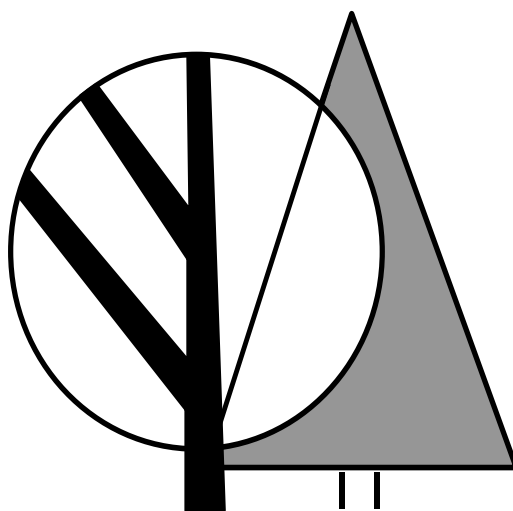


LES CAHIERS FORESTIERS DE GEMBLoux



**RESSOURCES NATURELLES ET INVENTAIRES INTEGRES :
LA LOGIQUE DU POSSIBLE**

N° 12

J. RONDEUX

LES CAHIERS FORESTIERS DE GEMBLoux

visent à faire connaître les travaux (documents techniques, rapports de recherche, publications, articles de vulgarisation) émanant des Unités des Eaux et Forêts de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux et de ses groupes de recherche, financés par des organismes internationaux, nationaux ou régionaux.

Adresse de contact :

Unité de Gestion et Economie forestières
Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux
B - 5030 Gembloux - Belgique

Tél : 32 (81) 62 23 20

Fax : 32 (81) 62 23 01

E-MAIL : rondeux.j@fsagx.ac.be

<http://www.fsagx.ac.be/gf>

RESSOURCES NATURELLES ET INVENTAIRES INTEGRES : LA LOGIQUE DU POSSIBLE(*)

Jacques RONDEUX⁽¹⁾

Résumé

La gestion efficace des ressources naturelles suppose que les gestionnaires et décideurs disposent en permanence de données de qualité sur les ressources et sur leur évolution au cours du temps. A ce titre les inventaires sont des outils indispensables et constituent des préalables à toute action concertée et prises de décision cohérentes en matière de gestion de l'espace, que ce soit au niveau local, régional, national ou international. Les sources de données sont de plus en plus diverses et indépendantes les unes des autres, ce qui conduit très souvent à aborder les problèmes d'utilisation des ressources de manière trop individuelle ; aussi la mise en œuvre de systèmes intégrés d'évaluation des ressources s'affirme-t-elle comme une voie réaliste.

Mots-clés : gestion des ressources naturelles, inventaires.

Natural resources and integrated inventories : a feasible partnership

Abstract :

In order to manage natural resources efficiently, people need information on resources and their changes over time. Inventories are prerequisites for management decisions through all resource systems at the local, regional, national or international level. Data are commonly issued from resource specific inventories so that the resulting information may be incompatible or incomplete and redundant. Integrated inventories are inventories or systems of inventories designed to meet multilevel, multiresource or temporal needs. The objective of this paper is to present some guidelines for achieving integration and coordination which result in better data and collaboration between inventory specialists and users.

Key-words : natural resource management, inventories.

(*) Conférence prononcée dans le cadre d'une journée de recyclage sur le thème : "Utilisation de l'espace et biodiversité", 3 février 1993, Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, Gembloux.

(1) Professeur à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique). Département des Eaux et Forêts, Unité de Gestion et Economie forestières.

1. Introduction

La gestion efficace des ressources naturelles suppose que les gestionnaires et décideurs disposent constamment d'informations de qualité sur les ressources et sur leur évolution au cours du temps. Ces informations sont ou devraient être fournies par des inventaires qui constituent, à condition d'être bien conçus, des préalables à toute action concertée et prises de décisions cohérentes en matière de gestion de l'espace, que ce soit aux niveaux local, régional, national ou international.

Traditionnellement la plupart des données relatives aux ressources naturelles sont récoltées à partir d'inventaires spécifiques, ce qui est parfois un gaspillage d'énergie et ce qui peut donner lieu à des informations redondantes, incompatibles ou incomplètes ou même inacceptables, en termes de précision, lorsqu'elles sont rassemblées dans le but d'estimer plusieurs ressources.

On comprendra facilement qu'au plus les sources de données sont diverses et indépendantes, au plus complexe devient le problème d'une évaluation des ressources qui ait un sens ou qui soit suffisamment valable et efficace.

En conséquence intégration et coordination sont des points de passage obligés pour accroître l'efficacité des inventaires, pour diminuer les doubles emplois, favoriser les échanges de données et améliorer les méthodes d'inventaire. Nous envisagerons d'abord les principes généraux nécessaires à la réalisation de l'intégration (paragraphe 2) et les différents types d'intégration (paragraphe 3) ; nous analyserons ensuite, en raison de leur importance, ce qu'il faut entendre par intégration multi-ressources (paragraphe 4) et intégration temporelle (paragraphe 5). Nous évoquerons enfin le traitement des données au travers des systèmes de gestion de base de données et des systèmes d'information géographique (paragraphe 6) avant de tirer quelques conclusions assorties de recommandations (paragraphe 7).

