

CARTOGRAPHIE PAR TELEDETECTION DE L'OCCUPATION DU SOL,
DE L'AGRICULTURE, DES FORETS ET DE L'EAU LIBRE EXECUTEE
DANS LE CADRE DU PROGRAMME D'EXPERIMENTATIONS DE L'OPIT

par

Marc BIED-CHARRETON

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer - BONDY

RESUME

L'OPIT a réalisé des expérimentations de télédétection dans le cadre de son programme d'activités entre 1977 et 1980. Destinées à tester différents systèmes de traitements et à en évaluer les résultats par rapport aux réalités du terrain, un certain nombre d'entre elles ont été menées en relation avec des problèmes concrets posés par des utilisateurs potentiels de télédétection. C'est ainsi qu'ont été réalisés les documents cartographiques suivants :

- occupation du sol au 1/250 000 du département de la Haute-Vienne, en quatre postes (CESR-Toulouse)
- cartographie des massifs forestiers des Cévennes et de la région Vosges-Alsace (CTAMN-Sophia Antipolis)
- cartographie du Languedoc-Roussillon (MDAS)
- cartographie et statistique de l'occupation du sol en 12 postes du département de l'Indre-et-Loire (IGN)
- recherche de l'eau libre (ORSTOM-OPIT)
- cartographie et statistique du bassin versant de la Moselle (ORSTOM)
- incendies de forêts en zone méditerranéenne (IGN).

Les résultats des expérimentations de l'OPIT ainsi que leurs principaux enseignements sur le plan des méthodes et des systèmes seront successivement décrits de façon analytique puis thématique.

1 - ANALYSE DES EXPERIMENTATIONS

Chaque expérimentation, ou groupe d'expérimentations de par ses caractères spécifiques (thème, région, images, utilisateurs concernés, etc.) nécessite une courte description.

1.1. Expérimentation "AISNE"

L'objectif principal était d'une part de répondre aux besoins prioritaires en matière d'agriculture, c'est-à-dire l'identification et la statistique des grandes cultures et d'autre part de compléter les premiers essais sur ce thème effectués en Val-de-Loire afin de disposer de résultats sur des unités physiques représentant les régions de grandes cultures.

Un raccord avec l'enquête "céréales" du Ministère de l'Agriculture avait été tenté puis abandonné faute d'image sur les secteurs concernés.

Quatre zones de 20 x 20 km ont été délimitées sur la seule image correcte disponible de l'année 1978 (4 juin 1978) avec l'espoir d'avoir des données en 1979. Près de 800 parcelles ont été enquêtées directement en 1979 et rétrospectivement en 1978 en interrogeant les exploitants agricoles. L'année 1979 a été à nouveau décevante puisqu'aucune image de bonne qualité n'a été acquise lors des périodes végétatives. Les traitements ont donc été portés exclusivement sur juin 1978, époque à laquelle les céréales sont en pleine activité végétative ainsi que les prairies et la forêt.

Les traitements supervisés mettant en évidence quatre groupe de thèmes :

- blé-orge, prairies, forêts
- autres cultures (maïs, betteraves, pommes de terre)
- urbain
- eau.

A l'intérieur du premier groupe, les supervisés gaussiens permettent de séparer forêts, blé-orge et prairies et de dégager sans ambiguïté le parcellaire.

Cependant, les taux de bon classement restent assez médiocres, ceci pour deux raisons principales :

- inadéquation de la date relativement à un inventaire des cultures ;
- difficultés de repérage qui ont conduit à une sous-estimation des performances comme l'ont attesté les visualisations des résultats.

Les traitements non supervisés ne semblent pas adaptés à la question posée compte tenu de la diversité des objets en place. Ils font ressortir cependant sans ambiguïté à cette date l'eau, l'urbain, les terres agricoles à faible couverture végétale, celles à forte couverture végétale.

Enfin, une étude d'homogénéité des résultats a conduit à exclure une des zones et à conclure dans l'hétérogénéité de l'unité physique, ce qui pose le problème d'un zonage préalable à chaque traitement, problème que l'on rencontrera fréquemment par la suite. Ont été contactés pour cette opération : DDA-Aisne, station INRA de Laon et des agriculteurs.

1.2. Expérimentations "LIMOUSIN" et "HAUTE-VIENNE"

Ces expérimentations ont été conduites dans un double objectif :

- recherche des nomenclatures possibles par essais de traitement sur un paysage type Limousin correspondant à des périmètres d'action de l'Administration (PAR et PAF) ;

- statistique et cartographie au 1/250 000 du département de la Haute-Vienne. L'ensemble a été conduit en étroite collaboration avec les utilisateurs locaux et particulièrement le service statistique de la DDA. Les traitements essayés ont été très variés :
 - . bornes au CESR-Toulouse,
 - . interactif à l'IGN (TRIAS),
 - . non supervisé et supervisé au GICS de l'OPIT, les évaluations reposant sur une base de parcelles levées à cet effet, d'autre part sur les statistiques globales du département.

De l'ensemble des traitements effectués et de leur évaluation, il ressort que :

- la distance du Khi² permet d'isoler l'eau, tous les points classés "eau" étant bien de l'eau mais toute l'eau n'est pas classée (sous-estimation), ceci en raison d'une limitation due à la trop faible résolution compte tenu de la taille des plans d'eau. On retrouve cette sous-estimation avec le traitement par bornes ;
- la distance de Sébestien autorise un bon classement des STH et de la forêt (20% d'écart pour STH, 6% pour la forêt) ;
- les thèmes trop hétérogènes physiquement nécessitent un très long travail d'initialisation (landes, jeunes plantations, etc.) sinon ils se dispersent dans les autres classes ;
- la précision de la nomenclature à 4 postes obtenue sur tout le département a été jugée très satisfaisante : 83% de la forêt a été classée "forêt" tandis que 82% des pixels classés forêt sont bien de la forêt sur le terrain ; 86% de la SAU a été classée ainsi ;
- l'apport principal repose sur l'obtention d'une cartographie départementale à jour qui a permis aux agents de la DDA d'effectuer le zonage qui leur manquait dans leur action quotidienne (détermination des zones de piedmont).

1.3. Expérimentations "CEVENNES"

L'objectif était de faire un inventaire forestier du pied des Cévennes et de leurs rebords, en collaboration avec l'échelon de Montpellier de l'Inventaire Forestier National et le Parc National des Cévennes.

Au titre des acquis de ces expérimentations, on peut dire que :

- le passage des coordonnées Lambert aux coordonnées Landsat est au point (CTAMN) ;
- la distinction forêt - non forêt est faite à 95%, la limite est cartographiable ;
- on discrimine les feuillus et les résineux ;
- les "accidents" (feux, coupes rases, emprises) sont décelables à partir d'un seuil de 4 à 6 ha, l'erreur étant forte sur les petites superficies (50 à 100%) ;
- les résineux sont mieux reconnus que les feuillus ;
- les espaces cultivés, artificialisés et couverts d'eau sont distingués ;
- les garrigues ouvertes se distinguent des garrigues fermées.

Au titre des difficultés, on note :

- des problèmes d'ombre dus au relief ;
- la quasi impossibilité de distinguer les essences ;
- la nécessité de disposer de dates plus optimales ;
- l'inadéquation des traitements non supervisés sauf pour la seule discrimination forêt - non forêt ;
- la nécessité de mieux adapter les nomenclatures aux aspects physiques de la télédétection.

Deux types de "produits" cartographiques ont été obtenus : des sorties couleurs Benson au 1/50 000 des zones-tests ; une sortie couleur Benson au 1/200 000 de la totalité de l'image Cévennes (traitée par échantillonnage pour classer le couvert forestier et le milieu naturel). Leur inconvénient est le non-report des coordonnées géographiques, ce qui en rend la lecture difficile d'autant que la nomenclature retenue (essences) ne correspond pas aux réalités-terrain puisqu'elle n'a pas été correctement obtenue par le traitement.

