » en 2004 ne présentaient aucun symptôme de déprérissement en 2003 (44 % en Ardenne et 53 % en Gaume). La catégorie « bois martelés » représente environ 5 m³/ha. Ce volume est principalement constitué de hêtre (44 %), d'épicéa (24 %) et de chênes (24 %). Il ne comporte qu'une très faible proportion de bois « dépréssants » (7 %). En comptabilisant les arbres enlevés entre les deux inventaires, on peut estimer les prélevements durant cette période à environ 4,1 m³/ha, ce qui correspond à un volume total de près de 11 000 m³.

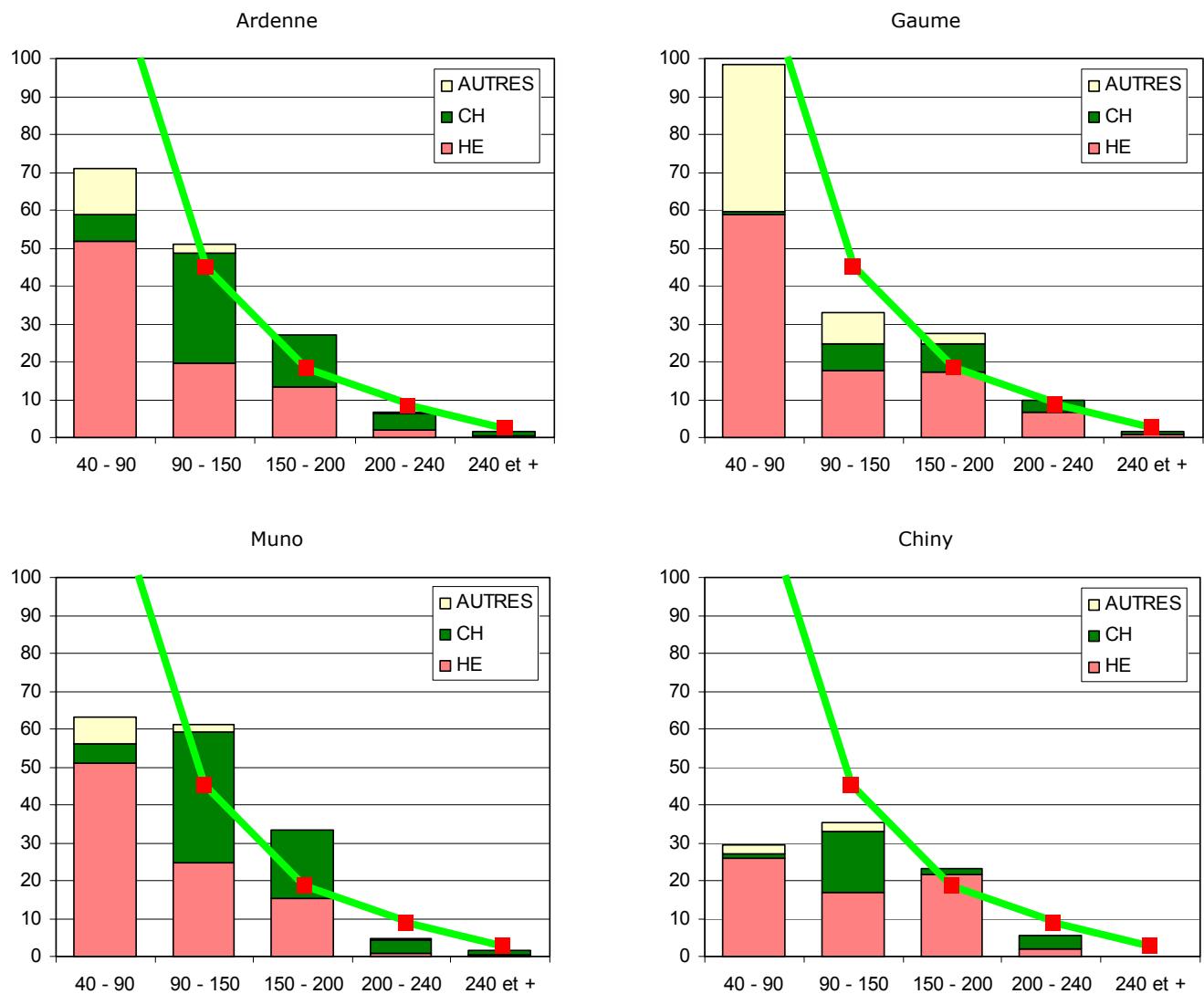


Figure 16. - Distribution des arbres par catégories de grosseur (circonférence à 1,5 m de hauteur) pour les parties ardennaise et gaumaise ainsi que pour les séries de Muno et de Chiny. Une courbe théorique correspondant à une surface terrière de 17,5 m²/ha est superposée aux distributions observées.

