

Foresterie, aménagement du territoire et télédétection

par Alain-Yves BERNIER*
et Guy FLOUZAT**

Introduction

Depuis une quinzaine d'années, l'homme dispose de *moyens spatiaux d'observation de la terre* dans des conditions pré-opérationnelles. Cette autre façon de percevoir le milieu dans lequel nous vivons ouvre des perspectives originales à la gestion et à la surveillance des ressources naturelles. En effet la possibilité d'observations synoptiques et répétitives permet d'envisager des modalités nouvelles pour appréhender notre environnement.

En 1972, la NASA lançait le premier satellite civil de télédétection capable de fournir des images sur une durée de vie assez longue pour envisager l'investissement dans des développements préparatoires à des applications de routine.

En 1982, une nouvelle génération de capteurs apparait sur Landsat-4 (et Landsat-5, le lancement de Landsat-6 étant prévu pour 1991). Ce type d'appareil (Thematic Mapper) ouvre de nouveaux horizons dans l'aménagement du territoire grâce à la qualité des données produites (1 point au sol de dimensions 30 x 30 m contre 60 x 80 pour les capteurs Landsat-MSS).

Cette évolution franchit un nouveau pas le 22 février 1986 avec la mise en orbite du satellite SPOT-1 par le Centre National d'Etudes Spatiales et l'Agence Spatiale Européenne. Les images délivrées ont une résolution au sol de 20 x 20 m en mode multibande et 10 x 10 m en mode panchromatique. Paradoxalement ces développements techniques ont pour effet de stimuler l'exploitation numérique d'observations aériennes à des niveaux de résolution spatiale jamais atteints. La perception nettement affinée que per-

mettent ces données conduit actuellement à la mise en place de nombreuses stratégies d'intégration de cette nouvelle technologie dans les procédures traditionnelles de raisonnement et de décision sur l'espace géographique. En effet trois capacités fondamentales deviennent possibles en matière d'inventaire et d'aide à la décision en aménagement du territoire :

- l'observation homogène de territoires étendus et connus de façon insuffisante permet de compléter l'information géographique concernant un phénomène donné.

- la répétition des observations permet la surveillance et la mise à jour de cartographies thématiques diverses sur ces territoires.

- la combinaison avec les moyens et méthodes pré-existants permet une aide à la décision en aménagement par intégration de données multisourcées géolocalisées.

Aussi, dans cet article nous évoquons les conditions dans lesquelles la télédétection aérospatiale peut s'intégrer dans les pratiques professionnelles usuelles en foresterie et dans l'aménagement des ressources renouvelables.

Le recensement des apports spécifiques de la télédétection, ainsi que celui de ses contraintes nous permettra de définir le champ des applications possibles dans le domaine de la foresterie, et, plus généralement, de l'aménagement du territoire. Il va de soi que l'investissement dans l'utilisation des méthodes de télédétection n'est envisagé ici que sous réserve de satisfaire aux deux conditions fondamentales suivantes :

- obtenir des informations uniquement accessibles par la vue verticale et homogène sur un territoire important.

- obtenir les mêmes informations que par les techniques traditionnelles mais plus vite et/ou à moindre coût.

Dans un tel contexte, il devient actuellement intéressant de prendre en compte les apports possibles de l'observation aérospatiale.

* Docteur-ingénieur en agroéconomie
Bureau d'études « Temps réel »
12, rue Mahul, 11000 Carcassonne

** Ingénieur de recherche CNRS.
Centre d'études spatiales des rayonnements
9, avenue du Colonel Roche
BP 4346, 31029 Toulouse Cedex

1. — Intérêts et contraintes de la télédétection

Une utilisation efficace de la télédétection rencontre généralement une réticence quand il faut modifier les pratiques professionnelles en place. Il est donc important de prévoir la formation des personnels, car ils seront les meilleurs interprètes possibles des informations mises en évidence avec les images d'observation de la terre.

Après celui de la formation, le problème à traiter est celui de l'établissement des relations entre les méthodes générales utilisables en inventaire et gestion des ressources renouvelables, et les stratégies particulières applicables en foresterie et aménagement du territoire. Des utilisations professionnelles de la télédétection devront ainsi intégrer des techniques très diverses.