2. Principes généraux pour réaliser l'intégration

Idéalement un système intégré d'inventaires, avant tout destiné à évaluer l'importance des ressources naturelles sur de grands territoires, doit être conçu de manière à remplir les conditions suivantes :

- être adapté à une large amplitude de conditions écologiques ;
- être utilisable à différents niveaux de gestion (depuis des actions spécifiques jusqu'à des objectifs régionaux) ;
- satisfaire aux exigences d'analyses statistiques et de traitement informatique ;
- être suffisamment souple pour remplir différents besoins d'information (données les plus "universelles" possible).

Pareil système nécessite de rassembler les connaissances relevant de plusieurs disciplines et de créer une structure coordonnée de récolte, de stockage et de consultation de données.

Pour réussir l'intégration d'inventaires de ressources, idéalement quatre grands principes doivent être respectés ; ils s'appuient sur :

- la coopération et la coordination entre les collecteurs de données, d'une part, et entre ceux-ci et les utilisateurs, d'autre part ;

- la standardisation des définitions, conventions et mesures, de telle manière que les informations soient non seulement utiles à plus de personnes, mais soient aussi comparables et interconnectables ;
- l'objectivité de l'inventaire et sa capacité à rendre le mieux possible compte de la réalité ;
- le contrôle qui s'attache à vérifier que les inventaires sont exécutés selon les procédures prévues et la responsabilité qui peut se résumer à identifier qui doit faire quoi, quand, où et comment.

3. Les différents types d'intégration

On peut raisonnablement distinguer quatre grands types d'intégration concernant les inventaires qui sont utilisés aux fins suivantes :

- comparer les informations récoltées à un endroit donné ou sur un espace donné avec celles issues d'autres endroits ("*intégration multi-spatiale*") ;
- rencontrer des besoins d'information supplémentaire pour un niveau de décision plus élevé ou plus bas ("*intégration à plusieurs niveaux*") ;
- rencontrer les exigences d'information de plusieurs fonctions à un endroit ("*intégration multi-ressources*") ;
- contrôler les changements survenus au cours du temps et prédire les tendances ("*intégration temporelle*").

Ces divers types d'intégration peuvent être exigés dans le cadre d'un organisme régional ou national, par exemple, ayant en charge la politique de gestion des ressources naturelles. Dans ces conditions un système intégré d'inventaires, bien plus qu'un inventaire spécifique, est évidemment souhaitable.

Pour mettre pareil système en œuvre, il est cependant nécessaire de bien comprendre les préalables, problèmes et options propres à chacune des formes d'intégration précitées.

En ce qui concerne l'intégration *multi-spatiale*, elle est particulièrement utile pour comparer l'état ou l'évolution des ressources de plusieurs zones ou territoires géographiques à limites ne se recouvrant pas (par exemple : parcelles forestières, propriétés, territoires géographiques, ...) avec l'objectif d'entreprendre des actions sur au moins une d'entre elles ou de regrouper les données appartenant à toutes ces zones pour atteindre un objectif commun. Ces inventaires ne sont pas toujours placés sous la responsabilité d'un même organisme, aussi doivent-ils impérativement être coordonnés et standardisés pour produire des résultats comparables et fusionnables dans une intégration multi-spatiale. A ce titre, pour des questions de coût et de qualité de travail, il est évidemment préférable que la responsabilité incombe à une seule organisation dotée de moyens financiers et humains adaptés.

En ce qui concerne l'intégration *à plusieurs niveaux*, celle-ci porte sur la création d'une base de données commune apte à fournir des informations à plusieurs niveaux de décision au sein d'une même organisation ; par exemple des données récoltées à l'échelle de peuplements forestiers peuvent être utilisées aussi bien pour réaliser des estimations financières que pour alimenter des modèles de gestion. Des prises de décision peuvent aller de celles nécessaires à freiner les dégradations de

l'environnement à l'échelle nationale à celles devant fixer le prix de vente des bois sur une parcelle de 30 hectares, par exemple. Dans un but d'efficacité les inventaires utilisés pour aider à la prise de pareilles décisions doivent être absolument liés et chaque niveau : national, régional, local, a ses propres besoins de données et d'exigences.

Nous nous intéresserons cependant, de manière plus fouillée, aux inventaires orientés vers une intégration *multi-ressources* et à ceux relevant d'une intégration *temporelle*, car ils nous paraissent devoir mériter davantage l'attention. En outre les exemples et les raisonnements utilisés concerneront surtout le monde végétal en général, forestier en particulier.

