

© M. Wagner

L'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL PERMANENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG, DIX ANNÉES D'EXISTENCE

JACQUES RONDEUX – MARC WAGNER – GEORGES KUGENER
MOHAMMED SAIDI – CHRISTINE SANCHEZ

Il y a 10 ans débutèrent les premiers passages de l'inventaire forestier permanent luxembourgeois. Le second cycle de mesures, qui doit démarrer dans le courant du dernier trimestre de 2009, a très largement bénéficié de l'expérience acquise lors du premier cycle. Diverses améliorations ont été apportées, aussi bien sur les plans méthodologiques et techniques qu'informatiques.

Actuellement,

la surface boisée du Grand-Duché de Luxembourg est de 89 150 hectares, ce qui correspond à un taux de boisement de 34,3 %¹. Le pays compte quatre grands territoires distincts (domaines écologiques) caractérisés par des conditions géomorphologiques et climatiques particulières. Au nord, l'Oesling prolonge le massif ardennais et comporte essentiellement des forêts d'épicéa et de hêtre. Le Gutland couvre

le centre et le sud du pays et se compose majoritairement de forêts de hêtre et de chêne. Le Bassin de la Minette, de surface plus restreinte, se situe dans l'extrême sud-ouest du pays et se caractérise par la présence de forêts mélangées présentant une grande diversité d'essences et de végétations pionnières sur d'anciennes exploitations de minerai de fer à ciel ouvert. Enfin, la Vallée de la Moselle, située dans le sud-est du territoire, occupe également

une faible surface et la forêt y est nettement moins représentée au bénéfice des vignobles.

La forêt publique soumise au régime forestier concerne 39 900 hectares (44,8 %). Avec 49 250 hectares, la forêt privée représente les 55,2 % restants¹. Ce survol rapide de la forêt grand-ducale montre la grande variabilité rencontrée sur un territoire relativement exigu, présentant une grande diversité naturelle qui se superpose à un grand morcellement des propriétés. Celles-ci ont des objectifs et des types de gestion pouvant varier notamment selon la nature publique ou privée des propriétaires.

Le besoin de connaître les ressources forestières nationales s'est joint à celui de

s'inscrire dans une démarche internationale, partagée par l'ensemble des pays de l'Union Européenne en matière de valorisation, de conservation et de protection des ressources naturelles, pour déterminer le Grand-Duché de Luxembourg à se doter d'un inventaire forestier permanent.

C'est ainsi qu'en 1996, l'Administration de la Nature et des Forêts a lancé le projet « Inventaire Forestier National Permanent » avec l'aide de l'Université de Liège (Gembloux Agro-Bio Tech) pour les aspects méthodologiques. Cet inventaire est devenu un instrument de politique forestière nationale et, à ce titre, joue le rôle d'un véritable « tableau de bord » permanent de l'ensemble de la forêt luxem-

L'encodage direct des données, par le biais d'un micro-ordinateur de terrain, est une des grandes nouveautés du deuxième cycle de l'inventaire luxembourgeois.



© P. Reuland

bourgeoise. C'est en 2003 que les premiers résultats ont vu le jour et ont fourni le premier état des lieux ou une photographie de la situation de l'époque.

Dix années plus tard, fort de l'expérience acquise et des nombreuses retombées positives enregistrées, un second cycle de mesures est en voie de réalisation. Il devra, entre autres, permettre d'estimer la productivité de la forêt luxembourgeoise et d'appréhender la disponibilité de la ressource ; il servira aussi d'instrument de mesure en matière de durabilité de la gestion, s'inscrivant ainsi dans les démarches de certification.

Les objectifs poursuivis par l'inventaire permanent visent à estimer les ressources forestières et leur évolution en termes de surface et de matériel sur pied. La connaissance des ressources forestières à l'échelle nationale est particulièrement importante en matière de politique forestière, de gestion des massifs forestiers, d'approvisionnement pour l'industrie du bois et, en s'amplifiant au cours du temps, de monitoring de la biodiversité en forêt ainsi que de suivi de la mise en œuvre de la directive européenne « Habitats ». De même, au niveau international, l'inventaire s'avère être l'indispensable référence dans le contexte des enquêtes diligentées par des organismes internationaux tels que l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Union européenne (UE) ou encore dans le cadre d'initiatives soutenant la coopération scientifique entre pays. C'est le cas de l'Action COST E43

« Harmonisation of National Forest Inventories in Europe: Techniques for Common Reporting »⁵, à laquelle le Grand-Duché a apporté son soutien.

Le présent article a pour objet principal de faire le point sur l'approche globale qui a été validée et retenue pour activer toute la dynamique du second cycle de mesures.

