

Application de la télédétection spatiale à la cartographie des formations forestières et au suivi de leur évolution

Boureau J.-G., Ratte J.-P.

in

Deshayes M. (ed.).
La télédétection en agriculture

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 4

1991

pages 145-149

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI911190>

To cite this article / Pour citer cet article

Boureau J.-G., Ratte J.-P. **Application de la télédétection spatiale à la cartographie des formations forestières et au suivi de leur évolution.** In : Deshayes M. (ed.). *La télédétection en agriculture*. Montpellier : CIHEAM, 1991. p. 145-149 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 4)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Application de la télédétection spatiale à la cartographie des formations forestières et au suivi de leur évolution

Jean Guy BOUREAU, Jean Pierre RATTE
Inventaire Forestier National, Maurin (France)

Résumé : Dans cette opération, l'imagerie satellitaire a servi à mettre à jour et à enrichir la carte forestière au 1/25 000^e produite par l'Inventaire Forestier National (IFN). Cette cartographie est basée sur une notion de type de peuplement développée à l'IFN. Cette notion synthétique caractérise des aires de plusieurs hectares dont le contenu forestier est relativement homogène mais dont la radiométrie comme la texture sont souvent très hétérogènes.

L'actualisation de cette cartographie à échéances rapprochées pour le suivi de la gestion et de l'évolution des peuplements forestiers est difficilement envisageable aujourd'hui sans le recours à l'imagerie numérique.

La carte IFN obtenue par photo-interprétation est numérisée pour réaliser des masques au travers desquels l'image est observée et classée. La méthode comprend une classification non supervisée des masques et une interprétation visuelle. La physionomie radiométrique interne à chaque type de peuplement est alors mise en évidence. La méthode a été testée sur une zone de 31 000 ha dans le Sommail-Espinouse (Hérault).

Les résultats obtenus par interprétation visuelle des classifications au sein de chaque masque sont variables selon la nature des peuplements.

Le découpage préalable de l'image en types de peuplement ne supprime pas totalement les confusions radiométriques classiquement rencontrées en télédétection forestière.

Cependant, apparaissent de façon plus nette :

- différents stades de développement de la futaie résineuse ;
- des proportions d'essences dans les mélanges feuillus-résineux ;
- la répartition du morcellement dans les peuplements lâches.

Les coupes rases sont identifiées et localisées particulièrement dans le domaine forestier résineux. Quant aux reboisements, ils ne sont détectables que lorsque la formation est totalement couvrante.

La méthode suivie, classification non supervisée sur masques successifs et interprétation visuelle des résultats, nous a permis d'atteindre partiellement nos objectifs.

Mais la simple détection des anomalies ou physionomies douteuses au lieu d'une identification automatique des phénomènes paraît un objectif plus réaliste. Une fois localisés, ces changements pourraient être identifiés à l'aide de moyens plus traditionnels, et qui réaliseraient le suivi recherché.

La richesse radiométrique intra-peuplement apparaît clairement dans cette étude. Elle laisse présager favorablement de l'intérêt de ce type d'approche dans le cadre d'un enrichissement de la carte IFN par la prise en compte de caractéristiques forestières autres que la seule essence dominante ou structure d'ensemble, différents stades d'évolution de la futaie par exemple.

Abstract

Use of satellite data for mapping and monitoring forest lands

For this operation satellite imagery served as a tool for updating and enhancing the forestry map (1:25 000) produced by the French organization for forest inventories, Inventaire Forestier National (IFN). The mapping is based on a forest stand concept developed by IFN to characterize stands of several hectares having a relatively uniform forest cover but with highly differentiated radiometry and texture. Digital imagery is the only means to obtain regular updates required to monitor management and evolution of forest stands.

The IFN map was produced by photo interpretation; it was then digitized to produce mask files to facilitate observation and classification of the image. The method included nonsupervised classification on the masks and visual interpretation; it was tested

over 31 000 ha in the Sommail-Espinouse region in southwestern France. Each mask corresponds to the internal radiometric physiognomy of a given stand type.

The accuracy of classification of each stand type was verified by visual assessments based on color infrared aerial photographs. The results vary according to the forest type.

Reprocessing into stand type masks does not totally eliminate radiometric confusion generally found in forest inventories using remotely sensed data. However, the following elements appear more clearly:

- difficult development stages of conifer stands
- species proportions in mixed broad leaf/conifer stands
- density limits in low density stands

Identification of clear cuts, particularly in conifer stands, did not raise major problems. Reforested areas can be detected only when the cover is complete or if there are major land preparation operations.

However, detection of anomalies or doubtful physiognomy rather than automatic identification of the phenomena is a more realistic objective. The changes are then recognized by conventional means to provide the required monitoring results.