En effet, il est nécessaire de combiner des compétences élémentaires en informatique, en traitement numérique d'image et en foresterie pour obtenir et interpréter des résultats fiables et opérationnels.

Qu'ils envisagent le recours à une société de services ou l'emploi de moyens propres, les responsables d'entreprises, de collectivités territoriales et d'administrations souhaitant d'utiliser la télédétection comme aide à la gestion et l'aménagement d'un territoire sont généralement amenés à prévoir des actions de *sensibilisation* et de *formation* pour les personnels concernés. Ainsi, lorsque l'utilisateur final connaît les contraintes et les ressources de cette nouvelle technique, il peut formuler ses demandes efficacement (*spécification des produits*) et modifier les prestations standard qui lui seront proposées (*intervention dans les processus d'élaboration*).

En particulier en foresterie, les diverses utilisations de l'observation aérospatiale dépendent des conditions de :

- heure, date et fréquence possible d'acquisition des informations,
- précision nécessaire (spatiale, localisation),
- volume d'information manipulé (taille de l'unité fonctionnelle),
- degré d'hétérogénéité des données par rapport aux informations préexistantes,
- périodicité de l'étude.

Les différentes phases de saisie et de traitement de l'information en foresterie et aménagement du territoire seront alors généralement les suivantes :

- état des lieux, inventaire qualitatif,
- inventaire quantitatif,
- diagnostic, propositions d'action (aménagement sensu stricto),
- propositions de travaux (court et moyen terme),
- exécution et suivi des travaux programmés/gestion opérationnelle.

Soit, en termes de « **produits de télédétection** » concernant la forêt et l'aménagement du territoire :

- Types d'occupation du sol (agri, forêt, eaux, bâti, ...),
- Inventaire simplifié (forêt, non forêt, résineux, feuillus, discrimination d'essences),
- Aménagement (long terme, plus de 10 ans), reboisement, conversion de taillis, réseaux de desserte, prévention des incendies, ...
- Gestion (court terme, quelques mois; moyen terme, 1 à 5 ans) suivi des actions prévues par l'aménagement, travaux, exploitation, ...
- Approvisionnement des industries (nature et localisation de la ressource, accessibilité, coûts prévisionnels d'exploitation, ...).

Comme dans toute discipline, l'utilisation de la télédétection parmi les techniques auxquelles fait appel le forestier est intéressante si l'on prend bien en compte :

— les conditions évoquées plus haut (fréquence, précision, ...),

— les résultats obtenus en combinant les images de télédétection avec des données préexistantes (notion de **système d'information géographique**), qui permettent de planimétrer les formations initialement définies (création de fichiers prenant en compte des limites territoriales, administratives, écologiques, ... et définition des *unités fonctionnelles propres au problème étudié*),

— la possibilité d'éditer des cartes comportant seulement une ou plusieurs caractéristiques (formation végétale donnée, ...), pour lesquelles les données exogènes à prendre en

compte peuvent être très variées (cadastre, limites de collectivités territoriales, réseau routier et hydrographique, relief, études écologiques et techniques, ...).

Sur le plan technique, l'évolution des moyens d'acquisition évoquée en introduction s'accompagne de la même dynamique dans les techniques de traitement. Ainsi la capacité de mixer image et graphique permet non seulement d'obtenir des informations complémentaires sur les surfaces (objet de la télédétection aérospatiale proprement dite) mais également des informations socio-économiques par association avec des données statistiques, techniques et administratives préexistantes. En outre l'évolution actuelle de l'informatique rend ces possibilités accessibles à des coûts dix fois plus faibles qu'il y a 5 ou 6 ans (200 KF pour un système complet permettant de traiter des données graphiques et des images).

Ces différentes remarques soulignent parfaitement l'interpénétration (constatée dans bien d'autres domaines) qui doit exister entre la volonté d'obtenir une information sur un territoire déjà plus ou moins connu et la possibilité d'y contribuer par une observation aérienne ou spatiale.

