

Les inventaires forestiers de gestion: quels objectifs et quelles méthodes?

Par Jacques Rondeux, Jacques Hébert et Didier Marchal

Keywords: Forest inventory methods; information management; silvicultural planning.

FDR 26.62

1. Introduction

Toute forêt soumise à un plan de gestion nécessite la collecte de données diverses portant sur son historique, son environnement écologique, économique et social ainsi que sur son état actuel au travers de descriptions sylvicoles et dendrométriques appropriées. Celles-ci n'ont évidemment pas le même poids et les modalités de leur collecte ou estimation, souvent laissées à l'appréciation du gestionnaire, relèvent de manière globale d'opérations «d'inventaire». Un des problèmes majeurs du gestionnaire forestier est précisément, une fois les objectifs clairement définis, de faire le choix de la méthode d'inventaire la plus pertinente. Avant de poser la question «quel type d'inventaire?», il est plus raisonnable d'identifier les informations indispensables pour aider à décider, qu'il s'agisse d'objectifs à long terme ou d'actions à mener pendant une période déterminée pouvant correspondre à une durée d'aménagement.

Nous tenterons dans les lignes qui suivent de clarifier cette problématique en proposant l'un ou l'autre «itinéraire» adapté à la question posée.

2. Les objectifs à atteindre et les questions

Le gestionnaire se trouve souvent devant plusieurs cas de figure parmi lesquels il convient de relever:

- la connaissance rapide ou détaillée d'une situation à un moment donné (matériel sur pied en termes qualitatif et quantitatif, type de structure des peuplements, déséquilibres entre catégories de grosseur ou classes d'âge);

- la détermination d'un accroissement en volume en vue de définir une possibilité d'exploitation ou l'évolution du matériel ligneux au cours du temps;
- le suivi sylvicole d'une parcelle de quelques dizaines d'ares à quelques hectares pour laquelle il cherchera un itinéraire approprié à une production de bois génératrice des meilleurs revenus possibles;
- l'aménagement dans l'espace et dans le temps d'une forêt ou d'une série constituée de peuplements équiennes ou d'âges multiples, d'une combinaison spatiale des deux ou encore de structures moins bien définies au sein de régimes que sont la futaie, le taillis sous futaie et le taillis.

La surface considérée, ses caractéristiques, ainsi que les types de peuplements rencontrés auront incontestablement une incidence sur la manière d'envisager l'inventaire, sa nature et son intensité.

3. Les techniques disponibles

En fonction des objectifs poursuivis et des types de variables nécessaires ainsi que des moyens requis ou à mettre en œuvre pour les atteindre, le gestionnaire dispose d'un arsenal de techniques qui peuvent être, pour l'essentiel, identifiées comme suit:

- photo-interprétation,
- description parcellaire,
- inventaire pied par pied,
- inventaire par échantillonnage,
- inventaire typologique.

Ces techniques ne sont évidemment pas exclusives, encore que la surface à inventorier puisse parfois être considérée comme une contrainte importante.

- Les *photos aériennes* constituent un outil ou un auxiliaire particulièrement utile dans le cas de relativement grandes étendues (plusieurs dizaines à centaines d'hectares) quand il s'agit de bien définir et délimiter l'objet à inventorier et faciliter son analyse en particulier au sol. A cet effet l'analyse des photos aériennes permet de discerner des essences, des classes d'âge, des modifications de relief et de caractériser assez finement l'occupation du milieu (Avery, 1977; Lillesand et Kiefer, 1994). Si elles ont subi un redressement orthophotographique, elles constituent alors, pour autant que l'échelle s'y prête et qu'elles soient suffisamment récentes, un moyen de contrôler des surfaces et d'établir une cartographie du parcellaire (division de la forêt en unités de gestion) qui constitue un préalable à la mise en œuvre d'un inventaire de gestion quel qu'il soit.

Dans le cas de forêts ou d'étendues boisées mal connues ou pour réaliser des contrôles, elles seront souvent utilisées en vue de définir des strates (zones homogènes du point de vue d'une variable associée déterminée telle que: essences, relief, régimes, classes d'âge, ...) ou encore en vue de délimiter des zones d'aspect homogène et d'identifier leurs limites, ce qui conduit à des cartographies et estimations de surfaces auxquelles pourront se référer des observations et mesures pratiquées au sol¹. En outre elles offrent la possibilité de créer des cartes thématiques sur de petites surfaces ou «d'habiller» des trames cartographiques sommaires.

