



**gembloux**  
faculté universitaire  
des sciences agronomiques

Proposition d'une méthode  
d'inventaire « sylvicole »  
pour le diagnostic post-  
perturbation des hêtraies  
wallonnes touchées par la  
« maladie du hêtre »

Mai 2004



**Note Technique  
Forestière de  
Gembloux**

N° **12**



# Proposition d'une méthode d'inventaire « sylvicole » pour le diagnostic post-perturbation des hêtraies wallonnes touchées par la « maladie du hêtre »

O. Huart<sup>1</sup>, P. Lejeune<sup>1</sup>, N. Lemoine<sup>2</sup>,  
J. Rondeux<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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  
[huart.o@fsagx.ac.be](mailto:huart.o@fsagx.ac.be)  
[lejeune.p@fsagx.ac.be](mailto:lejeune.p@fsagx.ac.be)  
[rondeux.j@fsagx.ac.be](mailto:rondeux.j@fsagx.ac.be)



<sup>2</sup> Direction Générale des Ressources Naturelles  
Division de la Nature et des Forêts, Direction d'Arlon  
Cantonement de Florenville  
Rue de Neufchâteau, 1  
6820 Florenville  
[n.lemoine@mrw.wallonie.be](mailto:n.lemoine@mrw.wallonie.be)

## Introduction et objectifs

L'inventaire et la description des peuplements sont un préalable indispensable à toute démarche de gestion forestière et de planification sylvicole. Initiée dans le cadre de l'évaluation et de la restauration des hêtraies touchées par la « maladie du hêtre » en Wallonie, la réalisation d'un inventaire et d'un état des lieux des peuplements a été conçue à deux niveaux distincts correspondant à des échelles de perception et à des objectifs différents.

D'une part, l'état des lieux peut être effectué au niveau global de la propriété forestière ou de la série d'aménagement (inventaire « *aménagement* »), dans le but d'établir rapidement un véritable « tableau de bord » synthétisant les principaux indicateurs d'état des peuplements dans une perspective de gestion et d'aménagement à une échelle globale. La méthode mise au point dans cette perspective fait l'objet d'un document distinct (Lejeune et *al.*, 2004).

D'autre part, dans un objectif de description des peuplements et de gestion sylvicole adaptée, la

méthode faisant l'objet de la présente note technique s'applique à l'échelle des unités de traitement sylvicole que sont les parcelles (inventaire « *sylvicole* »).

L'objectif de la méthode d'inventaire « sylvicole » proposée est de fournir au gestionnaire un outil relativement simple, fiable et performant qui lui permette d'acquérir une meilleure connaissance de l'état des peuplements feuillus irréguliers, en particulier après l'avènement de la « maladie du hêtre ». Depuis 1999, celle-ci a causé d'importants dégâts au sein des hêtraies d'Ardenne et de Gaume, allant jusqu'à bouleverser profondément le faciès de certaines hêtraies. Dans ce contexte, l'accent a été mis sur l'évaluation des perspectives sylvicoles de chaque parcelle (ou compartiment), essentiellement avec un objectif d'estimation de l'état sanitaire des arbres et de planification d'interventions sylvicoles les mieux adaptées à l'état des peuplements. La méthode proposée est basée sur la réalisation d'un inventaire par échantillonnage permettant de collecter une information complète, très utile à une gestion sylvicole relativement fine des peuplements feuillus. Une procé-

de cartographie thématique des différents paramètres relevés sur le terrain ou issus de requêtes de l'utilisateur a également été développée.

Le présent document décrit les modalités de mise en œuvre ainsi que les possibilités d'exploitation de la méthode d'inventaire proposée. Pour débiter, l'approche méthodologique qui a été retenue pour la conception du plan d'échantillonnage et pour la collecte des données est présentée. Elle est suivie d'un guide pratique de préparation de l'inventaire et de recueil des données sur le terrain. Les outils informatiques utilisés pour la préparation des inventaires, ainsi que pour la saisie et le traitement des données sont détaillés ensuite. Puis, quelques exemples de résultats tirés d'un inventaire réalisé dans le cantonnement de Florenville sont illustrés. Enfin, en guise de conclusion, les perspectives d'application de la méthode ainsi que ses limites d'utilisation sont discutées.

## Méthodologie

La description de la méthodologie retenue concerne les caractéristiques principales du plan d'échantillonnage choisi et des données récoltées, la composition des équipes de terrain, une évaluation de la rapidité d'exécution de l'inventaire ainsi que le choix de la période de sa mise en œuvre. La nature des données récoltées sur le terrain est précisée au paragraphe 3 consacré à un guide pratique de mise en œuvre de l'inventaire.

---

### Le plan d'échantillonnage

---

L'inventaire, par échantillonnage de type systématique, utilise une maille carrée de densité élevée, dont les dimensions sont, selon les circonstances, de 60 ou 50 mètres de côté, correspondant respectivement à 2,8 et 4 placettes par hectare. Cette densité importante se justifie, d'une part, par l'objectif de cartographie thématique des résultats et, d'autre part, par un souci de minimisation de l'erreur d'échantillonnage. En définitive, le choix de la distance entre placettes se fait en fonction de la superficie de la parcelle à inventorier et de son hétérogénéité, mais aussi des moyens humains disponibles pour la récolte des données. Pratiquement, l'expérience montre qu'en hêtraies irrégulières d'Ardenne et de Gaume, un nombre minimal de

50 à 80 placettes doit être visé pour obtenir une erreur d'échantillonnage acceptable, dans une optique de gestion sylvicole. Généralement, une grille de 60 mètres de côté permet d'atteindre cet objectif. Pour les parcelles de relativement faible superficie (< 15 ha) ou présentant un morcellement important (présence d'îlots résineux, blocs séparés), on optera pour une grille d'échantillonnage de 50 mètres de côté.

Les données sont récoltées au sein de placettes circulaires de 18 mètres de rayon ( $\cong$  surface de 10 ares). La proportion du peuplement couvert par l'inventaire est donc de 28 % pour une maille de 60 mètres de côté et de 40 % pour une maille de 50 mètres, ce qui constitue un taux de sondage particulièrement élevé.

A noter qu'un certain nombre de données concernant les trouées présentes dans le peuplement sont décrites en dehors du rayon de 18 mètres délimitant les placettes.

Les placettes sont temporaires et ne font pas l'objet d'une matérialisation sur le terrain (sauf un simple marquage provisoire à la peinture pour localiser leur centre).

La localisation des placettes *in situ* est facilitée par l'utilisation d'une carte de référence reprenant une grille de points de sondage, le fond topographique IGN et les contours de coupes et de parcelles. Le repérage du centre des placettes se fait par visées à la boussole (azimuts) et par mesures de distances (mesureur à fil perdu de type *Topofil*).

---

### La nature des données récoltées

---

Les principales rubriques composant la fiche de terrain qui a été adoptée (figure 1) sont énumérées ci-après. La manière concrète de les appréhender sur le terrain est détaillée dans le guide pratique de récolte des données (paragraphe 3). La conception de cette fiche a fait l'objet de plusieurs tests de « faisabilité » (données à récolter, modalités de récolte, ...) puis a été utilisée en « vraie grandeur » au sein de divers peuplements relevant de plusieurs cantonnements. A cette occasion, la nature des données à récolter et la manière la plus adéquate de les recueillir sur le terrain ont pu être discutées.

Opérateurs: <input type="text"/>		Parcelle: <input type="text"/>		Date : <input type="text"/>		Encodage : <input type="text"/>							
P	N° placette												
L	Demi-placette												
A	Déplac. Max12m+R12m												
C	Pente (degré)												
% couvert (fut+RN)													
P	Essences	HE		CH									
		S	M	S	M					S	M	S	M
E	Sain/Malade ou Mort/mort RD	S	M	S	M					S	M	S	M
U	40 - 89												
P	90 - 149												
L	150 - 199												
E	200 - 239												
M	= 240												
E	% RN dans peuplt												
N	% Semis + dégât 50												
T	% S inst.+ dégât 50												
	% Four + dégât 50												
	% G-P + dégât 50												
	Enherbement>50%	Non gênant :		Génant :		Non gênant :		Génant :		Non gênant :		Génant :	
	% Souille (≠ couvert)												
	Quille réservée	Ess:	Vm³:	Ess:	Vm³:	Ess:	Vm³:	Ess:	Vm³:	Ess:	Vm³:	Ess:	Vm³:
	Tronc réservé sol	Ess:	Vgr:	Ess:	Vgr:	Ess:	Vgr:	Ess:	Vgr:	Ess:	Vgr:	Ess:	Vgr:
	Houppier réserv. sol	V stère :				V stère :				V stère :			
Type phytosocio													
% occup ds placet.													
T	Surface												
R	% RN (< 3m)												
O	Stade RN (S, SI, F)												
U	Ess 1/2/3/4/5/6 RN												
E	Dégâts RN > 50 %												
E	% Enherbement	Non gênant:		Génant:		Non gênant:		Génant:		Non gênant:		Génant:	
	Type enherbement												
	% Encombrement												
	A rectifier												
	X/Y GPS centre	X		Y		X		Y		X		Y	
I	Dégagement (+ type)												
N	Dépressage nettoiemt												
T	Enlèvement loups												
E	Suppr. préexistants												
R	Arbres de place												
V	Griffage												
E	Eclaircie normale												
N	Taille												
T	Plantation												
	Travail du sol												
	Autres à préciser												
DIVERS (à cartog)													
Remarques :													

Figure 1. - Fiche de prise de données utilisée lors de l'inventaire « sylvicole ».

Des modifications peuvent éventuellement être apportées à cette fiche pour mieux répondre à des situations ou besoins particuliers.

Outre les données générales concernant l'inventaire et les placettes, les données récoltées concernent la grosseur des tiges et leur état sanitaire (figure 2), la régénération du peuplement et ses freins potentiels, mais aussi plusieurs paramètres à caractère écologique comme le type de bois mort et sa quantification, la présence de végétation au sol, le type phytosociologique, et la présence d'éléments remarquables que la méthode utilisée permet de cartographier aisément. Les trouées font l'objet d'une description distincte (y compris hors placette) concernant essentiellement leur taille, leurs potentialités de régénération naturelle ou la présence de régénération effective. La dernière partie de la fiche est consacrée au relevé des travaux sylvicoles que les opérateurs jugent indispensables pour la bonne conduite du peuplement. Les lignes qui suivent détaillent les informations à relever au sein des placettes.

♦ **Données générales relatives à l'inventaire** : opérateurs, références « aménagement » de la parcelle inventoriée, date d'observation.

♦ **Données générales relatives aux placettes** : n° de placette, installation éventuelle d'une demi-placette, déplacement éventuel du centre de la placette, pente moyenne de la placette.

♦ **Données relatives au peuplement**

- *Couvert* : % de couvert des arbres de la futaie et de la régénération.

- *Arbres de la futaie* : comptage au sein de la placette des arbres de la futaie, dont la circonférence à 1,5 m au dessus du sol est supérieure à 40 cm. Ces arbres sont répartis par essences, catégories de grosseur (40-89cm, 90-149 cm, 150-199 cm, 200-239 cm, + de 239 cm) et classe d'état sanitaire (sain, malade ou mort, bois mort réservé).

- *Régénération* :

· recouvrement total de la régénération au sein de la placette ;

· répartition du recouvrement par essences et par stades de développement (semis, semis installé, fourré, gaulis-perchis) ;

· signalement de la présence de dégâts (gibier, exploitation, ...) affectant plus de 50 % des tiges.

- *Freins à la régénération* :

· présence d'un « enherbement » colonisant plus de 50 % de la surface de la placette, et distinction de l'enherbement gênant ou non pour la régénération naturelle ;

· recouvrement d'une « souille » ligneuse susceptible d'entraver la régénération naturelle ;

- *Bois mort* : estimation du volume de bois mort réservé, c'est-à-dire destiné à rester en place sans être exploité, en distinguant les essences et le statut (quille, tronc au sol, houppier au sol).