1.4. Expérimentations "LANGUEDOC-ROUSSILLON"

La première expérimentation conduite sur cette région a concerné le traitement d'une image entière sur un système interactif américain (MDAS, Bendix-ERIM), accompagné d'une composition colorée avec amélioration des contrastes et des contours, l'ensemble étant orienté d'abord vers la détermination des zones humides puis vers les zonages bio-physiques et plus généralement les problèmes de classement de tous les pixels d'une scène. Par la suite, d'autres traitements ont été testés, l'ensemble des résultats étant comparé à une base-terrain établie de façon rétrospective en s'appuyant sur des enquêtes de l'agriculture et des photos aériennes de dates diverses, seules les zones "costières" et "Camargue" ayant bénéficié d'une ouverture à peu près à la même époque (été 1975).

De cet ensemble, il ressort les conclusions suivantes :

- une bonne composition colorée suivi d'un zonage manuel (de type photo-interprétation) fait ressortir, à faible coût, des unités de paysage significatives (surface en eau, marais, marais asséchés, zones inondables de basses vallées, etc.). La précision est de l'ordre de 80%. L'utilisation de plusieurs dates optimise grandement les résultats ;
- tout traitement concernant la recherche d'informations sur l'eau (salinité, turbidité, chlorophylle, etc.) nécessite des données-terrain simultanées, qui, ici, n'ont pu être recueillies. Les résultats ne sont donc que des présomptions ;
- tout traitement supervisé sur une grande portion de territoire nécessite un zonage préalable et un choix de parcelles-tests d'initialisation représentatif des diverses situations physiques ;
- des limites ont pu être incorporées afin de sortir des résultats par entités conventionnelles (département, bassin versant, etc.) ;
- le produit obtenu est spectaculaire : composition colorée et cartographie du résultat de traitement en 24 groupes, en couleur, au 1/250 000, imprimées avec production de tableaux statistiques ;
- de nombreux utilisateurs centraux ou locaux des Ministères de l'Environnement et de l'Agriculture ainsi que des scientifiques ont pu donner leur avis sur les résultats ;
- l'évaluation montre que la région pourrait être décomposée en sous-zones (voire remarque précédente sur la nécessité d'un zonage préalable, adapté à la date des enregistrements et aux conditions physiques) ; la forêt est approchée à 8% près, la SAU entre 8 et 14% près selon les zones. Le meilleur résultat est obtenu par un superviségaussien bien initialisé sur une zone géographique limitée à l'intérieur de l'image (20 x 20 km). Les traitements non supervisés, dans ce type de paysage donnent des résultats médiocres (plus de 75% d'écart à la normale) ou, en tout cas, conduisent à des nomenclatures très différentes de celles habituellement utilisées, rendant plus compte des taux de couvert végétal et de l'intensité de l'activité végétative que de la discrimination de telle ou telle culture.

1.5. Expérimentations "VAL-DE-LOIRE" et "INDRE-ET-LOIRE"

Cette vaste région recouvre des plateaux de grandes cultures et des zones à polyculture.

Traitée une première fois sur des images de 75 et 76, ces expérimentations ont permis :

- d'une part, des zonages de la scène entière (OREAC, INA-P.G.) à plusieurs dates (75, 76 et 78), la vérification de la stabilité des grandes unités dégagées et leur utilisation possible pour un nouveau découpage en régions agricoles ;
- d'autre part, des essais de mesure de l'influence de la sécheresse de 76 sur la radiométrie et des tests sur les secteurs alluviaux de la Loire et de ses affluents (Vienne, Indre) concernant la détermination des sols à drainer ;
- enfin, une série d'essais de classifications supervisées et non supervisées dans une optique d'utilisation du sol dont les résultats prometteurs n'ont pu être pleinement évalués faute de données-terrain précises. En effet, la date traitée, 27/7/75, correspond à une époque de changements quotidiens au sol (moisson, hersage, labours) qui n'ont pu être notés 3 ans plus tard à l'examen des résultats.

C'est pourquoi les premières expérimentations ont été prolongées grâce à la mise sur pied d'un dispositif terrain qui a fonctionné en 78 et 79 pour observer l'état de l'occupation du sol sur des parcelles test au moment des passages Landsat. Ce dispositif, piloté par les DDA de l'Indre-et-Loire et du Loir-et-Cher, ont permis de traiter des images de septembre 78 sur la zone "Petite Beauce" et le département de l'Indre-et-Loire dans sa totalité en 1979 dans le double but de cartographier l'occupation du sol au 1/100 000 et d'obtenir la statistique des postes de nomenclature mis en évidence, et d'approcher la superficie cultivée en maïs en 1979.

Les premières expériences avaient conclu en la nécessité d'effectuer des traitements supervisés de préférence aux non supervisés pour l'occupation du sol, bien que les analyses en composantes principales ainsi que les nuées dynamiques aient mis en évidence de façon non ambiguë l'eau, la forêt et plusieurs classes de forêt (résineux, futaies, feuillus de divers âges).

Sur la zone "Petite Beauce", en septembre 1978, les trois traitements essayés ont tous approché la réalité de très près (erreur inférieure à 5%) pour la détermination des superficies boisées, du maïs et des céréales-paille. Il s'agit d'un traitement supervisé gaussien, d'une nuée dynamique (distance de Sébestien) et d'un traitement interactif TRIAS.

Il faut noter à ce sujet que la date s'y prêtait (céréales-paille toutes récoltées et déchaumées, maïs encore vert) ainsi que les autres paramètres importants (absence d'autres thèmes, grand parcellaire, pas de relief). On peut en conclure que dans de bonnes conditions équivalentes n'importe quel traitement installé de façon opérationnelle donne de bons résultats. Les critères de choix résident donc alors dans leur facilité de mise en oeuvre, leur coût, leur rapidité à produire cartes et tableaux statistiques.

Le traitement sur l'Indre-et-Loire a mis en lumière la nécessité de travailler sur au moins deux dates, l'utilisation d'une seule image ne permettant pas de lever les ambiguïtés habituelles que l'on a rencontrées par ailleurs dans toutes les expérimentations ; en particulier pour discriminer les végétaux en pleine activité chlorophyllienne ensemble (forêt, prairie, céréales-paille, maïs, betteraves). Le bon maniement conjoint des calendriers des cultures et des passages satellite permet de déterminer des dates optimales :

- printemps (discrimination forêt-prairie, prairie-maïs semé) ;
- début de l'été (discrimination prairie-céréale) ;
- fin de l'été (discrimination maïs-betteraves-pommes de terre d'avec les céréales et les prairies).

L'obstacle principal réside dans le couvert nuageux et le faible nombre de satellites actuellement disponibles.

Cette expérimentation a mis en relief :

- l'opérationnalité des corrections géométriques, phase nécessaire pour traiter plusieurs dates, pour se raccorder à un référentiel classique (Lambert II) et pour optimiser l'utilisation de la banque des limites départementales disponibles sur la France à l'IGN. Cela permet de satisfaire une exigence quasi absolue des utilisateurs : raisonner au niveau département.

Cela autorise en outre l'édition cartographique des résultats à une échelle compatible avec les échelles classiques (1/100 000) ;

- la rapidité d'obtention d'une carte et d'une statistique de l'occupation du sol : début du travail en octobre 79, présentation de la carte en février 80 ; cependant, pour l'obtention de statistiques de grandes cultures, il faudrait être plus rapide encore.

En effet, pour le maïs, la précision obtenue voisine 10%, or une meilleure précision est disponible plus vite avec les moyens classiques ;

- l'intérêt d'un document cartographique à l'échelle du département. Aucune cartographie classique n'est actuellement en mesure de fournir l'occupation du sol en 12 postes sur un département à un prix compétitif. Le faible coût d'obtention de la carte "Indre-et-Loire" (210 000 F, ramenable dans une fourchette de 100 à 120 000 F en excluant les dépenses à caractère méthodologique de la première expérience) permet à un département de pouvoir renouveler l'opération tous les 4-5 ans. Si la localisation exacte de chaque poste n'intéresse que les responsables locaux de la gestion du territoire, la vue d'ensemble et ses variations concernent les administrations départementales directement ;

- au plan des méthodes, cette expérience dégage que de meilleures initialisations auraient conduit à un résultat nettement amélioré, en particulier sur des thèmes peu travaillés (urbain, surestimé et parfois mélangé avec des terres labourables à nu ; maïs, sous estimé dans une zone physique très particulière).

