

© P. Lejeune

## INVENTAIRE FORESTIER DE GESTION : PROPOSITION D'UN CADRE MÉTHODOLOGIQUE ET TECHNIQUE

PHILIPPE LEJEUNE – JACQUES RONDEUX

Confronté à des sollicitations de plus en plus nombreuses envers la forêt, le gestionnaire forestier doit pouvoir disposer d'informations adaptées à la complexité des analyses qu'il est amené à réaliser. Les progrès récents en matière de cartographie donnent accès à une information très précieuse<sup>1</sup>. L'inventaire forestier reste cependant l'outil le plus adapté pour une description, tant qualitative que quantitative, des peuplements et de leurs diverses composantes. Ces inventaires ne peuvent cependant plus se limiter au simple recensement du matériel sur pied présent au sein des différentes parcelles d'une propriété.

**Aujourd'hui**, si la connaissance du capital ligneux reste bien évidemment une préoccupation essentielle, les inventaires doivent en outre être capables de fournir, avec un compromis coût/précision acceptable, des informa-

tions ciblées sur différentes problématiques telles que :

- l'état de la régénération ;
- la nature et l'importance de certains processus de dégradation des peuplements (maladies, dégâts...) ;

- la nature et l'importance de la végétation adventice (considérée au plan de la biodiversité ou en terme d'entrave à la régénération naturelle) ;
- le stock de bois mort ou d'arbres sénescents ;
- etc.

La recherche présentée ici a pour objectif de développer un cadre méthodologique et technique permettant aux forestiers de recourir à l'outil « inventaire » de manière simple et rationnelle dans le contexte des différents aspects de la gestion multifonctionnelle à laquelle ils sont désormais confrontés.

Cette recherche n'a pas conduit à la création de nouvelles méthodes d'inventaire à proprement parler, mais à l'adaptation et à l'intégration dans une méthodologie globale et cohérente d'un nombre limité de modalités d'inventaire, toutes tirées de la littérature scientifique. Les adaptations apportées ont notamment porté sur :

- la conception des dispositifs d'inventaire ;
- la nature des données et les modalités de leur récolte ;
- l'utilisation de technologies de pointe désormais accessibles aux forestiers (GPS, SIG, dendromètres).

Parallèlement aux aspects méthodologiques, un travail important a concerné le développement d'outils informatiques. Ceux-ci constituent un maillon essentiel du projet car ils doivent, à terme, permettre aux gestionnaires forestiers de prendre en charge de manière simple et autonome les différentes étapes de préparation et de réalisation d'inventaires de nature et de portées géographiques différentes.

Cette étude a été complétée par la mise en place d'inventaires de démonstration, dont l'objectif est de valider les méthodes et les outils développés et d'évaluer l'intérêt suscité par ceux-ci auprès des forestiers de terrain.

---

## TYPOLOGIE DES INVENTAIRES PROPOSÉS

---

Les méthodes d'inventaire qui ont été testées peuvent être classées selon différents critères.

### *L'échelle de description des peuplements*

Les inventaires « sylvicoles » sont réalisés sur des surfaces de quelques dizaines d'hectares. À l'opposé, les inventaires « aménagement » peuvent couvrir plusieurs milliers d'hectares de peuplements.

### *Le type de peuplement*

Les inventaires peuvent concerter spécifiquement des peuplements feuillus ou résineux ou être conçus pour décrire indifféremment des surfaces où cohabitent différents types de formations forestières.

### *L'organisation spatio-temporelle*

Celle-ci fait référence au caractère permanent ou non de l'inventaire, ainsi qu'à la façon avec laquelle les campagnes de mesure sont programmées dans l'espace et dans le temps. La plupart des inventaires proposés sont installés de manière permanente. En ce qui concerne l'organisation dans l'espace des opérations de terrain, plusieurs schémas sont envisageables en fonction des objectifs et des moyens. La progression de l'inventaire dans une propriété peut suivre un découpage en séries ou en coupes, cette derniè-

re solution permettant d'exploiter les résultats de l'inventaire lors des opérations de martelage.