Tableau 4. - Evolution du matériel sur pied (en m³/ha) entre le printemps 2003 et le printemps 2004 en fonction du statut des arbres et de leur état sanitaire : valeurs moyennes pour l'ensemble de la propriété et pour chaque région naturelle.

| Statut des arbres | Total | | Ardenne | | Gaume | |
|-------------------|-------|------|---------|------|-------|------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| Sain | 135 | 130 | 137 | 132 | 133 | 127 |
| Dépérissant | 3,8 | 6,0 | 5,1 | 7,9 | 1,7 | 3,2 |
| Martelé | 4,0 | 4,9 | 3,7 | 4,1 | 4,3 | 6,7 |
| Mort | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,4 |
| <hr/> | | | | | | |
| Prélèvement | - | 4,1 | - | 3,6 | - | 4,9 |

Conclusions et perspectives

La méthode d'inventaire qui est présentée s'inscrit dans une perspective de description globale de massifs forestiers de type feuillu dont la surface peut va-

rier de quelques centaines à plusieurs milliers d'hectares. Cette description s'opère donc à une échelle très différente de celle des inventaires complets réalisés habituellement par l'administration forestière (DNF) au niveau de parcelles ou de compartiments.

Cette méthode conduit à la mise en place d'un véritable réseau permanent d'observations capable de produire, avec une périodicité adaptée, une gamme d'informations très étendue, utile à la définition de lignes directrices de la gestion de ce type de peuplements. Cette utilité est renforcée lorsque des événements, comme la « maladie » du hêtre, entraînent une modification importante de l'état des peuplements et un réajustement des règles sylvicoles à appliquer.

Les moyens nécessaires à la réalisation de tels inventaires dépendent notamment du type d'information recherché, de la précision souhaitée, et de l'importance des surfaces concernées. Si l'on considère l'exemple d'un massif feuillu (Ardenne méridionale, relief moyennement accidenté) d'environ 2 700 ha, couvert par une réseau de 211 UE, les opérations de terrain relatives à une campagne de mesure ne requièrent guère plus de 40 hommes.jours (sans observations sur le bois mort ni de mesure de hauteurs). Un équipement minimum est cependant nécessaire pour garantir une telle productivité. Il comporte notamment un récepteur GPS de type « randonnée » (300 à 400 €) et un dendromètre de type Vertex (1 500 €).

Les applications informatiques développées dans le cadre de cette méthode comportent l'ensemble des fonctionnalités requises pour assister le forestier de terrain dans la mise en oeuvre des différentes étapes de l'inventaire. Ces outils ont pour vocation principale d'affranchir l'utilisateur de tâches complexes et fastidieuses propre à la gestion et au traitement des données d'inventaires de type statistique. Dans leur stade actuel de développement, ces applications se présentent encore sous la forme d'un « prototype » appelé à évoluer au gré des tests réalisés au contacts de plusieurs gestionnaires forestiers.

L'exemple d'application qui est présenté illustre la richesse et l'intérêt des informations susceptibles d'être délivrées par cette méthode d'inventaire. Celle-ci ouvre des perspectives intéressantes en matière de monitoring de l'état des peuplements feuillus en forêts

publiques. Les informations produites pourraient également servir de base au développement d'outils de planification de la gestion des peuplements irréguliers en Région wallonne.

Les informations extraites d'un inventaire statistique doivent être exploitées à leur juste valeur : un ensemble d'indications qui restent forcément associées à un processus d'échantillonnage. Cette remarque est d'autant plus importante à considérer qu'elle concerne des paramètres à variabilité importante (par exemple le nombre de bois par hectare et surtout la distribution de ceux-ci par catégories de grosseur) et que les résultats s'appuient sur un nombre d'UE peu important.

Références

WIBAIL, VILLEVAL, CLAESSENS, LEJEUNE et RONDEUX [2004]. Expertise biologique de sites dans le cadre de la mise en oeuvre du réseau Natura 2000 : bassins de la Lesse et de la basse Semois - Rapport final. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 22 p + annexes.