Les conditions de mise en œuvre des méthodes de télédétection conduisent ainsi à considérer successivement les principaux domaines techniques de la foresterie et de l'aménagement du territoire. Sont ainsi résumées dans les paragraphes suivants, les méthodes utilisées pour l'inventaire, l'aménagement, la gestion et l'approvisionnement, ainsi que leurs limitations. Cette description rapide indique, à chaque fois que cela est possible, la place que peut prendre l'observation aérospatiale et l'exploitation de ses images dans les pratiques forestières.

2. — L'inventaire

L'**inventaire** est de toutes les phases de la gestion forestière celle qui se prête à priori le plus à l'application de la télédétection; l'inventaire est un préalable à une politique forestière rationnelle. Il permet de connaître les surfaces, volumes sur pied et accroissements courants des peuplements existants. La connaissance de l'accroissement et des classes d'âge permet de connaître les limites de production compatible avec la règle du rendement soutenu.

Historiquement, la sylviculture dans ses formes actuelles est apparue dans des périodes de régression de la forêt et de pénurie de bois et produits ligneux; certaines réglementations de coupe sont très anciennes mais les bases de la dendrométrie, l'inventaire et l'aménagement actuels ont environ 150 ans.

Dans le cas de la France le service de l'Inventaire Forestier National (dépendant directement de la Direction des Forêts) date de 1959. Tout le territoire national est couvert avec une périodicité d'un peu plus de 10 ans. Les 2 premiers cycles sont terminés, le 3^e est commencé. L'information est acquise par des mesures de terrain (sur placettes) et interprétation visuelle de photographie aérienne infrarouge couleur (en général au 1/17 000^e).

Actuellement, les photo-interprètes reportent les limites de peuplement sur des calques superposés aux photos puis appliquent une grille de points pour tirage au sort des placettes de mesure au sol. La technique évolue actuellement vers une partition des placettes en 2 moitiés, non permanente et permanente. Deux évolutions

très importantes sont en cours :

— la transformation du fichier cartographique en base de données forestières complétant la base de données dendrométrique existante; constitution d'un fichier et sorties graphiques: les résultats pourront ainsi être spatialisés au lieu d'être localisés uniquement par région forestière élémentaire.

— simultanément le 3^e cycle d'inventaire est plus axé vers la gestion par identification de parcelles élémentaires de 10 à 15 ha, stratification des peuplements en fonction des coupes prévisibles (localisation selon la maturité). Enfin des travaux de modélisation (croissance constatée combinée à des hypothèses sylvicoles) permettent une approche novatrice du problème ressource-disponibilité et une localisation des coupes potentielles en fonction de critères simples.

Dans ce cadre, l'IFN s'intéresse aux applications de la télédétection dans son domaine depuis l'origine (participation à l'OPIT, divers essais avec Landsat). Actuellement, tout en ayant mis l'accent sur certaines difficultés (éclairage en versant nord, influence des reliefs accusés, lignage de certaines images), l'IFN semble prêt à employer les données SPOT pour actualiser les cartographies existantes. Par exemple le service envisagerait, à titre expérimental sur quelques départements, le passage d'une couverture photo IRC tous les 10 ans à une couverture photo tous les 20 ans, à laquelle s'ajouterait une scène SPOT tous les 5 ans. La voie suivie pour le traitement de l'image est proche de celle des Québécois du CFL (Centre Forestier des Laurentides), à savoir la recherche de traitement d'amélioration de l'image produisant un confort visuel d'interprétation maximum. En travaillant sur l'intensité et la saturation des couleurs, le but est d'utiliser au mieux les compétences professionnelles des photo-interprètes existants.

Selon les essais en cours (communication PEPS) il serait possible de stratifier dans les peuplements 3 classes d'âge et de volume: forêt jeune, pas d'intervention; volume moyen, passage en éclaircie; forêt mature, volume important, coupe finale. De tels résultats sont bien sûr à relier aux autres sources d'information et la résolution spatiale intervient beaucoup (1 m pour une photographie aérienne IRC, 10 m en SPOT panchromatique, 20 m en SPOT XS).