4. L'intégration multi-ressources

Cette intégration tente de prendre en compte la totalité ou une partie des attributs biotiques et abiotiques des milieux sans considération des usages probables des ressources. Elle consiste à créer un ensemble de données communes constitué d'une ou de plusieurs variables utilisées pour deux ou plusieurs fonctions attribuées aux ressources. La notion d'inventaire multi-ressources peut être interprétée d'une manière tellement large que presque tout inventaire répond en soi à cet objectif ou qu'il peut être considéré dans un sens très restrictif. Si l'on assimile le terme "multi-ressources" à "multi-variables", alors presque tous les inventaires sont évidemment des inventaires multi-ressources. Dans un inventaire forestier classique, par exemple, au moins trois variables sont toujours mesurées ou observées : essence, diamètre et hauteur, mais ce n'est évidemment pas une raison suffisante pour utiliser le vocable "multi-ressources".

Dans le même ordre d'idées, bien que certains inventaires soient conçus et mis en œuvre pour un seul objectif, les données résultantes pourraient être réinterprétées en vue de rencontrer une variété d'autres utilisations. Reprenant l'exemple de l'inventaire forestier classique, un biologiste de la vie sauvage pourrait réinterpréter les données relatives aux essences et aux volumes, prises dans l'optique plus particulière d'une densité de couvert, pour définir ou préciser les critères d'habitat de telle ou telle espèce animale.

4.1. Besoins et préalables

Du fait de la pression croissante de nos sociétés sur les ressources naturelles pour des utilisations non ou difficilement chiffrables, les inventaires multi-ressources sont devenus des outils prioritaires pour aider à évaluer les alternatives d'occupation du territoire et d'utilisation des ressources. Les besoins d'information potentielle peuvent inclure la totalité du spectre des informations biologiques, physiques et socio-économiques.

De manière générale, un inventaire multi-ressources utilise des unités d'échantillonnage classiques, fournit des estimations de paramètres propres aux ressources avec une plus grande attention aux interactions et à l'opportunité de remesurer ces unités au cours du temps. Idéalement les variables concernées devraient être récoltées aux mêmes endroits et dans une même échelle de temps de

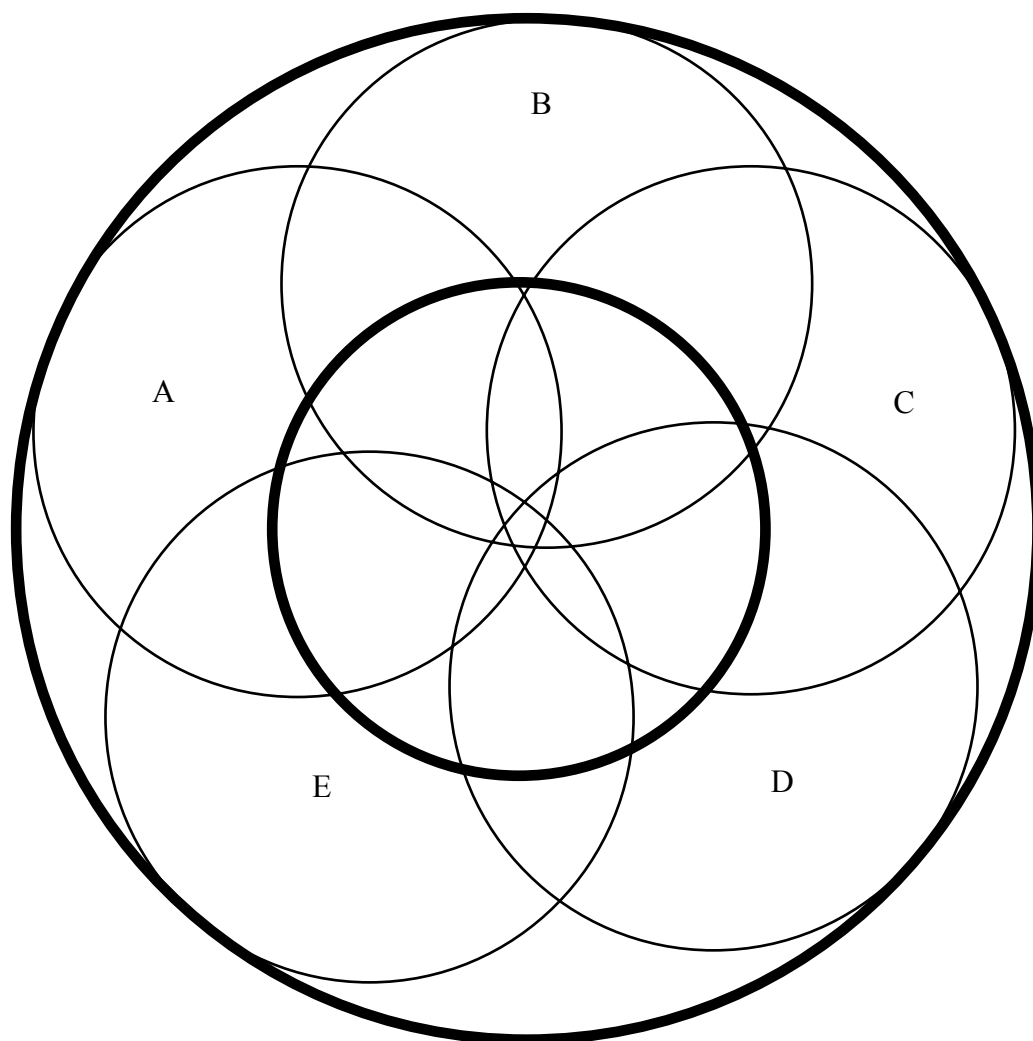
sorte que l'on pourrait éliminer des récoltes dupliquées de données, relier des données entre elles, et analyser les éventuelles interactions d'utilisation des milieux.

