

# LA SAISIE ÉLECTRONIQUE DES DONNÉES EN FORÊT : RÉALITÉS ET PERSPECTIVES

J. RONDEUX

L'utilisation d'un ordinateur dans le domaine forestier revêt des aspects très différents et résulte de motivations qui vont du souhait d'être au goût du jour jusqu'au souci de gagner du temps et d'améliorer les conditions de travail en passant par la volonté de mieux asseoir les prises de décision. Pour être efficace, l'introduction de l'outil informatique doit répondre à un objectif ou à un besoin. Il est en effet important de savoir ce qu'il convient d'informatiser, de quels moyens il faut disposer ou quel devrait être le degré d'informatisation.

La plupart des activités relevant de la gestion d'une forêt nécessitent la récolte d'un volume très important de données sur le terrain et la saisie de celles-ci a longtemps été le maillon faible ou inexistant des filières forestières informatisées, en particulier dans le domaine de la dendrométrie et de l'aménagement. Pour remplacer le crayon et le papier et afin de réduire la durée de la phase d'accès des données à l'ordinateur, d'éliminer ou de diminuer les erreurs de transcription et d'enregistrement sur support magnétique, on dispose aujourd'hui d'appareils de saisie électronique tels que : calculatrices de poche programmables, encodeurs<sup>(1)</sup> portatifs, micro-ordinateurs de terrain, compas électroniques ou à enregistrement automatique. Leur développement et leurs performances ne cessent de s'amplifier depuis quelques années (Adlard et Rondeux, 1990).

Nous envisagerons successivement l'évolution du matériel de saisie électronique depuis les débuts de son utilisation (paragraphe pp. 20-21) et les domaines d'application les plus rencontrés, ainsi que leur incidence sur la manière d'automatiser la saisie (paragraphe pp. 22-23).

Nous identifions ensuite plusieurs orientations récentes ou pistes qui commencent à se faire jour (paragraphe pp. 23-24) et nous formulerons enfin quelques réflexions et recommandations générales issues de notre propre expérience (paragraphe pp. 24-25).

## ÉVOLUTION DU CONCEPT DE LA SAISIE ÉLECTRONIQUE DE DONNÉES EN FORÊT

C'est au milieu des années 70 que remontent les premières utilisations des systèmes de saisie directe en forêt et plus particulièrement dans la recherche (Bryant *et al.*, 1986), à une époque où la collecte électronique des données n'était pas considérée comme une priorité. Les premiers besoins réellement exprimés concernent assez logiquement les inventaires forestiers (Badan, 1968 ; Keith et Beltz, 1980), eux-mêmes ayant fait l'objet des premières applications de l'ordinateur en matière forestière. Un compas à enregistrement mécanique de diamètres sur ruban perforé (« Baslingue » SWISS-PERFO) ou prolongement perfectionné d'une pince enregistreuse

(1) Par « encodeur », nous entendons un appareil ou une machine utilisé pour effectuer des opérations « d'encodage » ou d'enregistrement électronique de données.

développée en Grande-Bretagne (Badan *et al.*, 1981) montre incontestablement la voie (Rondeux, 1978), même si la liaison proprement dite avec le traitement informatique reste laborieuse.

La véritable impulsion est donnée par les premiers encodeurs ou « terminaux portatifs »<sup>(?)</sup> déjà utilisés dans des activités de contrôle de stock (grands magasins, transports, etc.) et les années 80 marquent le début de la micro-informatique aisément transportable, en particulier de matériels tels que, entre autres, MSI (Baltz et Keith, 1980 ; Rondeux et Fagot, 1984), DATAMYTE ou POLYCORDER cités par Nieman (1990) et aptes à stocker l'information en mémoire vive mais qui restent cependant limités en termes de capacité de mémoire, de configuration de clavier, d'écran, d'autonomie, de résistance aux intempéries ou aux chocs et dont le coût est très élevé.

L'encodeur est à cette époque avant tout un matériel de stockage d'informations et ne comporte pas de possibilités de calcul propres. L'un des premiers à ouvrir d'autres perspectives est le « HUSKY ». Celui-ci s'apparente déjà à un micro-ordinateur, incluant le système d'exploitation CP/M qui est par ailleurs adopté comme standard dans le développement des logiciels pour ordinateurs personnels.