Remerciements

La présente étude a été réalisée avec le financement de la Région wallonne (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement). Elle relève plus spécialement de la convention « Maladie du hêtre en Wallonie : suivi de l'évolution et gestion sylvicole de l'après-perturbation » et de l'action de recherche 1.3.2 « Développement de techniques d'inventaire appliquées aux différentes facettes de la gestion forestière intégrée » de l'Accord-Cadre de Recherche forestière.

Annexe 1 - Fiche d'inventaire "aménagement"

N° UE :
 Date :
 Opérat :
 Pente ° :

Déplac :
 Dist (m) :
 Azimut :

Rmax :

Arbres (minimum 12 bois non délivrés)

| N° | Ess | Dist (m) | Azimut (°) | c150 (cm) | Sanit | Dégât/ facies | Statut |
|----|-----|----------|------------|-----------|-------|---------------|--------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |

Bois mort (rayon 18 m)

| Ess | Diam (cm) | Long (m) |
|-----|-----------|----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Régénération (12 m)

| Essence | Stade | Recouvr | Avenir | % deg gibier |
|---------|-------|---------|--------|--------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Occupations autres (12 m)

| Type | Rec |
|------|-----|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Remarques

Annexe 2 - Fiche d'inventaire aménagement : liste des codes

Données générales

| |
|--|
| N° UE : N° cf. grille d'échantillonnage |
| Opérat : Nom des opérateurs |
| Pente : Pente moyenne de la placette (en degré) |
| Déplac : Cocher la case si un déplacement d'UE est réalisé |
| Dist (m) : Distance de déplacement du centre de l'UE par rapport à la situation prévue |
| Azimut (*) : Azimut du centre de l'UE initialement prévu vers le centre d'UE déplacé |
| Rmax : Cocher la case si le rayon de placette maximum (18 m) est atteint sans obtenir 12 bois |

Codes essence

- 1 Chênes indigènes
- 2 Chêne rouge
- 3 Hêtre
- 4 Erable sycomore
- 5 Frêne
- 6 Ormes
- 7 Merisier
- 10 Feuillus divers
- 11 Bouleau
- 12 Aulne blanc
- 13 Aulne glutineux
- 14 Charme
- 15 Châtaignier
- 16 Erable plane
- 17 Erable champêtre
- 18 Sorbier
- 19 Marronnier
- 20 Noisetier
- 21 Noyer
- 22 Peuplier blanc
- 23 Peuplier grisard
- 24 Peuplier noir
- 25 Peuplier tremble
- 26 Robinier
- 27 Saule marsault
- 28 Autres saules
- 29 Tilleuls
- 30 Pommier
- 31 Poirier
- 32 Alisiers
- 33 Sureaux
- 34 Chêne sessile
- 35 Chêne pédonculé
- 41 Epicéa commun
- 42 Epicéa de Sitka
- 43 Sapin de Douglas
- 44 Mélèze
- 45 Pin sylvestre
- 46 Pin noir d'Autriche
- 47 Pin noir de Corse
- 48 Pin w eymouth
- 49 Sapin pectiné
- 50 Sapin de Vancouver
- 51 Autres sapins
- 52 Cyprès
- 53 Tsuga
- 54 Thuya
- 55 Autres résineux
- 99 Régénération d'avenir

Arbres de la placette (minimum 12 bois sauf rayon maximum atteint)

| | | |
|--|-----------------------------|---------------------------|
| Ess : Voir rubrique codes essences | | |
| Dist (m) : Distance de l'arbre (centre tronc) par rapport au point central de l'UE | | |
| Azimut : Azimut de l'arbre (centre tronc) par rapport au point central de l'UE | | |
| C150 (cm) : Circonférence à 150 cm du sol (cm) | | |
| Etat sanitaire : | | |
| 1 Champignons ou décollements d'écorce | | |
| 2 Piqûres d'insectes ou taches noires sur écorce | | |
| 3 Mousse noire sur au moins 1,5 m (face N) | | |
| 4 Moyennement dépérisant : branches mortes dans la 1/2 sup. du houppier, mais < 50 % | | |
| 5 Fortement dépérisant : branches mortes > 50 % et/ou disparition > 50 % de la ramif. fine | | |
| 6 Mort ou moribond | | |
| Dégâts/Faciès : | | |
| 3 Frotture (frais) | 8 Tête cassée | |
| 4 Frotture (ancien) | 9 Très mal conformé | |
| 5 Ecorcement (frais) | 10 Branche maîtresse cassée | |
| 6 Ecorcement (ancien) | 11 Gélivure | |
| 7 Dégât d'exploitation (71 : abattage, 72 : débardage) | | |
| Statut : | | |
| 1 Normal | 3 Mort sur pied | 5 Souche |
| 2 Martelé | 4 Quille | 6 couché (vivant ou mort) |