LES BASES MÉTHODOLOGIQUES

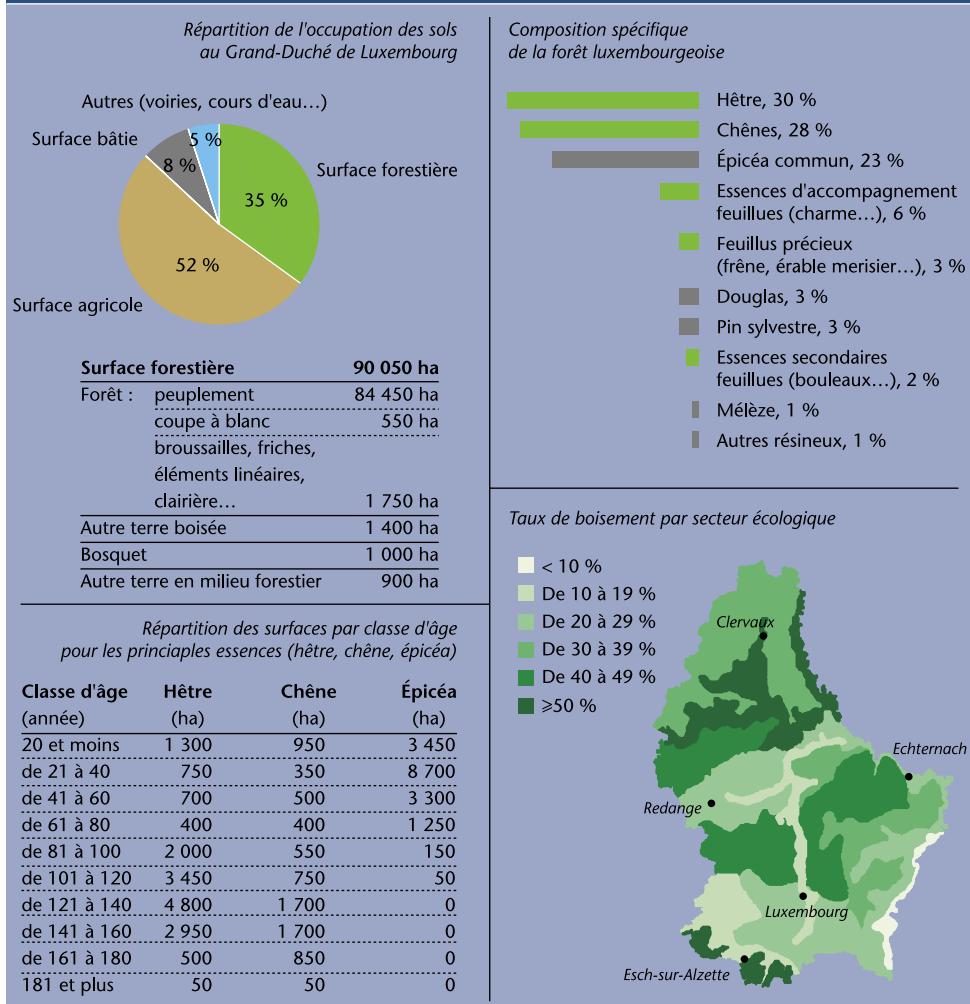
Un inventaire par échantillonnage permanent

Les fondements de la méthodologie de l'inventaire ont été établis en tenant compte du contexte naturel et spécifique des forêts du Grand-Duché. Le niveau de précision souhaité pour les résultats, les objectifs assignés à l'inventaire forestier, ainsi que l'aspect budgétaire ont évidemment été pris en compte. C'est ainsi que les choix du type d'échantillonnage, du taux de sondage, de la nature des variables, des techniques de collecte de l'information et des contraintes liées au caractère permanent de l'inventaire ont fait l'objet d'analyses approfondies.

La mise en œuvre du premier inventaire (IFL1) a été réalisée à la suite d'une étude de faisabilité effectuée par l'Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg)*. La démarche suivie a consisté à identifier les objectifs prioritaires dévolus à l'inventaire puis à collecter et à exploiter les variables les plus pertinentes permettant de répondre aux multiples questions qui concernent tous les aspects de la forêt dans l'esprit de multifonctionnalité qui lui est assignée.

* Appelé dans la suite du texte « le partenaire scientifique ». Avant le 1^{er} octobre 2009 : « Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux ».

QUELQUES RÉSULTATS ISSUS DE L'INVENTAIRE FORESTIER LUXEMBOURGEOIS¹



Une périodicité de 10 ans a été retenue pour des raisons budgétaires et par référence aux pratiques en vigueur dans d'autres inventaires ayant les mêmes finalités.