Dans tous les cas, quels que soient les choix techniques retenus, les résultats fournis par le traitement des données de télédétection doivent être validés par des contrôles de terrain. Ce besoin en observations in situ et mesures directes peut être doublement utilisé. Une première partie peut être complétée sur cartes (mêmes non mises à jour) et dans ce cas l'apport essentiel de la télédétection consiste en *actualisation et généralisation* à l'ensemble du territoire étudié d'informations réactualisées. Il y a donc une *meilleure qualité de l'information*

finale et une meilleure productivité des personnels.

La seconde partie est ensuite exploitée par la vérification et la validation du traitement. Les principaux problèmes qui apparaissent alors sont :

- la formation des personnels,
- la saisie des données exogènes, ce qui entraîne :
- la normalisation des procédures, de l'édition et de la diffusion des résultats.

Dans le cadre français, l'unité de travail pour l'IFN est le département. La superficie moyenne est de 5 à 600 000 ha, ce qui nécessite par exemple 2 à 3 scènes SPOT (1 à 2 scènes

et des quarts de scène). L'acquisition simultanée, avec des délais permanents de livraison n'excédant pas un mois, à une période de végétation active, des données est un impératif pour le développement de cette application. Malheureusement cette contrainte est parfois difficile à satisfaire régulièrement pour les images spatiales (pour des raisons de contraintes de programmation ainsi que pour des problèmes de nébulosité dans certaines régions), et n'est pas toujours tenue pour les images aériennes.

L'échelle usuelle est le 1/25 000 ou le 1/50 000 avec éventuellement des cartes synthétiques au 1/100 000 et 1/250 000.

L'utilisation de la télédétection comme outil d'aide à la décision appliqué à la gestion des milieux naturels peut être plus ou moins complexe, plus ou moins intégré aux pratiques usuelles.

Le produit le plus simple est celui de type *analogique*: la scène SPOT est une photo d'échelle comprise entre 1/400 000^e et 1/25 000^e. L'utilisation est immédiate et ne requiert pas de matériel particulier; les principales différences avec une photo IRC sont le champ couvert (60 km × 60 km contre 1,5 × 1,5), et la répétitivité possible de l'acquisition d'une part, la différence de résolution et l'usage en routine de la stéréoscopie d'autre part. Les produits analogiques ne donnent qu'une fraction de l'information disponible car l'œil humain, même entraîné, ne distingue que 20 à 30 niveaux de gris alors que les valeurs spectrales du pixel sont codées sur 256 niveaux (précisons toutefois que le nombre de niveaux effectivement utilisables en foresterie est très inférieur). Il faut donc recourir aux produits de forme **numérique**, capables de valoriser toute l'information potentielle.

Ces produits de type numérique peuvent être très variés. A partir de l'image brute (déjà « pré-traitée » par Spotimage en corrections géométriques et radiométriques) on peut obtenir des images améliorées, puis classées selon diverses procédures. Les résultats les plus probants sont obtenus en combinant les opérations sur les valeurs spectrales (classification) et celles sur les répartitions spatiales (analyse de texture). Enfin à partir de l'image classée des méthodes récemment développées (utilisant les notions mathématiques d'érosion et de dilatation) permettent de fournir des résultats s'approchant des présentations cartographiques usuelles.

En foresterie des données datant de 1 à 18 mois sont valides pour la plupart des applications.

Précisons qu'il n'existe pas (ni en foresterie, ni pour les autres thèmes) de catalogue de signatures spectrales; un même objet peut avoir 2 signatures ou plus, 2 objets distincts peuvent avoir la même signature. L'étude des correspondances « objet/image » relève de la recherche, les déterminants sont nombreux et complexes, les résultats obtenus sont valables dans un contexte précis et ne sont pas transposables sans précautions méthodologiques.

La télédétection ne supprime pas les « mode de faire » préexistants; pour être pleinement efficace, elle doit :

- être employée par des personnels connaissant ses potentialités et ses limites,
- être combinée avec les méthodes « classiques » d'acquisition d'information, photographique aérienne et travail de terrain.

