

# INVENTAIRE FORESTIER RÉGIONAL ET SAISIE ÉLECTRONIQUE DE DONNÉES : UNE SYNERGIE PROMETTEUSE\*

JACQUES RONDEUX - TRISTAN CAVELIER

Dès 1994, dans le cadre de l'exécution d'un inventaire permanent portant sur les 530 000 hectares boisés de la Région wallonne (Belgique méridionale), la gestion des données récoltées a été largement informatisée. Après une série d'ajustements successifs visant à rendre les fiches d'encodage sur le terrain à la fois plus complètes et plus conviviales, eu égard à la diversité et au nombre croissant de variables prises en compte, il a été décidé en 1999 de passer à une phase semi-automatisée de collecte.

En 1997, cet inventaire a subi d'assez profondes modifications méthodologiques portant sur la nature des données récoltées, leur organisation et le type de traitement à leur faire subir suite, principalement, à l'intégration de nouvelles variables relatives à la gestion forestière durable au sens des critères et indicateurs d'Helsinki (Rondeux et Lecomte, 2000).

Forts de l'expérience acquise antérieurement au cours de diverses autres applications en matière de saisie électronique de données forestières (Hebert et Rondeux, 1990; Laurent et Rondeux, 1990; Rondeux, 1978; Rondeux et Fagot, 1984; Rondeux *et al.*, 1988; Rondeux, 1991; Rondeux, 1993), nous avons mis au point un protocole d'encodage très élaboré et convivial supporté par un puissant encodeur (ordinateur) de terrain, le HUSKY FC PX5, dont le potentiel et les performances alliées à une programmation efficace ont donné lieu à un système interactif approprié, comme nous le verrons, aux travaux de collecte et de traitement de données habituellement réservés aux inventaires forestiers nationaux.

Le choix de recourir à un encodeur de terrain a reposé sur trois objectifs clairement assignés, à savoir:

- la possibilité de réaliser un gain de temps important au bureau par la suppression de l'encodage et de la vérification subséquente des formulaires de terrain;
- l'amélioration de la saisie des données, consécutive à la diminution des erreurs de transcription, à la réduction des oublis et à la mise en place de processus de contrôle de vraisemblance et de détection des erreurs;
- l'interactivité ordinateur/opérateur permettant d'assister le travail de ce dernier sur le terrain.

Nous envisagerons d'abord une description sommaire des types de données récoltées sur le terrain (p. 83); nous verrons ensuite comment les modules d'encodage ont été conçus, puis nous formulerons quelques réflexions, commentaires et perspectives sur l'approche telle que nous la percevons après quelques mois d'utilisation.

\* Étude menée à la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux dans le cadre d'une convention de recherche "Appui scientifique à l'inventaire forestier permanent" financée par le ministère wallon de l'Agriculture et de la Ruralité.

### Le HUSKY FC PX5

L'encodeur HUSKY est à proprement parler un micro-ordinateur portable très robuste et ergonomique adapté aux conditions de travail intensif à l'extérieur.

Le modèle envisagé, soit le HUSKY FC PX5, présente les principales caractéristiques suivantes :

- grande robustesse [normes de résistance très strictes en matière de températures extrêmes ( $- 10^{\circ}$  à  $+ 60^{\circ}\text{C}$ ), de conditions climatiques, d'étanchéité, de résistance aux chocs et vibrations, de protection contre les champs magnétiques et électriques];
- dimensions (longueur = 280 mm, largeur = 214 mm, épaisseur = 43 mm) et poids (2,2 kg) compatibles avec une utilisation sur le terrain;
- écran compatible avec l'affichage de "menus" ou "formulaire" de saisie, recouvert d'un film protecteur remplaçable;
- clavier ergonomique permettant d'introduire des données tant numériques qu'alpha-numériques;
- stylet indépendant faisant office de souris et utilisé pour pointer des boutons, des listes déroulantes, des boîtes à cocher...;
- autonomie d'environ 8 heures et batterie à charge rapide, dotée d'un système de gestion (économiseur d'énergie, mise en veille, temporisation en cas de changement de batterie, ...);
- possibilité de connexion avec tout périphérique extérieur [GPS (système de positionnement par satellite), imprimante, compas forestier ou dendromètre ou autre matériel de saisie automatisée].