#### *Inventaire thématique ou intégré*

Un inventaire thématique est ciblé sur une problématique bien précise, pour laquelle on récolte l'information strictement nécessaire. Par opposition, la démarche d'inventaire intégré tente de combiner dans un même protocole la récolte de données décrivant différents éléments ou phénomènes observables dans les peuplements. Parmi ces éléments on peut citer bien évidemment les arbres du peuplement (dimension, qualité, état sanitaire...), mais également la régénération (recouvrement, qualité), la végétation au sol (quantité, diversité), le bois mort (quantité, nature)...

Le choix des données collectées résulte non seulement des objectifs assignés à l'inventaire (attentes du gestionnaire), des coûts engendrés, mais également de la capacité à traiter et à interpréter les données.

---

#### NATURE ET MODALITÉ DE COLLECTE DES DONNÉES

---

Il convient de différencier la collecte de données résultant d'une prise de mesure (ruban, compas, dendromètre) et celle associée à l'évaluation visuelle de variables qualitatives ou quantitatives. Ainsi, en fonction de la méthode d'inventaire retenue, les grosses d'arbres sont mesurées au mètre ruban (mesure au centimètre près) ou font l'objet d'une évaluation visuelle en considérant des classes de circonférence de grande amplitude. Des analyses statistiques menées lors de cette recherche<sup>3</sup>

ont démontré que, moyennant le respect de certaines conditions, cette seconde approche, qui peut sembler plus approximative, permet une estimation relativement précise des principaux paramètres dendrométriques tels que la surface terrière par hectare ou encore la distribution des arbres par classes de circonférence.

L'estimation de recouvrement a été largement utilisée dans les méthodes étudiées, notamment en relation avec l'estimation de l'importance de la régénération ou de la végétation au sol. Cette approche vise à estimer de manière précise la surface couverte par un élément (par exemple les semis d'une essence donnée) en réalisant une moyenne d'estimations approximatives (c'est-à-dire réalisées par évaluation visuelle en considérant des classes de recouvrement de grande amplitude) dans les différentes unités d'échantillonnage constituant l'inventaire.

Les méthodes d'inventaires proposées dans cette étude reposent exclusivement sur la démarche d'échantillonnage. Cela signifie que les observations sont réalisées au sein de surfaces de quelques ares baptisées unités d'échantillonnage (UE), généralement de forme circulaire, réparties de manière systématique au sein de la zone à inventorier. La dimension des UE ne dépasse généralement pas 10 ares et est adaptée à la nature des mesures pratiquées. Les dimensions de la grille sur laquelle sont réparties les UE conditionnent le taux de sondage de l'inventaire. Ce taux est généralement inversement proportionnel à la surface couverte par l'inventaire. Ainsi, dans les inventaires de démonstration réalisés lors de l'étude (voir paragraphe suivant), les dimensions de cette grille ont varié de

Inventaire de type « sylvicole » (peuplements feuillus)	Inventaire de type « aménagement » (peuplements feuillus et/ou résineux)	Inventaire « estimation de la valeur financière »	Inventaire « dégâts frais d'écorçement »
↓	↓	↓	↓
Taux de sondage	élevé (> 10 %)	faible (< 10 %)	faible (< 10 %)
↓	↓	↓	↓
Grille d'échantillonnage	grille carrée 50 x 50 m (4 UE/ha) ou 60 x 60 m (2,8 UE/ha)	grille rectangulaire dont la dimension permet d'installer de 1 UE/ha à 1 UE/12,5 ha	grille rectangulaire dont la dimension permet d'installer de 1 UE/ha à 1 UE/8 ha
↓	↓	↓	↓
Mesure des arbres (grosseur)	évaluation visuelle des circonférences et de l'état sanitaire des arbres dans une UE de 18 m de rayon	mesure précise des circonférences au sein d'une UE qui comporte de 5 à 15 bois	mesure précise des circonférences au sein d'une UE qui comporte de 5 à 15 bois
↓	↓	↓	↓
Autres observations	<ul style="list-style-type: none"> <li>recouvrement et description de la régénération</li> <li>recouvrement et description de la végétation au sol</li> <li>description et quantification du bois mort au sol</li> <li>identification des interventions sylvicoles à réaliser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hauteur totale ou hauteur de recoupe de certains arbres</li> <li>description des arbres (état sanitaire, présence de dégâts)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>estimation des volumes de houppiers</li> <li>détermination du type de station (valeur du fonds)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>description des arbres (nature et importance des dégâts observés)</li> </ul>

\*SUE : sous-unité d'échantillonnage

Figure 1 – Synthèse des modalités de réalisation de quatre types d'inventaires analysés au cours de l'étude.

