

# CONFERENCE

## « TREES »

LA TÉLÉDÉTECTION AU SERVICE  
DES FORÊTS TROPICALES

Du 20 au 21 octobre 1993, s'est tenue en Italie, à Belgirate, la première conférence « TREES » sur l'utilisation de la télédétection pour l'évaluation et le suivi des forêts tropicales. Le projet « TREES », initié conjointement par la Commission des Communautés Européennes et l'Agence Spatiale Européenne, est destiné à développer des techniques d'observation de l'espace pour l'étude des forêts tropicales. Il dépend, depuis 1991, de l'Institut des Applications de la Télédétection (I.A.T.), qui fait partie du Centre Commun de Recherches (C.C.R.) de la Commission Européenne d'Ispra, situé non loin de Belgirate où s'est déroulée la conférence.

Tropical Ecosystem Environment Obser-

Les données de base proviennent essentiellement des satellites NOAA, conçus pour l'observation de l'atmosphère et des océans mais dont l'instrument optique, le capteur AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), est utilisé pour l'étude globale de la surface terrestre. Ce radiomètre mesure l'intensité du rayonnement solaire réfléchi par la surface terrestre dans le spectre visible et l'infrarouge proche ou émis dans l'infrarouge thermique.

Avec une trace de balayage au sol de 2 700 km, une résolution spatiale (cf. encadré ci-contre) de 1,1 km au nadir et deux passages par jour, ce système est particulièrement apte à la surveillance de facteurs liés à la végétation.

Au cours de ce séminaire, les exposés faits sur les travaux réalisés aussi bien en Asie du Sud-Est qu'en Afrique ou en Amérique ont souligné l'intérêt d'utiliser ces données basse résolution pour obtenir rapidement une vision actuelle de la couverture forestière.

Les résultats présentés, généralement sous forme de cartes forêt/non forêt, constituent une première approche globale. Ils ont montré, néanmoins, un certain nombre de li-

### QU'ENTENDONS-NOUS PAR RÉOLUTION SPATIALE ?

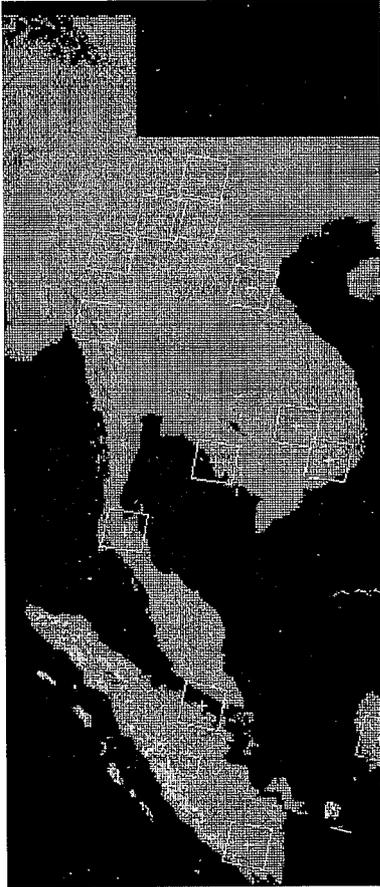
La résolution spatiale correspond à la dimension de l'échantillon de surface au sol enregistré par le capteur pour constituer un pixel (picture element).

NOAA AVHRR fournit des données « basse résolution » : 1,1 km pour les données LAC (Local Area Coverage) et 4,4 km pour les données GAC (Global Area Coverage).

LANDSAT MSS (Multi Spectral Scanner), avec une dimension du pixel au nadir de 79 m sur 56 m, possède une « résolution moyenne ».

SPOT, 10 et 20 m de résolution, et LANDSAT TM (Thematic Mapper) 30 m sont des systèmes « haute résolution ».

mites caractérisées par des imprécisions ou des confusions dans l'interprétation des signatures spectrales dues, en partie, à la résolution grossière des images NOAA, inconvénient d'autant plus marqué que la région possède une forte hétérogénéité spatiale.



Classification du couvert forestier de l'Asie du Sud-Est à 1 km de résolution avec positionnement des images LANDSAT TM analysées.

La légende est : en vert foncé = forêts denses sempervirentes ; vert clair = forêts fragmentées sempervirentes ; jaune = forêts saisonnières ou cultures itinérantes ; gris ou blanc = domaine non forestier ou nuages permanents.