À partir de 1986, époque à laquelle les micro-ordinateurs de bureau se généralisent et commencent réellement à pénétrer le monde forestier, le développement des encodeurs portatifs bénéficie des nouvelles orientations technologiques. HUSKY, EPSON, MICROFLEX, OMNIDATA, TELXON sont autant de produits qui méritent le nom de micro-ordinateurs de terrain ou micro-ordinateurs portatifs. La plupart incorporent le microprocesseur 80C88 et, de plus en plus, fonctionnent sous le système d'exploitation MS-DOS.

Cette nouvelle technologie est progressivement couplée aux compas (Jonsson, 1981 ; Schram, 1987), et assure la saisie directe de l'information, tout au moins pour les diamètres (procédure automatique), alors que pour toute mesure non automatisable l'opérateur utilise le clavier et l'écran de l'encodeur (procédure semi-automatique).

À l'avantage des encodeurs en vigueur aujourd'hui et par rapport aux « terminaux portatifs » d'avant 1986, il faut citer :

- des écrans plus larges et conviviaux, rétro-éclairés ;
- une robustesse adaptée aux conditions de travail à l'extérieur (résistance aux chocs, aux variations de température de -30 °C à 50 °C, aux intempéries) ;
- une capacité très importante de mémoire (jusqu'à 4 Mo) et une plus grande autonomie (batterie) ;
- d'excellentes communications (XMODEM, KERMIT) vers le réseau téléphonique, les ordinateurs de bureau ou autres périphériques ;
- la rapidité de traitement (pour les microprocesseurs 16 bits et les systèmes d'exploitation MS-DOS ou compatibles MS-DOS).

Les systèmes mis sur le marché restent relativement chers. Dans la panoplie des matériels peu coûteux et dont il peut être intéressant de tenir compte pour certaines applications, il faut relever la présence de calculatrices de poche dotées de mémoires importantes et programmables en BASIC telles que le SHARP PC 360 dont les principaux désavantages sont la fragilité sur le terrain et la lenteur des calculs (Guinaudeau, 1988) ou les HP-41 et HP-71 (Auer, 1986). Il existe aussi de véritables micro-ordinateurs de poche ; nous pensons au PSION ORGANISER, équipé de mémoires interchangeables à accès rapide. Il utilise un langage procédural OPL et un logiciel de communication assure l'échange aisé de données avec un ordinateur personnel (Hobert et Rondeux, 1990).

(?) Expression dérivée de l'anglais « portable terminal » peu heureuse car, en langage informatique, un terminal est plutôt un périphérique de dialogue avec l'unité centrale, généralement composé d'un moniteur et d'un clavier.

## PRINCIPAUX FACTEURS DÉTERMINANT LES MODALITÉS DE SAISIE

On pourrait considérer que toutes les données forestières récoltées *in situ* et selon des protocoles bien établis pourraient faire l'objet d'une saisie informatisée à partir du moment où elles sont destinées à un traitement par ordinateur. De cette manière on échapperait aux inconvénients inhérents à l'utilisation de formulaires en papier assez mal adaptés au travail en forêt (propension à se salir et à se détériorer, perte de lisibilité) et nécessitant des retranscriptions, génératrices d'erreurs, au bureau. En outre, dans certains cas, la récolte, placée sous le contrôle d'un logiciel adapté au problème étudié, pourrait être mieux organisée, voire accélérée.

Il est opportun de faire une distinction très nette entre le type de données à récolter, le degré d'automatisation de leur récolte et les objectifs poursuivis.