- La *description parcellaire* consiste avant tout à fournir l'image de l'état actuel d'une forêt au travers d'informations récoltées *in situ* et destinées à opérer une synthèse des conditions biologiques, écologiques et sylvicoles, à constituer une base de données reflet de la parcelle (unité de gestion permanente de quelques dizaines d'ares à quelques hectares identifiée par des limites naturelles ou chemins et éléments permanents) comportant éventuellement des sous-unités (sous-parcelles) se justifiant par le besoin de description de peuplements d'essences, d'âges ou de structures différentes au sein de la parcelle-mère (*Dubourdieu, 1997*). La tendance actuelle est de retourner à une logique de parcelles les plus homogènes possible sur le plan écologique, ce qui tend évidemment à limiter le nombre de sous-parcelles. Cet instantané, mis régulièrement à jour, porte sur le milieu et les peuplements ainsi que sur leur caractérisation tant qualitative que quantitative (*Bruyère, 1996; Buffet, 1979; Grayer et Rondeux, 1981*).
- L'*inventaire pied par pied* ou *complet* fournit une information sur l'ensemble du matériel ligneux. Il permet d'atteindre une précision acceptable par parcelle mais ne donne aucune information spatialement référencée au sein de celle-ci et se limite à des informations relatives aux essences et à leur répartition par catégories de diamètre (*Duplat et Perrotte, 1981; Pardé et Bouchon, 1988; Rondeux, 1993*). Sa pratique ne nécessite pas de compétence particulière dans la mesure où tous les arbres au-dessus d'une dimension limite déterminée (= seuil d'inventaire, exprimé en circonférence ou en diamètre à hauteur d'homme) font l'objet d'une identification (espèce) et de mesures de grosseur. Habituellement un nombre limité d'entre eux sont mesurés en ce qui concerne la hauteur ou d'autres variables déterminées par les objectifs poursuivis.
- L'*inventaire par échantillonnage* peut permettre de récolter les mêmes informations que celles issues de la description d'un parcellaire: d'aménagement ou d'un inventaire pied par pied mais en un nombre déterminé et

¹ L'utilisation des GPS (Global Positioning Systems) peut, à ce titre, s'avérer très intéressante.

limité de points de sondage (parcelles de quelques ares) à partir desquels les informations sont extrapolées aux surfaces qui les contiennent. Ce type d'inventaire bien appliqué engendre un gain de temps appréciable pour une précision tout à fait acceptable (Duplat et Perrotte, 1981 ; Grayet, 1977; Pardé et Bouchon, 1988). Etant donné leur taille ou leur forme, certaines parcelles peuvent cependant ne pas être concernées par l'échantillon. Grayet et Rondeux (1981) suggèrent, si cette contrainte doit absolument être levée, de procéder à un échantillonnage par parcelles. Dans ce cas, une procédure d'échantillonnage à taux de sondage variable est à envisager.

En ce qui concerne les informations recueillies, un inventaire par échantillonnage permet (Rondeux, 1993):

- la collecte de données variées dépassant largement le cadre des mesures dendrométriques classiques en grosseur (circonférence ou diamètre) et en hauteur;
 - la collecte d'informations référencées géographiquement (potentiellement très utiles à des fins cartographiques si les points de sondage sont distribués au sein d'un maillage ou réseau couvrant la surface à inventorier);
 - un travail de collecte soigneux du fait qu'il ne porte que sur quelques ares d'unité d'échantillonnage (parcelle);
 - la prise en compte d'autres éléments que le peuplement sur pied (par exemple: régénération, dégâts de gibier, état sanitaire, biodiversité, ...).
- *L'inventaire typologique*, tel que présenté dans la littérature, part de l'idée qu'il est possible d'assurer une description de parcelles forestières ou d'ensembles boisés (Aubry et al., 1990; Aubry, 1992) à partir d'un quadrillage, par exemple de 50 m de côté, centré sur des points de sondage ou d'observation servant de base à la collecte rapide de données concernant la structure des peuplements (proportion en nombre de petits bois, bois moyens et gros bois), leur densité (surface terrière estimée), les essences constitutives, le matériel sur pied (volume, nombre de tiges).