*1 km resolution Forest Cover Classification for South-East Asia with the location of the LANDSAT TM scenes analyzed.*

*The legend is : Dark green = Dense Evergreen Forest (FC > 70 %) ; Light green = Fragmented evergreen forest (70 % > FC > 40 %) ; Yellow = Seasonal Forest or Shifting Cultivation ; Grey or White = non forest or permanent clouds.*

Illustrations : TREES CCR

## POUR UNE MEILLEURE QUALITÉ DE RÉSULTATS

Des recherches ont été entreprises suivant trois axes : validation, calibration, fragmentation, afin d'améliorer les résultats.

Les limitations dues à la résolution spatiale des données utilisées justifient le recours à d'autres sources d'information pour contrôler la fiabilité du document cartographique issu de la classification des données NOAA AVHRR.

En règle générale, le meilleur des contrôles se passe sur le terrain mais il est également possible d'utiliser des documents extérieurs à l'étude comme les cartes existantes, les photographies aériennes ou les données satellitaires à haute résolution.

Etant donné la différence d'échelle entre la résolution des données NOAA AVHRR et la réalité sur le terrain, il s'est avéré indispensable d'introduire entre les deux niveaux une comparaison avec des données satellitaires à haute résolution.

■ Des méthodes de validation avec des données SPOT et LANDSAT TM ont donc été étudiées sur différents projets et ont permis de mieux comprendre la signification des différentes classes NOAA par rapport à la réalité sur le terrain.

Un projet développé sur la Thaïlande et le Cambodge donne une bonne image d'une méthode de validation intégrant des techniques complémentaires pour valider les traitements réalisés sur des données NOAA AVHRR.

Ainsi, sur les trois principales zones écofloristiques de la région d'étude, plusieurs scènes LANDSAT TM ont été sélectionnées et traitées (classifications automatiques et supervisées).

Des contrôles sur le terrain avec un

système de positionnement par satellite, des cartes de la Thaïlande ainsi que des photographies aériennes du Cambodge sont venus compléter l'éventail des outils de validation.

A l'inverse, un autre type d'exercice a été tenté consistant à regrouper des pixels LANDSAT TM de résolution 30 m pour simuler des pixels NOAA d'1 km.

Toutes ces méthodes de validation, qui doivent être une préoccupation constante, permettent de mieux comprendre la signification des classes obtenues avec les données NOAA AVHRR par rapport à la réalité sur le terrain. Le document final est considéré « valide » lorsque la classification est qualitativement confirmée.

■ Des travaux de calibration, pour tenter d'affiner davantage les résultats, ont été menés sur la base d'un échantillonnage de données haute résolution.

Cette méthode fait intervenir un coefficient qui est affecté au pixel d'1 km pour prendre en compte sa couverture forestière.

Elle se base sur la sélection de zones représentatives, à l'intérieur des classes NOAA forêt/non forêt, et sur leur analyse d'après les données LANDSAT TM. Chaque scène TM est couverte par un sous-échantillon d'unités réparties systématiquement ; c'est à partir de ce dispositif que des pourcentages de surfaces forestières sont calculés pour les données NOAA AVHRR et LANDSAT TM et mises en relation par des régressions linéaires.

Il a été ainsi observé que les données NOAA AVHRR ont tendance à surestimer les surfaces forestières quels que soient le type de forêt et son degré d'hétérogénéité ; les apports de ces méthodes de calibration se sont montrés, en outre, très significatifs au niveau des résultats, notamment en ce qui concerne l'interface forêt/non forêt.

■ Un exercice de fragmentation est en cours pour améliorer l'interprétation des pixels NOAA au niveau de l'interface forêt/non forêt.

La déforestation a des impacts différents sur les paysages forestiers et crée des modes de « fragmentation » plus ou moins spécifiques.

Le terme « fragmentation » se définit ici comme la représentation de l'arrangement spatial entre les pixels forêt et non forêt.

Or les approches globales des zones déforestées ne sont pas suffisantes pour évaluer correctement ces phénomènes et le besoin d'une analyse plus précise a débouché sur la mise en place d'un projet spécifique intitulé : « Etude de l'interface forêt/non forêt – Typologie de la fragmentation du domaine forestier tropical ».