### Type de données récoltées

En ce qui concerne le type de données à récolter, sans vouloir pour autant opérer une classification rigide, on peut identifier :

- Des données correspondant à des mesures qui ont un caractère répétitif et concernant un nombre limité de variables ; c'est typiquement le cas de la mesure de diamètres d'arbres dans un inventaire complet. L'enregistrement et un prétraitement (nombre de mesures enregistrées, vérification d'ordres de grandeur) peuvent être réalisés via un compas électronique et les données peuvent être ensuite prises en charge par un logiciel de type tableur (EXCEL, LOTUS) ou par un gestionnaire de base de données (DBASE), compte tenu du type d'exploitation standardisée dont elles feront vraisemblablement l'objet (cubages, tris, histogrammes de répartition, ...).
- Des données relatives à des dispositifs expérimentaux (protocole de récolte strictement défini et structuré). Parmi les nombreux exemples, on peut citer : la mesure périodique de l'accroissement en hauteur de plants dans un dispositif de provenances génétiques ou la mesure d'accroissements en diamètre d'arbres en parcelles de production. L'enregistrement est organisé sur des bases préétablies largement conditionnées par le dispositif lui-même (Delisle, 1989 ; Guinaudeau, 1990) et opérant par « menus » ou, dans certains cas, exploitant les ressources d'un tableur (obligation de définir des feuilles de calcul).
- Des données qui, de par leur nature très diversifiée, ne se prêtent pas à une récolte standardisée. Il s'agira, par exemple, d'observations et de mesures à réaliser dans le cadre de la description d'un parcellaire forestier ou d'un inventaire par échantillonnage impliquant la prise d'un nombre de données et de variables différent d'un endroit à l'autre (Wey, 1990). Le logiciel d'assistance à l'opérateur est, dans pareil cas, forcément plus sophistiqué, car il doit privilégier la souplesse d'adaptation aux situations rencontrées et prévoir des menus nettement plus détaillés.

La nature du problème posé nécessite donc une analyse approfondie des besoins et la rédaction de logiciels de saisie adaptés intégrant la saisie proprement dite, le contrôle, l'addition et le transfert des données (Scott, 1990).

### Degré d'automatisation de la saisie

En ce qui concerne le degré d'automatisation de la saisie, il est évidemment lié au caractère répétitif ou non des données et aux possibilités de disposer d'un matériel d'enregistrement direct. Le plus bel exemple est celui de la récolte de diamètres d'arbres au cours d'inventaires réalisés pied par pied. Une première alternative est d'encoder les catégories de diamètres ou les valeurs réelles de ceux-ci (ce qui est nettement plus fastidieux), l'encodeur se substituant dès

lors à la fiche de pointage classique. Une seconde alternative, en principe plus pertinente, est évidemment d'utiliser un compas ou un pied à coulisse couplé à un encodeur<sup>(2)</sup>. Il en existe plusieurs types décrits dans la littérature ; l'un d'entre eux, d'origine belge, mérite l'attention : il est équipé d'un couple émetteur - récepteur à ultrasons (Eugène, 1990 ; Guinaudeau et Peragallo, 1991) et est manipulable d'une seule main. L'encodeur est préprogrammé pour assister en permanence l'opérateur et suggérer l'encodage manuel d'autres données telles que : essence, parcelle, propriétaire, etc.

Dans un autre domaine davantage lié à l'écologie stationnelle et à la caractérisation des milieux ou à la surveillance des conditions environnementales (température, humidité atmosphérique, vitesse du vent, radiation solaire, etc.) et nécessitant la prise de mesures à intervalles déterminés de temps, on dispose aujourd'hui de sondes équipées de microprocesseurs et dont il est aisé de programmer le rythme de prises de données sur de longues périodes de temps. Ces capteurs sont périodiquement connectés à des micro-ordinateurs de terrain ou de bureau pour assurer le stockage des données sur support magnétique en vue d'un traitement spécifique ultérieur (Brand *et al.*, 1988).

### Les objectifs poursuivis

En ce qui concerne les objectifs poursuivis, il est essentiel, avant de fixer son choix sur telle ou telle démarche, de situer l'activité de récolte par rapport à l'utilisation qui sera faite des données récoltées, soit que l'on souhaite disposer très rapidement de résultats intermédiaires ou finaux, soit que les données doivent être accumulées au cours d'une longue campagne de mesures avant de pouvoir faire l'objet d'un traitement.