Là aussi, la nécessité d'un zonage préalable assez fin se confirme puisque des initialisations sur cinq secteurs différents dans le département n'ont pas suffi à rendre compte des diversités.

Si la précision globale sur la forêt se situe entre 5 et 10%, on a constaté que le taux se situait aux environs de 25% pour la SAU, performance qui devra être améliorée à l'avenir.

Le produit final (carte imprimée au 1/100 000 avec légende et éléments de toponymie et d'infrastructure routière) a été largement distribué et est en vente à l'IGN.

1.6. Expérimentations "BRENNE-SOLOGNE-DOBES"

Elles ont concerné essentiellement la recherche de l'eau libre. Ce thème apparaît presque dans toutes les expérimentations mais il a été jugé nécessaire d'y consacrer quelques tests dans les trois régions françaises les plus concernées par les étangs. Les traitements essayés ont été des supervisés gaussiens, une nuée de dynamique et des traitements interactifs (IGN et ORSTOM). Les bases d'évaluation des résultats varient :

- pour la Brenne, on a cherché l'eau sur quatre images (75, 76, 78, 79) et on a comparé les résultats avec des superficies cadastrales, les seules disponibles ;
- pour la Sologne, on a pu disposer d'une mission aérienne IRC réalisée le jour même du passage Landsat, ceci dans le cadre de l'observatoire de l'environnement de l'A71, dans lequel se situe cette zone d'expérimentation ;
- pour les Dombes, on dispose de deux missions aériennes encadrant le passage Landsat et distantes d'un mois seulement.

Les résultats acquis permettent les conclusions suivantes :

- l'eau s'individualise bien dans le paysage (à l'exception de quelques confusions possibles avec des résineux de bordure) ;
- la forme des étangs est parfaitement retrouvée ;
- des appréciations sur la qualité de l'eau peuvent être fournies sans pour l'instant qu'elles soient interprétées (manque d'analyses simultanées avec les enregistrements) ;
- le gaussien sous-estime l'eau par rapport au traitement interactif ;
- en Brenne, on a pu suivre les variations des superficies en eau sur 4 ans, variations identiques quelle que soit la méthode utilisée ; les superficies trouvées étant sous-estimées par rapport aux superficies cadastrales, ce qui pose le problème de la définition administrative de l'eau ;
- sur les secteurs Dombes et Sologne, où l'on disposait d'une base d'évaluation solide, on constate que l'on approche les superficies en eau libre dans une fourchette de $\pm 7\%$ par rapport aux superficies mesurées sur photos aériennes. La surestimation obtenue en Sologne est due à des phénomènes de bordures (confusion conifères), plus fréquente ici qu'ailleurs.

La simplicité et la rapidité du traitement interactif type ORSTOM autorise la mise en évidence renouvelable des étendues d'eau libre pour peu que l'on dispose des images adéquates.

1.7. Pays d'AUGE

Cette expérimentation a eu pour but de comparer la télédétection aux méthodes classiques d'étude de l'environnement dans le cadre général des études d'impact (ainsi que l'expérimentation SOLOGNE) menées sous l'impulsion de l'Atelier Central de l'Environnement et du SETRA au CETE de Rouen. La structure particulièrement complexe du paysage bocager normand a conduit à d'importantes confusions entre les postes dans les résultats de traitement. Les traitements séparent l'eau des ballastières, l'artificialisé, les forêts feuillues et des ensembles mal séparés de prairies bocagères.

Une photo-interprétation de composition colorée permet d'obtenir très rapidement les grandes unités paysagères sans problème, en distinguant bocages sur les coteaux et prairies de fond de vallée. L'intérêt de la composition colorée, quant à l'approche synthétique d'une région est indéniable dès que la surface étudiée dépasse 250 km² pour une échelle de type 1/100 000 (conclusions du CETE de Rouen).

1.8. Forêts VOSGES-ALSACE (zones Haguenau et Fénétrange)

Au départ, les expérimentations "forêts" Vosges-Alsace étaient consacrées à un essai de discrimination des principales essences forestières, en relation avec l'Inventaire Forestier National, qui a fourni des parcelles-tests, et l'ONF, grâce aux moyens et méthodes du CTAMN.

- La forêt est identifiée à 95%.
- Feuillus et résineux entre 90 et 95%.
- Tout terrain en "non forêt" à l'intérieur d'un massif est repéré géographiquement (seuil de 4 ha) : coupe, incendie, clairière.
- La limite forêt - non forêt est cartographiable.

Ces acquis, dans la mesure où ils sont repérables facilement confèrent à la télédétection une grande puissance car ils sont plus performants que ce que l'on obtient par les méthodes classiques.

Sur le secteur Fénétrange, de nombreuses compositions colorées à différentes dates ont pu être interprétées, tendant à prouver que les meilleures périodes pour discriminer la forêt du reste sont mars-avril ou août-septembre.

Par évaluation des résultats de traitement, on met en évidence :

- la forêt à 95%, avec des limites cartographiables ;
- chênes et hêtres se mélangent, par contre, en régime de futaie régulière, on discrimine les stades gaulis-perchis, futaies adultes, futaies claires après coupe secondaire et futaie de résineux.

Ces résultats devront être confrontés avec d'autres obtenus sur des forêts non gérées par l'ONF et non orientés vers la recherche des essences qui ne semble pas très atteignable par les moyens actuels.

1.9. Expérimentation "BASSIN VERSANT DE LA MOSELLE"

Elle a eu pour but la recherche de l'occupation du sol selon une nomenclature définie par l'Agence de Bassin Rhin-Meuse et le service hydrologique de l'ORSTOM, sa statistique par carreau de 5 x 5 km et son expression cartographique. Ces données d'occupation du sol sont destinées à faire fonctionner un modèle d'écoulement hydro-pluviométrique ; elles doivent remplacer d'anciennes données établies par les moyens classiques (interprétation de cartes et photos aériennes) avec des problèmes liées à l'hétérogénéité des documents analysés (échelles, légendes, dates).

Il s'agissait là du test en vraie grandeur d'une des qualités annoncées de la télédétection spatiale : l'homogénéité et l'exhaustivité des données sur une vaste portion de territoire (ici 11 500 km²).

Les résultats obtenus sur le système "LOTÉRIE" de l'ORSTOM ont été confrontés d'une part avec l'ancienne banque de données, d'autre part avec des sources rassemblées à cet effet : plan de gestion ONF, inventaire des étendues d'eau de l'Agence de Bassin, enquêtes statistiques de la DDA, photographies aériennes récentes.

L'évaluation thème par thème donne les précisions suivantes :

- eau libre : 95% des points classés eau par le traitement sont réellement de l'eau, le seuil de détection est trois pixels. Sur 60 carreaux de 5 x 5 km (soit 1 500 km²), le traitement donne 0,5% de la surface en eau ; le fichier conventionnel donne 0,8%, établi par planimétrie des surfaces en eau d'après la carte IGN au 1/25 000, ce qui ne peut être considéré comme une référence absolue ;
- résineux : le seuil de détection se situe à 4 pixels ; 96% des points classés résineux par le traitement sont bien des résineux ; les résineux au sol sont retrouvés par le traitement avec une probabilité de 90% ;
- feuillus : même seuil que pour les résineux. Le traitement sur la date de mars 76 donne 93% de points classés feuillus et effectivement feuillus sur le terrain ; le traitement sur août 76 donne 95%. Une confusion possible avec les prairies en mars est levée par la date d'août.

La comparaison avec le fichier indique que pour ce thème, relativement important, le classement des données Landsat suit, à 2% près les résultats du fichier, excepté pour quelques carreaux ; en ce cas, l'écart est dû à la méthode classique elle-même (problème de dates).

Ce résultat portant sur les forêts est à rapprocher de ceux obtenus par ailleurs par le CTAMN en Vosges-Alsace et en Cévennes. Dans les conditions d'expérimentation définies, les divers traitements utilisés ont donné la forêt à 95% près.