A chaque «point d'arrêt», des observations sont effectuées «à l'œil» ou réduites à des mesures rapides (par exemple l'estimation de la surface terrière au prisme relascopique ou au relascopie de Bitterlich) et se réfèrent à des zones circulaires ou à des nombres d'arbres variables selon la nature des variables concernées. Les informations ainsi récoltées sont destinées à situer les peuplements au sein de la typologie définie au préalable². Il est évidemment nécessai-

²Schématiquement, l'établissement d'une typologie des peuplements nécessite la mise en œuvre des étapes suivantes : la définition des variables (dendrométriques ou autres) à prendre en compte, l'échantillonnage proprement dit, la définition des limites entre types (dépendant notamment du nombre de catégories souhaité et de la variabilité de la zone d'étude) et la dénomination de ces derniers. L'étape ultime consiste à utiliser la typologie qui vient d'être définie en prenant garde de respecter le domaine de validité de celle-ci (Bruciamacchie, 1989).

re de rattacher l'information récoltée à l'unité de gestion (parcelle ou sous-parcelle) ce qui peut déboucher sur des cartographies thématiques.

4. Adéquation méthode – objectif

Les cas de figure peuvent être très variables et nécessitent une analyse sérieuse avant de fixer son choix sur telle ou telle méthode. De la part du gestionnaire cela implique d'entreprendre une démarche qui comporte idéalement différentes étapes:

- définition des fonctions prioritaires et secondaires de la forêt;
- = établissement d'un diagnostic préalable du régime (futaie, taillis sous futaie, taillis ou structure en évolution) et du type de peuplement (pur, mélangé, équienne ou inéquienne);

Tableau 1. Exemples de cas d'application d'un inventaire de gestion.

<i>Cas 1</i>	
<i>Objectif</i>	<i>Type de peuplement</i>
Etat des lieux de parcelles dispersées ou de parcelles contiguës (appartenant à un même propriétaire et formant un massif) en vue d'assurer un suivi sylvicole (le traitement suggéré n'étant pas forcément régi par un aménagement).	- parcelles résineuses (surface allant de 2 à 4 hectares) - taillis sous futaie constitué de plusieurs essences et à densités de réserve variables (surface de 30 à 50 hectares).
<i>Cas 2</i>	
<i>Objectif</i>	<i>Type de peuplement</i>
Estimation de l'accroissement du matériel ligneux en vue de la fixation d'une possibilité d'exploitation ¹ .	- forêt mixte (résineux-feuillus) de quelques dizaines d'hectares composée de parcelles distinctes.
<i>Cas 3</i>	
<i>Objectif</i>	<i>Type de peuplement</i>
Evaluation rapide des caractéristiques sylvicoles, dendrométriques et écologiques d'une propriété équivalente à une série d'aménagement (150 à 200 hectares) en vue de jeter les bases d'une méthode d'aménagement ou d'un plan de gestion tenant compte des particularités de la forêt (pluifonctionnelle, par exemple).	- ensemble constitué de plusieurs régimes et structures ainsi que de plusieurs essences et caractérisé par des situations écologiques variées.

¹Quantité de matériel prélevée annuellement sans amoindrir le potentiel de production de la forêt, c'est-à-dire en veillant au respect d'un «rapport soutenu» garant d'un développement durable. Elle peut s'exprimer par référence à l'accroissement, considérant que dans une forêt «équilibrée» la possibilité pourrait correspondre à l'accroissement.

- prise en compte de la dimension de la population étudiée, c'est-à-dire aussi de la surface concernée, de la finesse de la description et de la nature des peuplements;
- identification des variables-clés à collecter pour remplir l'objectif;
- identification des contraintes éventuelles (matériel disponible, capacité de traitement et d'exploitation de données, degré de compétence du gestionnaire);
- fixation de la précision souhaitée et mode d'expression de celle-ci.

Parmi les missions que l'on peut assigner à un inventaire de gestion, à titre d'exemple, nous avons choisi d'illustrer 3 situations caractérisées par des objectifs et des types de peuplements différents (*tableau 1*).

4.1 Etat des lieux en vue d'un suivi sylvicole (cas 1)

1° Parcelles résineuses

Le gestionnaire souhaite assurer le traitement sylvicole de parcelles résineuses dispersées ou contiguës. Afin de connaître les conditions mêmes de production et de planifier les interventions au cours du temps, l'opération d'inventaire pourra se résumer à une description parcellaire ou concerner un inventaire complet du matériel.

La description parcellaire classique réalisée sur toutes les surfaces concernées et au gré de l'opérateur est basée sur l'observation oculaire (essence, âge, stade de développement, allure générale de la croissance, type de sol et qualité, état sanitaire, importance des vides, ...).