Le premier cas est typique de celui d'activités de cubage (de Reure, 1982) où le forestier pourrait souhaiter obtenir, immédiatement après la phase d'enregistrement, l'estimation du volume sur pied selon divers types de découpes, ou une ventilation par catégories de grosseur commerciale, par exemple. Pour arriver à ce résultat, le micro-ordinateur doit comporter un logiciel fait sur mesure, digérant d'abord les données brutes pour ensuite les exploiter. Ce type d'activités ainsi que la saisie de données telles que circonférences et hauteurs issues de placettes de production, avec contrôle des éclaircies pratiquées sur le terrain, peut aussi justifier l'utilisation d'un matériel équipé d'une micro imprimante (Methley, 1990 ; Rondeux *et al.*, 1988) ou relié à une imprimante (Banner, 1987), ou éventuellement enfichable, permettant de visualiser des résultats utiles à une prise de décision.

Le second cas se conçoit, par exemple, dans des opérations d'inventaires par échantillonnage régionaux où il s'agira de collecter des données relatives à des placettes et à des arbres selon une procédure suffisamment souple pour rencontrer un maximum de situations parfois imprévisibles. L'encodeur ou le micro-ordinateur portatif sera préprogrammé en fonction d'une suite bien définie d'activités souvent déterminée par la nécessité de hiérarchiser les données à enregistrer. L'exploitation de celles-ci est réalisée après transfert sur des micro-ordinateurs utilisant des logiciels de gestion de bases de données adaptés au problème posé.

### QUELQUES ORIENTATIONS RÉCENTES

Au chapitre des orientations ou perspectives intéressantes s'insérant dans la philosophie de la saisie électronique ou automatique des données, il est symptomatique de noter les progrès fulgurants qui permettent en quelque sorte de « rapprocher » le forestier de la prise des données

(2) Il faut cependant admettre que le succès et le taux d'utilisation de ces compas électroniques restent dérisoires comparés à ceux des encodeurs universels, vraisemblablement pour des raisons de coût de développement trop élevé par rapport à un marché potentiel très restreint.

ou encore de lui faciliter l'enregistrement de celles dont la collecte automatisée est impossible. Nous en voulons pour preuve l'apparition récente des GPS (« global positioning system ») portables, des lasers portables et des micro-ordinateurs sans clavier (« pen computing »).

Les GPS permettent de se positionner en latitude, longitude et altitude grâce à un traitement de signaux émis par plusieurs satellites. Le système comporte trois « segments » : le segment satellite, le segment contrôle (stations terrestres) et le segment utilisateur (un ou plusieurs récepteurs intégrant un micro-ordinateur). Le système dans ses développements actuels (non militaires) et utilisé en milieu naturel fournirait des précisions de mesure de 15 à 45 m avec un seul récepteur et de 1,5 à 4,5 m avec deux récepteurs (Bolstad et Smith, 1992). Il est utile pour se positionner à des endroits du territoire éloignés de points de contrôle ou peu accessibles. En matière d'inventaires forestiers ou d'inventaires intégrés de ressources, par exemple, ce matériel, connecté à un micro-ordinateur ou à un encodeur, constitue un incontestable progrès, plus particulièrement au service des systèmes d'information géographique, c'est-à-dire à des systèmes informels de gestion de données à référence spatiale (Congalton et Green, 1992).

L'arrivée des lasers portables est significative des évolutions technologiques dont diverses activités forestières peuvent profiter. Ces appareils opèrent par émission et réception d'impulsions lumineuses, ils permettent des mesures rapides de distance, d'azimut et d'inclinaison (conduisant à la détermination de coordonnées X, Y, Z) stockées en mémoire interne. Moyennant une prise en charge de ces données par un micro-ordinateur portable, il devient donc possible de déterminer, de manière automatisée, des hauteurs d'arbres, par exemple, ou de procéder plus rapidement à des relevés de route.

L'heure est aussi au développement des micro-ordinateurs portatifs « sans clavier » équipés d'un module de reconnaissance d'écriture et utilisant un crayon ou un stylet destiné à écrire sur l'écran (Anonyme, 1991), tout en gardant la possibilité d'y adjoindre un clavier. Sans doute ne sont ils pas encore à l'épreuve des intempéries ou conçus pour un travail en forêt, mais cela devrait pouvoir être résolu.