- prairies : le seuil de détection des prairies est plus élevé que celui des forêts ou de l'eau : 8 pixels. 90% des points classés "prairies" par le traitement sont bien de la prairie. Globalement, le traitement surestime les prairies de 5 à 10% par rapport au fichier ou aux statistiques de la DDA.

- cultures : malgré son hétérogénéité physique (céréales et verger), il a été conservé tel quel pour les besoins du fichier physiographique. Le seuil de détection est 10 pixels ; 89% des points classés "cultures" sont bien des cultures. Une confusion non levée subsiste avec certaines zones péri-urbaines et les villages (confusion également retrouvée en Indre-et-Loire) ; seule l'utilisation de plusieurs dates bien choisies peut la lever. Sur l'ensemble, on obtient 20% de culture, la DDA en donnant 25% et le fichier 30%.
- zones urbanisées : les résultats varient entre 70 et 89% de points bien classés dans ce thème, cependant les bourgs et villages ne sont pas systématiquement reconnus sans qu'un seuil puisse véritablement être fixé en raison d'une part de la résolution insuffisante et d'autre part de l'hétérogénéité physique de l'habitat (groupé ou diffus, en contraste ou non avec son environnement).

Les chiffres obtenus ont été estimés suffisamment précis pour entrer dans le modèle d'écoulement.

Le produit de cette expérimentation est donc une bande magnétique portant, carreau par carreau, la statistique d'occupation du sol selon la nomenclature décrite plus haut. Un sous-produit a été divers essais de cartes en couleur au 1/250 000, 1/100 000 et 1/50 000, en 6 postes de nomenclatures, avec report du carroyage du modèle.

1.10. Occupation du sol des communes du littoral du VAR

Un test méthodologique a été effectué dans le double but d'approcher par télédétection, l'occupation du sol au 1/100 000 en 4 à 5 postes de nomenclature, conformément à la cartographie à cette échelle de l'inventaire du littoral et de raccorder les données Landsat utilisées à la banque de limites communales de l'IGN.

Ce raccord a été fait dans des conditions désormais opérationnelles, les statistiques ayant été livrées commune par commune après corrections géométriques de l'image traitée.

Le traitement supervisé interactif (TRIAS) donne la superficie occupée par les espaces naturels, le milieu agricole, le milieu urbain peu dense et le milieu urbain dense. Des confusions subsistent entre milieu urbain peu dense et notamment vignes et vergers tandis que les lotissements dispersés dans des espaces naturels sont sous-estimés. Ceci est dû à la résolution insuffisante des données Landsat utilisées.

Par ailleurs, les nomenclatures "fonctionnelles" utilisées habituellement ne sont pas compatibles avec les nomenclatures physiques obtenues par le traitement de données de télédétection. Il reste là un important effort de rapprochement à accomplir.

1.11. Incendies de forêt en zone méditerranéenne

A la demande des principales administrations concernées par ce problème (DDA, SRAF, Intérieur, pompiers, etc.), l'OPIT a fait une étude méthodologique du Var aux Pyrénées orientales pour les feux de l'été 76, sur la Cap Corse pour l'été 77 et sur les départements du Var et des Bouches-du-Rhône pour l'été 79, cette dernière opération ayant eu de plus une exigence de rapidité de livraison d'un produit "utile", c'est-à-dire une carte venant s'ajouter aux statistiques feu par feu et aux chiffres globaux.

La méthode mise au point en 76 n'a pas été retenue en 79 en raison de la mauvaise qualité de l'image. La première méthode repose sur un traitement supervisé interactif utilisant des zones-tests d'initialisation, la seconde repose d'abord sur une amélioration d'image par l'utilisation des composantes principales, les feux étant ensuite obtenus par seuillage sur la deuxième composante.

Les résultats obtenus sont de qualité équivalente. La télédétection autorise la détection des forêts effectivement brûlées et des garrigues effectivement brûlées, les seuils se situant respectivement à 5 et 10 ha. Elle permet de délimiter et de localiser exactement (au pixel près) les zones brûlées et de voir les secteurs non brûlés à l'intérieur des zones détruites par les feux. Cet apport est capital par rapport à ce qu'on obtient par les méthodes conventionnelles qui rendent moins bien compte des détails en ne cernant que des périmètres. Aussi, la comparaison des tableaux statistiques montre que, dans la plupart des cas, les chiffres donnés par télédétection sont inférieurs aux chiffres classiques. En 79, les statistiques obtenues par télédétection, accompagnées d'une cartographie sommaire en noir et blanc au 1/250 000 ont été disponibles début décembre soit avant les chiffres officiels. La cartographie définitive en couleur au 1/150 000 a été livrée quelques mois plus tard. Les feux ont été reportés sur une composition colorée améliorée dont l'interprétation complémentaire peut apporter une aide à la détermination de zones plus sensibles. Un renouvellement de ce type d'opération peut devenir un outil de prévision et d'analyse de la dynamique des zones brûlées.

2 - RESULTATS PAR THEME

Comme on a pu le constater à la lecture des commentaires par groupe d'expérimentation, certains thèmes ont été approchés avec une précision statistique globale très satisfaisante tandis que d'autres ne l'ont été que médiocrement. On verra plus loin les recoupements possibles des paramètres "traitements" et "unités physiques".

Dans un premier temps, on peut dire que sur des superficies importantes (allant de 1000 à 11 000 km²),

- la forêt a pu être approchée à 95% près et ce qui a été classé forêt par le traitement l'est à 95% près ;
- feuillus et résineux ont été séparés et reconnus chacun avec plus de 95% de probabilité ;
- la reconnaissance des prairies a pu être effectuée à 80-90% près ;
- l'identification des terres labourables et de l'ensemble SAU a 75-80% près ;
- la statistique du maïs a pu être approchée à 90% près sur un département, tandis que sur une zone-test, on obtenait une classe "maïs" pure à 93% et une statistique globale "maïs" à 80% près ;
- l'eau libre a pu être approchée avec des écarts variant de 3 à 7%, dans les meilleurs cas, avec une base terrain (photo aérienne interprétée).

Il s'agit là de résultats de "pointe" obtenus dans de bonnes conditions d'expérimentation, c'est-à-dire :

- recherche d'un seul thème (eau, forêt, maïs) ou d'une nomenclature simple, à peu de poste ;
- images de bonne qualité et bien contrastées du point de vue des dates et des paysages ;
- traitements peu sophistiqués, soit non supervisés pour la mise en évidence de thèmes peu nombreux au sol, soit interactifs de type bornes ou hypercubes (ORSTOM ou TRIAS), soit supervisés gaussiens (maximum de vraisemblance).