4.2. Problèmes spécifiques

Identifier les informations qui sont nécessaires et décider comment récolter les données sont des préalables déterminants dans la manière d'envisager une intégration multi-ressources.

Au sein d'un espace déterminé, les divers types de ressource (paysage, forêt, flore, eau, faune, par exemple) participant à l'intégration ont leur propre "sphère" de besoins d'informations et leur influence peut être représentée, conceptuellement, par une zone circulaire de même surface (figure 1) ou non. Les zones circulaires se recouvrant représentent des opportunités d'intégration et de standardisation. Pour concrétiser les idées, le cercle intérieur représente l'information de base commune à toutes les disciplines et a une dimension appropriée aux exigences de représentativité de celles-ci alors que le cercle extérieur représente la totalité des besoins d'information. Les inventaires multi-ressources peuvent être conçus pour ces divers niveaux de besoins. Le modèle d'inventaire à mettre en œuvre revêt aussi une grande importance. L'un des plus grands sophismes dans la manière de concevoir des inventaires multi-ressources est de croire que les exigences pour la gestion de l'information de toutes les ressources sont égales en termes de priorité, de détails, de complexité et de champ d'application. Des éléments intéressants peuvent ne pas exister en même temps ni avoir leur sphère d'influence limitée à la même surface. Par exemple, l'épaisseur de la couche de neige et la production d'une végétation annuelle ne peuvent être mesurées à la même époque ; des modèles migratoires d'oiseaux d'eau et de grand gibier concernent habituellement des surfaces beaucoup plus grandes que celles relatives à un simple type de végétation. En conséquence, des échantillons de données de ressources collectées au sein d'un seul type de végétation peuvent être inadéquats et deux ou plusieurs inventaires séparés peuvent être de ce fait requis.

Si des données liées à la multiplicité des ressources sont collectées au cours d'un même inventaire, la configuration de l'unité d'échantillonnage, c'est-à-dire d'une portion de territoire limitée à quelques ares ou à quelques hectares, selon les cas, pose problème car les divers éléments intéressants ont habituellement des fréquences d'occurrence différentes.



A = paysage
B = forêt
C = flore
D = eau
E = faune

Figure 1. - Exemple d'opportunités d'intégration en inventaires multi-ressources.
Example of integration opportunities in multiresource inventories.

Un autre type de problème est de trouver des personnes suffisamment qualifiées pour récolter des données relatives à plusieurs ressources. Beaucoup de spécialistes ne souhaitent d'ailleurs pas travailler en dehors de leur propre domaine ou n'ont pas les compétences techniques pour le faire. En outre beaucoup d'entre eux n'ont pas toujours confiance dans le travail des autres et ne désirent pas renoncer à leur autorité dans la collecte des données. Détenir la connaissance est, d'une certaine manière, détenir le pouvoir et ceux qui exercent le contrôle des données contrôlent, d'une certaine manière, le pouvoir.

4.3. Informations requises

Sur un plan général, il est intéressant de noter que dans une intégration de type multi-ressources les besoins en informations sont souvent en relation inverse avec la dimension des programmes de ressource. Il existe d'ailleurs fréquemment un déséquilibre d'informations entre des utilisations concurrentielles de ressources. C'est, entre autres, le cas de données relatives au matériel ligneux, par exemple, souvent plus aisées et moins chères à récolter que celles relatives à la vie sauvage. A titre d'exemple, l'information de base utile à la prise de décisions en matière de forêts et de pâturages inclut obligatoirement des données de surfaces occupées, de biomasse ligneuse et herbacée, de production végétale et d'opportunités de traitement. Plus généralement il est important de disposer de données relatives à la localisation géographique, à la végétation, à la topographie, aux sols et aux potentialités des milieux inventoriés.

4.4. Méthodologie proprement dite d'inventaire

La conception de pareils inventaires implique la prise en considération des quelques recommandations suivantes :

- les données devraient être récoltées dans le cadre d'un système de classification écologique et dans les mêmes zones échantillonnées (pas nécessairement à la même époque) pour permettre des analyses d'interaction ;
- les données devraient pouvoir être regroupées à différents niveaux de résolution pour l'analyse ;
- les unités d'échantillonnage (ou les placettes) devraient être réparties sur l'(les) écosystème(s) étudié(s) ;
- l'inventaire devrait fournir des mesures de modification de l'écosystème.