L'appareil utilisé a la configuration suivante: processeur AMD K5 cadencé à 133 Mhz, mémoire vive de 32 Mb, disque dur fixe de 220 Mb, écran rétroéclairé noir et blanc (640 x 480 pixels et 64 tons de gris). Compatible PC à 100%, il supporte le système d'exploitation Microsoft Windows 95® et le logiciel à partir duquel l'encodage est réalisé a été développé sous Microsoft Access 97®.

Pour le confort de l'utilisateur et afin d'assurer un maximum de stabilité lors de l'introduction de données au clavier ou du pointage d'un élément sur l'écran, il est conseillé de suspendre l'ordinateur à un harnais passé autour du cou.

PHOTO 1 L'encodeur HUSKY FC PX5



## TYPES DE DONNÉES RÉCOLTÉES

Toutes les données récoltées au sein de l’inventaire sont enregistrées dans l’encodeur portable à l’exception du plan de repérage (relatif au cheminement effectué pour atteindre l’endroit de l’unité d’échantillonnage). On procède donc à l’enregistrement des “familles” d’informations suivantes :

- données générales et administratives ;
- relevés relatifs au milieu écologique (topographie, sol, botanique) ;
- observations concernant l’état du peuplement et sa gestion ;
- données utiles à la mise en œuvre (au cours du temps) d’indicateurs de gestion durable (Koestel *et al.*, 1999a ; Lecomte *et al.*, 1999b) ;
- mesures et observations réalisées sur les arbres de l’échantillon.

Près de 60 variables représentant **en moyenne** environ 200 données sont récoltées en chaque point de sondage.

Les variables faisant l’objet de mesures (variables continues) sont encodées au clavier (pavé numérique). Les variables codées (discontinues) sont enregistrées via le stylet lorsqu’il s’agit d’une “boîte à cocher” (présence/absence, encadré au choix multiple) et de listes déroulantes ou, lorsque cela est possible, via le clavier (enregistrement de codes d’essences au lieu d’une sélection de celles-ci au sein d’une liste préétablie).

## CONCEPTION DES MODULES D’ENCODAGE

La conception du logiciel de saisie des données est largement imprégnée de la philosophie suivante :

- créer des écrans d’encodage simples, clairs et renfermant chacun un ensemble d’informations aussi spécifiques et homogènes que possible ;
- passer rapidement d’un écran à l’autre en vue d’assurer une concordance optimale entre les opérations de mesure et les observations, d’une part, et l’enregistrement des données, d’autre part.

Pour des raisons de convivialité, il était important de veiller à :

- apporter une assistance à l’opérateur pour diverses opérations de calcul, de choix, de détermination automatique de valeurs ;
- assurer une bonne “ergonomie” au système en facilitant le passage d’une fiche à une autre à tout moment de l’encodage, en proposant à l’utilisateur des “listes déroulantes” (par exemple liste d’essences), choix multiples, saut possible de variables, etc ;
- effectuer des contrôles de vraisemblance de valeurs attribuées aux variables, des tests de validité de codes et de détection d’oublis.

## Structure générale

Le formulaire d’encodage est composé d’une série de 17 onglets (tableau I, p. 84), chacun d’entre eux concernant une rubrique précise (exemple : pédologie) (qui peut elle-même être détaillée au travers d’une série de variables spécifiques ou subdivisions que nous qualifierons d’onglets “internes”) ou un ensemble de variables relatives au même thème (ex. : description du peuplement).

Les onglets peuvent être parcourus un à un par simple sélection ; à titre d’exemple, l’écran “Peuplement-description” se présente, comme indiqué, dans la figure 1 (p. 85).