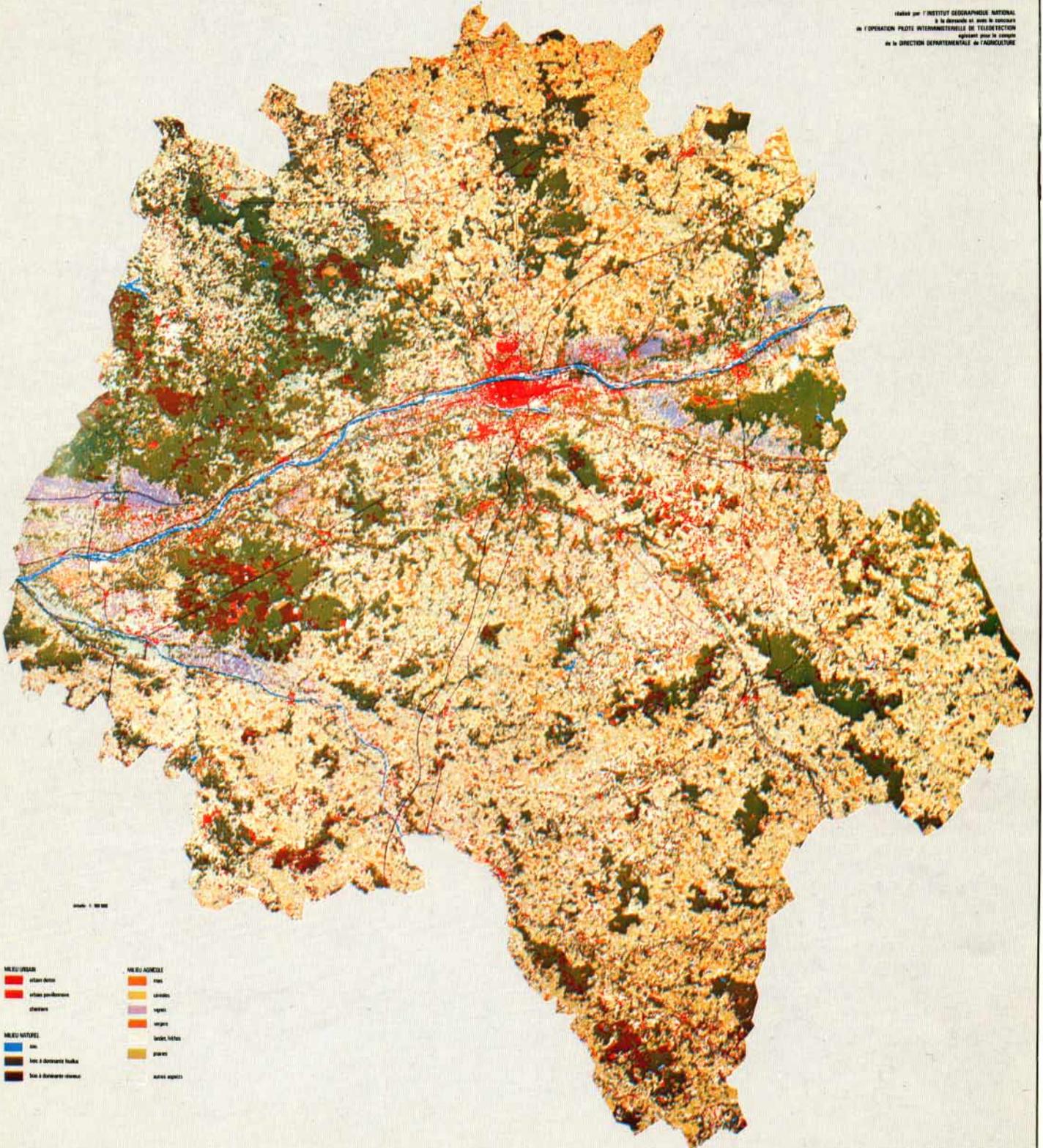
La recherche de nomenclatures plus complexes (plus de 6 postes) ou de thèmes plus spécialisés et plus variés (diverses cultures, nuances dans les forêts, l'urbain, les espaces naturels) a donné des résultats beaucoup moins satisfaisants quant à la précision mais aussi des nomenclatures à interpréter dans d'autres directions que les nomenclatures traditionnelles, ainsi les dichotomies observées sur les zones Aisne, Languedoc, Camargue entre forte couverture végétale, faible couverture végétale et absence de couverture végétale. Pour la mesure de la précision des résultats, on a utilisé plusieurs techniques :

- en premier lieu, les tableaux de classement des pixels fournis par le GICS, qui permettent de faire figurer en ligne la vérité terrain et en colonne, les résultats de traitements et donc d'avoir une indication du nombre de pixels effectivement d'un thème et classés dans ce thème par le traitement, du nombre de pixels d'un thème mais classés dans d'autres thèmes et inversement du nombre de pixels classés dans un thème mais appartenant à d'autres thèmes. Sur chacun de ces tableaux, les pourcentages en ligne et les pourcentages en colonne donnent ainsi une estimation de la précision avec laquelle on a retrouvé un thème et du taux de précision du classement par le pourcentage de pixels "purs" fourni par un traitement. Les pourcentages en ligne et en colonne sont aussi normalisées par rapport au total général des pixels.
- on a également procédé à une autre normalisation, en faisant figurer en ligne les pourcentages d'occupation du sol que l'on aurait dû trouver et en ramenant le nombre de pixels à ces pourcentages. Le total de chaque colonne fournit ainsi une indication de la précision statistique globale que l'on peut comparer au chiffre que l'on aurait dû trouver. C'est sur cette base qu'ont été établis les tableaux de comparaison des résultats de traitements pour les thèmes "forêt" et "SAU".

CARTE D'OCCUPATION DU SOL

DEPARTEMENT DE L'INDRE ET LOIRE

Établie par l'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL
à la demande de l'État de Loire
de l'OPÉRATION PILOTE INTERMINISTÉRIELLE DE TÉLÉDETECTION
appuyée pour le compte
de la DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE



échelle : 1/50 000

- | | |
|---|--|
| MILIEU URBAIN | MILIEU AGRICOLE |
| ■ urban dense | ■ riz |
| ■ urban profession | ■ céréales |
| ■ résidentiel | ■ vignes |
| | ■ vergers |
| MILIEU NATUREL | ■ forêts feuillues |
| ■ eau | ■ prairies |
| ■ forêts à dominante feuillue | ■ autres espaces |
| ■ forêts à dominante résineuse | |

© 1988 IGN

Cartographie numérique établie après traitement informatique
des images reçues et transmises par le satellite LANDSAT
(orbite 214 027 des 13 mai et 16 septembre 1978)



L'image reproduite au verso est la reproduction d'un des résultats obtenu par l'opération pilote interministérielle de télédétection au cours de ses 4 ans d'activité.

Créée en 1976 par 5 des principales administrations responsables de la gestion des ressources naturelles, et de l'aménagement et de l'équipement du territoire, l'OPIT a défini, lancé et conduit au cours de cette période un programme important d'expérimentations concrètes d'évaluation des techniques de la télédétection qui a constitué un élément essentiel pour le développement des applications utiles de la télédétection au service des utilisateurs.

Les résultats de ces opérations ont été publiés dans de nombreux rapports techniques et vulgarisés dans les « Cahiers de l'OPIT » revue des utilisateurs de la télédétection d'où ces images sont souvent extraites.

OPIT

opération
pilote
interministérielle
de télédétection

CARTE D'OCCUPATION DU SOL DEPARTEMENT DE L'INDRE-ET-LOIRE

Réduction de la carte au 1/100 000^e

Si les Directions Départementales de l'Agriculture (DDA) font réaliser une enquête annuelle sur l'utilisation du territoire, les cartes d'occupation des sols de ce type, en douze postes de nomenclatures, sont pratiquement inexistantes au niveau départemental.

Lorsqu'elles sont réalisées ponctuellement à l'occasion par exemple de monographies départementales, elles deviennent obsolètes quelques années plus tard. La nécessité de cette cartographie de l'occupation du sol et de sa périodique mise à jour se fait de plus en plus ressentir aux niveaux locaux et régionaux. C'est pourquoi, à la demande de la DDA de l'Indre-et-Loire avec laquelle l'OPIT travaillait depuis 1977 cette tâche a été entreprise en octobre 1979. Elle venait en complément d'une autre interrogation, commune à la DDA et à la Chambre d'Agriculture, concernant les superficies cultivées en maïs en 1979 sur l'Indre-et-Loire.

Les résultats définitifs de cette opération se présentent de deux façons :

- une carte au 1/100 000^e, représentant uniquement le département et l'occupation du sol en douze postes : rouge foncé : urbain dense; rouge moyen : urbain pavillonnaire; jaune pâle : chantiers; bleu : eau; vert foncé : bois à dominante feuillus; marron : bois à dominante résineux; orange : maïs; jaune : autres céréales; violet : vignes; ocre foncé : vergers; ocre pâle : landes et friches; vert pâle : prés, prairies; gris pâle : non classé. Les principales routes et villes ont été surajoutées.
- une statistique globale, par poste, pour l'ensemble du département ; et une statistique par commune de l'occupation du sol.