Figure 2. – Plusieurs années après la phase aiguë de la « maladie du hêtre » (printemps 2001), de nouveaux carpophores continuent à apparaître sur une certaine proportion de tiges que l'inventaire sylvicole permet d'estimer.

♦ **Type phytosociologique** : la détermination du type phytosociologique des stations est importante notamment pour en évaluer le potentiel sylvicole (aptitude des essences, productivité, régénération naturelle, enherbement poten-

tiel) et écologique (notamment Natura 2000, vocation de conservation de la sectorialisation). Le « typage » phytosociologique sera facilité par l'utilisation de clés dichotomiques simplifiées basées sur la présence et l'abondance d'espèces caractéristiques. Un exemple de clé dichotomique valable pour la hêtraie à luzule blanche est repris en annexe 1.

- ♦ **Caractéristiques des trouées :** résultant le plus souvent d'abattages sanitaires liés à la « maladie du hêtre », les vides récents ne sont conventionnellement considérés comme trouées qu'à partir d'une superficie de 5 ares. Dans le but d'évaluer la pertinence d'interventions sylvicoles, les trouées sont décrites par le biais des paramètres relatifs à leur superficie, à la présence de régénération, d'enherbement et d'encombrement (rémanents d'exploitation rendant potentiellement difficile l'utilisation d'engins mécanisés pour le travail du sol, par exemple), et à la nécessité de leur « rectification » éventuelle. Les coordonnées du centre de la trouée, déterminées à l'aide d'un GPS peuvent utilement être renseignées pour faciliter leur repérage ultérieur sur carte.

- ♦ **Types d'interventions à effectuer**

Les différentes interventions sylvicoles jugées nécessaires par l'opérateur sont notées. Les rubriques proposées sont les suivantes : plantation, travail du sol, dégagement, dépressage, enlèvement de « loups » au sein de la régénération, griffage, désignation d'« arbres de place », taille, élagage, éclaircie. D'autres peuvent être ajoutées selon les besoins.

---

## Composition des équipes de terrain

---

Bien qu'en principe une personne seule puisse effectuer l'inventaire, les équipes composées de 2 à 3 personnes semblent être plus efficaces. Outre la lassitude qui s'empare assez rapidement d'un opérateur seul, les multiples tâches à effectuer sont difficiles à prendre en charge par une seule personne. De plus, certaines données font l'objet d'une évaluation visuelle (recouvrements) ou d'une appréciation (interventions sylvicoles) comportant une part de subjectivité. La confrontation des avis

permet de discuter les cas qui paraissent plus difficiles à trancher.

---

## Vitesse d'exécution

---

La vitesse d'avancement des opérations de terrain dépend de plusieurs facteurs dont la densité de la maille d'échantillonnage (50 ou 60 mètres entre placettes), la saison d'observation (« en feuille » ou « hors feuille »), le type de peuplement à inventorier (nombre de tiges, présence de régénération dense et de rémanents d'exploitation rendant la progression moins aisée, etc.), le nombre d'opérateurs (2 ou 3) formant l'équipe de terrain et leur expérience. Plusieurs inventaires menés dans différents peuplements d'Ardenne et de Gaume montrent qu'une équipe rôdée de 2 opérateurs travaille à la vitesse de 5 à 6 placettes par heure, ce qui correspond à l'inventaire d'une superficie de l'ordre de 10 à 15 ha/jour pour une grille d'inventaire de 60 mètres.

---

## Le choix du calendrier de mise en oeuvre

---

Le choix du moment le plus opportun pour la mise en oeuvre d'un tel inventaire tiendra compte, indépendamment de la disponibilité des opérateurs, de l'ordre de passage en coupe des parcelles et de la saison d'observation.

Par rapport au tableau d'exploitation des coupes, l'inventaire des parcelles réalisé peu avant le martelage offre l'avantage de fournir des informations récentes qui permettent au gestionnaire d'orienter le martelage en fonction notamment des paramètres dendrométriques et de l'état sanitaire du peuplement, ainsi que de l'abondance et de la localisation de la régénération. Un parcours des parcelles selon un maillage systématique favorise également à la fois une meilleure vue d'ensemble des peuplements et une meilleure localisation d'éléments à distribution spatiale hétérogène comme les zones de régénérations.

En ce qui concerne la saison d'observation, effectuer l'inventaire hors période de végétation offre l'avantage de pouvoir travailler dans de meilleures conditions de visibilité, ce qui peut s'avérer déterminant lors de l'inventaire de peuplements densément pourvus en régénération naturelle. Par

contre, en saison automnale et hivernale, la détermination du type phytosociologique peut s'avérer problématique dans certains cas, notamment lorsque l'identification de plantes printanières telles que par exemple l'anémone et l'oxalis est importante.

## Guide pratique de récolte des données sur le terrain

Pour assister les gestionnaires ou opérateurs de terrain, un guide très complet a été élaboré. Basé sur l'expérience de la pratique et la concertation, il propose une série de recommandations, de conseils et de conventions concernant la mise en œuvre concrète d'un inventaire sylvicole. La structure du guide suit le canevas logique de la préparation de l'inventaire (matériel à prévoir, repérage préalable du point de départ des cheminements), puis de la récolte des données en suivant pas à pas les différentes rubriques de la fiche de terrain (figure 1).

### A prévoir avant l'inventaire

#### ◆ **Le matériel nécessaire**

L'ensemble du matériel nécessaire à la réalisation de l'inventaire est repris ci-dessous sous forme de « check-list » (figure 3) :

- ❑ 1 carte de la coupe comportant la grille de points de sondage et leur numéro ;
- ❑ des fiches de terrain (3 placettes par fiche), éventuellement sur papier « pluie » (feuilles à base de polyester résistantes à l'humidité) ;
- ❑ 1 planchette à écrire, un crayon ;
- ❑ 1 équerre « Aristo » ou latte graduée en mm ;
- ❑ 1 dendromètre de type Vertex<sup>1</sup>, 1 transpondeur et son pied, des piles de réserve ;
- ❑ 1 Topofil + bobine de réserve ;
- ❑ 1 boussole à visée interne ;

<sup>1</sup> Une présentation détaillée du principe de fonctionnement du dendromètre VERTEX est proposée dans la Note Technique Forestière de Gembloux n°1 intitulée : « Le VERTEX : une nouvelle génération de dendromètres multi-usages » et disponible à l'adresse internet suivante : <http://www.fsagx.ac.be/gf/>

- ❑ 1 mètre ruban ;
- ❑ 1 bombe de peinture ou du ruban de signalisation genre « rubalise » ;
- ❑ 1 chevillère de 25 m (calibrage ou remplacement du Vertex) ;
- ❑ éventuellement 1 récepteur GPS contenant les coordonnées des placettes (utilisable pour la localisation de points particuliers, en cas de cheminement difficile) ou utilisé pour repérer la position d'un élément particulier susceptible d'être cartographié (trouée, arbre remarquable, nid, mirador, mangeoire, ...).

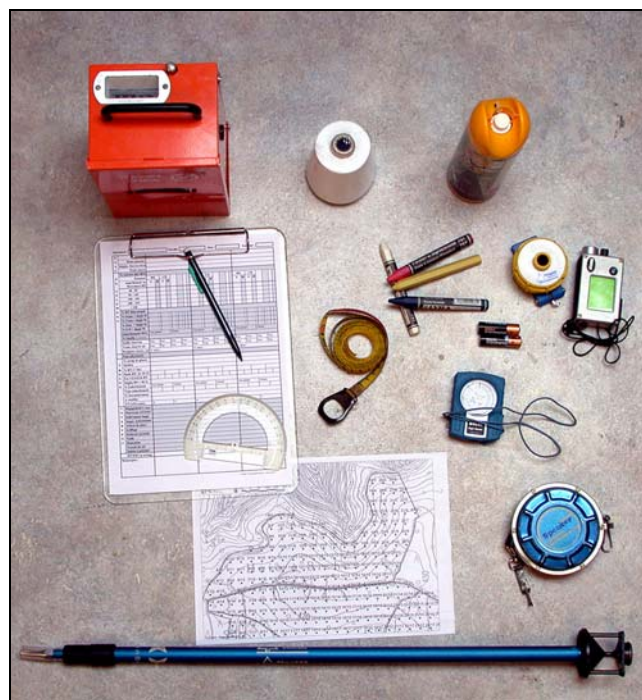


Figure 3. - Matériel de terrain nécessaire à la mise en œuvre de l'inventaire « sylvicole ».

#### ◆ **Repérage sur carte du point de sondage de départ**

- Se munir :
  - d'une carte de la coupe à inventorier sur laquelle figurent la grille d'échantillonnage, le fond topographique, et dont on connaît l'échelle (par exemple : 1/5.000° ou 1/7.500°) (figure 4) ;
  - d'une équerre type « Aristo » ou d'une latte graduée en mm ;
- Localiser sur le fond topographique de la carte, un point de repère bien identifiable sur le terrain, de préférence en bordure de coupe, par

exemple un coupe-feu, un chemin ou une route.

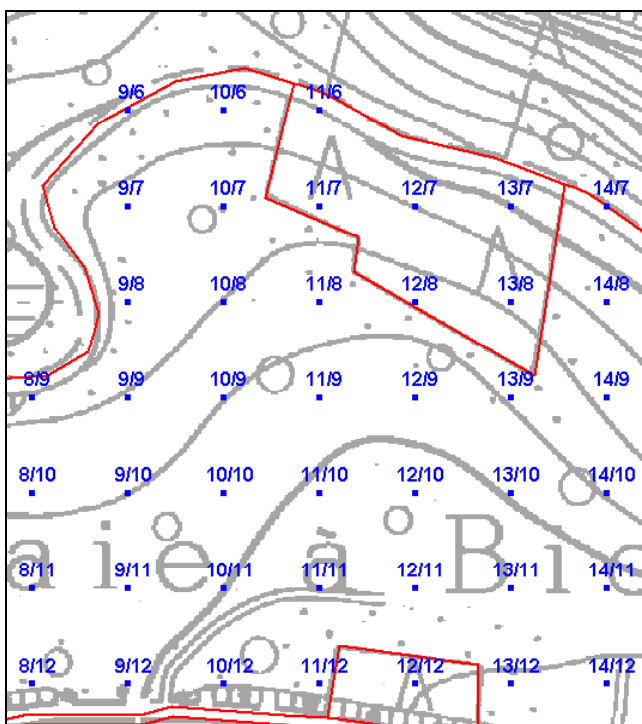


Figure 4. - Extrait d'une carte utilisée pour la localisation des placettes sur le terrain : représentation du fond de carte topographique, des limites de la zone à inventorier et de la grille d'échantillonnage.

- A l'aide de l'équerre, mesurer sur la carte deux distances de préférence parallèlement puis perpendiculairement à un chemin ou une route délimitant la coupe et multiplier ces distances en mm par le facteur d'échelle de la carte pour obtenir la distance à reporter sur le terrain à l'aide du topofil.

#### Conseils :

- éviter les éléments de repère tels que les ruisseaux, les pistes de débardage ou les lignes de coupe dont la localisation n'est pas toujours précise ou peut varier au fil du temps sur le terrain (décalage entre la carte et le terrain).
- tant sur carte que sur le terrain, baser de préférence les mesures sur l'axe des chemins et routes plutôt que sur leurs bordures (ex. : accrocher le fil du topofil d'un côté du chemin, le traverser en remettant le compteur à zéro au milieu du chemin).

⚠ La localisation de la placette de départ, surtout si elle est à la base d'un long cheminement entre points de sondage, requiert de la minutie, sous peine de reporter une éventuelle erreur jusqu'en bout de cheminement !

## Inventaire proprement dit

### ◆ Localisation du premier point de sondage

Pour localiser le centre de la première placette, à partir du repérage effectué au préalable sur carte, reporter les distances calculées sur le terrain à l'aide du topofil, comme indiqué ci-avant. Une fois sur place, planter le pied du transpondeur du Vertex au centre de la placette.