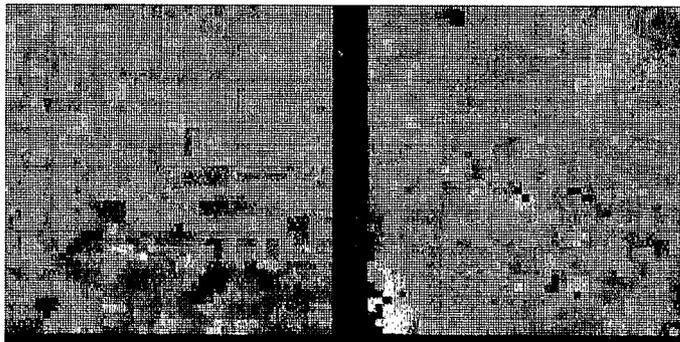
Toutes les images détenues par le projet « TREES » et ses partenaires

sur l'Afrique, l'Amérique et l'Asie ont été systématiquement examinées et les principaux types d'interface caractérisés au moyen de critères simples.

Les résultats seront répertoriés dans un catalogue sous forme de fenêtres échantillon de 45 x 45 km, donnant pour chacune d'elles, outre sa description terrain, ses « images radiométriques » à partir de NOAA AVHRR et de LANDSAT TM avec

Arêtes de poisson

BRÉSIL

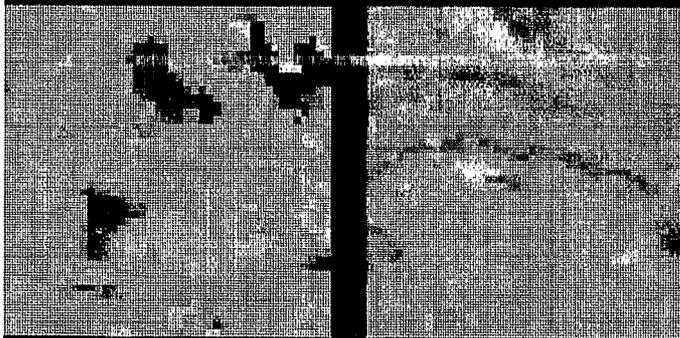


Chenille

BOLIVIE

Iles

THAÏLANDE

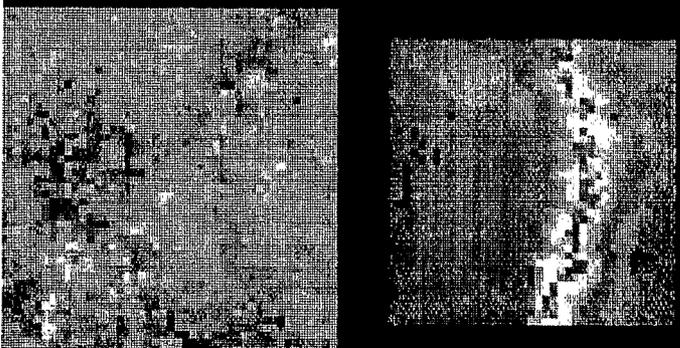


Linéaires

THAÏLANDE

Diffuses

CAMEROUN



Couloir

CONGO

Structures de fragmentation à partir d'images NOAA AVHRR.  
*Fragmentation patterns on NOAA AVHRR images.*

mention d'indicateurs de fragmentation.

Les premières conclusions de cette étude, à laquelle le CIRAD-Forêt a participé, soulignent que les indicateurs de la fragmentation dépendent de la taille des fenêtres sélectionnées, d'où la nécessité de bien définir au préalable l'objet de la recherche.

Par ailleurs, des travaux complémentaires sont nécessaires dans les domaines concernant la mise au point d'indicateurs de fragmentation (morphologie mathématique) ou de modèles d'évolution des interfaces forêt/non forêt.

## ...ET UNE SURVEILLANCE CONTINUE DES FORÊTS TROPICALES

Tous ces travaux de recherche entrepris pour affiner les méthodes de classification des données NOAA AVHRR et améliorer la précision des documents produits répondent bien aux objectifs de ce projet, destiné à mettre au point des techniques d'observation spatiale pour la surveillance des forêts tropicales.

Ils contribuent à l'effort mondial de connaissance et de suivi des écosystèmes forestiers au même titre, par exemple, que la F.A.O. responsable du « Projet d'Évaluation des Ressources Forestières » qui a édité l'an dernier les résultats pour l'année de référence 1990.