Le dispositif d'échantillonnage

La méthode d'inventaire retenue s'appuie sur un échantillonnage systémati-

que défini à partir d'une grille à mailles rectangulaires orientée est-ouest pour son grand côté (1 000 mètres) et nord-sud pour son petit côté (500 mètres). Les unités d'échantillonnage (points de sondage) sont situées aux sommets des mailles et chaque point de sondage (forêts et non-forêts) représente l'image d'une surface de 50 hectares. Le taux de son-

dage adopté est ainsi très élevé (0,2 %), par comparaison avec ceux adoptés dans d'autres pays (exemple de la Suède : 0,008 %, soit vingt-cinq fois plus élevé), mais la structure et la diversité évoquées antérieurement le justifient amplement. De plus, l'inventaire national peut de ce fait aussi fournir des informations de qualité à des échelles locales (communes, par exemple, ou tout autre découpage administratif ou naturel de quelques centaines à quelques milliers d'hectares). À titre de comparaison, l'inventaire forestier de la Région wallonne s'appuie sur la même structure⁴. Pour l'essentiel, ces unités sont constituées de quatre placettes circulaires concentriques à rayons variant de 2 à 18 mètres, complétées à la fois de micro-placettes satellites pour appréhender la régénération et d'une placette de plus grande taille (« cercle spécial », de 30 mètres de rayon). Cette dernière est installée au sein du peuplement échantillonné (« peuplement déterminant ») et intercepte éventuellement aussi des peuplements voisins (« peuplements environnants ») ; elle est surtout destinée à opérer des observations qualitatives sur la biodiversité, la structure et la composition des peuplements, les zones de transition (lisières et interfaces forestières), l'aspect récréatif et cynégétique.

Le nombre total de points de sondage pour l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg (forêts et non-forêts) s'élève à environ cinq mille deux cents. Plusieurs types d'occupation du sol sont identifiés en se référant aux définitions utilisées dans le cadre du projet d'évaluation des ressources forestières mondiales des zones tempérées et boréales (typologie TBFRA-2000)⁶. Les deux principaux types d'occupation du

sol sont les points « Hors-forêt » et « Forêtier ». Un niveau plus détaillé de la typologie des points est présenté dans RONDEUX *et al.*².

La récolte des informations est réalisée de manière ciblée en fonction du type de point de sondage. Dans le cas typique d'un point « peuplement », un protocole complet de mesures doit être appliqué comme exposé dans RONDEUX *et al.*²

On notera au passage que la grille de points portant sur la totalité du pays pourrait très bien, moyennant quelques ajustements en ce qui concerne le type et la dimension des placettes, servir de référentiel à d'autres investigations. On pense, par exemple, à l'évaluation de la biodiversité en milieux ruraux.

LE SECOND CYCLE

En vue de préparer le deuxième cycle de mesures (IFL2) et suite à l'expérience acquise lors du premier cycle (IFL1), le partenaire scientifique a procédé à une identification des modifications à apporter et susceptibles d'améliorer significativement le déroulement de l'IFL2. Le guide méthodologique destiné à le piloter a été le principal aboutissement de cette phase d'évaluation. De manière générale, les objectifs prioritaires assignés au premier cycle sont restés d'actualité pour le second cycle ; l'essentiel des opérations à réaliser consistant, en réalité, à revisiter les points de sondage déjà installés afin d'y effectuer les nouvelles observations et mesures.

Une des grandes nouveautés du deuxième cycle réside dans l'encodage direct des

données sur le terrain par le biais d'un encodeur portable ou micro-ordinateur de terrain. Cette approche a donc nécessité la création d'un module d'encodage adapté et de restructurer la base de données utilisée lors du premier cycle.

Modifications apportées

à la méthodologie de l'inventaire

Certains éléments des protocoles de terrain (plus particulièrement les modes opératoires) ont été modifiés en vue d'une simplification et d'une meilleure compréhension. Ces modifications ont principalement porté sur les protocoles liés à la prise en compte des lisières forestières, des zones hors-forêt et de la régénération. De même, un certain nombre de variables ont été supprimées car trop rarement ou jamais exploitées et d'autres introduites pour satisfaire certaines requêtes ou calculs n'ayant pu être effectués auparavant.

Un important travail de compilation du nouveau guide méthodologique de l'inventaire a ensuite été réalisé, notamment en fournissant plus de définitions et d'explications relatifs aux protocoles de terrain. L'organisation du document a également été entièrement revue, de manière à s'adapter à la structure et à la succession des rubriques au sein des fiches (« onglets ») du nouveau module d'encodage et en conséquence à constituer un outil aisément consultable sur le terrain.

En parallèle à cette phase d'évaluation, une série de « tests » terrain ont été effectués en vue de disposer d'informations pratiques plus précises, notamment concernant le cheminement (retour sur les placettes existantes, repé-

rage du piquet matérialisant le centre de la placette), la faisabilité des nouvelles modalités de récolte et la validation du module d'encodage (encodeur portable). Une restructuration des fiches de « pointage » en fiches « d'encodage » s'est donc avérée nécessaire.