### ◆ Récolte des données

Compléter les différentes rubriques de la fiche terrain :

#### a. DONNEES GENERALES

- Opérateurs : noms des opérateurs ;
- Parcelle : références de l'unité d'échantillonnage (ex. C952/P1080/S2/Cpe2/p01) ;
- Date : date de récolte des données ;
- (Encodage : à compléter lors de l'encodage).

#### b. DONNEES PLACETTE

Les données sont récoltées au sein de placettes circulaires de 18 m de rayon (soit  $\cong$  10 ares) dont le centre correspond au point représenté sur la grille d'échantillonnage. La placette sera délimitée fictivement à l'aide d'un dendromètre de type Vertex et de son transpondeur monté sur pied, lui-même enfoncé au centre de la placette.



Afin de garantir la précision des mesures de distances, une vérification du bon étalonnage du Vertex est souhaitable avant chaque séance d'inventaire. Elle se fera simplement en vérifiant la mesure indiquée par le Vertex pour une distance de référence connue, par exemple à l'aide d'une chevillère suédoise.

- N° de placette : n° de la placette considérée sur la grille d'échantillonnage de la carte.
- Demi-placette : cocher cette case lorsque le positionnement du centre de la placette ne permet pas de décrire celle-ci en entier (rayon de 18 m) dans la parcelle inventoriée. Exemple : le point « tombe » en bordure de coupe ou en limite d'une autre parcelle. Dans ce cas, si la configuration du terrain le permet, il convient de ne pas déplacer le point central,



mais de décrire une demi-placette, soit un demi-cercle dont le côté rectiligne s'appuiera parallèlement à la limite de coupe ou de parcelle en question. Si la configuration du terrain ne le permet pas, voir ci-dessous. A noter que l'estimation des divers recouvrements doit être faite en considérant que la superficie de la demi-placette vaut 100 % et non 50 % (figure 5).

- Déplac. Max12m+R12m: cocher cette case lorsque la configuration des peuplements à

l'endroit du centre de la placette ne permet pas la délimitation d'une demi-placette en demi-cercle, par exemple lorsque le centre de la placette est situé en bordure de parcelle, dans un « coin », ou est entouré de parcelles résineuses. Dans ce cas, il est possible de déplacer le point central de la placette d'une distance maximale de 12 mètres, et d'installer une placette circulaire d'un rayon de 12 mètres (figure 6).

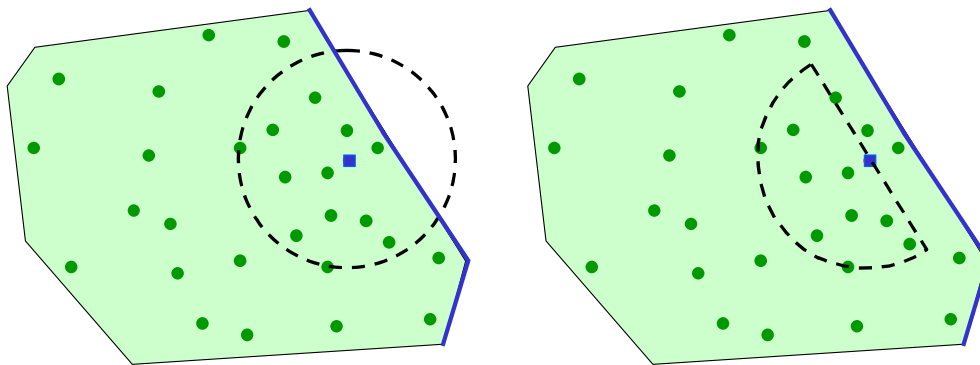


Figure 5. - Principe d'abandon d'une placette entière au profit d'une demi-placette : le centre de la placette est trop proche d'une limite de peuplement.

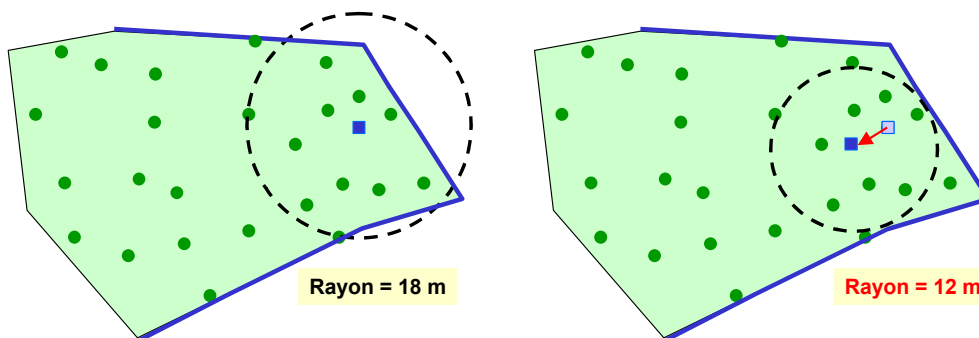


Figure 6. - Principe de déplacement d'une placette lorsque son centre est trop proche d'une limite de peuplement et que l'espace n'est pas suffisant pour installer une demi-placette.

**Cas particulier** : lorsque le point central de la placette tombe par exemple en bordure d'un bouquet résineux, voire d'une cellule de plantation feuillue, et que ce bouquet appartient à une autre parcelle, il

(ou ces) bouquet(s) ou va-t-on les regrouper avec la parcelle feuillue inventoriée ? Dans le premier cas, installer une demi-placette. Dans le second cas, décrire la

placette entière en considérant que le bouquet fait déjà partie de la parcelle feuillue inventoriée et comptabiliser les éventuels résineux également.

- Pente : indiquer la pente moyenne de la placette en degré ;

**Conseil** : Mesure de la pente : se placer au centre de la placette et mesurer la pente de la placette en effectuant 1 ou 2 mesures selon l'axe de la plus grande pente. A l'aide du Vertex ou d'un clinomètre, viser sur

un arbre par exemple, un point fictif situé à hauteur des yeux de l'observateur et lire la pente en degré sur l'échelle correspondante (ne pas confondre avec l'échelle des % !). Si la pente n'est pas homogène de part et d'autre du point central, effectuer une seconde mesure dans la direction opposée de la première mesure et effectuer une moyenne des deux mesures.

### c. DONNEES PEUPEMENT

- **% couvert (fut+RN)** : indiquer la fourchette de pourcentage de recouvrement au sol (projection des cimes) de toutes les tiges de la futaie et de l'ensemble de la régénération (avec avenir et sans avenir), à l'exception des semis (hauteur < 30 cm) et de la souille (figure 7). Le recouvrement est exprimé en considérant des classes de grande amplitude. (Codes : + : < 5 % (rare) ; 1 : < 5 % ; 2 : 5 – 25 % ; 3 : 25 – 50 % ; 4 : 50 – 75 % ; 5 : 75 – 99 % ; 6 : 100 %).

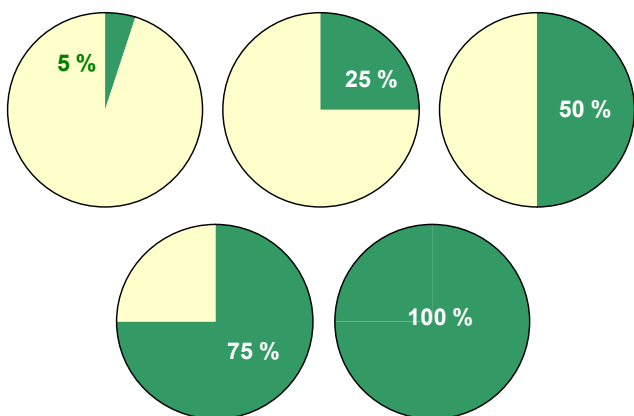


Figure 7. – Notion d'estimation du recouvrement au sol en considérant des classes de large amplitude : < 5 %, 5 – 25 %, 25 – 50 %, 50 – 75 %, 75 – 99 %, 100 % pour des paramètres tels que couvert total du peuplement, régénération, enherbement, souille, encombrement.

- **Comptage des arbres de la futaie** : dénombrer au sein de la placette les tiges non martelées et non griffées dont la circonférence à 1,5 m de hauteur est supérieure ou égale à 40 cm, en les répartissant par essences, catégories de grosseur et classes d'état sanitaire.



Les tiges martelées ou griffées ne sont pas prises en considération lors du comptage !

Seuls les arbres dont le « centre » se trouve à l'intérieur de la placette sont comptabilisés. La vérification de l'appartenance d'un arbre à la placette s'effectuera à l'aide du Vertex (pointé vers la mire) dont la face avant sera placée dans l'axe du cœur de

l'arbre (figure 8). Il est impératif de respecter scrupuleusement cette règle (précision de l'inventaire) !



Figure 8. – Vérification de l'appartenance d'un arbre à la placette à l'aide d'un dendromètre Vertex.

- **Essences** : à côté des 2 essences prévues sur la fiche (HE et CH), ajouter les essences supplémentaires éventuelles en respectant les codes repris en annexe.
- **Etat sanitaire** : distinguer les statuts suivants, en ajoutant les éventuels codes non pré-imprimés si nécessaire :
  - « sains » : code « S » ;
  - « malades ou morts » : code « M » ;
  - « mort réservé debout » : code « RD » (arbre entier mort sur pied qui ne sera pas exploité) ;
  - (quilles et bois mort au sol : voir rubrique « Autre bois mort »).

**Convention** : les arbres morts réservés ne seront comptabilisés que s'ils sont destinés à rester sur place et sont situés à l'intérieur du périmètre de la placette.

- Circonférence : pointer les tiges selon les catégories de circonférences indiquées (40-89 cm, 90-149 cm, 150-199 cm, 200-239 cm,  $\geq$  240 cm). Avec l'habitude, seuls les arbres se situant aux limites de classes (40, 90, 150, 200, 240 cm) devront être mesurés, l'objectif étant une estimation la plus correcte possible de la majorité des bois « à l'œil ».

• Régénération : (figure 9)

**Convention** : seule la régénération d'avenir sera considérée ! Pour répondre à ce critère, elle doit présenter les caractéristiques suivantes :

- tiges non marquées en délivrance (griffage) ;
- qualité et conformation acceptables (rectitude, dominance apicale, branchaison, ...);
- densité suffisante ;
- avenir potentiel (se trouver dans des conditions telles qu'elle puisse croître normalement ou être libérée par martelage d'un ou plusieurs bois sans sacrifice d'exploitabilité exagéré).

Par exemple, un semis de hêtre situé sous une jeune futaie dense de hêtre ne sera pas considéré comme

- % RN dans peuplt : indiquer la classe de recouvrement au sol (figure 7) de la régénération d'avenir (non griffée), toutes essences et stades confondus ;
- % semis + dégât 50 : indiquer, par essences, la classe de recouvrement du stade semis (hauteur < 30 cm). Si au moins 50 % des tiges présentent des dégâts (exploitation, gibier), cocher la case située à droite du pointillé ;
- % S inst. + dégât 50 : idem pour les semis installés (hauteur comprise entre 30 cm et 1,5 m) ;
- % Four + dégât 50 : idem pour les fourrés (hauteur comprise entre 1,5 m et 3 m) ;
- % G-P + dégât 50 : idem pour les gaulis-perchis (hauteur > 3 m et C1,5m < 40 cm).
- Enherbement : lorsque l'enherbement dépasse 50 % de recouvrement de la placette, cocher l'une des deux cases « gênant » ou « non gênant » selon que l'enherbement est jugé susceptible de gêner la régénération du peuple-

ment (encore faut-il que la régénération soit attendue). L'« enherbement » s'entend au sens large et s'adresse aux graminées, fougères, ronces, myrtilles (« souille » ligneuse cf. ci-après).



Figure 9. - L'inventaire sylvicole permet un recensement systématique et une cartographie de la régénération (la régénération jugée sans avenir ne sera pas prise en compte dans l'estimation des recouvrements au sein des placettes).

- % Souille : indiquer la classe de recouvrement de la « souille » (tiges de circonférence < 40 cm de saules, prunelliers, aubépine, noisetiers, rejets de charme, (houx), ...).