3. — L'aménagement

L'aménagement au sens forestier définit les mesures fondamentales de la gestion forestière pour 2 ou 3 décennies (en fait pour la durée de vie du peuplement). Il décide par exemple, une conversion de taillis en futaie, ou une substitution d'essence, ou l'enrésinement (progressif ou brutal) d'une zone de feuillus. L'inventaire donne aux services centraux les connaissances de base nécessaires à l'établissement d'une politique forestière, l'aménagement définit les mesures concrètes à moyen et long terme pour un massif forestier donné, en accord avec les orientations générales.

L'aménagement s'applique d'abord à la forêt publique, où il prend la forme de document d'aménagement approuvé par décret. En forêt privée les propriétaires de plus de 25 ha sont tenus de réaliser un travail du même type : le plan simple de gestion (PSG). L'Office National des Forêts et les Centres Régionaux de la Propriété Forestière réalisent et font approuver les documents d'aménagement de la forêt française.

L'information nécessaire pour l'aménagement comprend :

- surface de la forêt
- volume sur pied
- accroissement
- répartition par strates
- santé et mortalité par strate.

Les strates sont définies par les essences, les classes d'âge, les classes de taille. Des indications complémentaires définissent le type de stations écologiques existantes, ainsi que le type de relief, et le niveau d'équipement de la forêt (réseau de desserte, points d'eau, etc.).

Des essais d'utilisation de la télédétection en aménagement forestier sont menés par l'ONF (massifs de Fontainebleau et de Rambouillet, sapinière du Pays de Sault, ...).

Les problèmes principaux sont celui de l'échantillonnage non aléatoire des points de contrôle au sol et celui de la caractérisation des entités individualisées par les données SPOT. Il y a bien une description des peuplements forestiers en essences et structures mais elle ne coïncide pas exactement avec la texture et la structure des données spatiales (à un degré moindre le problème de taxonomie existe entre IFN, ONF et CRPF, mais un rapprochement entre les nomenclatures d'inventaire et d'aménagement est engagé). Les problèmes spécifiques posés par la télédétection devraient être intégrés à ce travail, dans le but d'éviter des termes de nomenclature sans intérêt (par exemple : « sol très réfléchant »), qui n'évoquent rien pour le gestionnaire. Force est de constater qu'à ce jour et malgré de nombreuses tentatives, cette limitation due aux méthodes de description des nomenclatures constitue un

frein à l'utilisation de la télédétection en aménagement forestier. Il convient vraisemblablement d'envisager cette technique intégrée dans une stratégie plus élaborée :

Il s'agit de la concevoir comme une aide à l'établissement de catalogues de stations utilisant sous forme de système géographique référencé les données fournies par les études forestières au sens strict (typologie des stations) ainsi que celles fournies par les études écologiques existantes (tout spécialement lithologie, pédolo-

4. — La gestion

La gestion opérationnelle est un niveau intermédiaire que l'on peut concevoir soit comme l'application de l'aménagement soit comme préalable à l'approvisionnement pour les industries consommatrices. Le plan de gestion à court terme détermine :

- la nature et l'intensité des traitements sylvicoles,
- la localisation des opérations (où, à quelle période ?),
- le besoin en équipements pour réaliser ces opérations, (réseau de débardage, places de dépôt, drainage, ...).

Ces informations peuvent bien sûr être portées sur des cartes forestières qui localisent les unités fonctionnelles en précisant leur forme et leur surface. Ce document peut être déduit du document d'aménagement mais il en est distinct. Il peut représenter une prévision de travaux, mais aussi intégrer une fonction de contrôle en indiquant des travaux effectivement réalisés dans la période précédente.

Comme pour l'aménagement, l'apport de la télédétection est à envisager dans le cadre d'un système d'informations multiples, permettant d'associer prévisions de travaux, suivi de changements survenus et données exogènes scientifiques et administratives. Les changements peuvent être le résultat de travaux (coupes, reboisements), des incendies, des chablis (dégâts du vent), des maladies, parasites et affections diverses. Certains ont une signature spectrale plus nette que d'autres. L'incendie par son caractère radical est le plus simple à identifier.