50 m x 50 m (4 UE/ha pour un taux de sondage de 40 %) dans le cas d'un inventaire mené à l'échelle d'une parcelle, jusqu'à 250 m x 500 m (1 UE/12,5 ha correspondant à un taux de sondage de 0,75 %) pour un inventaire couvrant près de 3 000 ha de futaie feuillue.

Lorsque l'inventaire présente un caractère permanent, certains arbres de l'UE sont marqués à la peinture pour pouvoir être retrouvés lors d'un remesurage ultérieur.

La figure 1 présente une proposition de synthèse des modalités relatives au dispo-

sitif d'échantillonnage et aux mesures à réaliser pour 4 types d'inventaires étudiés plus spécifiquement lors de l'étude.

### OUTILS INFORMATIQUES

Les outils informatiques développés lors de cette recherche ont pour objectif premier d'aider le forestier dans la préparation, l'exécution et l'exploitation d'inventaires de gestion. Ils doivent en outre garantir la cohérence de l'ensemble des données récoltées et la qualité des traitements opérés sur ces données. Ces outils sont constitués de deux éléments principaux :

- une base de données commune à tous les types d'inventaires abordés dans l'étude ;
- une application informatique modulaire assurant la prise en charge des différentes étapes de l'inventaire.

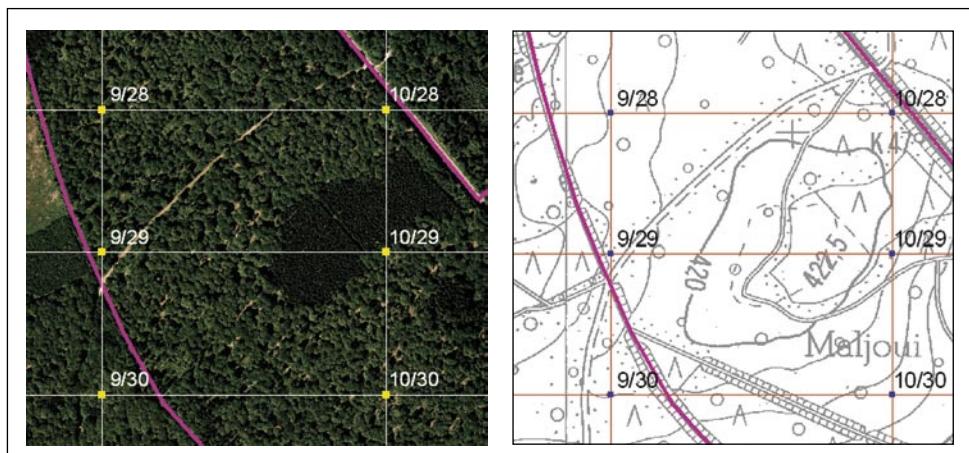
Cette application, baptisée IFG (pour « Inventaires Forestiers de Gestion »), est dé-

veloppée dans l'environnement Microsoft Excel. Ce choix résulte du souci de développer un outil simple à utiliser, fonctionnant dans un environnement familier aux non férus d'informatique. L'application intègre l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la préparation des inventaires ainsi qu'à l'encodage et au traitement des données.

### VALIDATION DES MÉTHODES D'INVENTAIRE

La phase de validation en « grandeur réelle » s'est traduite par l'installation d'une quinzaine de dispositifs d'inventaire dans différentes propriétés forestières publiques gérées par la DNF, ainsi que dans le domaine de Ciergnon (Donation Royale). Au total, 17 inventaires ont été réalisés. Ils couvrent une surface cumulée de plus de 13 000 ha et totalisent environ 3 400 UE. Il convient d'ajouter à ces réalisations la mise en place dans 22 cantonnements d'un dis-

Figure 2 – Exemple de représentation d'une grille d'échantillonnage sur fond photographique (à gauche) et sur fond topographique (à droite) (données cartographiques Région wallonne).