Quant à l'évaluation du matériel ligneux (nombre de bois, surface terrière, volume, circonférence moyenne, ...), l'inventaire complet est d'application⁴ si on souhaite une information détaillée la plus proche possible de la réalité, de manière à identifier le nombre d'arbres par catégories de grosseurs commerciales et à estimer le volume relatif à chacune de celles-ci. L'idée sous-jacente est aussi de se référer à des modèles de sylviculture inhérents aux tables de production ou modèles de croissance pour orienter les prélèvements (éclaircies).

En pratique, si le peuplement couvre plusieurs hectares et n'est pas très dense ou s'il est d'une étendue plus réduite mais comportant un grand nombre d'arbres, il pourra s'avérer suffisant, voire nécessaire, en conditions pas trop hétérogènes, de recourir à quelques «places d'essai» ou «points» de mesures destinés à fournir une idée de la hauteur dominante, de la densité du peuple-

⁴L'inventaire complet ne se justifie pas dans toutes les parcelles résineuses, en particulier dans celles encore jeunes (inférieures à 30 ans) si le nombre de tiges à l'hectare, suite au traitement sylvicole adopté, reste très élevé. Dans ces conditions, on pourra se contenter de ne mesurer que quelques «places d'essai» (par exemple 2 unités de 2 à 4 ares à l'hectare).

ment (surface terrière) qui, associées à l'âge et à la circonférence moyenne des arbres, permettront de se situer par rapport à un itinéraire sylvicole théorique (Dagnelie et al., 1988; Rondeux et Thibaut, 1996).

2° *Taillis sous futaie*

Dans l'hypothèse où l'inventaire est relatif à un taillis sous futaie, la description parcellaire est toujours préconisée. Tout au plus doit-elle être davantage fouillée en ce qui concerne la réserve: densité, essences présentes et qualité de celles-ci. L'identification de l'association végétale pourra être effectuée dans la perspective d'une éventuelle conversion vers la futaie régulière ou d'âges multiples à partir du cortège des essences potentielles. La description du taillis est généralement sans intérêt, elle est limitée à l'âge ou au stade de développement et aux essences constitutives.

L'analyse du matériel ligneux est réalisée via un inventaire complet (taillis sous futaie à réserve faible, surface terrière inférieure à 15 m²/ha) ou un inventaire par échantillonnage (réserve dense) basé sur une placette de 10 ares à l'hectare (Duplat et Perrotte, 1981; Rondeux, 1993). Dans l'éventualité où le taillis présenterait un intérêt quelconque, on pourra prévoir de le décrire sur une placette concentrique de 2 ares. Il faut cependant insister sur le fait que dans pareil régime comportant souvent des essences dites nobles réparties par pieds ou par bouquets (érable sycomore, frêne, merisier, ...) et de très grande valeur, seul un dénombrement complet permet de les identifier en vue d'une estimation en valeur ou d'un traitement destiné à les favoriser (régénération).

Une autre démarche, dont la justification serait cependant plutôt liée à la conversion vers l'un ou l'autre type de futaie, est l'inventaire typologique au sens d'un inventaire par échantillonnage simplifié à taux de sondage élevé. Dans ce cas, l'accent serait mis sur l'appréciation rapide, en divers points répartis systématiquement, de la nature des essences rencontrées et de la catégorie de grosseur (petits bois, moyens bois, gros bois) à laquelle elles appartiennent, et ce, afin de mettre rapidement en évidence les disparités spatiales.

4.2 *Estimation de l'accroissement ligneux (cas 2)*

L'accroissement du matériel ligneux est une donnée fondamentale en gestion forestière prospective dans la mesure où elle constitue le «moteur» d'actions de simulation du développement des peuplements et la clé de la détermination d'une possibilité d'exploitation (quantité de matériel exprimée le plus souvent en volume ou en surface terrière). On comprendra aisément que si le prélèvement par le fait d'éclaircies ou de coupes de régénération est toujours supérieur à l'accroissement, on appauvrit progressivement la forêt et,

a contrario, s'il est systématiquement inférieur à ce même accroissement on capitalise le matériel sur pied. En termes de gestion, cette dernière option dans un contexte espace-temps déterminé peut très bien s'expliquer et constituer un objectif à terme de toute opération de gestion. Ce qui reste évidemment fondamental c'est d'adapter, selon les endroits et les circonstances, prélèvements et accroissements.