À titre d'exemple, la méthodologie ciblant la prise en compte des lisières forestières a été simplifiée eu égard à la complexité de sa mise en œuvre (nature des observations et modalités d'appréhension des placettes « lisières ») lors du premier cycle. Le mode opératoire a été complètement revu, des définitions ainsi que des schémas explicatifs ont été ajoutés au guide méthodologique. La description de la composition spécifique et les dimensions des éléments constitutifs de la lisière portent dorénavant essentiellement sur sa structure dominante et non sur son ensemble. Une typologie représentant une série de faciès a été adoptée pour la caractérisation de la structure des lisières. Elle est consultable lors de l'encodage par le biais de schémas et de photos appelés à guider l'opérateur dans ses choix (figure 1).

La nature des données récoltées et les modalités de récolte

Les données ont été rassemblées par thèmes ou rubriques, faisant l'objet d'onglets, tout en respectant un ordre logique d'encodage : chaque fiche d'encodage contient des variables décrivant un élément du peuplement. Par exemple, les données d'ordre général récoltées au bureau ont été regroupées sur une seule fiche (fiche numéro 1 du tableau 1). Des sous-onglets sont parfois utilisés pour faciliter l'organisation des variables ou pour tenir compte du nombre élevé de

Figure 1 – Faciès type adoptés pour la caractérisation de la structure des lisières. L'opérateur a la possibilité de les consulter lors de l'encodage.

Faciès 1

La lisière se caractérise par une absence du cordon arbustif. Si des arbustes sont présents, ils se situent sous le manteau.



Faciès 2

Correspond à des lisières dont le cordon arbustif est présent et a une largeur de 5 mètres au maximum. L'extension du cordon ne dépasse que de peu les branches des arbres du manteau.



Faciès 3

La lisière présente un cordon d'une largeur totale de 5 à 10 mètres. Ces lisières peuvent déjà présenter une structure verticale intéressante et un étagement progressif depuis le milieu ouvert jusqu'au peuplement.



Faciès 4

La lisière comporte un cordon large de plus de 10 mètres. Le manteau est assez clairsemé, bien étagé et se présente fréquemment sous la forme d'arbres piquetés dans le cordon (arbres isolés). Ce faciès présente un ourlet en général bien développé, celui-ci étant envahi par le développement de petits massifs ligneux. Une grande partie du cordon et l'ourlet se trouve alors sur le milieu ouvert. Ce faciès est caractéristique des lisières bordées par des prairies pâturées (ou d'autres terrains) de manière très extensive par exemple.



Faciès 5

Ce faciès correspond à une variante du faciès 4, dans lequel la limite externe de la lisière est constituée d'un ourlet herbacé parsemé de jeunes arbustes isolés.



Tableau 1 – Les catégories de variables par fiche d'encodage.

Fiche d'encodage	Catégorie de variables
Fiche n° 1 Bureau	Informations générales Informations administratives Informations écologiques
Fiche n° 2 GPS	Navigation GPS Mesurage GPS Conditions du mesurage GPS
Fiche n° 2bis Cheminement classique	Cheminement théorique Cheminement pratique
Fiche n° 3 Repérage et identification	Informations générales Description du point de sondage Déplacement Peuplements étroits (< 36 m) Photos Topographie
Fiche n° 4 Arbres de la futaie	Arbres de la futaie Relevés par essence Brins de taillis
Fiche n° 5 Peuplement déterminant (type, dégâts)	Description du peuplement Atteintes au peuplement : facteurs biotiques Atteintes au peuplement : facteurs abiotiques Autres dégâts, production forestière Sylviculture
Fiche n° 6 Peuplement déterminant (phyto)	Phytosociologie Éléments de biodiversité
Fiche n° 7 Régénération	Observations générales Observations spécifiques, régénération naturelle, régénération artificielle
Fiche n° 8 Bois mort	Bois mort à terre Bois mort sur pied
Fiche n° 9 Interfaces	Description de l'interface Repérage et matérialisation Relevés dans les satellites
Fiche n° 10 Lisières	Repérage et matérialisation Description de la lisière Composition de la lisière (globalement) Description, dimension et composition de la structure dominante
Fiche n° 11 Cercle spécial (biodiversité)	Zone non forestière Éléments de biodiversité Biotope de la Directive Habitats
Fiche n° 12 Cercle spécial (récréation, cynégétique)	Protection du sol et de l'eau Éléments concernant la fonction de récréation des forêts Éléments concernant l'aspect cynégétique des forêts
Fiche n° 13 Peuplements environnants	Description du peuplement Phytosociologie
Fiche n° 14 Bosquet	Description du bosquet Description des lisières

celles-ci. Le tableau 1 reprend toutes les fiches d'encodage ainsi que les catégories de variables.

Les données pédologiques sont considérées comme stables (fixes) sur le court terme et ne sont donc pas récoltées lors du deuxième cycle (deux cycles se déroulent sur 20 ans).