Régénération (observation dans un rayon de 12 mètres)

| | |
|---|----------------------------|
| Essence : Identification de l'essence (voir rubrique codes "essence") | |
| 1ère ligne : Recouvrement total de la régénération d'avenir (code 99) | |
| Stade : | Recouvrement : |
| 1 Semis (< 0,3 m) | classe recouvrement au sol |
| 2 Semis installés (0,3 << 1,5 m) | + < 5 % (rare) |
| 3 Fourrés (1,5 << 3 m) | 1 < 5 % |
| 4 Gaulis-Perchis (3m << C40 cm) | 2 5 - 25 % |
| | 3 25 - 50 % |
| | 4 50 - 75 % |
| | 5 75 - 100 % |
| | 6 100% |
| Avenir : Avenir potentiel de la régénération au moment de l'observation | |
| 1 Avenir | |
| 2 Pas d'avenir | |
| % dég gibier : Importance des dégâts de gibier sur la régén. (exprimé en classe de recouvrement) | |

Enherbement (gênant pour régén) et autres occupations (obs. dans un rayon de 12 m)

| | | | |
|---------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| Type : | 1 luzule | 7 jonc | 60 ruisseau |
| | 2 canche cespituse | 21 ronce | 99 enherb gênant tot |
| | 3 canche flexueuse | 22 myrtille | 101 piste débardage |
| | 4 carex | 23 fougère | 102 encombr (<> trav sol) |
| | 5 houque | 24 framboisier | 103 trouée |
| | 6 agrostis | 50 souille ligneuse | |

Rec : classe de recouvrement au sol (voir régénération)

Annexe 3 - Exemple de résultats

Futaie feuillue - commune de Florenville

Séries Ardennaises (1, 2, 5, 6) - printemps 2004

Surface : 1587.5 ha (127 UE)

Arbres sains (pas de symptôme apparent)

| | Peuplement total | | HE | CH | AUTRES |
|-------|------------------|------|------|------|--------|
| | Moyenne | Err% | | | |
| GHA | 18.2 | 6.5 | 8 | 9.5 | 0.8 |
| NHA | 159 | 11 | 87.6 | 56.6 | 15 |
| VHA | 132 | 6.6 | 58.1 | 68.4 | 4.9 |
| GHA % | | | 43.8 | 52.1 | 4.2 |
| NHA % | | | 55.0 | 35.6 | 9.4 |

Arbres sains

| GHA | % |
|---------|------|
| < 10 | 4.7 |
| 10 - 15 | 10.2 |
| 15 - 18 | 24.4 |
| 18 - 22 | 24.4 |
| 22 - 25 | 14.2 |
| + de 25 | 21.3 |

Arbres dépérisants

| | Peuplement total | | HE | CH | AUTRES |
|-----|------------------|------|-----|-----|--------|
| | Moyenne | Err% | | | |
| GHA | 1.1 | 39.0 | 1.1 | 0 | 0.0 |
| NHA | 5.0 | 36.4 | 4.8 | 0.2 | 0.0 |
| VHA | 7.9 | 38.6 | 7.6 | 0.3 | 0.0 |

Arbres prélevés, martelés ou morts sur pied

| | Prélèvements* | | Martelés | | Morts sur pied | |
|-----|---------------|------|----------|-------|----------------|-------|
| | Moyenne | Err% | Moyenne | Err% | Moyenne | Err% |
| GHA | 0.5 | 47.5 | 0.6 | 99.4 | 0.2 | 100.3 |
| NHA | 2.9 | 47.8 | 5.2 | 106.8 | 1.4 | 73.3 |
| VHA | 3.6 | 45.7 | 4.2 | 105.0 | 1.3 | 99.4 |

* depuis le dernier inventaire

Recouvrement de la régénération (%)

| | Avec avenir | | | Sans avenir | | |
|-----------------|-------------|-----|--------|-------------|-----|--------|
| | HE | CH | AUTRES | HE | CH | AUTRES |
| Jeunes semis | 1.6 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.6 | 0.0 |
| Semis installés | 4.9 | 0.0 | 2.6 | 0.5 | 1.1 | 0.2 |
| Fournrés | 8.4 | 0.0 | 2.2 | 0.7 | 0.0 | 0.2 |
| Gaulis-perchis | 6.3 | 0.0 | 1.7 | 1.4 | 0.0 | 0.2 |
| Total | 21.2 | 0.0 | 7.2 | 2.7 | 1.8 | 0.6 |