En effet, outre le résultat thématique à proprement parler cette opération a conduit à un résultat méthodologique de première importance car, pour la première fois, on a raccordé aux enregistrements Landsat les banques de données de limites départementales et de limites communales ; ce raccord a nécessité tout d'abord la correction géométrique des deux images traitées (mai et septembre 1979) et leur superposition au référentiel Lambert II ; il a permis d'extraire des images les seuls points du département à traiter, puis de restituer les résultats avec la limite du département, enfin de sortir les statistiques commune par commune de façon automatique.

La méthode de traitement multitemporel repose sur une classification supervisée interactive (hypercubes) effectué par l'OPIT en collaboration avec l'IGN (système TRIAS) grâce à des parcelles d'initialisation levées par la DDA, la Chambre d'Agriculture et l'OPIT. L'évaluation du produit repose sur d'autres parcelles, levées par les mêmes. Globalement, on a trouvé 62 000 ha de maïs contre 67 000 obtenus par les services classiques. La superficie agricole utile (SAU) est approchée avec une sous-estimation globale d'environ 15 à 20 % selon les secteurs géographiques du département, tandis que la forêt est surestimée de 5 à 8 %.

Le travail a été effectué en quatre mois (non compris les délais d'impression de la carte) et a coûté environ 220 000 F, comprenant de nombreux tests de méthodes. En routine, il faudrait tabler sur 50 à 100 000, le coût devant s'abaisser si les temps de corrections géométriques et de calcul diminuent comme l'IGN l'annonce.

Les responsables départementaux de l'Agriculture estiment qu'une telle carte leur est utile et qu'elle devrait être mise à jour tous les 4 ou 5 ans.

INCENDIES DE FORÊTS 1979



Echelle 1:150 000



OPIT

Opérations régionales de la Direction et de la Direction de
Coopération Pluri-Administrative de Télédiffusion
Service Régional d'Aménagement Forestier Provence Alpes Côte d'Azur
Région Provence Alpes Côte d'Azur
© IGN 1979



IGN Département de Télé-Information
© IGN OPIT

L'image reproduite au verso est la reproduction d'un des résultats obtenu par l'opération pilote inter-ministérielle de télédétection au cours de ses 4 ans d'activité.

Créée en 1976 par 5 des principales administrations responsables de la gestion des ressources naturelles, et de l'aménagement et de l'équipement du territoire, l'OPIT a défini, lancé et conduit au cours de cette période un programme important d'expérimentations concrètes d'évaluation des techniques de la télédétection qui a constitué un élément essentiel pour le développement des applications utiles de la télédétection au service des utilisateurs.

Les résultats de ces opérations ont été publiés dans de nombreux rapports techniques et vulgarisés dans les « Cahiers de l'OPIT » revue des utilisateurs de la télédétection d'où ces images sont souvent extraites.

OPIT

opération
pilote
interministérielle
de télédétection

INCENDIES DE FORETS 1979 VAR/BOUCHES-DU-RHONE

Réduction de la carte au 1/150 000^e

On connaît la gravité du problème des feux en région méditerranéenne. Or les moyens classiques d'investigation ne parviennent guère à fournir de façon homogène à l'échelle régionale des renseignements à la fois suffisamment rapides et précis sur la localisation exacte des zones réellement incendiées et sur leur superficie. C'est pourquoi l'OPIT s'est vue demander d'apporter une solution à cette question en utilisant les données du satellite Landsat. Sa première réalisation remonte à 1977 sur l'ensemble du secteur méditerranéen de la France continentale, puis en 1978 en Corse et enfin en 1979 pour les départements du Var et des Bouches-du-Rhône, et ceci en étroite liaison avec les principaux utilisateurs concernés, à savoir : le dispositif « Prométhée » qui traite les informations provenant de cinq services différents (Inspections départementales des Services d'incendie et de secours, Direction Départementale de l'Agriculture - DDA -, Météo, Gendarmerie, base des avions Canadair) ; le Comité Scientifique et Technique pour le développement des moyens de prévention et de lutte contre les feux de forêts, qui regroupe la Sécurité Civile, les sapeurs-pompiers, la météo, l'Inventaire Forestier National... ; la division Protection des forêts contre l'incendie - PFCI - du Centre technique du Génie Rural des Eaux et Forêts - CTGREF - d'Aix-en-Provence ; ainsi que le Service Régional d'Aménagement Forestier de Provence-Côte d'Azur (SRAF) qui a participé au financement de l'opération 1979.

Le fond de la carte obtenue est constitué d'une composition colorée d'une image Landsat de septembre 1976 sur laquelle ont été plaqués en brun foncé les feux de l'année 1979 obtenus par traitement numérique des données Landsat de septembre 1979 réalisées par l'OPIT et l'IGN sur le système TRIAS.

La végétation active apparaît sous différents rouges : les feuillus (chataigniers, chênes blancs...) en vermillon ainsi que les ripisylves, les résineux (pins d'alep, pins maritimes...) en rouge sombre. Le domaine agricole figure en jaune/orange à l'exception des secteurs irrigués, en rouge ; villes et espaces minéralisés ressortent en blanc plus ou moins bleuté, les agglomérations denses en bleu, l'ombre portée des quelques nuages en noir, l'eau en bleu foncé et les marais salants en bleu plus clair.

La méthodologie utilisée pour localiser et estimer les superficies brûlées repose sur un seuillage de la deuxième composante principale. La visualisation a été réalisée sur système SEMIO à l'IGN.

Les résultats se présentent sous deux formes différentes :

- cette carte qui permet de localiser les superficies brûlées,
- des tableaux statistiques donnant l'estimation des superficies brûlées.

Les feux inférieurs à 3 ou 4 ha ne sont en général pas visibles sur les images Landsat, qui, par ailleurs, ne permettent de discerner que les incendies de moins d'un an. Seules les surfaces réellement détruites sont mesurées et contourées. On ne s'étonnera donc pas que les statistiques « Landsat » diffèrent des statistiques classiques en donnant des chiffres moins élevés.

L'image Landsat traitée (210-30 du 29/09/79) a été disponible mi-octobre et traitée courant novembre ; les statistiques des feux ainsi qu'une carte provisoire en noir et blanc ont été diffusées début décembre.

Le coût de l'opération, incluant des corrections géométriques, la carte en couleur et le travail de spécialistes en télédétection, se monte à 51 000 F H.T. pour deux départements.

Réf. : Télédétection des incendies de forêts en région méditerranéenne
par A. Husson in « Les Cahiers de l'OPIT » - n° 3 - 3^e trimestre 80. pp. 17 à 22.