Avant la collecte des données sur le terrain, une importante étape est réalisée au bureau. Les points de sondage sont localisés sur des cartes IGN au 1/5000^{ème}, géoréférencées dans le système Gauss-Krueger. Ils sont ensuite classés, à partir de photographies aériennes, en différents types définis a priori (forêt, chemin, hors-forêt, etc.). Enfin, quelques autres renseignements sont recueillis sur les plans administratifs (nature du propriétaire, région naturelle, etc.) et paysagers (agencement, étendue des massifs boisés, etc.) (tableau 1, fiche n° 1).

Lorsque le travail de bureau est terminé, les équipes se rendent sur le terrain pour effectuer la récolte d'informations à l'emplacement des points de sondage identifiés comme points forestiers (coordonnées exportées préalablement dans l'encodeur) ainsi que pour lever toute indétermination sur les situations douteuses (complexités de structures, changements d'affection, etc.).

Le repérage des points de sondage installés lors du premier cycle (matérialisation

par un piquet métallique) se fait à l'aide de plusieurs outils : GPS, détecteur de métal, données « arbres » du premier cycle (distances point central de l'unité-arbres, azimuts, diamètres, etc). Les « nouveaux » points de sondage* doivent être repérés de manière minutieuse en utilisant des techniques de cheminement classique par arpenteage.

L'encodage électronique

Le recours à un enregistrement électronique des données *in situ* a permis d'apporter des solutions à des problèmes récurrents d'encodages manuels erronés (oublis, confusions entre rubriques, etc.). Bien conçu, le système d'encodage est un gage de qualité des données récoltées pour les principales raisons suivantes :

- son utilisation diminue le risque d'erreurs (message d'erreurs apparaissant à l'écran lors de l'encodage de chiffres aberrants, de codifications non prévues, d'oublis, de non-respect des codifications) ;
- la phase d'encodage sur le terrain est très largement facilitée grâce aux menus déroulants permettant de travailler en totale interactivité opérateur/encodeur ;
- un système de contrôle de la « clôture » (validation) des fiches d'un point de sondage facilite grandement l'enregistrement des données et permet à l'opérateur de suivre l'évolution de l'encodage de toutes les données/informations relatives à un point de sondage ;
- l'absence de la phase de retranscription des données saisies sur le terrain diminue le risque d'erreur et se traduit par un gain de temps appréciable au bureau.

Pour fixer les idées, la figure 2 présente l'interface du module d'encodage ainsi

* Les « nouveaux » points de sondage sont ceux qui n'ont pas été matérialisés lors de l'IFL1, par exemple un point en zone non forestière lors de l'IFL1 se trouvant en zone forestière lors de l'IFL2.

Microsoft Access - [IFL2.25.mdb] sur 423]

Echelle Point de sondage Équipe Outils 2

Ajouter un commentaire à la fiche n° : 1 | Fermer

Carte IGN n° : 24	Point de sondage n° : 4	Rechercher: Nign	NPoint	Afficher
<input checked="" type="checkbox"/> 5.Peupl dét (Type, dégâts) <input checked="" type="checkbox"/> 6.Peupl dét (Phyto) <input checked="" type="checkbox"/> 7.Régénération <input checked="" type="checkbox"/> 8.Bois morts <input checked="" type="checkbox"/> 9.Interfaces & Satellites <input checked="" type="checkbox"/> 10.Lisière <input checked="" type="checkbox"/> 11.Cercle sp (biodiversité) <input checked="" type="checkbox"/> 12.Cercle sp (cynégétique, récréation) <input checked="" type="checkbox"/> 13.Peup Env <input checked="" type="checkbox"/> 1.Données générales <input checked="" type="checkbox"/> 2.Cheminement & Mesurage GPS <input checked="" type="checkbox"/> 2b.Chem Classique <input checked="" type="checkbox"/> 3.Rep & Identification <input checked="" type="checkbox"/> 4.Arbres de la futaie				

Informations générales

Date inventaire bureau	10/11/2008	Domaine écologique	Oesling
Coord X théorique	65250.000	Secteur écologique	H-P. de l'Oesling septentrional
Coord Y théorique	123000.000	Photo aérienne	<input checked="" type="radio"/> Orthophoto 2004 <input type="radio"/> Orthophoto 2007 <input type="radio"/> Cadastre <input type="radio"/> Autre
Altitude (m)	489	Type de point / Photo	Forestier
Distance Agglo Proche (m)	1600	Evaluation type photo	Certitude
Taille du Massif	plus de 1.000 ha	Type de point / Photo Caractérisée	Peuplement

Informations administratives

Commune	CLERVAUX	Section	WEICHERDANGE	Cas limites	Oui	Non
Type de propriété	Privé			Commune	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Numéro de propriété				Domaine écologique	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Numéro de Parcellle				Secteur écologique	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Numéro de triage	2			Site «Habitats» ou «Oiseaux»	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
				Triage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Informations écologiques