TABLEAU I Numéro d'ordre, intitulé et contenu des différents onglets

N°	Intitulé des onglets	Contenu
1	Données générales	Données générales et administratives, taille du massif
2	Type de point	Point forestier ou non forestier
3	Plan de repérage	Déplacement, arbres-témoins, remarques
4	Lisières	Type d'interface, exposition, longueur
5	Topographie	Relief, exposition, pente, altitude
6	Pédologie	Humus, description complète du sol ( <i>onglets internes</i> ), singularités du sol, échantillon
7	Phytosociologie	Strates ligneuse, herbacée, muscinale ( <i>onglets internes</i> )
8	Peuplement : description	Structure, type de peuplement, origine, régénération, vocation forestière, drains, omières
9	Peuplement : dégâts	Antécédent culturel, dégâts d'incendie, de tempête, de gibier (peuplement et régénération), mise à blanc, vide total ( <i>onglets internes</i> )
10	Peuplement : état	État sanitaire du peuplement et qualité du peuplement
11	Peuplement : opérations	Travaux sylvicoles, mesures de protection, éclaircies, régularité du peuplement, exploitation
12	Arbres de la futaie	Tableau d'encodage des arbres (mesures et caractéristiques)
13	Essence/Régénération/Écart	Structure de la placette, essences, régénération, écartements
14	Taillis	Tableau d'encodage des brins de taillis
15	AMSP/Souches/Houp	Arbres morts sur pied, souches, houppiers
16	Bois mort	Bois mort abandonné en forêt
17	Dépérissement forestier	Relevé des observations sur le dépérissement

Chaque onglet, après introduction des données, doit être impérativement validé, ce qui permet d'éviter des oublis.

Lorsque le dernier onglet est validé (c'est-à-dire lorsque l'ensemble des données de chaque onglet a été introduit en mémoire), un ensemble de tests est effectué sur les variables encodées dans les différents onglets afin de vérifier qu'il n'existe ni contradictions ni oublis. En cas d'erreur, un message précise l'endroit où se trouve la donnée erronée.

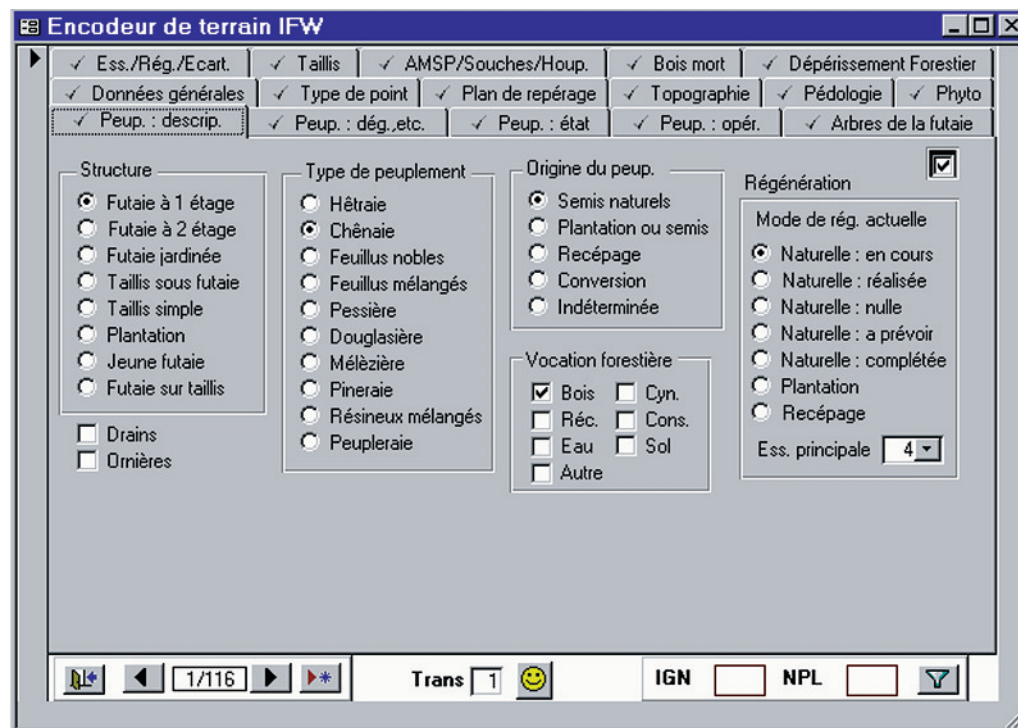
### Procédure de validation

La vérification des données encodées est réalisée à plusieurs niveaux et consiste à effectuer des tests de vraisemblance et de cohérence ainsi que de détections d'erreurs et d'oublis. Les niveaux évoqués concernent :

— la variable au sein de l'onglet (respect de bornes supérieures et inférieures et de codifications prédéfinies) ;

FIGURE 1

## ÉCRAN "PEUPEMENT – DESCRIPTION"



- l’onglet (vérification de la cohérence des données au sein de l’onglet et du fait que toutes les données ont été encodées);
- l’unité d’échantillonnage (contrôle de la compatibilité des données entre onglets).