**Convention** : La « souille » n'entre pas en considération dans l'estimation du couvert du peuplement.

- Autre bois mort :
  - « Quille réservée » : quille à ne pas exploiter : indiquer l'essence (HE, CH, FDivers ou RESineux) et le volume estimé (m<sup>3</sup>). Possibilité d'indiquer 2 essences différentes ;
  - « Tronc réservé sol » : bois de grume au sol à ne pas exploiter : indiquer l'essence et le volume estimé (m<sup>3</sup>) situé dans la placette. Possibilité d'indiquer 2 essences différentes ;

- « *Houppier réservé sol* » : houppier au sol à ne pas exploiter : indiquer le volume estimé (stère) situé dans la placette.
- *Type phytosocio* : indiquer le code du type phytosociologique identifié (cf. clé dichotomique pour la hêtraie à luzule blanche en annexe 1).

#### d. DONNEES TROUEE

- *% occup ds placet.* : indiquer la classe d'occupation (recouvrement) de la trouée dans la placette.

#### **Conventions :**

- une zone de vide sera considérée comme trouée si elle ne comporte pas de tiges dépassant le stade fourré (hauteur 3 m) et si sa surface atteint au moins 5 ares (+/- 22 x 22 mètres) ;
- la surface d'une trouée sera estimée à l'aplomb des cimes des arbres situés à sa périphérie ;
- les rubriques ci-après s'adressent à l'ensemble de la trouée, y compris donc dans sa partie située hors de la placette.

- *Surface* : indiquer le code surface de la trouée (dans son ensemble y compris hors de la placette).
- *% RN* : indiquer la classe de recouvrement de l'ensemble de la régénération dans la trouée.
- *Stades RN (S, SI, F)* : indiquer les stades de régénération observés, par ordre décroissant d'importance en surface.
- *Ess 1/2/3/4/5/6 RN* : indiquer le code des essences de la régénération, tous stades confondus, par ordre décroissant d'importance de leur recouvrement.
- *Dégâts RN>50 %* : cocher si au moins 50 % des tiges présentent des dégâts (exploitation, gibier).
- *% Enherbement* : indiquer la classe de recouvrement de l'enherbement en distinguant l'enherbement « gênant » du « non-gênant » vis-à-vis de la régénération.
- *Type enherbement* : indiquer le type d'enherbement (myrtille, canches/herbacées, ronce, fougères).

- *% encombrement* : indiquer la classe de recouvrement de l'encombrement au sein de la trouée (rémanents d'exploitation, grumes, houppiers non-démembrés, branches) rendant potentiellement difficile ou impossible la plantation ou l'utilisation d'engins mécanisés destinés à travailler le sol en vue de favoriser la régénération naturelle.
- *A rectifier* : cocher si la trouée doit être rectifiée par martelage de bois mûrs, abîmés ou sans avenir (suggestion : possibilité d'indiquer dans la rubrique « Remarques » : nombre de bois à marteler, essences, dimensions).
- *X/Y GPS Centre* : possibilité de renseigner les coordonnées X/Y du centre de la trouée à l'aide du récepteur GPS (coordonnées exprimées en degrés décimaux).

#### e. DONNEES INTERVENTIONS

Les différentes interventions sylvicoles jugées nécessaires au sein de la placette seront cochées parmi les différents types prévus ci-après ou seront précisées en toutes lettres (rubrique « Autres à préciser »).

**Conseil** : Selon les habitudes de travail et le vocabulaire utilisé, les interventions sylvicoles et leur définition, reprises ci-après, peuvent comporter un certain nombre de nuances qu'il est souhaitable de préciser au préalable afin d'harmoniser les notations entre équipes de terrain.

**Convention** : La nécessité d'intervenir sera jugée en tenant compte de l'état actuel du peuplement mais aussi en prévision de son évolution pendant la durée d'une rotation (exemple : dans les 12 ans à venir, un gaulis-perchis devra bénéficier d'un griffage).

Par convention :

- *Dégagement (+ type)* : gestion de la concurrence « adventice » (manuelle, mécanique ou chimique).  
+ Type : préciser le type de végétation à traiter parmi les 5 types suivants : ligneux, ronce, fougères, myrtille, canches – herbacées.
- *Dépressage-nettoisement* : mise à distance « de masse ».
- *Enlèvement loups* : suppression ponctuelle d'arbres très mal conformés (loups) dans un fourré (régularisation des tiges) ou un gaulis-

perchis que l'on veut maintenir relativement dense.

- **Suppr. préexistants** : suppression de tiges pré-existantes et mal conformées (lousps) en vue de régénérer une zone.
- **Arbres de place** : désignation d'arbres de place dans un peuplement de gaulis-perchis ou de petits bois (40-90 cm), par exemple dans le cas de peuplements touchés par des écorcements et dans lesquels on souhaite sauver un nombre de tiges limité en vue de constituer malgré tout un peuplement d'avenir. Les tiges ainsi sélectionnées feront l'objet de soins appropriés tels que protection par gaine, taille, élagage et détournement.
- **Griffage** : marquage à la griffe des individus à éliminer au sein des tiges de faible circonférence ne faisant pas l'objet d'un martelage (gaulis-perchis essentiellement).
- **Eclaircie normale** : nécessité d'une éclaircie dans les tiges de la futaie (> 40 cm).
- **Taille** : nécessité d'une taille de formation (essentiellement en plantations).
- **Plantation** : nécessité d'une plantation ;
- **Travail du sol** : nécessité d'un travail du sol (régénération assistée).
- **Autres à préciser** : autre intervention à préciser.

f. **DIVERS (à cartog)** : élément particulier à préciser. Le contenu de cette rubrique sera encodé et pourra donc faire l'objet d'un traitement et d'une cartographie thématique (exemple : présence dans la placette d'un nid de cigogne, terrier, ...).

g. **REMARQUE** : rubrique consultable sur fiches papier mais ne faisant pas l'objet d'un traitement informatique.

#### ◆ **Cheminement entre placettes**

Procédure à suivre pour atteindre le point de sondage suivant :

- attacher le fil du topofil au centre de la placette et remettre son compteur à zéro ;

- du centre de la placette, viser à la boussole un point de repère (1 arbre par exemple) aussi loin que possible selon l'azimut exact prévu ;
- se diriger vers le point de repère par le chemin le plus court, en s'arrêtant à la distance prédéterminée entre les points de sondage (50 ou 60 mètres) ;
- si le terrain situé entre deux placettes présente une pente moyenne d'au moins 10°, il est indispensable d'appliquer une correction de la distance de cheminement, en l'augmentant. Le tableau 1 indique la distance de cheminement à appliquer en fonction de la pente mesurée à l'aide du Vertex ou d'un clinomètre. Depuis le centre de la placette qui vient d'être terminée, viser un point fictif situé à hauteur des yeux de l'opérateur, dans la ligne de visée orientée vers la placette suivante. Après lecture sur l'instrument de la pente en degrés, la correction de pente qui s'impose est appliquée.

Tableau 1. – Distances de progression corrigées en fonction de la pente moyenne mesurée entre placettes, pour des distances de 50 et 60 mètres en terrain plat (valeurs arrondies à l'unité).

Pente (en degré)	Distance corrigée (en mètre)	
	50	60
0	50	60
5	50	60
10	51	61
15	52	62
20	53	64
25	55	66
30	58	69
35	61	73
40	65	78
45	71	85
50	78	93
55	87	105
60	100	120

#### **Conseils :**


- éviter autant que possible les écarts par rapport à la ligne droite reliant les points de sondage (sol, ...)
- viser le plus loin possible en évitant de multiplier à l'excès le nombre de visées successives, génératrices d'erreurs cumulées ;
- si nécessaire, après le franchissement d'un obstacle (ex. : huppier au sol) ou lorsque la visibilité est mauvaise (ex. : fourrés), effectuer une nou-

velle visée et poursuivre le cheminement. Ne pas oublier de se replacer parfaitement dans l'axe de progression avant de viser à nouveau vers un autre point de repère ;

- en cas de doute quant à la validité d'un cheminement, et avant de baser une nouvelle progression sur une position incertaine, repartir d'un nouveau point de repère (§ 1.2.).



Figure 10. - Extrait d'une carte utilisée pour la localisation des placettes sur le terrain : représentation d'un orthophotoplan, du fond de carte topographique, des limites de la zone à inventorier et de la grille d'échantillonnage.

 - le cheminement entre points doit être effectué avec un maximum d'attention et de précision afin d'éviter de gros écarts par rapport à la grille d'échantillonnage initiale (exemple : points en fin de virée sortant de la coupe, ...);

- le port de lunettes à montures métalliques peut induire des erreurs lors des visées à la boussole. Il convient de vérifier le caractère « magnétique » de la monture en l'approchant, sous divers angles, d'une boussole et en vérifiant l'absence de toute déviation de l'aiguille ;

- pour atteindre une nouvelle placette, la visée doit se faire depuis le centre de la placette précédente ;

- lors des visées à la boussole, viser par l'intérieur de celle-ci et vérifier son horizontalité (surtout vrai

en terrains pentus) afin qu'elle puisse pivoter librement.

---

## Liste des codes utilisés

---

Le tableau 2 reprend la liste des codes utilisés pour compléter la fiche de prise de données.

---

## Encodage et traitement des données

---

---

### Introduction

---

La réussite d'un inventaire par échantillonnage tient non seulement 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 œuvre 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 « Inventaires Forestiers de Gestion » (« IFG »)

---

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. L'application IFG est constituée de différents modules fonctionnant dans l'environnement Excel, chaque module étant dédié à une méthode d'inventaire particulière. La méthode d'inventaire présentée dans cette note utilise le module « Inv\_sylvi.xls ». Le module souhaité est accessible depuis un module général (IFG.xls) ou en ouvrant directement le fichier Excel correspondant.

Tableau 2. – Codes utilisés pour compléter la fiche de terrain.

Rubrique	Code	Définition		
% Recouvrement	+	< 5 % (rare)		
	1	< 5 %		
	2	5 - 25 %		
	3	25 – 50 %		
	4	50 – 75 %		
	5	75 – 100 %		
Stades de régénération	6	100 %		
	S	Semis : hauteur < 30cm		
	SI	Semis installé : hauteur comprise entre 0,3 et 1,5 mètres		
	F	Fourré : hauteur comprise entre 1,5 et 3 mètres		
Trouée surface	G-P	Gaulis – perchis : hauteur > 3 m et circonférence à 1,5 m de hauteur < 40 cm		
	1	5 - 10 ares		
	2	10 – 25 ares		
	3	25 - 50 ares		
	4	50 ares – 1 ha		
Enherbement type	5	> 1 ha		
	M	Myrtille		
	C	Canche et herbacées		
	R	Ronce		
Essences	F	Fougères		
	AX	Aulne glutineux	AG	Sapin pectiné
	BO	Bouleaux	AN	Sapin noble
	CA	Charme	AP	Sapin noble
	CP	Chêne pédonculé	DO	Douglas
	CS	Chêne sessile	EK	Epicéa de Sitka
	CI	Chênes indigènes	EP	Epicéa commun
	CR	Chêne rouge	ME	Mélèze d'Europe
	ES	Erable sycomore	MJ	Mélèze du Japon
	FR	Frêne	MH	Mélèze hybride
	HE	Hêtre	PA	Pin noir d'Autriche
	MR	Merisier	PC	Pin laricio de Corse
	PE	Peuplier tremble	PK	Pin de Koekelare
	RO	Robinier	PS	Pin sylvestre
	TG	Tilleul à grandes feuilles	TH	Thuya géant
	TP	Tilleul à petites feuilles	TS	Tsuga hétérophylle

Les paragraphes qui suivent présentent les principales manipulations prises en charge par ce module informatique. Un document spécifique présentant de manière détaillée les différentes fonctionnalités de cette application 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 (dimension de la maille) qui vont conditionner le nombre de placettes. Une procé-

sure 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 une série d'aménagement) pour plusieurs inventaires distincts au sein de cette zone.