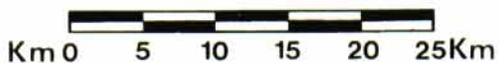
1°E

1°30

HAUTE - VIENNE

TELEDETECTION DE L'OCCUPATION DES TERRES

Scene Landsat I du 30-04-1976



46°
20

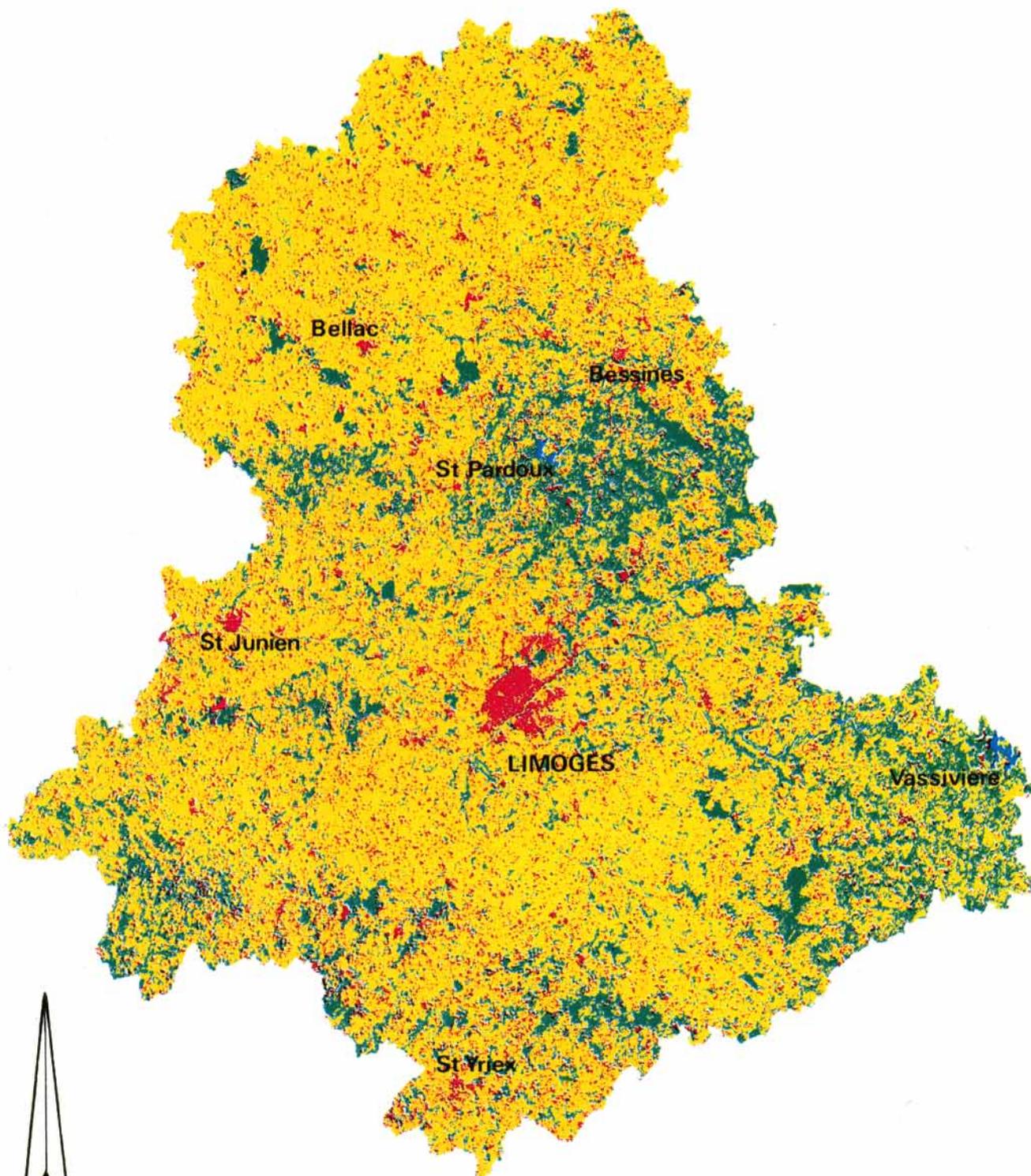
46°
20

46°

46°

45°
40

45°
40



- | | | | |
|---|--------------------|---|------------------------------|
|  | Surfaces en forêts |  | Urbain et surfaces minérales |
|  | Surfaces en eau |  | Surface agricole utile |

OPIT - CESR

1°E

1°30

L'image reproduite au verso est la reproduction d'un des résultats obtenus par l'opération pilote interministérielle de télédétection au cours de ses 4 ans d'activité.

Créée en 1976 par 5 des principales administrations responsables de la gestion des ressources naturelles, et de l'aménagement et de l'équipement du territoire, l'OPIT a défini, lancé et conduit au cours de cette période un programme important d'expérimentations concrètes d'évaluation des techniques de la télédétection qui a constitué un élément essentiel pour le développement des applications utiles de la télédétection au service des utilisateurs.

Les résultats de ces opérations ont été publiés dans de nombreux rapports techniques et vulgarisés dans les « Cahiers de l'OPIT » revue des utilisateurs de la télédétection d'où ces images sont souvent extraites.

OPIT

opération
pilote
interministérielle
de télédétection

TELEDETECTION DE L'OCCUPATION DES TERRES DE LA HAUTE-VIENNE

Réduction de la carte au 1/250 000^e

Les Directions Départementales de l'Agriculture (DDA), ont besoin de connaître l'utilisation du territoire et son évolution dans le temps et dans l'espace. Elles font réaliser pour cela par les services statistiques départementaux des enquêtes périodiques. Mais celles-ci ne donnent pas d'informations localisées alors que certaines décisions ne peuvent bien s'appuyer que sur une information bien localisée.

Dans le cas de la Haute-Vienne par exemple il s'agissait de déterminer les zones du département correspondant à des utilisations du territoire bien contrastées. Parmi les éléments entrant dans ce classement jouaient les points suivants : importance de la surface occupée par les forêts, en concurrence avec les surfaces agricoles, et équilibre feuillus-résineux ; importance des surfaces en eau et du bâti ; superficie agricole utile et part des prairies. La télédétection était-elle susceptible d'apporter au DDA des éléments utiles à ses décisions ?

Dans le cadre de sa mission d'évaluation de la télédétection l'OPIT a demandé au CESR de réaliser une carte par traitement de données Landsat acquises en Avril 1976. Une contrainte était imposée au départ : raisonner à l'intérieur des limites administratives.

Le traitement met en évidence les quatre postes les plus importants : eau en bleu, forêt en vert, urbain et minéralisé en rouges, surface agricole utile (SAU) en jaune. Des traitements complémentaires réalisés par l'OPIT sur des zones particulières (Plan d'aménagement rural - PAR - et Périmètre d'action forestière - PAF - du département) ont dégagé feuillus, résineux et prairies.

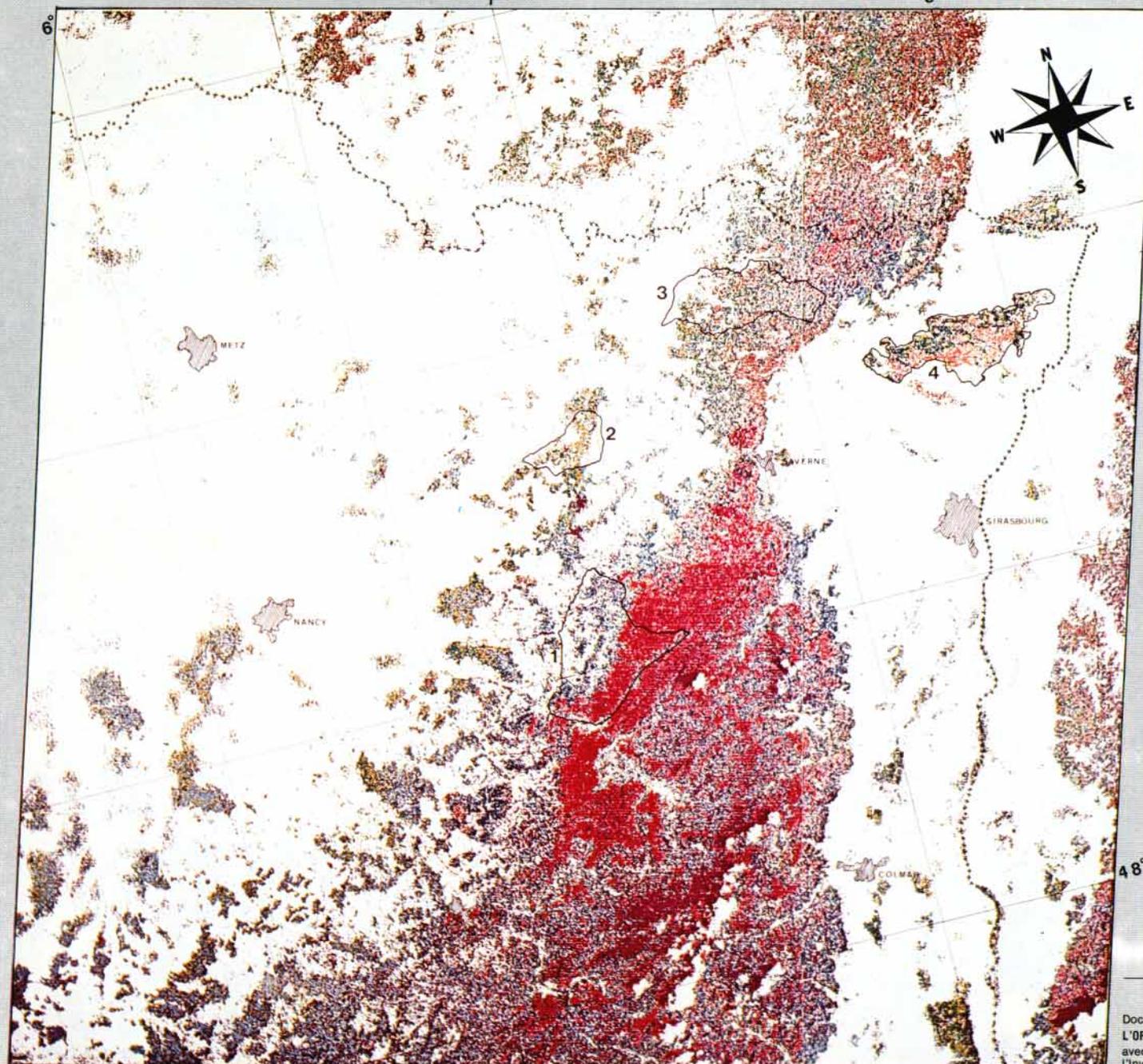
Après introduction des limites départementales grâce à un réseau d'amers et divers tests de traitements, la méthode retenue a été un algorithme « par bornes ». Le résultat global « forêt » approche celui de la DDA à 1,6 % près (par excès), il comprend les taillis et les jeunes plantations. L'eau est assez mal identifiée pour des raisons de dates essentiellement ; le poste « urbain et minéralisé » comprend, outre les villes et les terrains altérés artificiellement (carrières, mines), les terres labourées au 30 avril ; la SAU comprend les prairies mais agglomère également des landes et des jeunes plantations, postes difficiles à séparer.