5. — L'approvisionnement

La prévision ou la planification de l'approvisionnement s'intéresse aux mêmes opérations que la gestion courante. Seul le point de vue change

et bioclimatologie), et auxquelles l'information extraite des données de télédétection vient s'ajouter. Ainsi, compte tenu du grand nombre de variables qu'il est nécessaire de connaître, un choix raisonné des essences de reboisement, une hiérarchie des fonctions assignées à un massif forestier sont des contributions possibles de la télédétection à l'aménagement.

Des bases de données géographiques peuvent bien sûr être établies sans l'emploi d'image satellitaire ni de photo aérienne (numérisée ou non), mais l'usage de ces moyens peut permettre une actualisation beaucoup plus rapide, ainsi qu'une meilleure productivité des personnels.

Les attaques de parasites et dépérissements divers sont plus difficiles, surtout pour le stade initial des dommages qui serait cependant le plus intéressant à détecter.

La précision obtenue, le délai nécessaire pour obtenir la scène, le coût du traitement et de l'interprétation déterminent l'intérêt du recours à la télédétection.

Une difficulté majeure pour ce type d'application réside dans la taille des surfaces concernées et le nombre des propriétaires impliqués (pour la forêt privée). Il existe cependant des coopératives forestières qui assurent des fonctions de gestion et d'exploitation, en liaison parfois avec les Chambres d'Agriculture. Ces coopératives réalisent aussi des ventes groupées pour le compte des adhérents et établissent des plans de travaux en collaboration avec les services forestiers des DDAF qui assurent une fonction de contrôle et de financement.

En France, seules quelques personnes et sociétés dépassent le millier d'hectares de forêt; la coopérative forestière associée à l'échelon administratif départemental pourrait envisager une cartographie de gestion utilisant la télédétection pour des surfaces de quelques dizaines de milliers d'hectares (1/4 de scène ou mosaïque d'images).

L'apport de la télédétection à la gestion forestière devrait alors être associé aux essais de comptabilité forestière, développés en Angleterre, RFA, Hollande, Suisse, ...

puisque il s'agit ici de l'acheteur et non du vendeur. Au vu des structures professionnelles et des usages commerciaux existants en France, il faut

en fait distinguer 3 niveaux correspondants au propriétaire, à l'exploitant forestier et aux industriels.

Deux cas particuliers importants sont à considérer :

- l'ONF premier producteur et vendeur de bois de France
- les sociétés d'approvisionnement des industriels de la pâte et du panneau.

Les exploitants forestiers sont pour la plupart des artisans et des PME. Pour la majorité ce sont actuellement les plus éloignés de l'usage de l'informatique et a fortiori de la télédétection. La situation peut évoluer rapidement si est faite la preuve de la rentabilité d'un tel apport.

Dans tous les cas de la figure, les paramètres à prendre en compte sont ceux liés au coût d'exploitation, donc à la plus ou moins grande mécanisation de celle-ci. Une fois de plus la perspective principale est dans la combinaison des données propres et de la télédétection, quoique dans ce cas le relief (stéréo, Modèle Numérique de Terrain) et le réseau routier nécessitent une précision très importante. La connaissance du relief (pente, exposition), du bioclimat (pluie, neige, brouillard, ensoleillement), des obstacles naturels (barres rocheuses) et du réseau routier permet d'anticiper la connaissance des coûts d'exploitation ou du moins de faire des prévisions. Ces données sont présentes pour certaines sur les cartes IGN, l'intérêt de l'image satellitaire étant ici sa forme numérique.

L'édition de documents cartographiques d'aide est envisageable, comme par exemple dans un massif donné la carte des zones où l'abattage mécanisé est possible (machines Sifer ou Makeri), ou la définition d'une zone d'action d'une unité de débardage par câble.

Les obstacles prévisibles sont la grande diversité des milieux forestiers à très faible distance, mais surtout l'absence de liaison entre les variables corrélées avec la luminance (volume, accroissement) et la valeur des produits forestiers sur pied. Ce point est aggravé par le faible développement des études de détermination des coûts et de formation des prix en économie forestière. Il existe quelques initiatives dans ce sens, visant aussi à promouvoir des formes modernes de gestion et de comptabilité chez les artisans et PME du secteur.