On distingue habituellement quatre voies possibles pour rassembler une information multi-ressources :

- réaliser des mesures et des observations supplémentaires au sein d'unités de sondage existantes ou au sein de dispositifs déjà existants d'échantillonnage ;
- récolter des informations supplémentaires par l'intermédiaire de cartes et de points d'observation complémentaires ;
- développer de nouvelles méthodologies et de nouveaux dispositifs d'échantillonnage ;
- utiliser les informations issues d'autres sources.

La *première méthode* a été utilisée dans le cadre d'études orientatives visant à établir une méthodologie d'inventaire forestier permanent pour la partie Sud de la

Belgique⁽¹⁾. Les mêmes points de sondage ont été utilisés pour récolter des informations sur la ressource boisée et sur les sols afin d'évaluer la potentialité sylvicole de ceux-ci vis-à-vis de plusieurs essences.

La *deuxième méthode* est une des plus communément utilisées. A l'information d'un inventaire forestier, par exemple, on ajoute par surimposition d'une carte des sols aux points échantillonnés, une information pédologique. On peut aussi combiner les points d'échantillonnage utilisés pour confectionner la carte des sols et ceux destinés à l'inventaire forestier et cela donne de bons résultats pour autant que les inventaires aient la même résolution (impliquant une définition de la taille minimale des unités de sondage). D'éventuelles corrélations ne peuvent se faire que sur de très grandes surfaces et non point de sondage par point de sondage. Ce transfert d'information se réalise aujourd'hui par utilisation des systèmes d'information géographique (SIG).

La *troisième méthode* qui consiste à jeter les bases d'un nouvel inventaire est évidemment plus coûteuse ; à première vue elle peut sembler être la meilleure et c'est le cas pour autant que l'on puisse établir un dispositif commun. L'étude de l'évolution des ressources repose sur l'utilisation d'unités d'échantillonnage réparties sur le terrain selon un processus bien déterminé. Certains préfèrent utiliser des unités cartographiées qui correspondent aux plus petites portions de territoire (50 ares à 5 ha par exemple) pour lesquelles une information de base est nécessaire. Ces entités ont toute leur signification dans le contexte de la planification des activités d'aménagement, elles sont souvent définies sur la base de caractéristiques de sol et de végétation. Ces unités ont donc une signification cartographique et peuvent faire l'objet d'un échantillonnage stratifié.

Dans l'évaluation de surfaces importantes de territoire la cartographie de toutes ces unités peut cependant être beaucoup moins efficace que l'utilisation d'une grille systématique de points autour desquels l'information est prélevée sur quelques ares. L'échantillonnage systématique est sans doute le plus opportun car il distribue les points échantillonnés de manière uniforme sur la surface concernée sans se soucier des ressources présentes.

La *quatrième méthode*, qui s'appuie sur des informations provenant d'autres sources, est la plus fréquemment utilisée pour intégrer des informations multi-ressources parce que la plus expéditive et pourtant elle peut aussi être la moins souhaitable pour plusieurs raisons :

- la conversion de données dans une base commune peut être la cause de biais si elles sont issues d'unités d'échantillonnage de différentes dimensions ;
- à défaut d'une évaluation des besoins d'informations, il n'est pas sûr que les données disponibles soient les plus appropriées ;
- le coût total de l'inventaire peut être anormalement élevé parce que toute l'information récoltée n'est pas utilisée et que certaines données peuvent être récoltées plus d'une fois ;
- l'analyse des interactions est difficile car les variables sont habituellement mesurées à différentes époques et en différents lieux.

⁽¹⁾ RONDEUX J. [1983] Un inventaire forestier au service de la Région Wallonne. *Wallonie* 10, 41-50.

En conclusion chacune de ces méthodes conduit à une intégration d'inventaires pour autant qu'il y ait consensus sur une même surface inventoriée. La troisième méthode est la plus recommandable pour autant qu'un nouvel inventaire puisse être envisagé et la première méthode est à conseiller si la continuité dans les inventaires est importante et si l'intensité d'échantillonnage est suffisante pour rencontrer les besoins de la ressource la moins exigeante en données.

Le nombre de variables dans un inventaire multi-ressources est sensiblement plus élevé que dans un inventaire classique et les problèmes de dimension de placettes, de forme, de nombre et de distribution deviennent plus critiques pour des questions de coût, ce qui justifie d'optimiser la dimension, c'est-à-dire de rechercher le meilleur compromis possible entre coût et précision.

Une placette est habituellement définie comme étant une surface échantillonnée relativement petite. Cette dimension dépend évidemment de la variabilité de la variable d'intérêt dans la population. Dans le cas de végétations très denses comme une régénération en forêt, par exemple, ou des fourrages, de petites placettes rectangulaires, carrées ou circulaires variant de 10 cm à 2 m de côté ou de diamètre sont utilisées.

Des placettes de quelques ares (de 4 à 10 ares) à quelques hectares (1 à 10 ha) sont plutôt utilisées dans des inventaires à grande échelle, elles peuvent être sous-échantillonnées à partir de placettes plus petites. En général, à taux d'échantillonnage égaux, les placettes de grande dimension ont l'avantage de limiter les temps de déplacement et les biais dus aux bordures, alors que les placettes de petite dimension sont rapidement installées et sont plus efficaces (le rapport précision/coût est élevé), suite à leur plus faible variabilité interne.