Actuellement, toutes les données acquises sont conservées dans un système d'information géographique. Celui-ci regroupe les résultats des classifications NOAA AVHRR ainsi que toute une série d'informations exogènes provenant d'organisations internationales comme le Programme des Nations Unies pour l'Environnement Global Resource In-

formation Database (UNEP-GRID), le World Conservation Monitoring Center (W.C.M.C.) ou la F.A.O.

Si la première phase du projet TREES a mis l'accent sur l'acquisition des données, sur les aspects méthodologiques et sur l'établissement de cartes, la deuxième phase aura pour objectif de développer un système d'information géographique sur les forêts tropicales : « Tropical Forest Information System » (TFIS) et de fournir ainsi un service de surveillance continue des forêts.

Il est prévu également que « TREES II » puisse se consacrer à l'exploitation de l'imagerie satellitaire ERS I pour évaluer la couverture végétale et en suivre l'évolution.

Dans l'optique du TFIS, le W.C.M.C. a été chargé d'une enquête auprès d'un grand nombre d'utilisateurs d'informations sur les forêts. Les résultats communiqués, lors de la conférence, ont montré que les besoins se manifestent principalement pour des informations provenant de données satellitaires à haute et moyenne résolution.

Cette remarque permet de poser la question de la place réelle d'une étude globale du couvert forestier et les débats qui ont suivi les exposés en ont fait largement état.

- En premier lieu, l'intérêt du projet est d'aider à une vision d'ensemble des grands phénomènes de notre planète en détectant, par exemple, les changements qui surviennent quotidiennement au niveau des forêts et, par là-même, fournir l'outil adéquat pour une prise de conscience et une réflexion devant conduire à des décisions.

Le caractère systématique et journalier des enregistrements a fait progresser la compréhension de la dynamique des grands ensembles végétaux ; par ailleurs, les cartes saisonnières, montrant l'activité végétale à l'échelle continentale, ont permis de suivre les effets des chan-

gements climatiques notamment sur les régions sahéliennes.

- A un niveau plus local, une carte forêt/non forêt réalisée avec des données basse résolution constitue une approche préliminaire d'un paysage forestier ; cependant elle répond rarement à l'ensemble des objectifs visés sauf, peut-être, si on se place strictement à un niveau évolutif ou répétitif comme, par exemple, le suivi des feux de brousse.

Or les organismes chargés de réaliser des inventaires ou de proposer des aménagements d'écosystèmes forestiers ont besoin de données plus précises pour réaliser leurs études. Les cartes forêt/non forêt qui simplifient le paysage et regroupent, sous un même terme, des classes forestières de physionomie différente ne correspondent pas à leurs besoins.