Pour les exploitants forestiers, l'usage de la télédétection prendra sans doute des formes collectives ou indirectes (sociétés de prestation de services) alors que l'on peut envisager des développements en propre pour l'ONF (par exemple des documents annexes aux catalogues de vente) et pour les papetiers et leurs sociétés d'approvisionnement. Pour ces dernières, la connaissance du parcellaire et de la propriété seront des éléments essentiels.

Conclusion

Cette brève revue des pratiques professionnelles en foresterie montre la place que peut prendre la télédétection dans ce domaine. En conclusion, on peut ainsi souligner que trois types de produits dérivés en tout ou partie de la télédétection sont intéressants à promouvoir dans les volets suivants :

- cartographie de l'occupation des terres en inventaire,
- analyse et caractérisation parcellaire en aménagement,
- nature et infrastructure des milieux pour la gestion et l'approvisionnement.

Il est également important de noter à nouveau que la télédétection doit contribuer à alimenter des bases d'informations existantes et qu'un obstacle important reste son intégration dans les structures usuelles de fonctionnement et non l'inverse. Sous cette réserve, l'opposition entre long et court terme n'existe plus; il s'agit alors d'actualiser un document unique de référence.

La télédétection ne supprime donc pas les pratiques professionnelles préexistantes; pour être pleinement efficace, elle doit :

- être employée par des personnels connaissant ses potentialités et ses limites;
- être combinée avec les méthodes « classiques » d'acquisition d'information, photographie aérienne et travail de terrain.

Ainsi, il ne s'agit pas d'être pour ou contre la télédétection, mais de prendre la mesure des possibilités qu'elle offre, de ses limites, de l'environnement scientifique et technique qu'elle suppose.

L'utilisateur final peut alors disposer d'un outil économique et évolutif, paramétrable selon ses besoins propres.

**A.Y.B.
G.F.**

Bibliographie

(communications des journées « Spot-1, utilisations d'image et résultats » CNES Paris 23-27 novembre 1987)

Inventaire

Boureau, J.G. et al. : Mise à jour de la carte forestière de l'IFN à l'aide des images SPOT.

Beaubien, J. et al. : Potentiel de l'imagerie SPOT comme outil de cartographie forestière au Québec.

Guyon, D. et Riom, J. : Intérêt du système SPOT pour l'étude de la forêt landaise.

Jaakkola, S. et al. : SPOT-1 satellite imagery for forest inventory in Sweden.

Aménagement, gestion

Häme, T. et al. : Stand based forest inventory and monitoring from SPOT image.

Jaakkola, S. : Satellite remote sensing for forest management, a review illustrated with research results on SPOT-1 data.

Résumé

L'article envisage les perspectives offertes par les données satellitaires SPOT-1 dans les domaines de l'aménagement du territoire et de la foresterie. L'intérêt majeur de la télédétection en foresterie réside dans la possibilité d'obtenir des vues synoptiques sur des territoires importants, dans celle de mise à jour fréquente (6 à 13 mois par exemple). Les données peuvent être délivrées à l'utilisateur directement sous forme numérique, ce qui autorise des combinaisons avec des données externes (administratives, techniques, scientifiques...). Cette possibilité (système d'information géographique) est examinée successivement pour l'inventaire forestier, l'aménagement, la gestion et l'approvisionnement des industriels du bois.

Summary

Forestry, land planing and remote sensing

Since 1972 civil satellites have been regularly providing spatial data on Earth observation. Since 1986 SPOT-1 has been sending scenes covering 60 km per 60 km, with a resolution of 10 and 20 m. These data make possible the homogeneous observation of extensive territories as well as the updating of the various thematic mappings of these territories. As the information is directly acquired in digital form, the combination with pre-existing means and methods provides an aid to decision-making in development planning through the integration of geolocalised multisource data. Recent technical evolution, both in hardware and software, has allowed the use of relatively light systems (200 KF), capable of integrating image (spatial or aerial after digitalisation) and external data (administrative, technical, scientific).