Dans l'exemple que nous proposons de forêts mixtes de plusieurs dizaines d'hectares, une première analyse par photos aériennes (photo-interprétation), pour autant qu'elles soient suffisamment récentes et disponibles à une échelle permettant d'opérer le repérage des types de peuplement, grandes essences et classes d'âge, est toujours opportune. On peut cependant aussi admettre que cette opération de photo-interprétation intervienne dans le cadre de l'élaboration et de la description mêmes du parcellaire proprement dit. Elle est particulièrement utile, et ce d'autant plus que la zone à investiguer est étendue, en vue de la stratifier (essences, âges, structures) et ainsi d'augmenter la précision des estimations réalisées par échantillonnage.

Les travaux d'inventaire sont idéalement effectués à la même époque que les passages en coupe, ce qui constitue un gain de temps important et présente le gros avantage de chiffrer simultanément l'importance du matériel enlevé en coupe, non seulement par rapport au matériel sur pied avant prélèvement, mais aussi par rapport à l'accroissement observé entre coupes successives.

La détermination de l'accroissement moyen périodique en volume (ou en surface terrière) dans le cas de forêts ou de peuplements purs, équiennes, est réalisée par comparaisons d'inventaires complets ou par échantillonnage effectués à des époques déterminées. Une autre méthode consiste à apprécier l'accroissement par sondages à la tarière, elle nécessite une plus grande expertise et n'est guère appréciée, de par son caractère « destructif », dans le cas d'arbres de haute valeur.

Les taux de sondage pourront être différents selon les strates s'identifiant à des sous-populations et la variabilité interne de celles-ci.

On se souviendra qu'à tout échantillonnage est associé une erreur aléatoire mesurée par un écart-type de la moyenne et que l'erreur sur l'accroissement est toujours plus élevée que celles relatives aux inventaires à comparer (*Rondeux*, 1993).

4.3 *Evaluation rapide en vue du choix d'une méthode d'aménagement (cas 3)*

À l'échelle d'une série considérée par les aménagistes comme l'unité d'aménagement d'une forêt (qu'il s'agisse d'une futaie, d'un taillis sous futaie ou d'un taillis), on peut faire l'hypothèse qu'un propriétaire ou gestionnaire réfléchisse à une organisation dans l'espace et dans le temps des interventions sylvicoles à effectuer (forêt de production ligneuse). Il pourrait aussi envisager

de mettre en œuvre une gestion multifonctionnelle, intégrant d'autres aspects liés à des vocations qui, à défaut d'être exclusives, sont importantes à considérer à certains endroits de la forêt (aspects de protection des sols et de l'eau, aspects de conservation du patrimoine sylvicole et génétique, aspects sociaux d'ouverture au public, aspects cynégétiques et problématique de l'équilibre forêt-gibier).

A cet égard, il doit disposer d'une cartographie de l'ensemble, ce que la photo aérienne redressée (orthophotoplan idéalement au 1/10.000^e) lui procurera. A l'examen de celle-ci, il pourra déjà opérer un découpage sur base d'éléments du territoire éventuellement bien différenciés (zones de pente, vides, voiries, régimes, points et sites remarquables, ...). A ce niveau, l'apport de la cartographie numérique (système d'information géographique) est loin d'être négligeable (Lachowski *et al.*, 1994).

Dans une seconde phase liée aux résultats, issus de l'analyse de documents photographiques, il pourra entreprendre un inventaire typologique dont l'intérêt sera de parcourir toute la forêt de manière organisée en définissant lui-même les variables et/ou caractéristiques auxquelles il attachera de l'importance pour orienter sa stratégie de gestion, les grandes lignes de force de celle-ci reposant sur le poids potentiel respectif des différentes vocations déjà énumérées.

5. Conclusions

Pratiquer un inventaire de gestion implique d'abord de bien fixer sa raison d'être et ensuite d'identifier la méthode d'investigation la plus appropriée. Il est évident que la diversité des problèmes posés est telle qu'une analyse fouillée de la question est impossible à réaliser. Tout au plus est-il essentiel de communiquer quelques réflexes ou proposer l'une ou l'autre piste sachant bien qu'aucune n'est *a priori* exclusive et qu'il faut surtout les inscrire dans un contexte de complémentarité lié au degré de connaissance ou de précision que l'on veut atteindre.