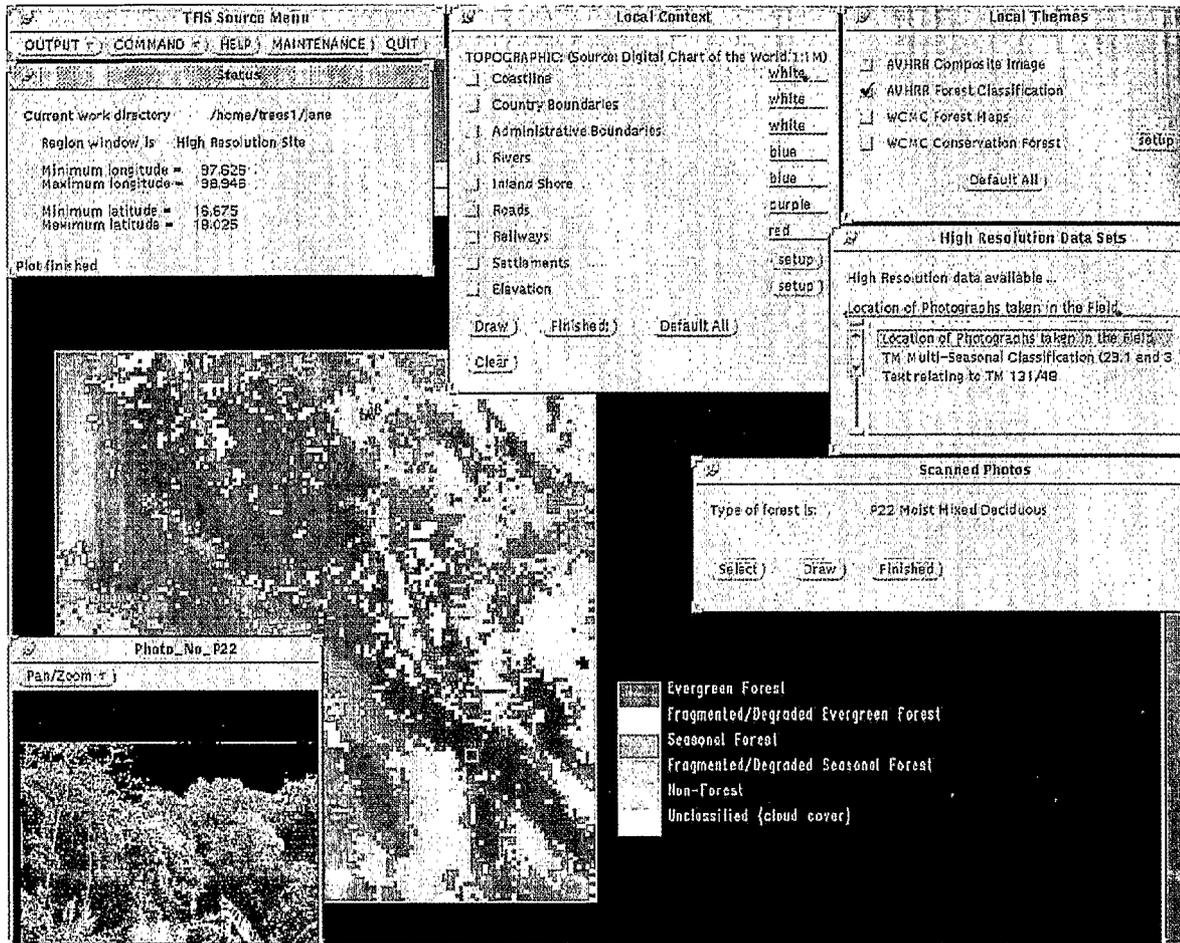
Cependant ces cartes, correctement validées, peuvent constituer un premier niveau de stratification à partir duquel des dispositifs d'échantillonnage, établis à partir d'autres types de données, viennent s'imbriquer pour produire des cartes avec la précision voulue.

C'est d'ailleurs la méthode utilisée par la F.A.O. pour son projet d'évaluation des ressources forestières.

- Autre point important, la définition des types de forêt obtenus avec les données NOAA AVHRR. Ce problème rejoint, à une autre échelle, celui de la corrélation des données satellitaires avec les nomenclatures existantes.

Il est en effet toujours délicat, même actuellement, de traduire correctement les données radiométriques quelle que soit la résolution spatiale du capteur et de les relier de façon précisée aux paramètres qui caractérisent la couverture végétale.

De plus, les systèmes de classification de la végétation n'ont pas encore été modifiés pour répondre à



Exemple d'information extraite du TFIS à travers l'interface dédiée.  
Example of information extracted from the Tropical Forest Information System through the dedicated interface.

cette nouvelle approche du paysage.

Ainsi, sur une même région, on découvre parfois des résultats cartographiques différents, selon les moyens techniques utilisés et la précision recherchée.

- Enfin, la place des applications doit rester essentielle même si l'écart est important entre celles qui concernent les modèles globaux d'échanges biosphère-atmosphère et celles, par exemple, qui relèvent de la gestion des ressources forestières au niveau national ou local.

Par conséquent, une identification soignée des utilisateurs et de leurs

besoins, ainsi qu'une bonne coordination entre les composantes recherches et applications sont à développer pour arriver à tirer parti de toutes les potentialités de ces nouvelles techniques.

Vous pouvez vous procurer les résumés des contributions présentés à la Conférence « TREES » auprès de :

J.-P. MAILINGREAU-F. ACHARD  
TP 440 IRSA, JRC-CEC  
I-21020 ISPRA (VA) Italie

Il est indéniable que la banque de données satellitaires est un précieux

« outil de travail » qui a entraîné des modifications dans les démarches concernant les études d'environnement. Néanmoins, ces données ne constituent qu'une partie de l'information nécessaire.

Il est indispensable de savoir redescendre au niveau du sol ou mieux de partir d'une problématique terrain pour mieux appréhender et comprendre ce que l'on cherche à observer. □

▷ Michelle PAIN-ORCET  
Programme Aménagement Forestier  
CIRAD-Forêt  
45 bis, avenue de la Belle-Gabrielle  
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX (France)