### ◆ **Préparation des données**

Une autre procédure permet de générer les cartes qui sont utilisées sur le terrain pour la localisation des placettes. Cette carte reprend la grille d'échantillonnage, les limites du parcellaire de gestion, ainsi que le fond topographique au 1/10.000° ou un orthophotoplan couleur (figures 4 et 10). La même procédure informatique permet de générer un fichier contenant les données pouvant être chargées sur un GPS pour la navigation vers les

centres de certaines placettes isolées ou particulièrement difficiles à repérer par cheminement classique.

## Encodage des données

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

L'application « Inv\_sylvi.xls » comporte une feuille permettant l'encodage des données de terrain.

Cette feuille constitue une réplique exacte de la fiche de terrain. Elle peut être utilisée pour la saisie de nouvelles placettes ou pour vérifier et corriger des données encodées précédemment (figure 11). 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.

### Inventaire : Aisance\_4\_sylvicole (2003)

Opérateurs :  Parcelle :  Date :

P	N° placette								
L	Demi-placette								
A	Pente (degré)								
	% couvert (fut+RN)								
P	Essences	HE	CH						
E	Sain/Malade	S	M	S	M				
U	40-89								
P	90-149								
L	150-199								
E	200-239								
M	≥ 240								
E	% RN dans peuplt								
N	% Semis + dégât 50 %								
T	% S inst. + dégât 50 %								
	% Fourré + dégât 50								
	% G-P + dégât 50 %								
	Enherbement >50%	Non gênant		Génant					
	% occup ds placet.								
T	Surface								

AFFICHER

ENREGISTRER

ANNULER

SUPPRIMER

Figure 11. - Extrait de la feuille d'encodage des données d'inventaire (application « Inv\_sylvi.xls »).

## Traitement des données

L'application « Inv\_sylvi.xls » comporte également une page consacrée au traitement des données (figure 12) afin de produire des résultats sous forme de cartes thématiques d'une part et de tableaux et histogrammes synthétisant notamment les principaux indicateurs dendrométriques de la parcelle d'autre part. 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. Ces

paramètres concernent principalement les points suivants :

- ♦ *sélection* : cette rubrique permet de préciser la ou les strates(s) sur la(les)quelle(s) les traitements vont porter. 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 placette.
- ♦ *groupes d'essences* : la définition de groupes d'essences permet d'afficher les résultats sous forme de tableaux synthétiques. Deux groupes peuvent être définis par l'utilisateur, l'appli-



cation 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 de placettes. Cette durée dépasse rarement les 30 secondes.

The screenshot shows a software interface for processing forest inventory data. At the top, there are input fields for 'Inventaire' (Aisance\_4\_sylvicole), 'Année' (2003), 'Parcelles' (941/01), and 'Groupes d'essences' (HE, CH, CHS, CHP). A 'Surface estimée' of 42.5 ha (118 UE) is displayed. Below these are fields for 'Titre 1' and 'Titre 2'. The interface is divided into two main sections: 'Cartographie' and 'Statistiques'. The 'Cartographie' section includes a 'Type de carte' dropdown set to 'Nombre de tiges', a 'Critères de sélection' table, and a 'Fond de carte' dropdown set to 'aisance\_coupe4'. The 'Statistiques' section has a checkbox for 'Exclure régén avec dégâts importants'. Both sections have an 'Exécuter' button.

Critères de sélection	
Hêtre	40 - 90
Erable sycomore	90 - 150
Chenes indigenes	150 - 200
Charme	200 - 240
Chene rouge	240 - 300
Frene	
Sorbier	
Bouleaux	

Figure 12 – Extrait de la feuille de traitement des données d'inventaires (application « Inv\_sylvi.xls »).

## Résultats

Selon le souhait de l'utilisateur, le traitement des données aboutit à la production de cartes thématiques diverses permettant la représentation spatiale des résultats, ou d'une feuille « Résultats » composée de tableaux synthétiques et d'histogrammes. Les résultats concernant les paramètres suivants peuvent être produits sous l'une ou l'autre forme de présentation :

- ◆ Caractéristiques dendrométriques de la parcelle :
  - densité des tiges par essences et en fonction du statut sanitaire observé ;
  - diversité spécifique exprimée en termes de surface terrière ;
  - distribution des placettes par classes de surface terrière.

- ◆ Caractéristiques de la régénération et de ses freins potentiels :
  - recouvrement total de la régénération, tous stades confondus ;
  - répartition par essences et par stades de la régénération ;
- ◆ Typologie des peuplements en fonction de différents critères :
  - surface terrière ;
  - composition ;
  - structure ;
  - phytosociologie (en préparation) ;
  - enherbement.

La détermination des différents types de peuplements basés sur leur structure et leur composition spécifique fait respectivement appel à la représentation au sein des placettes des différentes catégories de grosseur des tiges (PB, MB, GB, TGB, TTGB) et des essences de la futaie. Les algorithmes qui régissent leur détermination ont été élaborés « a priori », c'est-à-dire en fonction des types

de peuplements que le gestionnaire souhaite voir mis en évidence dans une optique d'évaluation de la nécessité d'interventions sylvicoles. Leur détail ne sera pas présenté dans le cadre de ce document.

La mise en page des feuilles « Résultats », comprenant les tableaux synthétiques ou les cartes thématiques permet leur impression directe sur format A4. Un exemple complet de résultats pour un inventaire est présenté ci-après.

## Exemple d'application

### Introduction

Afin d'illustrer les potentialités de la méthode proposée, le présent paragraphe expose un exemple d'application concret. Celui-ci concerne une parcelle feuillue du cantonnement de Florenville située en Gaume et faisant partie des bois communaux de Florenville (Série Aisances, coupe IV, parcelle 941.01). Cette parcelle, d'une superficie de 43 hectares, a été inventoriée en octobre 2003 en préparation du martelage prévu au printemps 2004. Le plan d'échantillonnage utilisé est constitué d'une maille carrée de 60 mètres de côté correspondant, à raison de 2,8 placettes par hectare, à un total de 118 placettes. La récolte des données a été réalisée en étroite collaboration avec le personnel du cantonnement de Florenville et a débuté par une phase d'apprentissage et de « rodage ». Une fois les équipes de terrain (2 personnes) rompues à cette tâche, la récolte des données a été réalisée à une cadence permettant l'inventaire d'environ 2 hectares par heure.

Sur le plan sanitaire, cette parcelle n'a été qu'assez peu touchée par la « maladie du hêtre », le volume total de hêtres atteints qui y a été prélevé avoisinant les 6 m<sup>3</sup>/ha.

Les résultats du traitement des données synthétisant l'état de la parcelle peuvent être produits sous forme d'indicateurs chiffrés et de cartes thématiques diverses. Les paragraphes qui suivent en présentent un extrait.

---

### Indicateurs chiffrés

---

Le tableau 3 rassemble une série d'indicateurs statistiques synthétisant l'état des peuplements en automne 2003. Ces indicateurs concernent respectivement la densité, la composition et la structure des peuplements, ainsi que la régénération.

Remarquons qu'une comparaison a pu être faite entre la distribution des tiges par catégories de grosseur produite par l'échantillonnage et celle fournie par un inventaire complet. Celui-ci a été réalisé 12 ans auparavant et ses résultats ont fait l'objet d'une actualisation basée sur l'application d'un accroissement en circonférence estimé lors de précédentes comparaisons d'inventaires complets. Cette comparaison montre que des résultats très proches ont été fournis par les deux méthodes.

Le graphique de la figure 13 illustre la distribution des tiges par groupe d'essences et par classes de circonférence.

---

### Cartes thématiques

---

Par le biais d'une interface basée sur des sélections par menus déroulants, le module informatique de traitement des données permet de produire une gamme étendue de cartes thématiques aptes à répondre à la plupart des besoins du gestionnaire en matière d'évaluation de l'avenir de la parcelle, de préparation du martelage, de régénération naturelle et de planification des travaux à effectuer. Les exemples suivants en sont quelques illustrations (figures 14 à 21). Ils mettent en exergue l'intérêt évident de la localisation spatiale des différents paramètres constitutifs de l'état des lieux pour des parcelles composées de peuplements relativement hétérogènes sur le plan notamment de la densité, de la composition spécifique, de la structure et de la régénération. La possibilité de localiser directement sur carte les zones où divers travaux sylvicoles ont été jugés nécessaire présente également un grand intérêt pratique.

Tableau 3. - Principaux indicateurs synthétisant l'état de la parcelle 941.01 – série Aisances – Commune de Florenville.

Type d'indicateur	Définition	Total	Hêtre	Chênes	Autres
Densité (tous les arbres)	NHA (nb/ha)	168,8	122,7	11,6	34,5
	NHA (%)	100,0	72,7	6,8	20,4
	Erreur échant sur NHA <sub>tot</sub> (%)	9,1	-	-	-
	VHA (m <sup>3</sup> /ha)	122,4	94,6	23,9	3,9
	VHA (%)	100,0	77,3	19,5	3,2
	Erreur échant sur VHA <sub>tot</sub> (%)	8,7	-	-	-
	GHA(m <sup>2</sup> /ha)	17,2	18,2	18	18,1
	Erreur échant sur GHA <sub>total</sub> (%)	6,5	-	-	-
	GHA (%)	100,0	75,0	17,3	7,7
	GHA <sub>tot</sub> < 10 m <sup>2</sup> /ha (%)	9,3	-	-	-
	GHA <sub>tot</sub> 10-18 m <sup>2</sup> /ha (%)	45,7	-	-	-
	GHA <sub>tot</sub> 18-22 m <sup>2</sup> /ha (%)	23,0	-	-	-
	GHA <sub>tot</sub> > 22 m <sup>2</sup> /ha (%)	22,0	-	-	-
Densité (arbres malades)	GHA(m <sup>2</sup> /ha)	0,1	0,1	0,0	0,0
	GHA (% de tous les arbres)	0,4	0,5	0,1	0,0
	NHA (nb/ha)	0,6	0,5	0,1	0,0
	NHA (% de tous les arbres)	0,4	0,4	0,7	0,0
	VHA (m <sup>3</sup> /ha)	0,5	0,5	0,0	0,0
	VHA (% de tous les arbres)	0,4	0,5	0,0	0,0
Structure (tous les arbres)	Nha 40-90 cm	106,4	73,1	1,1	32,2
	Nha 90-150 cm	23,9	19,8	2,5	1,6
	Nha 150-200 cm	25,6	20,2	5,0	0,4
	Nha 200-240 cm	10,8	8,7	2,0	0,2
	Nha 240-300 cm	2,1	0,9	1,0	0,2
	Structure « GB » (%)	36,4	-	-	-
	Structure « TGB » (%)	29,7	-	-	-
	Structure « JARDINE » (%)	11,0	-	-	-
	Structure « VIDE » (%)	1,7	-	-	-
Régénération d'avenir	Recouvrement total (%)	14,1	10,6	3,2	0,3
	Recouvr. sem. + sem. inst.(%)	5,5	3,8	0,3	1,4
	Recouvr. fourré (%)	1,5	0,7	0,0	0,8
	Recouvr. gaulis-perchis (%)	7,1	6,0	0,0	1,1
Recouvrement	Peuplement (futaie+régé) (%)	82,0	-	-	-
	Enherbement gênant (%)	22,0	-	-	-
	Trouées (%)	2,3	-	-	-

Erreur échant sur NHA<sub>tot</sub>, VHA<sub>tot</sub> et GHA<sub>tot</sub> : erreur d'échantillonnage associée à ces paramètres pour un niveau de confiance de 95 %  
VHA : volume « marchand » (m<sup>3</sup>/ha)

GHA<sub>tot</sub> < 10, 10-18, 18-22, > 22 m<sup>2</sup>/ha : % des placettes présentant une surface terrière reprise dans les limites définies

TTGB : très très gros bois (C<sub>150</sub> de 240 cm et +), TGB : très gros bois (200 ≤ C<sub>150</sub> < 240 cm), GB : gros bois (150 ≤ C<sub>150</sub> < 200 cm),

MB : moyen bois (90 ≤ C<sub>150</sub> < 150 cm), PB : petit bois (40 ≤ C<sub>150</sub> < 90 cm)