Résumé

Le présent article pose la question de savoir quels sont, en matière forestière, les types d'inventaire de gestion les mieux adaptés aux objectifs fixés par le gestionnaire. En fonction de ceux-ci, des types de variables dont la récolte s'avère nécessaire, des moyens requis ou disponibles, on identifie plusieurs modalités d'investigation parmi les plus fréquemment utilisées: photo-interprétation, description parcellaire, inventaire pied par pied, inventaire par échantillonnage, inventaire typologique.

Quelques cas types, inspirés de la gestion courante et souvent rencontrés, servent de base à l'analyse d'itinéraires suggérés en vue d'aider aux prises de décisions.

Zusammenfassung

Die Waldinventuren: welches sind die Ziele und welches die Methoden?

Der vorliegende Aufsatz geht der Frage nach, welche Art von Waldinventur sich am besten für die Erreichung der festgesetzten Ziele eignet. Dementsprechend und aufgrund von benötigten und vorhandenen Mitteln werden mehrere der am häufigsten angewendeten Untersuchungsarten dargestellt: Luftbildinterpretation, Bestandesbeschreibung, Vollklappierung, Stichprobeninventur, Inventur nach Typologie. Einige alltägliche Beispiele dienen als Grundlage für die Analyse von vorgeschlagenen Richtungsweisen für die Entscheidungsfindung. Übersetzung: *Christine Fuhrer Balsiger*

Summary

Forest Inventories: Which Objectives and Methods to Choose?

For each forest which has to be managed, the forest enterprise needs informations dealing with history, ecological and economic environment, silviculture and various descriptions of the wooded area. In order to record the data and to determine the appropriate inventory method, special attention must first be given to the kind of objectives to be reached (growing stock state, type of silviculture, evolution over time, ...). Different methods (remote sensing, description of compartments, complete enumeration, sampling inventory, inventory based upon forest typology) and the main constraints of their application are presented as well as some typical illustrated examples.

Bibliographie

- Aubry, S.* (1992): Inventaire typologique en Haute-Loire. Off. Nat. For., Bull. Techn. 24, 21–42.
- Aubry, S., Roumouacchie, M., Druelle, P.* (1990): L'inventaire typologique: un outil performant pour l'élaboration des aménagements ou plans simples de gestion. Rev. For. Fr. *XLII* (4), 429–444.
- Avery, T. E.* (1977): Interpretation of aerial photographs, 3rd ed. Minneapolis, Burgess Publishing Co., 392 p.
- Bruciamacchie, M.* (1989): Typologie des peuplements. Rev. For. Fr. *XXI* (6), 507–512.
- Brévère, P.* (1996): Peuplement feuillu: approche descriptive et classement des priorités d'intervention. For. France 395, 30–34.
- Buffet, M.* (1979): La description de parcelle. Off. Nat. For., Bull. Techn. 10, 3–15.
- Dagnelie, P., Palm, R., Rondoux, J., Thill, A.* (1988): Tables de production relatives à l'épicéa commun. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 123 p.

- Dubourlieu, J.* (1997): Manuel d'aménagement forestier. Gestion durable et intégrée des écosystèmes forestiers. Technique et Documentation, Paris, Lavoisier, 243 p.
- Duplat, P., Perrotte, G.* (1981): Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. Fontainebleau, Office National des Forêts, Section technique, 432 p.
- Grayet, J.P.* (1977): Contribution à l'étude de l'échantillonnage en futaie feuillue. *Ann. Sc. For.* 34 (1), 59-75.
- Grayet, J.P., Rondeux, J.* (1981): Quelques propositions relatives à la nature et à l'exploitation d'inventaires forestiers par unités de gestion. *Bull. Soc. Roy. For. Belgique* 88 (1), 21-29.
- Lachowski, H.M., Wirth, T., Maus, P., Avers, P.* (1994): Remote sensing and GIS: their role in ecosystem management. *J. For.* 92 (8), 39-40.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W.* (1994): Remote sensing and image interpretation. 3rd ed. New York, John Wiley & S., Inc., 750 p.
- Pardé, J., Bouchon, J.* (1988): Dendrométrie. 2e éd. Nancy, Ecole Nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts, 328 p.
- Rondeux, J.* (1993): La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 521 p.
- Rondeux, J., Thibaut, A.* (1996): Tables de production relatives au douglas. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 152 p.

Auteurs:

Prof. Jacques Rondeux, Dr Jacques Hébert, Didier Marchal, Ing., Unité de Gestion et Economie forestières, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés, 2, B-5030 Gembloux (Belgique).