**Assistance à l’encodage**

Plusieurs procédures prévues dans le logiciel apportent une assistance à l’utilisateur dans des tâches non intégrables auparavant car nécessitant des calculs ou une analyse séparée de données :

- calcul automatique de la circonférence moyenne des arbres de l’échantillon;
- choix des arbres les plus gros en vue de mesures de hauteurs dominantes;
- détermination du rayon de la placette d’échantillonnage destinée à estimer le volume de bois mort à terre;
- etc.

**COMMUNICATION ENTRE L’ENCODEUR ET D’AUTRES SYSTÈMES**

Un module de communication entre l’encodeur et un micro-ordinateur de bureau a aussi été développé; pour des questions d’efficacité et de fiabilité, le transfert se fait via le réseau par l’intermédiaire d’une carte réseau.

Une application récente de cette fonctionnalité est illustrée par la gestion des opérations de remesurage au sein des unités d'échantillonnage.

Cette application, destinée à calculer des accroissements et à contrôler l'évolution de la forêt au cours du temps, fonctionne sur une base de données spécifique constituée à partir de toute l'information relative aux unités d'échantillonnage faisant l'objet de remesurages. Les données correspondant à l'inventaire réalisé au temps  $t$  ont été préalablement triées en fonction de leur intérêt pour le remesurage et transférées de l'ordinateur de bureau vers l'encodeur. Des modifications dans la présentation et le contenu des onglets ont été prévues pour faciliter l'encodage des nouvelles valeurs observées au temps  $t + \Delta t$  en regard de celles enregistrées lors de l'inventaire précédent. La gestion de ces données peut donc être exclusivement réalisée par l'encodeur, mais des sauvegardes sont périodiquement opérées via des copies sur l'ordinateur de bureau.

Cette application permet en outre de détecter, pour ce qui concerne les données relatives aux mesures d'arbres (grosseurs, hauteurs), d'éventuelles incompatibilités (valeurs inférieures à celles observées lors de l'inventaire précédent), oublis de variables lors du remesurage.

Un développement sensiblement plus sophistiqué est en cours, il vise à connecter un récepteur GPS à l'encodeur. Les fonds de cartes topographiques IGN sont stockés en mémoire et le cheminement vers les points de sondage ainsi que le repérage de ceux-ci sont réalisés à l'aide du système de navigation du GPS.

## CONCLUSIONS

À l'expérience, il s'avère que le processus informatisé d'encodage a largement dépassé les espérances initiales. Le matériel utilisé répond bien aux exigences du travail de terrain en conditions parfois difficiles. Mais, c'est incontestablement le soin apporté à la mise au point de l'interface de l'encodeur avec son système de validation et d'assistance à l'utilisateur qui constitue l'élément opérationnel le plus déterminant. Le système, tel que conçu, s'est attaché à éviter le syndrome de la "boîte noire". Convivial et ergonomique, il permet des économies appréciables de temps et, ce qui est fondamental, il est parvenu à gagner la confiance des opérateurs habituellement plus proches d'une philosophie d'encodage manuel (papier) permettant *a priori* un contrôle quasi permanent. Le souci constant de se rapprocher le plus possible des réflexes de l'opérateur dans le cheminement de la saisie de l'information en est sans doute une des explications. Il faut cependant aussi admettre que la mise en œuvre de ce système est vouée à l'échec si une grande complémentarité n'existe pas entre l'équipe chargée de collecter les données sur le terrain et ceux qui sont appelés à adapter et à faire évoluer l'informatisation des phases de collecte et ensuite de traitement de l'information.

Jacques RONDEUX

Professeur

Unité de Gestion et Économie forestières

FACULTÉ UNIVERSITAIRE

DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE GEMBOUX

Passage des Déportés, 2

B-5030 GEMBOUX (Belgique)

Tristan CAVELIER

Programmeur

Convention "Appui scientifique

à l'inventaire forestier permanent"

FACULTÉ UNIVERSITAIRE

DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE GEMBOUX

Passage des Déportés, 2

B-5030 GEMBOUX (Belgique)

## Remerciements

Cette étude a été menée en étroite collaboration avec la Cellule Inventaire des ressources forestières wallonnes. Les auteurs tiennent à remercier son responsable H. Lecomte et son équipe pour les judicieux conseils relatifs à la mise en œuvre et à l'amélioration constante du système informatisé proposé.