Structure « GB » : TGB + GB représentent + de 50 % de la surface terrière du peuplement et GB > TGB

Structure « T-TGB » : TTGB + TGB + GB représentent + de 50 % de la surface terrière du peuplement et TGB + TTGB > GB

Structure « JARDINE » : PB, MB, GB + TGB + TTGB représentent respectivement 25 à 50 %, < 66 % et 15 à 33 % de la surface terrière du peuplement

Structure « VIDE » : surface terrière du peuplement < 5 m<sup>2</sup>

Recouvr. Sem. + sem. Inst. (%) : recouvrement des semis et des semis installés (en %)

Enherbement gênant (%) : % des placettes présentant un enherbement couvrant au moins 50 % de la surface des placettes et gênant la régénération

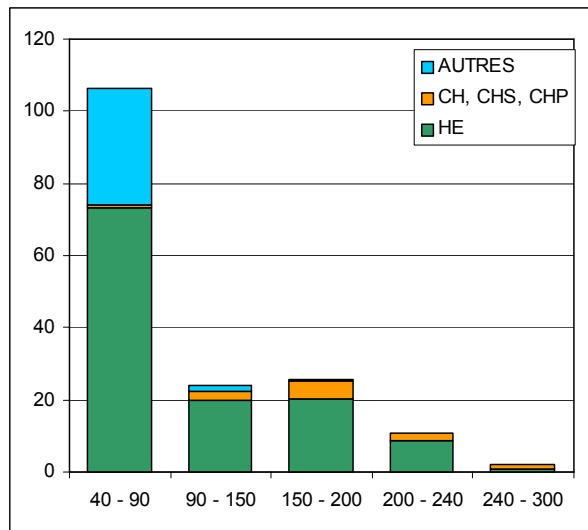


Figure 13 – Extrait de la feuille « résultats » : distribution du nombre de tiges à l'hectare par groupes d'essences et par classes de circonférence (parcelle 941.01 – Série Aisances – Commune de Florenville).

## Conclusions et perspectives

Depuis 1999, la « maladie du hêtre » a causé des dégâts parfois très conséquents au sein des hêtraies ardennaises et gaumaises, entraînant de fâcheuses répercussions essentiellement sur les plans économique et sylvicole. L'importance du volume exploité pour raisons sanitaires et l'hétérogénéité de la répartition spatiale des prélèvements ont bouleversé profondément le faciès de certaines parcelles.

Afin d'établir un véritable état des lieux « post-perturbation » à l'échelle des parcelles, un outil a été développé afin de permettre une récolte et un traitement de données rigoureux et objectif, de manière aussi simple et rapide que possible. Basée sur la réalisation d'un inventaire par échantillonnage systématique caractérisé par un taux de sondage particulièrement élevé, la méthode proposée tente de concilier la collecte d'une gamme étendue d'informations essentielles pour la sylviculture, une erreur d'échantillonnage acceptable selon l'objectif visé, la rapidité d'exécution et la possibilité d'une cartographie thématique.

Si cette méthode a avant tout été développée dans le contexte particulier de l'évaluation post « maladie du hêtre » des peuplements, elle constitue néanmoins aussi un outil très intéressant pour

la gestion courante d'autres peuplements non concernés par des problèmes sanitaires.

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 œuvre des différentes étapes de l'inventaire.

Les résultats produits concernent à la fois les caractéristiques dendrométriques « habituels » des peuplements et d'autres informations très utiles au gestionnaire, spécialement à l'heure où il s'interroge sur l'avenir de certains peuplements ruinés par la « maladie du hêtre ». Ainsi, le recensement, la description et la cartographie de la régénération naturelle figurent parmi les données cruciales pour la gestion des futaies irrégulières dont le renouvellement devrait largement se fonder sur ce mode de régénération.

Cette méthode se montre également apte à fournir, sous forme de synthèses ou de cartes thématiques, diverses informations à caractère écologique sur lesquelles le gestionnaire est de plus en plus fréquemment interrogé (Natura 2000, biodiversité, recensements divers, ...).

Dans certains cas, eu égard aux moyens humains à déployer, la question du remplacement de l'inventaire complet par ce type d'inventaire « sylvicole » mérite d'être posée. Au rang des principaux avantages, citons la possibilité de récolter et de cartographier, outre les paramètres dendrométriques classiques de la parcelle, un ensemble très vaste de données très utiles au gestionnaire (régénération, stade de développement, trouées, interventions sylvicoles à effectuer, stock de bois mort, phytosociologie, ...). Ces données supplémentaires ne sont pas prises en considération par un inventaire complet classique. Cependant, comme tout échantillonnage, et malgré un taux de sondage particulièrement élevé, l'inventaire sylvicole est forcément entaché d'une erreur d'échantillonnage. En ce qui concerne la densité et la structure du peuplement, l'expérience (encore relativement limitée) montre qu'un nombre minimal de placettes compris entre 50 et 80 permet d'atteindre une erreur d'échantillonnage acceptable dans un objectif de gestion sylvicole. Par exemple, les valeurs de l'erreur d'échantillonnage (pour un intervalle de confiance de 95 %) observées jusqu'ici ont varié

entre 5 et 13 % sur le nombre de tiges à hectare et entre 5 et 9 % sur la surface terrière à l'hectare. Cette erreur, que le programme informatique permet de calculer, est théoriquement plus élevée que celle qui entache un inventaire complet, à condition que ce dernier soit réalisé en conditions optimales (rarement observées en pratique). Enfin, le caractère non permanent des placettes n'autorise pas le calcul d'un accroissement pour une parcelle. Celui-ci peut cependant être calculé sur base de la comparaison d'inventaires d'un sous-échantillonnage de placettes permanentes, ou à partir de placettes d'un inventaire « aménagement » situées dans la parcelle [LEJEUNE *et al.*, 2004].

La méthode suggérée demande un minimum de formation qui s'acquiert rapidement par une pratique régulière. Un équipement minimum est également indispensable pour garantir une cadence de travail acceptable. Il comporte essentiellement un dendromètre de type Vertex dont le coût avoisine les 1.500 euros. Equipée d'un tel instrument, une équipe de 2 personnes rompues à cette tâche peut inventorier 10 à 15 hectares de futaie feuillue irrégulière par jour.

Enfin, la présente note technique se veut évolutive. Les remarques et suggestions que seule la pratique régulière d'inventaires sylvicoles fera naître sont évidemment les bienvenues.

## Remerciements

Cette note technique a pu voir le jour grâce à des recherches menées dans le cadre de la convention « *Maladie du hêtre en Wallonie : suivi de l'évolution et gestion sylvicole de l'après-perturbation* » en collaboration avec l'Accord-Cadre « *Recherche forestière* », toutes deux financées par la Région wallonne (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement – Division de la Nature et des Forêts).

Nous saisissons l'occasion de sa publication pour remercier le personnel de la Division Nature et Forêts, en particulier celui relevant des cantonnements de Florenville, Bouillon et Habay-la-Neuve pour l'état d'esprit très positif avec lequel il a accueilli cette nouvelle méthode, pour sa disponibilité et sa collaboration constructive. Que tous ceux qui ont apporté leur aide ou leurs conseils en soient remerciés.

## Références

LEJEUNE P., HUART O., RONDEUX J. [2004] – Proposition d'une méthode d'inventaire « aménagement » pour le diagnostic des peuplements touchés par la « maladie du hêtre » en Région wallonne. *Note Technique Forestière de Gembloux n° 11*, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 14 p.

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01

Inventaire sylvicole octobre 2003 : Recouvrement du peuplement

Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

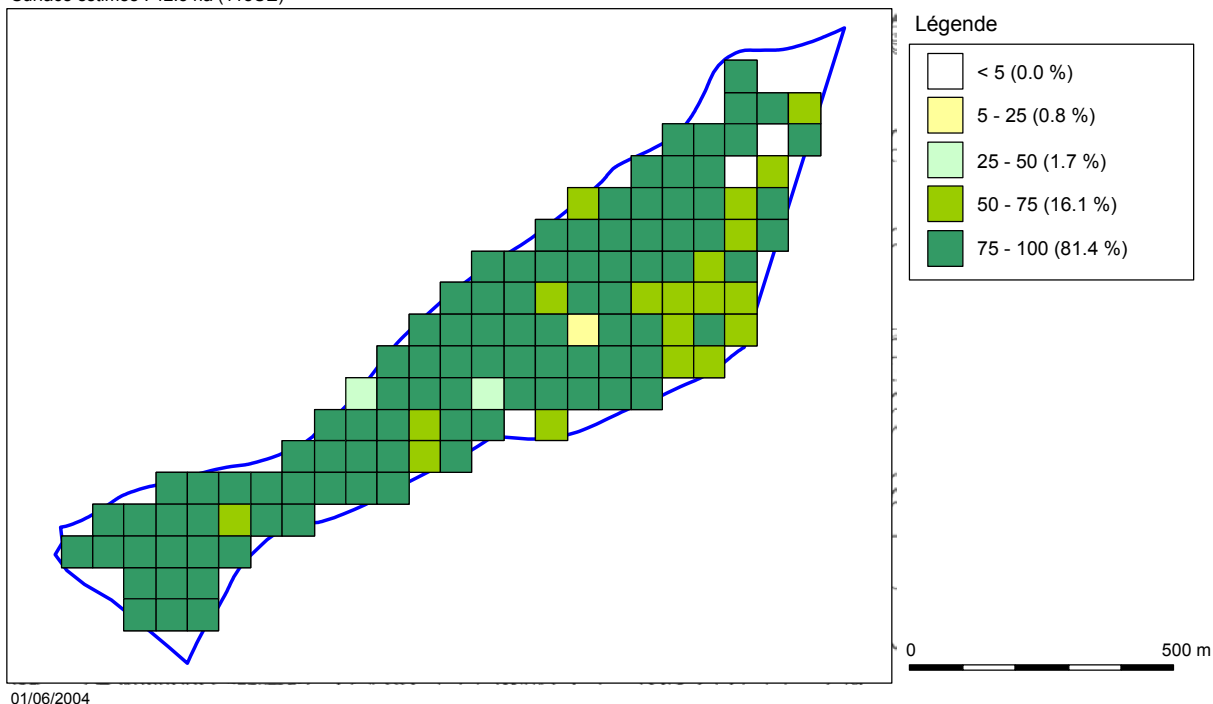


Figure 14. – Carte thématique représentant le recouvrement total du peuplement au sol (arbres de la futaie + régénération).