Composition de la futaie (GHA)

CHIND : 49.3%, HE : 46.8%, CHARM : 1.2%, EP : 1.1%, BO : 0.6%, ES : 0.5%, PEUTR : 0.2%, PS : 0.2%, POM : 0.1%, SO : 0.0%, SAULM : 0.0%

Futaie feuillue - commune de Florenville
Séries Ardennaises (1, 2, 5, 6) - printemps 2004
Surface : 1587.5 ha (127 UE)

Composition des peuplements

| Classe | Surf (ha) | Surf (%) |
|---------------------|-----------|----------|
| Hêtraie pure | 125.0 | 7.9 |
| Hêtraie | 350.0 | 22.0 |
| Hêtraie - chênaie | 612.5 | 38.6 |
| Hêtraie - F. nobles | 12.5 | 0.8 |
| Chênaie pure | 12.5 | 0.8 |
| Chênaie | 312.5 | 19.7 |
| Chênaie - hêtraie | 50.0 | 3.1 |
| Chênaie - F. nobles | 12.5 | 0.8 |
| Chênaie - F. divers | 37.5 | 2.4 |
| Chênaie - Résineux | 25.0 | 1.6 |
| Autres | 25.0 | 1.6 |

Structure des peuplements

| Classe | Surf (ha) | Surf (%) |
|--------|-----------|----------|
| TGB | 287.5 | 18.1 |
| GB | 700.0 | 44.1 |
| MB-GB | 337.5 | 21.3 |
| BM | 112.5 | 7.1 |
| PB-MB | 37.5 | 2.4 |
| PB | 62.5 | 3.9 |
| PB-GB | 12.5 | 0.8 |
| JARDI | 25.0 | 1.6 |

Effort de régénération

| Classe | Surf (ha) | Surf (%) |
|-----------------------------|-----------|----------|
| Néant | 1275.0 | 80.3 |
| Rég. rapidement - ST faible | 37.5 | 2.4 |
| Vieux peupl - ST normale | 50.0 | 3.1 |
| Vieux peupl - ST forte | 225.0 | 14.2 |

Futaie feuillue - commune de Florenville

Séries Ardennaises (1, 2, 5, 6) - printemps 2004

Surface : 1587.5 ha (127 UE)

Arbres sains (pas de symptôme apparent)

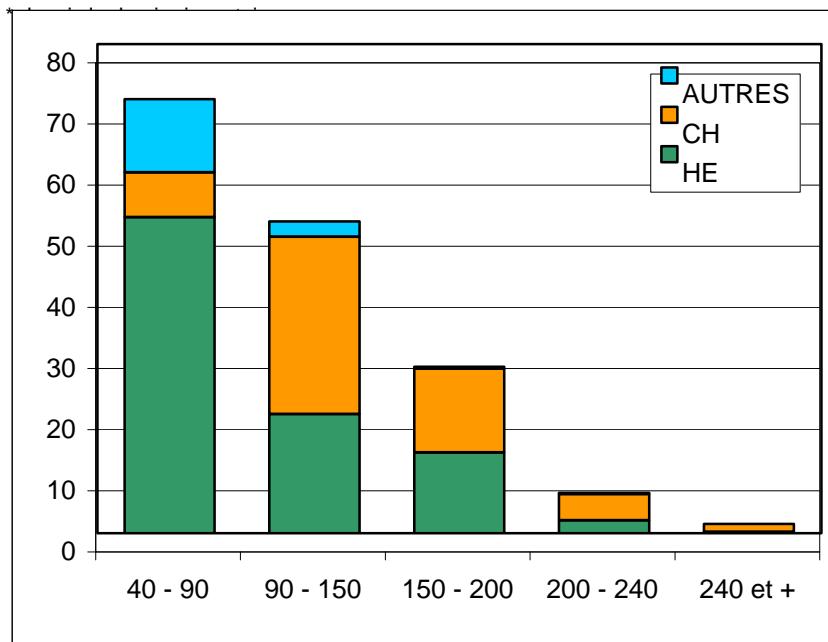
| Catégorie (cm) | Peuplement total | | | HE | | | CH | | | AUTRES | | |
|----------------|------------------|------|-------|------|-----|------|------|-----|------|--------|-----|-----|
| | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA |
| 40 - 90 | 71.0 | 2.1 | 14.0 | 51.7 | 1.5 | 9.9 | 7.3 | 0.3 | 2.1 | 12.0 | 0.3 | 1.9 |
| 90 - 150 | 51.0 | 6.1 | 46.0 | 19.5 | 2.4 | 19.5 | 29.0 | 3.4 | 24.8 | 2.5 | 0.3 | 1.7 |
| 150 - 200 | 27.3 | 6.4 | 46.3 | 13.2 | 3.0 | 22.0 | 13.7 | 3.3 | 23.7 | 0.3 | 0.1 | 0.6 |
| 200 - 240 | 6.6 | 2.5 | 17.4 | 2.1 | 0.8 | 5.0 | 4.3 | 1.6 | 11.8 | 0.2 | 0.1 | 0.7 |
| 240 et + | 1.4 | 0.7 | 5.4 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 1.3 | 0.7 | 4.9 | | | |
| Total | 157.4 | 17.9 | 129.1 | 86.7 | 7.8 | 56.8 | 55.7 | 9.3 | 67.4 | 15.0 | 0.8 | 4.9 |