The study clearly reveals high intrastand radiometric richness. It indicates the utility of this approach for an enhanced version of the IFN map by considering forest characteristics other than dominant species or overall structure as different development stages for example.

I. – Introduction

La cartographie des types de peuplement au niveau départemental français est réalisée à l'échelle du 1/25 000^e grâce à l'interprétation de photographies aériennes. La notion de type de peuplement développée à l'IFN est une notion synthétique caractérisant des aires de plusieurs hectares dont la radiométrie comme la texture sont souvent très hétérogènes. Or, la nature maillée d'une image numérique et les classifications point par point ou sur un environnement limité sont insuffisantes à ce jour pour permettre la réalisation de la carte forestière au seuil de précision souhaité. De nombreuses études l'ont déjà montré.

Par contre, l'actualisation de cette cartographie à échéances rapprochées, le suivi de la gestion et de l'évolution des peuplements forestiers est difficilement envisageable aujourd'hui sans le recours à de nouvelles techniques.

L'utilisation de l'imagerie SPOT peut-elle alors répondre au souci de mise à jour des données ? Peut-elle aider à la gestion de périmètres déjà pré-identifiés en types de peuplement ?

Une zone d'étude de 31 000 ha couvrant la région forestière du Sommail Espinouse (Hérault) nous sert de secteur d'entraînement. Elle est couverte par la scène SPOT du 21 mai 1987 (KJ 45/262). Cette étude a été initiée par la SODETEG dans le cadre du programme SPOT Aval (CNES-SODETEG/GIRAUD, 1988). Son évaluation a été conduite à l'IFN et fait l'objet de développements.

II. – Méthode

La carte IFN, après numérisation est utilisée pour réaliser des masques au travers desquels l'image sera observée et classifiée. Le traitement n'a alors de valeur que pour le type de peuplement ou l'association de types sur lequel il est appliqué. C'est l'image de la physiognomie radiométrique interne à chaque type de peuplement qui est fournie.

Par masquages successifs, chaque unité cartographiée est traitée de manière autonome. Les données satellite sont donc optimisées pour chaque peuplement. Comme la carte date de 1981 et l'image satellite de 1987, une visualisation des évolutions est ainsi permise.

Cinq masques sont appliqués :

- peuplements résineux (reboisements et futaies adultes)
- hêtraie
- autres feuillus
- mélanges d'essences f/r
- peuplements lâches

A l'intérieur de chaque masque, des classifications non supervisées sont effectuées, réalisant ainsi une stratification intra-peuplement. Chaque classe radiométrique obtenue à l'issue du traitement est visualisée selon l'unique couleur représentant son centre de gravité (valeur moyenne dans chacun des canaux rouge, vert, bleu).

On obtient alors une image classée en couleurs comparable aux compositions colorées classiques ou aux photographies en infrarouge couleur. Les classes de feuillus restent rouges et celles de résineux brunes. L'interprétation des résultats est immédiate et aisée pour le photo-interprète.

Un certain nombre «d'anomalies radiométriques» induites par des changements dans l'utilisation du sol ou l'état des peuplements peuvent apparaître entre la réalité de terrain (la carte) et l'image classée. Elles sont alors immédiatement détectées par l'interprète.

L'évaluation systématique de la pertinence des résultats obtenus a ensuite été réalisée (**tableau 1**). Sur les 31 000 ha de la région Sommail-Espinouse 15 000 ha environ ont fait l'objet d'un examen critique et systématique du traitement.

Pour chaque type de peuplement, la pertinence des classes a fait l'objet d'une évaluation visuelle grâce aux photographies aériennes infrarouge couleur (IRC).

Six ans séparent les dates de prises de vues des photographies aériennes (1981) et de l'image satellitaire (1987). Compte tenu de la faible évolution naturelle de la plupart des peuplements pendant ce laps de temps, la photographie aérienne peut donc être utilisée pour valider la stratification intra-peuplement issue des classifications.

Néanmoins, certains changements importants ont pu intervenir dans ce laps de temps (coupes, reboisements, feux, etc.) susceptibles de conduire à une révision de l'évaluation des surfaces. Les «anomalies radiométriques» contrastées sont-elles alors le reflet de ces changements et évolutions naturelles ?

III. – Stratification

La pertinence de la stratification réalisée par la classification d'image est de valeur inégale selon les types de peuplement. Dans la plupart des cas, le nombre de classes radiométriques est important pour chaque type de peuplement. Chacune des classes prises individuellement ne semble pas correspondre à des strates significatives pour le forestier.

En revanche, l'association de certaines d'entre elles révèle de façon plus nette :

- différents stades de développement de la futaie résineuse,
- des proportions d'essences dans les mélanges feuillus-résineux,
- la répartition du morcellement dans les peuplements lâches.