La forme de placette la plus utilisée est la forme circulaire eu égard à sa facilité de délimitation, tout au moins pour des dimensions inférieures à 20 ares.

En matière forestière une placette circulaire à surface définie et proportionnelle à la densité du peuplement (4 à 15 ares) est recommandée dans des inventaires continus mis en œuvre pour déterminer la croissance, le nombre d'arbres, la mortalité ou encore l'importance du couvert.

En inventaire portant sur la végétation au sol où des observations échelonnées au cours du temps doivent être réalisées, des surfaces rectangulaires permanentes sont mieux adaptées pour faciliter la relocalisation ultérieure ; elles révèlent aussi plus la variabilité des espèces que les autres formes si elles sont disposées en travers des courbes de niveau et représentent la meilleure forme pour les herbages mélangés et les buissons.

Dans le contrôle de la production ou de la croissance herbacée, des placettes de forme circulaire sont préférables dans tous les cas où les relocalisations sont aisées. Le temps de délimitation des placettes circulaires est spécialement avantageux lorsqu'un nombre élevé de placettes est requis.

Une dimension de placette constante pour toutes les ressources ne doit pas exclure des sous-unités de tailles différentes. Des placettes concentriques de tailles variables selon le type de variables ou de caractéristiques à mesurer ou à observer sont particulièrement efficaces (les plus petites étant réservées à des mesures détaillées).

De grandes placettes à surfaces définies sont habituellement utilisées pour mesurer les variables du milieu relatives à la vie sauvage : on utilise un ensemble important de petites placettes à surface définie pour la végétation du sous-étage des peuplements forestiers, de grandes placettes à surfaces définies pour les sols, des placettes à surface non définie pour les arbres et un ensemble de points de calage pour opérer les classifications de surface et préciser la localisation des placettes.

En ce qui concerne les inventaires pour lesquels des informations proviennent de la télédétection aérienne ou spatiale et sont combinées avec l'échantillonnage au sol, il est vraisemblable que de grandes placettes circulaires subdivisées en placettes à surfaces définies ou non, axées sur l'observation de variables spécifiques, soient les plus opportunes à considérer.

5. L'intégration temporelle

Classiquement les inventaires de ressources procurent des données de base et un cliché ou un état des lieux à un moment donné. Mis à jour au cours du temps ces inventaires peuvent permettre d'identifier des tendances et éventuellement de valider des prévisions et des hypothèses. Ils sont la base du contrôle qui sert à déterminer si les objectifs de planification ont été rencontrés, à valider les prévisions et à détecter les modifications non planifiées des ressources.

Parmi les éléments qui peuvent aussi être contrôlés au cours du temps nous citerons, à titre d'exemple : la croissance d'arbres, la mortalité naturelle, les effets de traitements culturels et les événements naturels tels que tornades, incendies, évolution de régénérations.

5.1. Besoins et préalables

Les méthodes utilisées pour des mises à jour d'information doivent être compatibles avec celles utilisées pour rassembler l'information initiale afin de rendre les estimations comparables.

5.2. Problèmes spécifiques

A partir du moment où un inventaire est répété au cours du temps, plusieurs questions méritent d'être posées :

- y a-t-il des modifications dans les objectifs, les techniques de mesure, les exigences de précision ?
- à quelle périodicité les inventaires devront-ils être effectués ? (le problème est complexe en inventaires multi-ressources ; pour les ressources en bois, par exemple, on peut adopter une périodicité de 10 ans, les données relatives aux pâturages par contre ne sont plus valides au-delà de 2 ans et tout ce qui concerne les sols et la topographie est en principe stable) ;
- comment instaurer un système exempt de biais dans la méthodologie de remesurage ?
- comment s'assurer de la maintenance des données récoltées au cours des inventaires successifs ?

5.3. Recommandations

En matière de fréquence et de technique de mise à jour, il y a évidemment plusieurs manières de travailler. Un principe de base, vu sous l'angle de l'efficacité, est de concentrer les efforts d'échantillonnage sur des surfaces où des changements sont connus ou peuvent être anticipés ou suspectés et de procéder à des mises à jour via des procédés de modélisation aux endroits où les probabilités de modification sont faibles ou inexistantes. Encore faut-il être assuré de la robustesse des modèles utilisés !

En ce qui concerne les méthodologies généralement préconisées deux grands types se distinguent :

- on effectue des remesurages à partir de placettes permanentes installées une fois pour toutes (= remesurages sans remplacement d'unités) ;
- on n'effectue des remesurages que sur une partie seulement des placettes et on installe périodiquement de nouvelles placettes (= remesurages avec remplacement partiel d'unités).

Dans tous les cas, seule une organisation bien structurée est capable de prendre pareilles activités en charge.