RESULTATS	Taux de dégâts frais (%)				Taux de dégâts ancien (%)	Taux de dégâts total (%)	Nombre de SUE
	hiver	été	total	sur arbre sain			
<b>Global</b>	4,71 0,90	2,28 0,72	6,75 1,15	3,11 0,84	63,07 2,76	66,18 2,62	654
<b>Classes d'âge</b>	<b>8-14</b> 8,64 3,20	<b>1,04</b> 0,93	<b>9,67</b> 3,36	<b>6,56</b> 2,50	<b>31,09</b> 6,35	<b>37,65</b> 6,28	<b>97</b>
	<b>15-24</b> 5,60 2,37	<b>4,07</b> 2,47	<b>9,03</b> 3,47	<b>5,85</b> 3,07	<b>56,11</b> 5,97	<b>61,96</b> 5,43	
	<b>25-36</b> 3,62 0,93	<b>2,05</b> 0,79	<b>5,51</b> 1,20	<b>1,54</b> 0,64	<b>72,72</b> 3,11	<b>74,25</b> 3,03	<b>425</b>

RESULTATS	Taux de dégâts frais (%)				Taux de dégâts ancien (%)	Taux de dégâts total (%)	Nombre de SUE
	hiver	été	total	sur arbre sain			
<b>Global</b>	1,70 0,48	0,60 0,26	2,23 0,56	1,61 0,45	9,35 1,30	10,96 1,40	1 110
<b>Classes d'âge</b>	<b>8-14</b> 1,26 0,67	<b>0,66</b> 0,47	<b>1,86</b> 0,90	<b>1,62</b> 0,86	<b>5,17</b> 1,57	<b>6,79</b> 1,84	<b>279</b>
	<b>15-24</b> 1,17 0,76	<b>1,06</b> 0,72	<b>2,18</b> 1,04	<b>2,07</b> 1,02	<b>7,55</b> 2,22	<b>9,63</b> 2,47	
	<b>25-36</b> 2,27 0,85	<b>0,29</b> 0,23	<b>2,46</b> 0,89	<b>1,33</b> 0,58	<b>12,69</b> 2,25	<b>14,01</b> 2,37	<b>515</b>

Figure 3 – Exemples de résultats issus de l'inventaire « Dégâts frais d'écorçement ».

positif d'inventaire conçu pour l'estimation du taux de dégâts frais d'écorçement en plantations résineuses. Ce projet, réalisé avec la participation active de l'asbl Forêt Wallonne constitue une première retombée concrète des travaux menés dans cette action de recherche, puisque la méthode utilisée a été développée durant cette étude. Ce réseau d'inventaire, qui couvre environ

15 000 ha de peuplements résineux, est appelé à délivrer annuellement une information relativement précise sur l'intensité des dégâts frais d'écorçement au niveau des cantonnements, voire à une échelle plus fine. Ces informations devraient être prises en compte, au même titre que d'autres statistiques, lors de l'établissement des plans de tirs dans les différents conseils cyné-

Type de peuplement	feuillus	feuillus	feuillus	résineux	feuillus-résineux
Topographie	moyennement accidentée	peu accidentée	peu accidentée	peu accidentée	peu accidentée
Grille d'échantillonnage	250 m x 500 m	100 m x 200 m	50 m x 50 m	100 m x 100 m	200 m x 200 m
Surface moyenne des UE (ares)	7,5	6,5	10	5,5	5,5
Caractérisation des circonférences	mesure au ruban	mesure au ruban	estimation visuelle	mesure au ruban	mesure au ruban
Mesure des hauteurs	non	oui	non	oui	non
Nombre d'UE/jour	10-12	15-20	35-40	15-20	15-20
Surface/jour (ha)	120-140	30-40	8-10	15-20	60-80

Tableau 1 – Valeurs indicatives de vitesses d'avancement pour les opérations de terrain de différents inventaires « pilotes » (équipes de 2 personnes).

gétiques. La figure 3 présente 2 exemples contrastés de résultats issus de ce type d'inventaire.