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01

Inventaire sylvicole octobre 2003 : Typologie de composition

Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

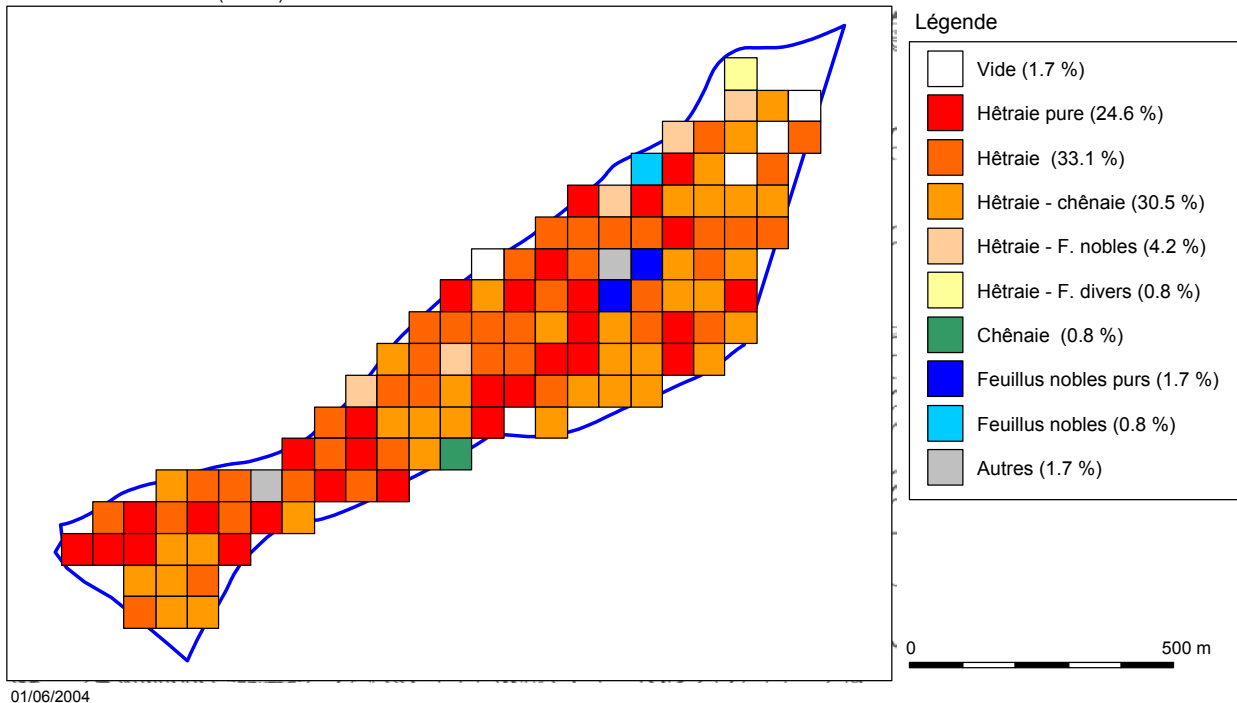


Figure 15. – Carte thématique représentant le résultat d'une typologie de composition spécifique des arbres de la futaie.

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01

Inventaire sylvicole octobre 2003 : Typologie de structure - essences : PEUTR, ORME, SO, CHARM exclus

Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

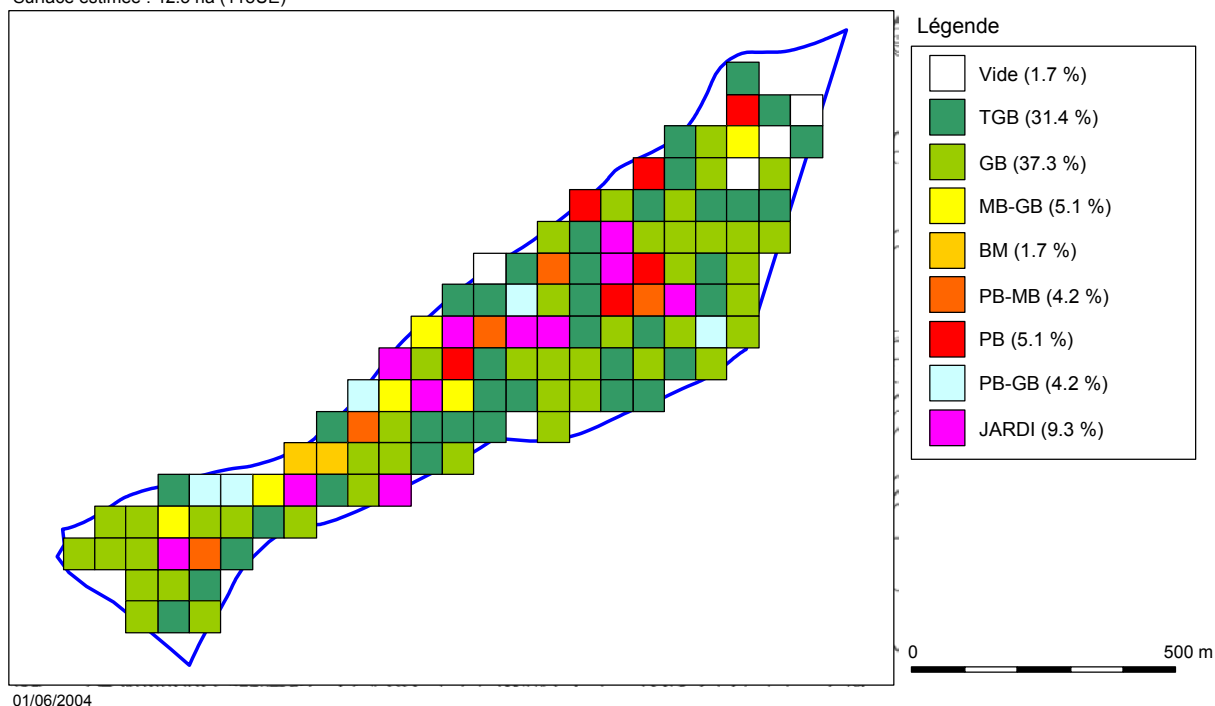


Figure 16. - Carte thématique représentant le résultat d'une typologie de structure du peuplement.

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01

Inventaire sylvicole octobre 2003 : Nombre de tiges / ha - essences : HE - catégories : TGB, TTGB

Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

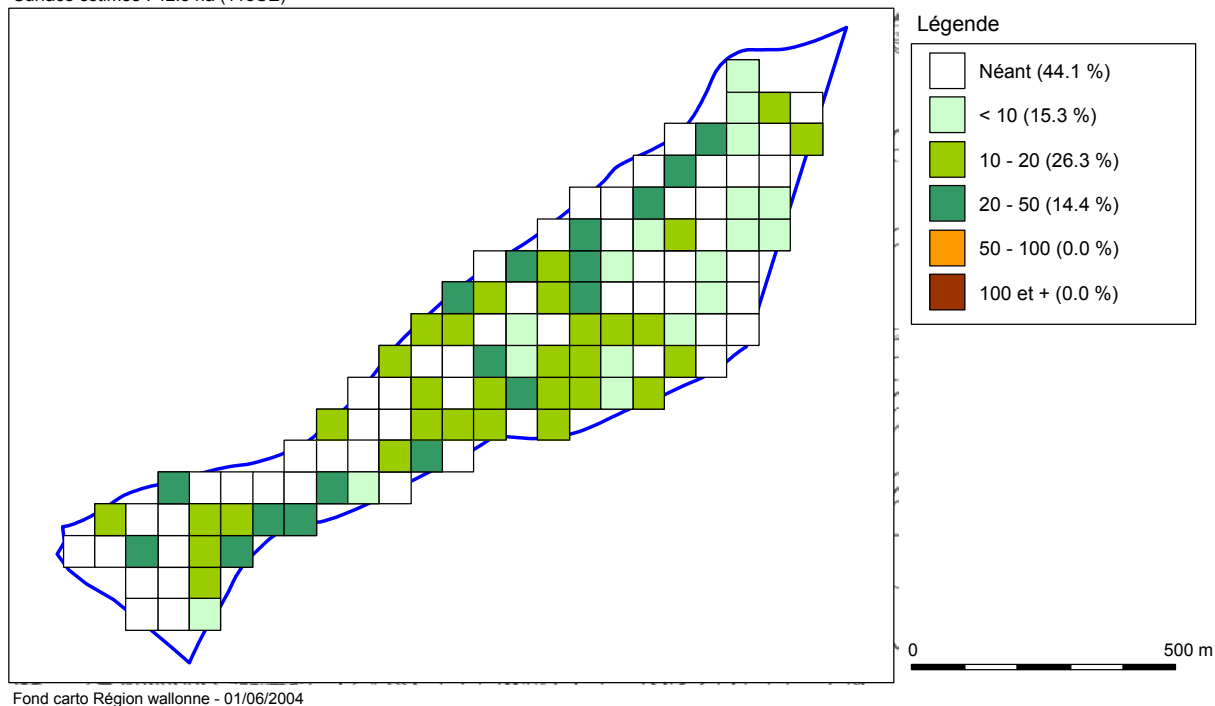


Figure 17. - Carte thématique représentant la densité de hêtres ayant atteint la dimension d'exploitabilité (TGB, TTGB) (en nombre de tiges par hectare).

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01  
 Inventaire sylvicole octobre 2003 : Nombre de tiges / ha - essences : ES - catégories : GB, TGB, TTGB  
 Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

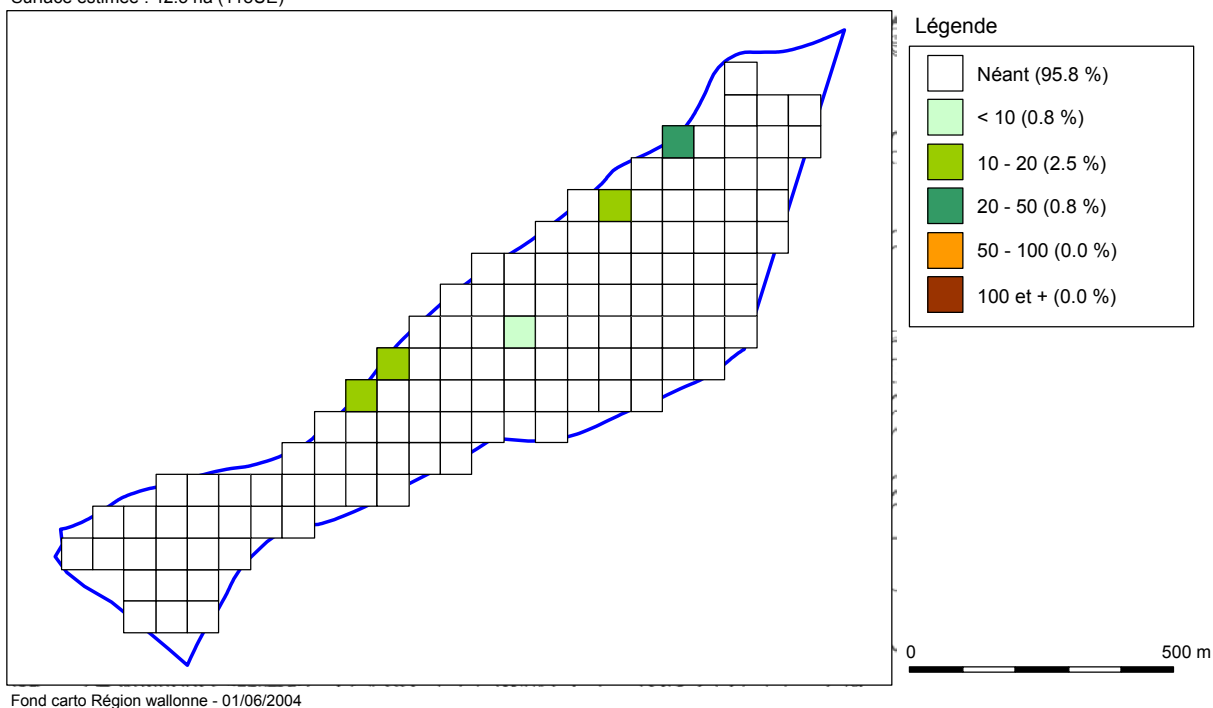


Figure 18. - Carte thématique représentant la densité d'érables sycomores ayant atteint la dimension d'exploitabilité (GB, TGB, TTGB) (en nombre de tiges par hectare).