6. Le traitement des données (SGBD et SIG)

Les données issues d'inventaires tels que ceux qui ont été décrits doivent être stockées de manière à pouvoir être retrouvées, triées et exploitées aussi rapidement et efficacement que possible. Les systèmes de gestion de bases de données (SGBD) tels que "Oracle", par exemple, constituent des outils particulièrement bien adaptés à ces missions d'autant plus que des interfaces existent avec les systèmes d'information géographique (Arc Info, Pmap, Ilwis) destinés eux à gérer des données référencées géographiquement.

Il est hautement recommandé pour les systèmes d'inventaire intégrés d'utiliser l'architecture des bases de données relationnelles. Ce type de base de données est flexible au point que le contenu et la structure de la base peuvent être modifiés lorsque les besoins d'information changent.

Quel que soit l'usage qui en sera fait, le système mis en place doit être relativement simple, bon marché, facile à utiliser et adaptable. Mieux vaut mettre en place un système simple et qui fonctionne plutôt qu'un système sophistiqué qui fait l'admiration de tous mais qui ne fonctionne pas !

On assiste aujourd'hui à une véritable explosion de travaux s'appuyant sur l'utilisation des SIG, une majorité écrasante d'entre eux s'apparentent d'ailleurs plus à de la cartographie par ordinateur et, qui plus est, réalisée à partir de données dont la qualité laisse parfois à désirer. Un risque non négligeable est d'alimenter les SIG au moyen de données récoltées à des échelles très différentes, ce qui altère la qualité du produit final et biaise l'application de l'outil. Dans certains cas, on peut même s'inquiéter de savoir si, au nom des grandes modes, on n'utilise pas trop souvent la puissance des ordinateurs sans avoir le génie créateur de nos prédécesseurs.

Système de traitement centralisé ou décentralisé ? Il n'existe pas de règle formelle ni de vérité en la matière. Dans le cas d'organisations importantes, il est cependant généralement conseillé de maintenir l'information dans un système de bases de données partagées, une série de petites bases de données étant localisée à différents endroits. Des conventions standard et des programmes permettent d'échanger les données avec un minimum de reformattage. Comme les utilisateurs locaux ont le plus urgent besoin d'informations sur l'inventaire et donc le plus grand intérêt en matière de précision, d'intégrité et de qualité de données, la responsabilité de la maintenance et du contrôle des bases de données devrait être confiée aux niveaux les plus bas de l'organisation, une structure plus centralisée n'ayant dès lors en charge que la coordination et le bon fonctionnement de tous les échelons.

Dans le cas de petites organisations, on peut évidemment se contenter d'un système plus centralisé, encore faut-il savoir si les ressources naturelles en tant que telles relèvent d'une seule et même organisation ou département ayant la liberté de créer les structures ad hoc : une cellule d'inventaire, par exemple.

7. Conclusions et recommandations

Concevoir un système intégré d'inventaires au service de la gestion des ressources naturelles, compte tenu de l'esprit dans lequel nous l'avons présenté, est une tâche à la fois complexe et très lourde. Habituellement les systèmes intégrés sont développés selon des voies moins ambitieuses. Par exemple, on pourrait très bien imaginer qu'un groupe de spécialistes représentant quelques organismes puisse se pencher sur la standardisation de leurs méthodologies d'inventaire ou tout au moins s'emploie à leur trouver le plus grand commun dénominateur.

Cela suppose cependant un certain nombre de règles que l'on peut énoncer comme suit :

- si ces spécialistes parviennent à développer une procédure standardisée acceptée par leurs institutions, ils ont alors jeté les bases d'une intégration *multi-spatiale* ;
- si l'un des organismes a la responsabilité de gérer les ressources à des fins d'usages multiples, la procédure d'inventaire retenue peut avoir une forte influence sur la manière de développer les inventaires ultérieurs dans d'autres domaines ;
- si la nouvelle procédure standardisée est utilisée pour alimenter plusieurs échelons à l'intérieur même des organismes, on s'oriente vers une intégration à *plusieurs niveaux* ;
- si les inventaires sont exécutés à plusieurs reprises sur les mêmes bases, l'intégration *temporelle* a toutes les chances de prendre corps.

Malheureusement, l'intégration telle que construite, pas à pas, ne satisfait pas toujours la totalité des besoins des diverses ressources à gérer et des organismes concernés.

En réalité, un système intégré d'inventaires peut être considéré comme adéquat si les principaux points suivants sont rencontrés :

- remplir les besoins, les objectifs et la mission de toute l'institution impliquée ;
- procurer une information précise, cohérente et périodique sur le potentiel des ressources envisagées ;

- fournir des résultats utiles aux prises de décision et aux différents niveaux concernés par celles-ci ;
- être compris par les utilisateurs sur le terrain ;
- pouvoir être mis à jour lorsque des changements non planifiés sont intervenus.