## BIBLIOGRAPHIE

- HEBERT (J.), RONDEUX (J.). — Assisted forest data capture with the PSION Organizer II. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 167-175.
- KOESTEL (G.), LECOMTE (H.), RONDEUX (J.). — Indicateurs de gestion durable et inventaire permanent des ressources ligneuses de Wallonie – 1<sup>re</sup> partie: concepts généraux et étude de faisabilité. — *Silva Belgica*, vol. 106, 1999, pp. 9-15.
- LAURENT (C.), RONDEUX (J.). — De la collecte à l'exploitation des données de productivité forestière: vers une approche intégrée. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 103-113.
- LECOMTE (H.), KOESTEL (G.), RONDEUX (J.). — Indicateurs de gestion durable et inventaire permanent des ressources ligneuses de Wallonie – 2<sup>e</sup> partie: intégration des indicateurs à l'inventaire. — *Silva Belgica*, vol. 106, 1999, pp. 7-14.
- RONDEUX (J.). — About the use of the "SWISSPERFO" caliper in forest inventories. — *Mitteilungen der forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg*, vol. 91, 1978, pp. 213-219.
- RONDEUX (J.). — Nouveaux développements dans l'usage de l'informatique dans l'aménagement forestier. In: Actes du 10<sup>e</sup> Congrès forestier mondial. — *Revue forestière française*, n° hors série 4, 1991, pp. 203-212.
- RONDEUX (J.). — La Saisie électronique des données en forêt: réalités et perspectives. — *Revue forestière française*, vol. XLV, n° spécial "Informatique et Foresterie", 1993, pp. 20-26.
- RONDEUX (J.), FAGOT (J.). — Les Encodeurs portables: une nouvelle voie pour l'enregistrement électronique des données en forêt. — *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, vol. 135, 1984, pp. 27-35.
- RONDEUX (J.), LECOMTE (H.). — L'Inventaire forestier wallon. In: "Séminaire des 40 ans de l'Inventaire forestier national (Collecte et utilisation des données forestières)", 13-14 avril 2000, École nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts, Nancy. — *Revue forestière française*, vol. LIII, 2001 (à paraître).
- RONDEUX (J.), SERVAIS (A.), DEGACHI (S.). — Quelques applications de saisie et de traitement électronique de données forestières au moyen d'un micro-ordinateur portatif. — *Bulletin de la Société royale forestière de Belgique*, vol. 95, 1988, pp. 69-76.

---

**INVENTAIRE FORESTIER RÉGIONAL ET SAISIE ÉLECTRONIQUE DE DONNÉES: UNE SYNERGIE PROMETTEUSE (Résumé)**

Les travaux liés à tout inventaire régional ou national impliquent la collecte de très nombreuses données de plus en plus diversifiées. Afin de réduire le temps d'accès de celles-ci à la phase d'exploitation, nous avons mis au point un système d'encodage géré par un micro-ordinateur HUSKY adapté aux conditions parfois difficiles de travail en forêt. L'expérience s'est avérée très positive et le système est utilisé depuis mi-2000 dans le cadre de l'inventaire forestier régional wallon. Il permet de réaliser des économies appréciables de temps et réduit considérablement l'occurrence d'erreurs grâce à un processus informatisé très élaboré de validation et d'assistance permanente à l'opérateur.

**REGIONAL FOREST INVENTORY AND ELECTRONIC DATA INPUT - A PROMISING FORM OF SYNERGY (Abstract)**

The work done in connection with any regional or national inventory involves collecting huge amounts of increasingly diversified data. To reduce time lags before such data can be processed, we have developed an encryption system on a HUSKY personal computer that is highly suitable to the sometimes adverse working conditions encountered in forests. The experiment has turned out to be extremely valuable and the system has been in use since mid-2000 for the purposes of the forest inventory in the Walloon Region. Considerable time savings are thus achieved and a highly elaborate computerised validation process and on-line aid to operators have significantly reduced the frequency of errors.

---