Arbres dépérisants

| Catégorie (cm) | Peuplement total | | | HE | | | CH | | | AUTRES | | |
|----------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|
| | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA |
| 40 - 90 | 0.4 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.0 | 0.2 | | | | | | |
| 90 - 150 | 1.1 | 0.1 | 1.1 | 1.0 | 0.1 | 1.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | | | |
| 150 - 200 | 2.3 | 0.5 | 4.0 | 2.3 | 0.5 | 4.0 | | | | | | |
| 200 - 240 | 1.0 | 0.4 | 2.4 | 0.9 | 0.3 | 2.2 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | | | |
| 240 et + | | | | | | | | | | | | |
| Total | 4.8 | 1.1 | 7.7 | 4.6 | 1.0 | 7.4 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | | | |

Arbres prélevés, martelés ou morts sur pied

| Catégorie (cm) | Prélèvements* | | | Martelés | | | Morts sur pied | | |
|----------------|---------------|-----|-----|----------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA | NHA | GHA | VHA |
| 40 - 90 | 0.7 | 0.0 | 0.2 | 3.1 | 0.1 | 0.7 | 0.6 | 0.0 | 0.1 |
| 90 - 150 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 0.8 | 0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| 150 - 200 | 0.9 | 0.2 | 1.5 | 0.7 | 0.1 | 1.1 | 0.2 | 0.0 | 0.3 |
| 200 - 240 | 0.3 | 0.1 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 1.7 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| 240 et + | 0.1 | 0.1 | 0.4 | | | | | | |
| Total | 2.9 | 0.5 | 3.6 | 5.2 | 0.6 | 4.2 | 1.4 | 0.2 | 1.3 |



Notes Techniques Forestières de Gembloux

- N°1 LE VERTEX : une nouvelle génération de dendromètres multi-usages. D. PAUWELS, 2001, 13 p.
- N°2 Les inventaires de gestion dans les plantations résineuses. V. VERRUE, 2001, 12 p.
- N°3 Les possibilités d'utilisation du matériel GPS en forêt. P. LEJEUNE, 2001, 10 p.
- N°4 La saisie et le traitement des données pour la mise à jour des cartes de peuplements forestiers. P. LEJEUNE, 12 p.
- N°5 ARPENT 2.0. Logiciel de saisie de données d'arpentage. Guide d'utilisation. P. LEJEUNE, 2001, 12 p.
- N°6 Proposition d'une méthode d'inventaire des dégâts frais de cervidés applicable en Région wallonne : les dégâts d'écorcement. P. LEJEUNE, H. ROTHEUDT, V. VERRUE, 2002, 11 p.
- N°7 Le compas électronique : outil d'information de la mesure de diamètres d'arbres. H. ROTHEUDT, V. VERRUE, 2002, 10 p.
- N°8 Les inventaires par échantillonnage en futaie feuillue : une alternative aux inventaires complets. P. LEJEUNE, V. VERRUE, 2002, 13 p.
- N°9 Observer la végétation pour choisir une essence adaptée au milieu. H. CLAESSENS, 2003, 16 p.
- N°10 Guide méthodologique de l'inventaire des cours d'eau wallons de 2002. N. DEBRUXELLES, G. GRAUX, E. DUFAYS, P. LEJEUNE, H. CLAESSENS, 2004. 26 p.
- N° 11 Proposition d'une méthode d'inventaire « aménagement » pour le diagnostic des peuplements touchés par la « maladie du hêtre » en Région wallonne. P. LEJEUNE, O. HUART, J. RONDEUX, 2004, 15 p.