Structure spatiale	Structure globale très mosaïquée	Site «Habitats» délimité	Absence
		Site «Oiseaux» délimité	Vallée de la Woltz et affluents de la source à Troisvierges

Boutons

Valider la fiche | Modifier la fiche

Chaque onglet représente une fiche d'encodage. Lors de l'encodage sur le terrain, les onglets sont complétés au fur et à mesure de l'avancement des opérations de récolte des données. Une croix rouge apposée sur un onglet indique que la fiche correspondante n'est pas encore clôturée (ou validée). Lorsque tou-

tes les variables d'une fiche sont complétées, la fiche est « validée » et une flèche verte apparaît sur l'onglet à la place de la croix rouge. Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de passer aisément d'une fiche à l'autre tout en pouvant vérifier à tout moment lesquelles restent inachevées.

Figure 2 – Présentation de l'interface du module d'encodage (fiche n° 1).

que la fonctionnalité de « validation » des fiches d'encodage.

Le transfert des données est opéré par le biais d'un module très sophistiqué qui permet de transférer les données d'une base de données vers une autre. Cette fonctionnalité est particulièrement importante en relation avec l'organisation même de l'inventaire qui prévoit l'intervention de trois acteurs : l'Administration de la Nature et des Forêts, des bureaux d'études

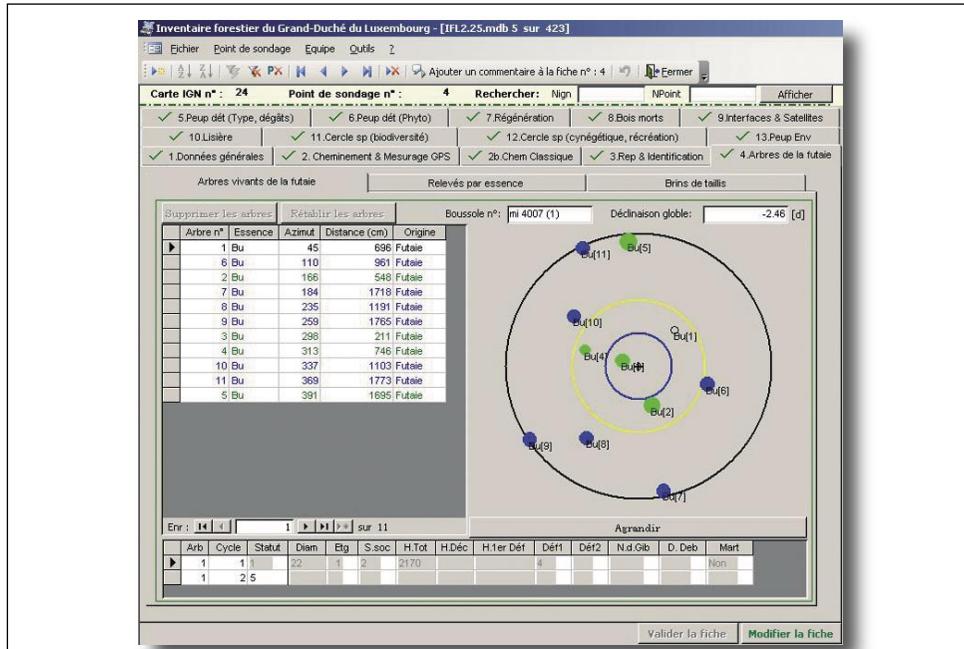
et le partenaire scientifique ayant établi la méthodologie et assurant, in fine, le traitement et l'exploitation des données. Dans pareilles conditions, un échange et un contrôle réguliers des données sont absolument requis. Le contenu des bases de données sources, constituées par les opérateurs de terrain (bureaux d'études), est appelé à être transféré vers une base de données centrale gérée conjointement par l'Administration de la nature et des forêts et par le partenaire scientifique. Ce modu-

le de transfert de données permet d'effectuer un contrôle immédiat portant sur la qualité de l'information véhiculée.

D'autres spécificités du module d'encodage facilitent l'encodage à plusieurs niveaux. À titre d'exemple, la fiche numéro 4 (« arbres de la futaie ») est munie d'un

système d'affichage des données « arbres » du premier cycle permettant à l'opérateur de retrouver ces mêmes arbres lors du deuxième cycle ou d'identifier ceux qui auraient été prélevés. Un jeu de couleurs permet de suivre l'encodage et de rendre compte, au cas par cas, de la situation des arbres (voir figure 3).

Figure 3 – fiche d'encodage n° 4 (IFL2), exemple fictif.