On imagine mal de pouvoir gérer sérieusement l'ensemble de nos ressources naturelles sans les connaître et les connaître c'est les inventorier en tant qu'un tout organisé ; pour cette raison il est opportun de recourir à des systèmes intégrés d'inventaire mais pas à n'importe quel prix et pas n'importe comment. Il faut mettre en œuvre une méthodologie rigoureuse, scientifiquement éprouvée, créer les interfaces entre différentes disciplines, s'assurer de récolter des données de qualité, et surtout rapprocher concepteurs et utilisateurs. C'est une entreprise souvent gigantesque et qui n'est pas toujours couronnée de succès parce que l'on a trop souvent tendance à confondre objectifs et moyens ou que les objectifs ont été mal posés et les moyens mal utilisés ou encore que l'on a sous-estimé l'importance de la "gestion" des conflits d'intérêts, une des composantes à part entière de la gestion de l'espace !

Documents consultés

- EVERY T.E. [1975]. *Natural resources measurements*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 339 p.
- BURKHART H.E. (ed.) [1990] - *Research in forest mensuration, growth and yield*. Blacksburg, Virginia, Publication FWS-2-90, School of Forestry and Wildlife Resources. Virginia Polytechnic Institute and State University, 241 p.
- BURKHART H.E., BONNOR G.M., LOWE J.J. (eds.) [1990] - *Research in forest inventory, monitoring, growth and yield*. Blacksburg, Virginia, Publication FWS-3-90, School of Forestry and Wildlife Resources. Virginia Polytechnic Institute and State University, 267 p.
- CONGALTON R.G., GREEN K. [1992] - The ABCs of G.I.S. An introduction to geographic information systems. *J.For.* 90, 13-20.
- CUNIA T. [1978]. On the objectives and methodology of national forest inventories. *In : Inventaire forestier national*. Joint Meeting of IUFRO groups S4.02 and S4.04. June, 18-26, 1978. Bucuresti, Institutul de Cercetari si Amenageri Silvice, XI-XXIX.
- LUND H.G. [1986] - *A primer on integrating resource inventories*. General Technical Report N° 49. USDA Forest Service, 64 p.
- LUND H.G. [1990] - From terras incognitas to illuminations. Proceedings "Global natural resource monitoring and assessments : preparing for the 21st century". Vol. 1. American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 32-40.
- LUND H.G. [1991]. Present and prospective knowledge on usable forest resources. *Rev. For. Fr.* H.S. n° 6, 45-53.
- LUND H.G., LABAU V.J., FFOLLIOTT P.F., ROBINSON D.W. (eds) [1978] - *Integrated inventories of renewable natural resources : proceedings of the workshop*.

- [Tucson, Arizona, Jan. 8-12, 1978]. Technical report RM-55, Rocky Mt. Forest and Range Exp. Stn., For. Serv., U.S. Dep. Agric., Fort Collins, Colorado, 482 p.
- RONDEUX J. [1993] - *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 521 p.
- ROSE D.W. [1989] - Development of management information systems for natural resource research. Proceedings "Global natural monitoring and assessments : preparing for the 21st century". Vol. 3. American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 1145-1154.
- SCHREUDER H.T., GREGOIRE T.G., WOOD G.B. [1993] - *Sampling methods for multiresource forest inventory*. New York, J. Wiley, 446 p.
- USDA Forest Service [1989] - *Interim Resource Inventory Glossary*. June 14. Washington DC, USDA Forest Service, 96 p.

Dans la même collection

- N° 1 La forêt et les forestiers : réalités, nouvelles approches et défis
par J. RONDEUX
- N° 2 Pour une production ligneuse de qualité : impératifs écologiques et sylvicoles
par Ph. BAIX, M. DETHIOUX et J. RONDEUX
- N° 3 Construction d'une table de production pour le douglas [*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO] en Belgique
par J. RONDEUX, C. LAURENT et A. THIBAUT
- N° 4 Nouveaux développements dans l'usage de l'informatique dans l'aménagement forestier
par J. RONDEUX
- N° 5 Les inventaires forestiers en Europe : Tentative de synthèse
par H. LECOMTE et J. RONDEUX
- N° 6 Technique d'inventaire d'alignements forestiers : Application aux brise-vent situés dans le nord du Sénégal
par J. HEBERT, S. VANWIJNSBERGHE, J. RONDEUX et A. TOUSSAINT
- N° 7 Etablissement de courbes de productivité pour les peuplements de frêne (*Fraxinus excelsior* L.) en région limono-calcaire du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse
par A. THIBAUT, H. CLAESSENS, J. RONDEUX
- N° 8 Essai d'amélioration de la pisciculture de l'Ombre commun [*Thymallus thymallus* L.]
par B. LAFFINEUR, W. DELVINGT, A. LAMOTTE
- N° 9 Le "Programme de développement de la Région Nord" en République Centrafricaine. L'expérience de la zone pilote de Sangba
par T. d'ESPINEY, J. TELLO, W. DELVINGT
- N° 10 Management information systems : emerging tools for integrated forest planning
par J. RONDEUX
- N° 11 Facteurs écologiques de production du frêne (*Fraxinus excelsior* L.) en Condroz et productivité des stations potentielles
par H. CLAESSENS, A. THIBAUT, J. RONDEUX