In this perspective, the essential contribution of remote sensing to forestry and to territorial development consists (in the European context) of the updating and localisation of pre-existing information. To achieve this, it is necessary to combine basic abilities in data processing, in digital image processing and in forestry to obtain and interpret results which are reliable and operational.

The different types of application possible concern the mapping of the occupation of land areas in inventories, the analysis and characterisation of plots of land in development planning, the nature and the infrastructure of the environment for management and industrial supplies.

In France, in the course of various trials, the IFN has oriented itself towards a type of image processing which allows the best visual comfort, with the aim of enhancing the professional competence of existing photo-interpreters. The resolution of SPOT-1 (10 m and 20 m) does not permit a visual identification of trees (which however is the case with the IRC photos, of which the resolution is to order of a metre). Here the interest of spatial data is to provide an overall view, possibly with a high acquisition frequency (from 6 months to 5 years as against 10 years for systematic photo coverage).

Information requirements are comparable for applications relating to forestry management, and to the management and supply of manufacturers. The only change occurs in the periodicity of the acquisition and in the nature of the decision-maker. In these different cases, the data provided by remote sensing must be integrated within a system of geographic information. Such a system can of course exist without data originating from space, but the use of these means does permit far more rapid updating as well as better personnel productivity. Remote sensing can contribute to feeding the pre-existing bases of information. An important obstacle remains its integration in ordinary professional practice, and not the reserve. With this reserve, the opposition between long and short term cesses to exist. It is instead a matter of updating only one reference document.

Résumen

Dasonomia, ordenación y teledetección

Desde 1971 satélites civiles comunican regularmente datos espaciales de observación de la tierra; desde 1986 SPOT-1 envía escenas que cubren 60 km por 60 km, con una « resolución » de 10 y 20 metros. Semejantes datos hacen posible la observación homogénea de extensos territorios así como la actualización de diversas cartografías temáticas en dichos territorios. Adquiriéndose directamente la información bajo forma numérica, la combinación con los medios y métodos preexistentes permite ayudar en la decisión en ordenación por integración de datos multifuentes geolocalizados. La reciente evolución técnica, tanto en material como en ordenadores, permite emplear sistemas bastante ligeros (200 KF), capaces de integrar la imagen (espacial o aérea tras numerización) y datos externos (administrativos, técnicos, científicos,...).

En tal perspectiva la aportación esencial de la teledetección en dasonomia y ordenación, consiste (en el marco europeo) en actualización y localización de informaciones preexistentes. Para obtener tal resultado, es necesario combinar competencias elementales en informático, en tratamiento numérico de imagen y en forestería para obtener e interpretar resultados fidedignos y operacionales.

Las distintas familias de posibles aplicaciones confirman la cartografía de la ocupación de la tierra en inventario, el análisis y caracterización parcelario en ordenación, la naturaleza y infraestructura de los lugares para la gestión y abastecimiento.

En Francia, durante las distintas experiencias, la IFN se orienta hacia un tratamiento de imagen con el fin de valorar las competencias profesionales de los foto-intérpretes existentes. La resolución de SPOT-1 (10 y 20 metros) no permite identificar visualmente los árboles (cuando es posible con la foto IRC, cuya resolución es de aproximadamente un metro); el interés del dato espacial es en este caso proporcionar una vista global, con eventualmente una frecuencia de adquisición elevada (de 6 meses a 5 años, siendo 10 años en el caso de cubrimiento fotográfico sistemático).

Las necesidades de información pueden compararse por lo que toca a las aplicaciones relacionadas con el ordenación forestal, la gestión, y el abastecimiento de los industriales, solo cambian la periodicidad de adquisición y la naturaleza de quien decide. En esos casos los datos proporcionados por teledetección han de integrarse en un sistema de información geográfica. Huelge observar que el sistema puede integrarse sin datos de origen espacial, sin embargo el uso de dichos medios puede permitir una actualización mucho más rápida, así como una mejor productividad del personal. La teledetección puede contribuir en alimentar bases de informaciones preexistentes; sigue siendo un obstáculo importante su integración en las prácticas profesionales usuales y no el contrario. Con esta reserva, la oposición entre largo y corto plazo deje de existir; trátase entonces de actualizar un documento único de referencia.