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01  
 Inventaire sylvicole octobre 2003 : Recouvrement de la régénération  
 Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

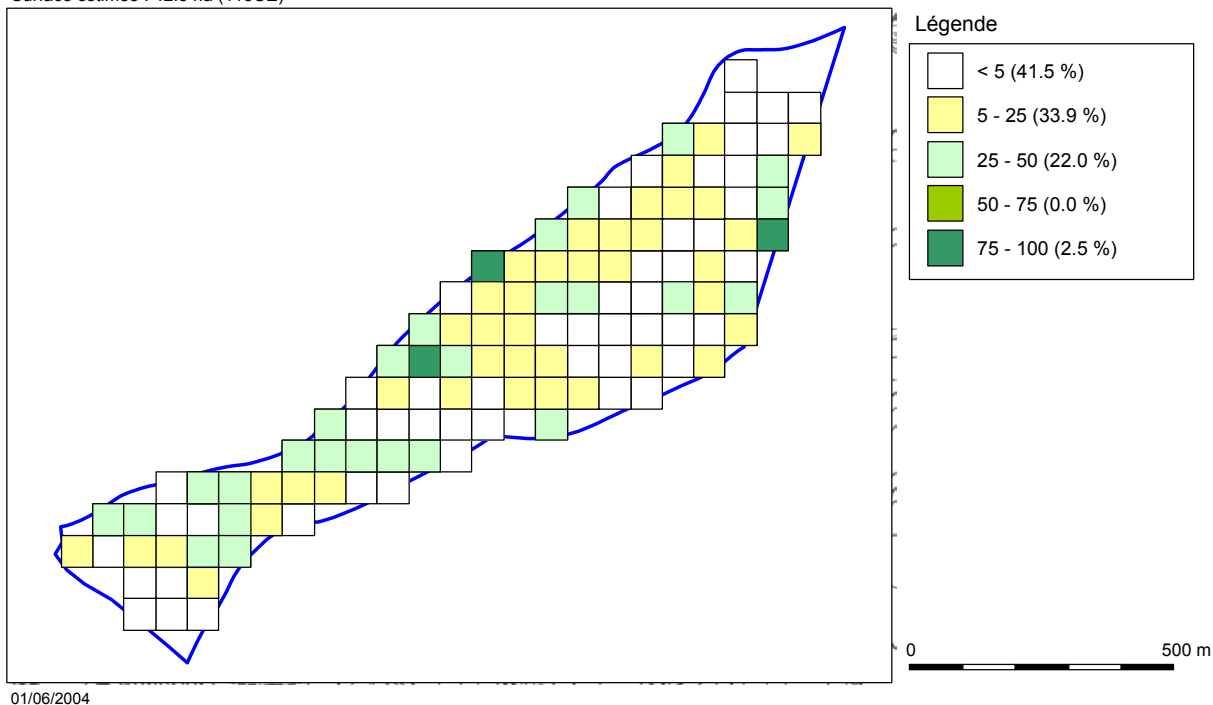


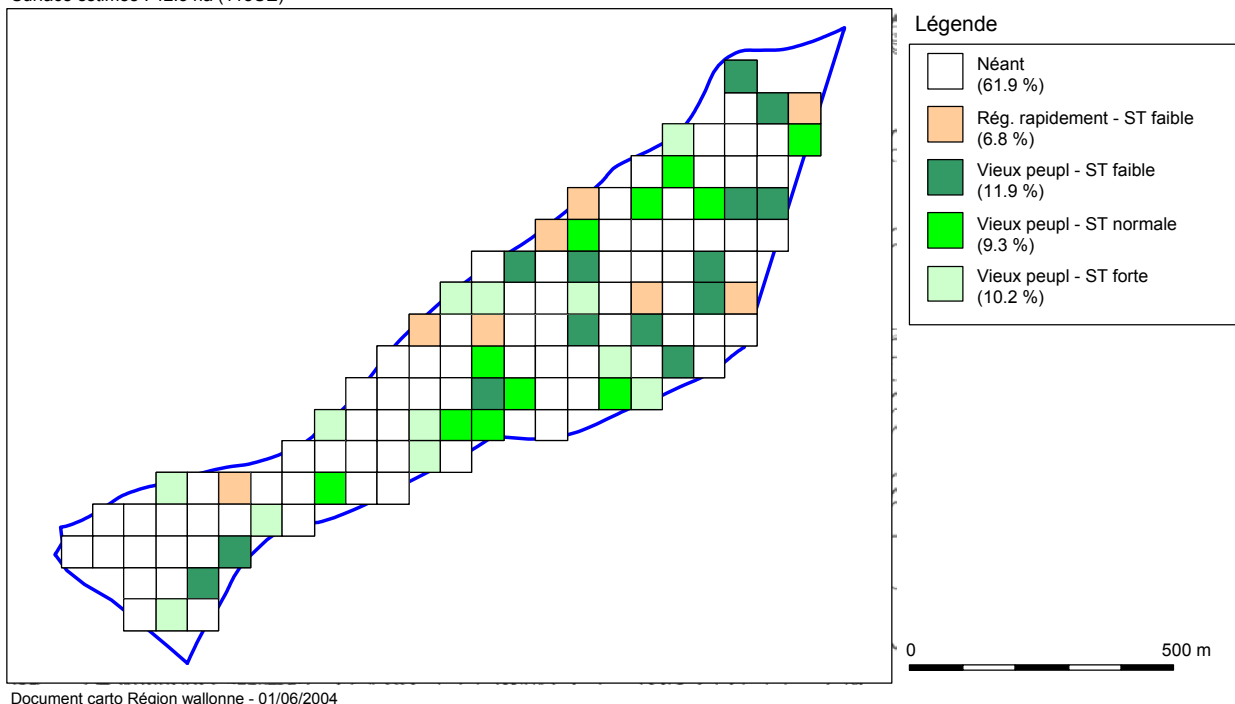
Figure 19. - Carte thématique représentant le recouvrement de la régénération d'avenir, toutes essences et tous stades de développement confondus.



Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01

Inventaire sylvicole octobre 2003 : Effort de régénération

Surface estimée : 42.5 ha (118UE)



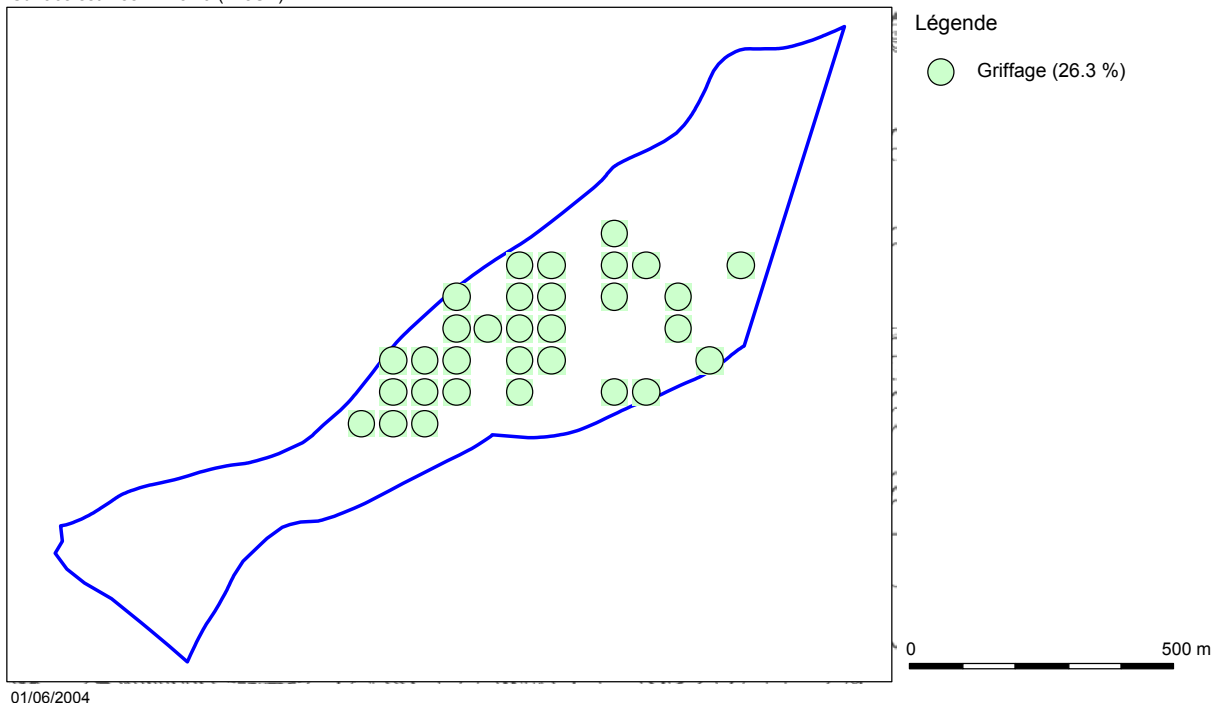
Document carto Région wallonne - 01/06/2004

Figure 20. – Carte thématique représentant l'effort de régénération à fournir.

Cantonnement/propriété Florenville - Série Aisances - Coupe IV - P 941.01

Inventaire sylvicole octobre 2003 : Interventions (Griffage)

Surface estimée : 42.5 ha (118UE)

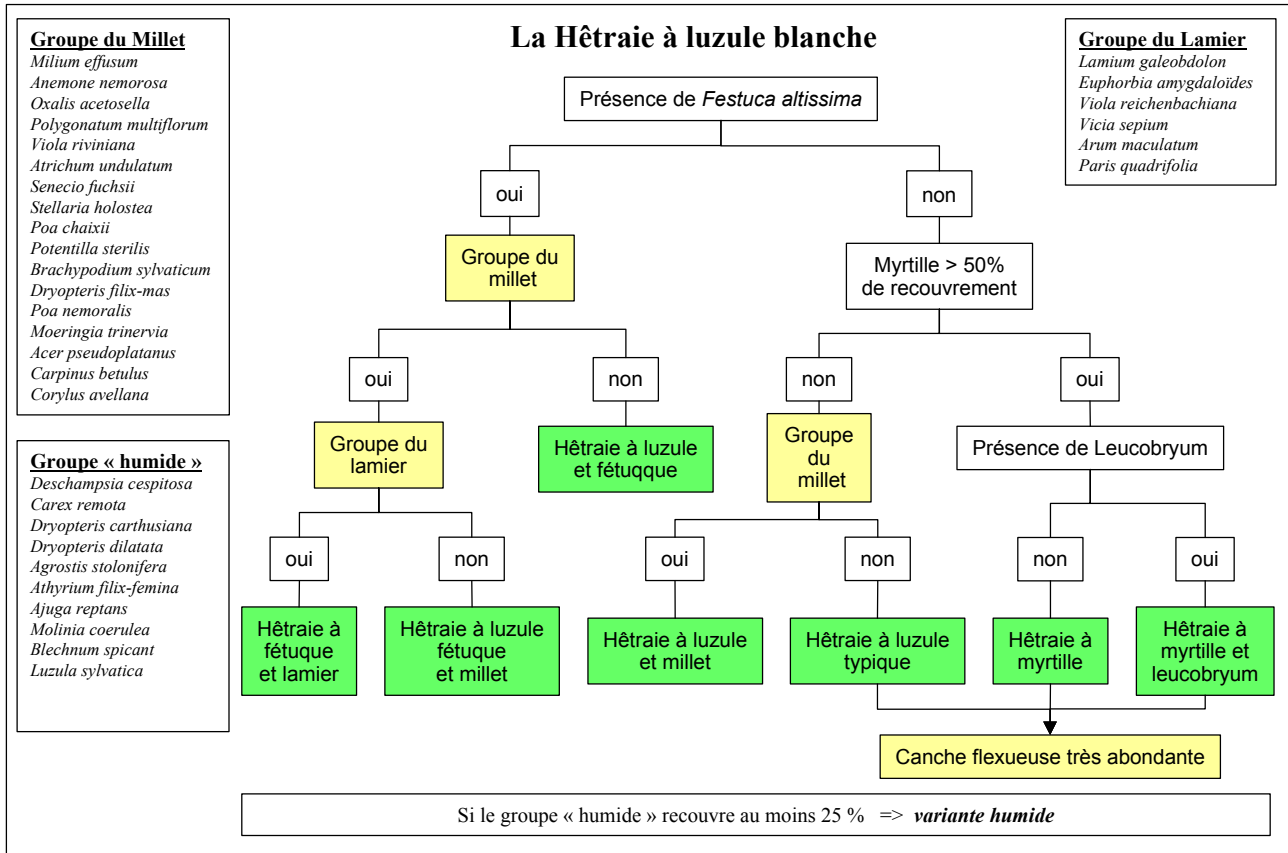


01/06/2004

Figure 21. – Carte thématique représentant la localisation des travaux sylvicoles à effectuer : exemple du griffage de gaulis-perchis qui concerne 26 % des placettes.

# Annexe

## ANNEXE 1 :



Phytosociologie : exemple de clé dichotomique simplifiée pour la détermination rapide des types phytosociologiques de la hêtraie à luzule blanche sur base de la présence d'espèces caractéristiques.