Enfin, rien n'interdit de penser que des systèmes de reconnaissance de la voix ne puissent également être utilisés dans la récolte des données forestières et que le jour viendra où le forestier pourra transférer ses données au bureau via satellite, développement logique si l'on pense aux possibilités déjà existantes, depuis plusieurs années, de transmission via des lignes téléphoniques.

## RÉFLEXIONS ET COMMENTAIRES

Envisager la saisie électronique des données sur le terrain est une opération qui doit être mûrement réfléchie. Elle ne peut se concevoir sans prendre en considération le type de données à récolter, le coût de la récolte, l'objectif poursuivi et le type de matériel à choisir en fonction de l'application envisagée : il n'existe pas d'encodeur servile ou « intelligent » universel !

Il faut absolument être conscient que chaque application nécessite un développement spécifique et que l'encodeur ou le micro-ordinateur, selon les cas, doit être programmé en conséquence. De ce fait, il faut accorder une grande importance à la manière de « structurer » la saisie des données et de la traduire sous une forme conviviale en particulier par affichage de menus à l'écran et présentation d'une filière d'enregistrement logique continuellement soumise à un contrôle (validation instantanée des données sur le terrain et test de vraisemblance des ordres de grandeur, par exemple).

L'explosion de systèmes de plus en plus performants et de moins en moins chers permet de répondre de mieux en mieux aux conditions de travail en forêt et aux exigences de l'opérateur :

écran convivial, clavier complet et bien structuré, mémoire importante, vitesse de calcul élevée, etc. Cette évolution n'est pas forcément bénéfique si, simultanément, ne se créent pas des collaborations étroites entre utilisateurs et aussi entre forestiers pour partager les expériences et adopter des conventions aussi communes que possible en matière de développement de logiciels de saisie. On peut en effet craindre que l'outil prédispose à accorder plus d'importance à la quantité et à la vitesse de récolte des données qu'à la qualité et à la finalité de celles-ci et que l'on sous-estime, en outre, la nécessité de former des forestiers opérateurs à ces nouvelles techniques. Qu'on le veuille ou non, le contact avec le terrain au travers de ce qui reste encore pour beaucoup une « boîte noire » est moins direct et surtout moins personnalisé qu'avec le « papier-crayon ».

Les améliorations spectaculaires qui se dessinent dans le domaine de la saisie électronique *in situ* imposent bien plus qu'un changement de mentalité, une adaptation rapide et fréquente aux nouvelles technologies. Cela nous porte à croire qu'il est urgent qu'une coordination internationale s'installe (Rondeux, 1992) et que des réseaux d'informations se créent sous peine de perdre, à terme, le bénéfice d'une informatisation qui, plutôt que de rationaliser le traitement de données forestières, mettrait en œuvre trop de systèmes parallèles très spécifiques et non transposables.

J. RONDEUX  
Unité de Gestion et Économie forestières  
Département des Eaux et Forêts  
FACULTÉ DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE GEMBLOUX  
Passage des Députés, 2  
B - 5030 GEMBLOUX

## BIBLIOGRAPHIE

- ADLARD (P.), RONDEUX (J.) Eds. — Forest growth data : capture, retrieval and dissemination. — Gembloux : Faculté des Sciences agronomiques, 1990. — 236 p. (Proceedings IUFRO Workshop).
- ANONYME. — Penpoint de Co, un standard universel pour les ordinateurs sans clavier. — *Sciences et Vie Micro*, février 1991, pp. 48-53.
- AUER (L.). — Saisie et traitement de données forestières par des ordinateurs de poche. — *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, vol. 137, 1986, pp. 399-403.
- DADAN (R.), HINSON (W.H.), STEWART (D.). — Un compas forestier enregistreur ; une nouvelle contribution à l'application de la mécanographie dans les inventaires forestiers. In : 13th IUFRO Congress, Vienna, September 25/7-5-1, 1961, 2 p.
- DADAN (R.). — Essai de rationalisation de la phase des opérations d'accès à des ensembles électroniques. — *Journal forestier suisse*, vol. 119, 1968, pp. 79-81.
- BELTZ (R.C.), KHITH (G.C.). — Electronic technology speeds forest survey. — *South Journal of Applied Forestry*, vol. 4, 1980, pp. 115-118.
- BENNER (M.). — La Saisie des données sur le terrain, Cubages et inventaires des bois par informatique. — *Forêt entreprise*, n° 42-43, 1987, pp. 33-35.
- BOLSTAD (P.V.), SMITH (J.L.). — Errors in GIS, Assessing spatial data accuracy. — *Journal of Forestry*, vol. 90, 1992, pp. 21-31.
- BRAND (D.G.), FLANNIGAN (M.D.), JANAS (P.S.). — Using datalogger systems for environmental monitoring in forest research : an overview and case study. — *Petawawa National Forestry Institute*, 1988. — 26 p. (Information Report PI-X-81).