D'autre part, le découpage préalable de l'image en types de peuplements ne supprime pas totalement les confusions radiométriques classiquement rencontrées en télédétection forestière. En particulier :

- confusions entre ligneux bas et ligneux hauts
- confusions entre essences qu'elles soient feuillues ou résineuses

Ceci conduit notamment à des erreurs sur la reconnaissance des stades de la futaie résineuse dans le type «reboisement».

Le morcellement en de nombreuses classes radiométriques nous semble aussi être le reflet de la variabilité écologique du milieu.

Le même peuplement a des aspects multiples selon les conditions du milieu physique. Ceci est d'autant plus important que nous nous situons en montagne : domaine écologiquement hétérogène. Se surajoutent également les variations radiométriques dues aux différentes expositions solaires.

IV. – Evolution.

Les résultats obtenus confirment ceux du programme PEPS n° 82 conduit par l'IFN.

Les coupes rases sont manifestement identifiées et localisées particulièrement dans le domaine forestier résineux.

Faute de cas de figure, il est difficile d'apprécier l'incidence radiométrique de coupes partielles. Au vue de la stratification évaluée plus haut, on ne peut espérer détecter un tel type d'intervention que lorsqu'un minimum de 50 % du couvert est touché.

Les reboisements ne sont détectables que lorsque la formation est totalement couvrante. Ceux réalisés entre 1981 et 1987 ne peuvent donc être détectés. Seuls les travaux récents, à l'aspect de sol nu, ou les coupes rases dans un peuplement préexistant, peuvent laisser présumer un reboisement.

V. – Conclusion

La physionomie radiométrique d'un type de peuplement est très variable dans le temps comme dans l'espace. Toute stratification ou détection automatique de changements aboutit pour l'instant à de graves erreurs. La méthode suivie, classification non supervisée par masques successifs et interprétation visuelle des résultats, nous a permis cependant d'atteindre partiellement nos objectifs.

Le repérage des coupes rases, surtout en futaie résineuse, ne pose pas de problèmes majeurs. En revanche, les très jeunes reboisements sont radiométriquement imperceptibles. Seule la détection de travaux du sol ou celle de coupes peut laisser présumer une plantation en cours ou prochaine.

La stratification en stades d'évolution (semis, jeune ou adulte) semble possible. Mais c'est alors l'interprète grâce à sa connaissance du milieu naturel et celle du comportement radiométrique des peuplements qui est à même de réaliser cette stratification.

Enfin un travail de terrain demeure indispensable car, bien que localisées, un certain nombre d'anomalies radiométriques restent douteuses (confusions entre ligneux hauts et ligneux bas).

Plus qu'une classification préalable des radiométries, des améliorations d'images adaptées à chaque type de peuplement sont peut être préférables. De même, la simple détection des anomalies ou physionomies douteuses au lieu d'une identification automatique des phénomènes paraît un objectif plus réaliste. Une fois localisée, la reconnaissance de ces changements à l'aide de moyens plus traditionnels réaliserait le suivi recherché.

L'obligation du forestier à gérer lui-même le traitement d'image n'autorise l'intégration de la télédétection spatiale dans les bases de données cartographiques que par l'intermédiaire de systèmes souples et très conviviaux.

La richesse radiométrique intra-peuplement apparaît clairement dans cette étude. Elle laisse présager favorablement de l'intérêt de ce type d'approche dans le cadre d'un enrichissement de la carte IFN par la prise en compte de caractéristiques forestières autres que la seule essence dominante ou structure d'ensemble.

Tableau 1 : Résultats de l'évaluation visuelle de la méthode

Nature du peuplement Nomenclature IFN	Evaluation de la stratification	Détection des évolutions
Résineux : reboisements (< 40 ans) Futaie adulte (> 40 ans)	Nombreuses classes : possibilités de regroupement en 3 strates : <ul style="list-style-type: none"> ● semis ou sol nu ● jeune reboisement couvrant ● futaie > 30-40 ans selon les essences Distinction douteuse pins/sapins-épicéas si âge douteux > 40 ans Stratification possible de deux classes de couvert (< ou > 40-50%) Repérage des enclaves de landes	Jeunes reboisements non couvrant ou semis non détectés Doute entre stade d'évolution du reboisement et landes à ligneux bas De par la méthode, reboisements hors masque (zone agricole, landes) non détectés Coupe rase résineuse détectée
Mélange feuillus/résineux	Localisation des surfaces plutôt «feuillues» ou plutôt «résineuses»	Coupe rase à dominante résineuse détectée
Feuillus purs et mélanges feuillus	Localisation possible des enclaves de landes ou des surfaces plus clairiérées Stratification douteuse et différenciation des essences impossible Importante influence de la topographie (éclaircissements)	Coupe rase feuillue détectée
Peuplements lâches	Repérage et distinction des surfaces boisées par rapport aux landes, sols nus	Pas de constatation d'évolution