La fiche n° 4 comporte trois sous-onglets : arbres vivants de la futaie, relevés par essences et brins de taillis. Le sous-onglet « arbres vivants de la futaie » est organisé en trois sous-ensembles : (1) un tableau qui reprend tous les arbres de la placette (une ligne par arbre), encodés lors de l'IFL1, et qui permet aux opérateurs de terrain de les retrouver grâce à leurs données fixes (essence, azimut et distance), (2) un schéma illustrant la placette (situation IFL1), vue de haut, et représentant une aide au repérage des arbres encodés et (3) un tableau

situé en bas reprenant les caractéristiques variables (diamètre, hauteur...) de chaque arbre et pour chaque cycle (une ligne par arbre et par cycle).

Dans le schéma, les arbres sont représentés par des cercles. Un jeu de couleurs permet à l'utilisateur de contrôler le déroulement de l'encodage des données relatives aux arbres. Vert = arbre remesuré lors de l'IFL2, bleu = nouvel arbre encodé lors de l'IFL2 et cercle « vide » = arbre mort ou « disparu ».

SUR LA VOIE DU SECOND CYCLE

À l'occasion de la mise en œuvre de l'IFL2, en étroite collaboration avec le partenaire scientifique, l'Administration a confié à une équipe « interne » la charge de la réalisation de la phase pilote sur le terrain. Cette association de compétences, placée sous la responsabilité de l'Administration, sera aussi appelée à assurer le suivi du projet tout au long du cycle de l'inventaire. Ce suivi continu portera également sur les travaux de terrain réalisés par des bureaux d'études mandatés à cette fin, de manière à résoudre le plus rapidement possible les éventuelles incompréhensions ou erreurs habituelles.

De la phase pilote à la phase définitive
En résumé, comme pour le premier cycle, le deuxième cycle de mesures a donc fait l'objet de tests préliminaires de faisabilité aussi bien en matière de collecte de données que de traitement.

La phase pilote réalisée en 2008-2009 par l'équipe interne de l'Administration a permis de revisiter environ 10 % des points de sondage situés en forêt. Elle s'est déroulée sur une période de 10 mois et a permis de tester puis d'affiner la méthodologie et de fournir des informations sur de nombreux aspects demandant clarification (cheminement GPS, encodage sur le terrain, etc.). Le module d'encodage a été validé à l'issue de cette phase pilote. Ces nouvelles informations étaient essentielles pour l'organisation de l'inventaire dans sa phase opérationnelle sur base d'estimations de temps concrètes incluant les durées de déplacement vers le point de sondage (chemi-

nement), de nouvelles prises de mesure, etc. Ces informations ont permis de jeter les bases du programme de travail annuel ainsi que de l'organisation et, dans une large mesure aussi, de la périodicité des mesures.

Un guide méthodologique reprenant non seulement toutes les opérations de terrain mais aussi un recueil de conventions, définitions, codifications et procédures a été le principal aboutissement de cette phase d'évaluation. Il a été complété par un guide informatique rassemblant les procédures de traitement, algorithmes et feuilles de codification.

Étant donné que la phase pilote portait sur une période d'essai pendant laquelle l'équipe interne de l'Administration prenait connaissance de la méthodologie, le temps réel d'exécution des points de sondage n'a pu être estimé qu'en fin de période. Il a été clairement constaté que le temps moyen pour le cheminement lors de la phase pilote de l'IFL2 est considérablement plus petit que celui observé lors de l'IFL1. Cela peut s'expliquer par le fait de nouvelles procédures et, pour autant que les conditions le permettent, d'un cheminement opéré par navigation GPS.

La phase suivante ou définitive, qui sera réalisée en vraie grandeur et pour laquelle les travaux sont confiés à plusieurs bureaux d'études, portera sur la période 2009-2011. À cette fin, les guides de terrain et informatiques serviront de référence à l'ensemble des opérations et pourront encore être améliorés au cours du temps en fonction des problèmes ou des situations qui mériteraient éventuellement d'être réévaluées. Les travaux se-

ront confiés à une structure rassemblant trois partenaires : l'Administration de la Nature et des Forêts, agissant comme maître d'œuvre, des bureaux d'études chargés de la récolte des données sur le terrain selon un cahier des charges préétabli et le partenaire scientifique ayant établi la méthodologie et assurant, in fine, le traitement et l'exploitation des données.

Perspectives de traitements

Lors de la préparation du second cycle, et dans l'optique future de faciliter l'enregistrement et le traitement de données issues de plusieurs cycles successifs, une nouvelle base de données distincte a été construite sur base de la structure de celle regroupant les données du premier cycle. La clé primaire de la nouvelle base de données inclut trois variables : *IGN* (numéro de carte IGN), *NPOINT* (numéro du point de sondage au sein de la carte IGN) et *CYCLE* (numéro du cycle).