- BRYANT (R.), ROCKWOOD (D.), LOWE (W.), LEWIS (R.), LEACH (G.). — Data collection and processing. — Intern. Rep., US South Coop. Tree Improv. Program, 1988. — 10 p.
- CONGALTON (R.C.), GREEN (K.). — The ABCs of GIS. An introduction to geographic information system. — *Journal of Forestry*, vol. 90, 1992, pp. 13-20.
- DELISLE (C.). — PSP - Programme informatique interactif pour le suivi des plantations (version 1.0). — Rapport d'information LAU-X-87, 1989. — 29 p.
- EUGENE (C.). — The ultrasonic angular caliper : a promising new tool for computerized forest surveying. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 159-160.
- GUINAUDEAU (F.). — Direct data recording on portable computer in forest experimentation. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 123-131.
- GUINAUDEAU (F.). — Une calculatrice de poche pour le cubage et l'estimation en valeur des coupes. — *Informations - Forêt*, n° 2, fascicule 343, 1988, pp. 163-166.
- GUINAUDIEAU (F.), PERAGALLO (J.). — Essai d'un compas forestier à enregistrement automatique : compas TALLY BOY. — *Informations - Forêt*, n° 1, fascicule 405, 1991, pp. 41-51.
- HEBERT (J.), RONDEUX (J.). — Assisted forest data capture with the PSION ORGANISER II. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 167-175.
- JONSSON (B.). — An electronic caliper with automatic data storage. — *Forest Science*, vol. 4, 1981, pp. 765-770.
- KEITH (C.C.), DELTZ (R.C.). — Data recorders speed forest surveys. — South Forest Experiment Station, Research Note SO-257, 1980, 4 p.
- METHLEY (J.). — Computer recording in permanent measurement plots. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 115-122.
- NIEMAN (I.C.). — Development and use of portable data recorders in North American forestry. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 139-151.
- REURE (G. de). — Le Cubage par l'informatique. — *Forêts de France et Action forestière*, n° 251, 1982, pp. 16-18.
- RONDEUX (J.). — About the use of the « SWISSPERF » 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. — *Revue forestière française*, vol. XLIV, n° 4, 1992, pp. 203-212.
- RONDEUX (J.), FAGOT (J.). — Les encodeurs portables : une nouvelle voie pour l'enregistrement électronique des données en forêt. — *Journal forestier suisse*, vol. 135, 1984, pp. 27-35.
- RONDEUX (J.), SERVAIS (A.), DEGACHI (S.). — Quelques applications de saisie et de traitement électronique de données forestières au moyen d'un microordinateur portatif. — *Bulletin de la Société royale forestière de Belgique*, vol. 95, 1988, pp. 69-76.
- SCHRAM (P.). — À propos d'un compas forestier enregistreur. — *Revue forestière française*, vol. XXXIX, n° 5, 1987, pp. 436-438.
- SCOTT (C.T.). — Tally : general data entry software. — *Bulletin des Recherches agronomiques de Gembloux*, vol. 25, 1990, pp. 133-138.
- WEY (J.). — Elektronische Datenerfassung mit dem Epson - Handy Terminal in der Waldschadeninventur 1989. — *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, vol. 141, 1990, pp. 77-82.