Un important travail a également été réalisé au contact de cantonnements confrontés à la « maladie du hêtre ». Plusieurs dispositifs ont été installés, à l'échelle de compartiments (30-40 ha) ou d'unités d'aménagement (1 000-3 000 ha). Ces dispositifs ont permis de dresser un état des lieux au plan de la structure de la composition des peuplements et de leur potentiel de régénération. La combinaison de ces informations permet d'orienter les opérations de restauration des hêtraies ayant subi des perturbations importantes au cours des 4 dernières années.<sup>2-4</sup>

## MOYENS HUMAINS ET TECHNIQUES

La mise en œuvre sur le terrain des méthodes d'inventaire proposées dans cette étude peut s'envisager avec des équipes de

deux personnes. Les vitesses d'exécution des opérations de mesure sont très variables et dépendent principalement (1) de la dimension de la grille d'échantillonnage qui influence les temps de déplacement entre unités d'échantillonnages et (2) de la nature et de la diversité des variables collectées. Le tableau 1 permet de comparer les temps de réalisation des opérations de terrain pour trois inventaires distincts. Les temps de réalisation présentés dans ce tableau supposent le recours à certains équipements dont les deux plus significatifs sont le dendromètre vertex et le GPS. Le premier est particulièrement utile pour la mesure de hauteurs d'arbres et surtout des distances entre les arbres et le centre des UE. Le second simplifie fortement les opérations de navigation entre UE.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les types d'inventaires abordés dans cette étude couvrent différents niveaux de

prises de décision de la gestion forestière, allant de la parcelle à la propriété. Ils permettent de produire un panel d'informations relativement complet, soit par l'intermédiaire d'inventaires ciblés soit en intégrant dans un même protocole une série d'indicateurs variés. Cet outil de collecte de données polyvalent est proposé en recourant à un ensemble limité et relativement simple de règles méthodologiques ainsi qu'un environnement informatique conçu pour des utilisateurs non spécialistes.

La validation des méthodes sur le terrain a révélé un niveau de faisabilité technique globalement acceptable, même si certaines méthodes paraissent plus « lourdes » à appliquer que d'autres. Si ces expériences se sont révélées encourageantes, leur mise en pratique par les services extérieurs de la DNF, peu aguerris à ce type de démarche d'inventaire, ne pourra s'envisager sans un accompagnement scientifique et technique régulier.

Le fait de disposer de données quantitatives décrivant de manière standardisée l'état des peuplements à différents niveaux d'échelle permet d'envisager le développement d'outils de planification forestière à caractère quantitatif. Ceux-ci sont particulièrement utiles à considérer dans le contexte de la gestion des peuplements à structure irrégulière. Une action de recherche du prochain Accord Cadre de Recherche forestière est d'ailleurs proposée dans ce sens. ■

#### BIBLIOGRAPHIE

<sup>1</sup> CLAESSENS H., LEJEUNE P., CUVELIER M., DIERSTEIN A. [2002]. Vers une cartographie

informatisée des stations forestières. *Forêt Wallonne* 57 (cahier technique n° 19) : 22-30.

- <sup>2</sup> HUART O., LEJEUNE P., LEMOINE N., RONDEUX J. [2004]. *Proposition d'une méthode d'inventaire « sylvicole » pour le diagnostic post-perturbation des hêtraies wallonnes touchées par la « maladie du hêtre »*. Note technique forestière de Gembloux, n° 12, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 26 p. (disponible sur [www.fsagx.ac.be/gf](http://www.fsagx.ac.be/gf)).
- <sup>3</sup> LEJEUNE P., HÉBERT J., BOUSSON E., VERRUE V., RONDEUX J. [2004]. L'inventaire par évaluation visuelle des grosseurs : une alternative pertinente aux inventaires forestiers complets. (*Annals of Forest Science* – accepté pour publication).
- <sup>4</sup> 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, 15 p. (disponible sur [www.fsagx.ac.be/gf](http://www.fsagx.ac.be/gf)).

PHILIPPE LEJEUNE  
lejeune.p@fsagx.ac.be

JACQUES RONDEUX  
rondeux.j@fsagx.ac.be

Unité de Gestion des Ressources  
forestières et des Milieux naturels  
Faculté universitaire des Sciences  
agronomiques de Gembloux

Passage des Déportés, 2  
B-5030 Gembloux