En ce qui concerne les prévisions de traitement de données, le premier objectif à atteindre sera de réaliser un état des lieux de la forêt luxembourgeoise en 2010. Il sera donc enrichi d'informations issues de la comparaison des deux inventaires (évolution des surfaces forestières, des types de peuplements, du niveau de la biodiversité, des dégâts de gibier, etc.). Des estimations d'accroissements seront également effectuées grâce aux données du deuxième cycle. Elles devraient permettre de vérifier, de manière globale, la durabilité de la gestion forestière en confrontant les données d'accroissement (ou de production) à celles de prélèvements (prise en compte, lors des mesures, des arbres marqués en éclaircies ou coupes de régénération).

CONCLUSIONS

La préparation du deuxième cycle de l'inventaire a très largement bénéficié de l'expérience du premier cycle. Que ce soit sur le plan méthodologique, technique et informatique, de nombreuses améliorations ont été apportées et validées.

L'encodeur portable constitue indéniablement un facteur de progrès important ayant des répercussions positives en ce qui concerne la qualité intrinsèque des données, la diminution d'erreurs et la fiabilité des bases de données à créer. Une des leçons les plus importantes, d'ailleurs tirées dans d'autres inventaires forestiers nationaux, est l'obligation de travailler de manière itérative et structurée. Dans le cas présent, le fait de mettre en œuvre un second cycle devait inévitablement tenir compte des bases méthodologiques retenues pour le premier, tout en veillant à corriger certaines lacunes et à améliorer l'une ou l'autre procédure. C'est après analyse minutieuse des résultats fournis par le premier inventaire qu'il a été possible de mieux identifier les variables réellement pertinentes et de focaliser l'attention sur la qualité de leur récolte. En conséquence, une attention particulière a été portée à la confection et à l'organisation des nouvelles fiches d'encodage. La mise en œuvre d'une fiche définitive reste un travail itératif de la première importance : il nécessite une parfaite adéquation entre ce qui est faisable en termes de collecte de données, d'une part, et de possibilités d'exploitation de celles-ci, d'autre part.

Dans le même esprit, l'occurrence de situations difficilement gérables sur le terrain,

par le fait d'une méthodologie ne les prenant pas assez en compte ou trop rigide, a obligé d'opérer des ajustements allant quasiment tous dans le sens d'une simplification, de manière à diminuer drastiquement les erreurs d'interprétation et d'éviter les risques de non-reproductibilité des mesures (cas d'opérateurs différents, confrontés aux mêmes situations). Enfin, chaque fois que cela a été possible, il a été tenu compte des recommandations édictées par l'Action COST E43 qui seront prochainement consignées dans plusieurs articles scientifiques et dans un ouvrage de synthèse. Il s'agit principalement de définitions et de seuils de mesure. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ¹ RONDEUX J. (dir. scient.), WAGNER M. (coord.) [2003]. *La forêt luxembourgeoise en chiffres. Résultats de l'Inventaire forestier national du Grand-Duché de Luxembourg*. Administration des Eaux et Forêts du Grand Duché de Luxembourg, Service de l'Aménagement des Bois et de l'Économie forestière, 210 p., tableaux, graphiques, cartes, photographies.
- ² RONDEUX J., COLSON V., THIBAUT A., BOURLAND N., CUARTERO DIAZ G., WAGNER M. [2005]. L'inventaire forestier national permanent du Grand-Duché de Luxembourg et ses aspects méthodologiques. *Revue Forestière Française* 57(1) : 51-62.
- ³ RONDEUX J., COLSON V., CUARTERO DIAZ G., BOURLAND N., BURNAY F., WAGNER M. [2005]. La forêt du Grand-Duché de Luxembourg sous la loupe de l'inventaire forestier national. *Silva Belgica* 112(2) : 34-42.
- ⁴ RONDEUX J., LECOMTE H. [2005]. L'inventaire permanent des ressources forestières : observatoire et base d'un tableau de bord de la forêt wallonne. *Wallonie* 83 : 61-67.

- ⁵ TOMPOPO E., GSCHWANTNER T., LAWRENCE M., MCROBERTS R.E. (Ed.) [2009]. *National Forest Inventories: pathways for harmonised reporting*. Springer Verlag (in press).
- ⁶ UNECE, FAO [2000]. *Contribution to the Global Forest Resources Assessment. Temperate and Boreal Forest Resources Assessment*. UNECE, FAO, 467 p. www.unece.org.

Cette étude est réalisée grâce à un financement de l'Administration de la Nature et des Forêts du Grand-Duché de Luxembourg, Service de l'Aménagement des Bois et de l'Économie forestière.

JACQUES RONDEUX

jrondeux@ulg.ac.be

MOHAMMED SAIDI

CHRISTINE SANCHEZ

(actuellement : Forêt Wallonne asbl)

Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels,
Gembloux Agro-Bio Tech,
Université de Liège (ULg)
Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux

MARC WAGNER

GEORGES KUGENER

Service de l'Aménagement des Bois
et de l'Économie forestière,
Administration de la Nature et des Forêts
du Grand-Duché de Luxembourg

16, rue Eugène Ruppert
L-2453 Luxembourg