L'interprétation de la carte au 1/250 000 a permis la mise en évidence par les responsables du département de quatre grands secteurs selon l'importance de la SAU et des forêts. Ce nouveau découpage fondé sur les contrastes du paysage limousin a permis d'aider à la délimitation des zones dites de « piedmont », contigues aux zones de montagne et en faveur desquelles une politique de soutien des activités agricoles avait été décidée. Le coût d'une telle opération n'a pas été évalué compte tenu de son caractère très expérimental.

Réf. Cahiers OPIT n° 1 - p. 5 à 18.

Cartographie des Essences Forestières de la région Vosges-Alsace.

Centre de Télédétection et Analyse des Milieux Naturels - Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris - Sophia Antipolis - 06560 - Valbonne



Carte réalisée à l'aide des données
 LANDSAT 2-EARTHNET-211-26
 13 août 1976.
 Centre de l'image : N 48.74 - E 7.03
 Soleil : EL 717 mrad - AZ 2123 mrad

1	1 - Q1 : Chêne très chlorophyllien (Fénétrange - Bitche)
2	2 - Q2 : Chêne (Fénétrange - Bitche)
3	3 - Q3 : Chêne (Haguenau)
4	4 - H1 : Hêtre peu chlorophyllien (Bitche - Badonviller)
5	5 - H2 : Hêtre très chlorophyllien (Badonviller)
6	6 - H3 : Mélange de hêtres et de chênes (Fénétrange)
7	7 - H4 : Hêtre (Badonviller)
8	8 - P1 : Pin sylvestre (Bitche)
9	9 - P2 : Mélange de pins sylvestres et de feuillus (Bitche)
10	10 - P3 : Pin sylvestre (Haguenau)
11	11 - S1 : Mélange de sapins et de feuillus (Badonviller)
12	12 - S2 : Sapin dense (Badonviller)
13	13 - S3 : Sapin (Badonviller)
14	14 - Rejet : Ombre des nuages, lacs et une partie du Rhin

La partie blanche de la carte correspond à tout ce qui a pu être identifié comme n'appartenant pas à la classe forêt.

Cette carte présente les résultats d'une classification multi-spectrale des données LANDSAT, obtenue par une méthode supervisée à pré-assistance géographique et co-assistance spectrale. Basée sur la connaissance préalable des essences forestières sur des parcelles-test de l'Inventaire Forestier National, la classification a été menée selon une règle d'affectation au maximum de vraisemblance.

L'apprentissage a été conduit sur quatre massifs forestiers choisis pour leurs conditions typiques au niveau des essences et du milieu.

1 - MASSIF FORESTIER DE BADONVILLER :

Ce massif s'étend d'est en ouest sur le grès vosgien, l'aurole calcaire des collines sous-vosgiennes et le plateau lorrain. Sur les hauteurs, la forêt domaniale est consacrée à la sapinière avec un mélange de pin sylvestre selon l'exposition des versants. Sur les collines de bordure le hêtre domine, tandis que le plateau lorrain est occupé par des massifs en mélange de chênes et de hêtres ou domine la chênaie.

Gérée par l'ONF de Lunéville (Meurthe-et-Moselle), elle dépend de la direction régionale de Lorraine.

2 - FORÊT DOMANIALE DE FÉNETRANGE :

Occupant le plateau lorrain, elle s'étend sur le trias à horizons argileux. Le peuplement est à dominante de chênes, le hêtre apparaissant en certains endroits où le sol est mieux drainé. Quelques enrêlements récents se remarquent en parcelles de petite taille.

Gérée par l'ONF de Sarrebourg, elle dépend de la direction régionale de Lorraine.

3 - MASSIF FORESTIER DE BITCHE :

Il est essentiellement constitué des forêts domaniales de Mouterhouse et de Hanau. S'étendant sur le grès vosgien, on y trouve en peuplements mélangés du chêne, du pin sylvestre et d'autres résineux (pin Douglas).

Gérée par l'ONF de Bitche, il dépend de la direction régionale de Lorraine.

4 - FORÊT DE HAGUENAU :

Elle est occupée par des peuplements de pin sylvestre et de chêne s'étendant dans la plaine alsacienne sur sol gréseux d'alluvions anciennes avec quelques placages de lauz.

Propriété indivise de l'état et de la commune de Haguenau, elle est gérée par l'ONF de Haguenau et dépend de la direction régionale d'Alsace.

Document réalisé pour :
L'OPÉRATION PILOTE INTERMINISTÉRIELLE DE TÉLÉDETECTION
 avec la collaboration des services de
 l'Inventaire Forestier National.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE - 105 RUE DE LA HARPE - 75001 PARIS - Tél. 01 42 33 30 30

Echelle : 1/500.000

0 5 10 15 20 25 km

L'image reproduite au verso est la reproduction d'un des résultats obtenu par l'opération pilote interministérielle de télédétection au cours de ses 4 ans d'activité.

Créée en 1976 par 5 des principales administrations responsables de la gestion des ressources naturelles, et de l'aménagement et de l'équipement du territoire, l'OPIT a défini, lancé et conduit au cours de cette période un programme important d'expérimentations concrètes d'évaluation des techniques de la télédétection qui a constitué un élément essentiel pour le développement des applications utiles de la télédétection au service des utilisateurs.

Les résultats de ces opérations ont été publiés dans de nombreux rapports techniques et vulgarisés dans les « Cahiers de l'OPIT » revue des utilisateurs de la télédétection d'où ces images sont souvent extraites.

OPIT

opération
pilote
interministérielle
de télédétection

CARTOGRAPHIE DES ESSENCES FORESTIERES DE LA REGION VOSGES-ALSACE

Réduction de la carte au 1/500 000^e

En matière de gestion des forêts, le premier besoin est celui de localiser et d'évaluer la surface des massifs forestiers, puis, à l'intérieur de ceux-ci, de distinguer les types de peuplement, les classes d'âge, les essences... Une bonne représentation cartographique des forêts ainsi qu'une mise à jour régulière satisfont les gestionnaires de la forêt française. Pour la télédétection, le premier travail peut donc consister à séparer ce qui est forêt de ce qui ne l'est pas ; puis on cherche à distinguer les feuillus des résineux, enfin on s'attaque à une recherche plus fine : essences, types de peuplement, etc...

Dans le cadre de sa mission d'évaluation de la télédétection, l'OPIT a proposé à l'Inventaire National Forestier de faire réaliser par le CTAMN de l'Ecole des Mines des expériences sur de vastes massifs forestiers. L'on espérait à ce stade distinguer les différentes essences composant ces massifs.

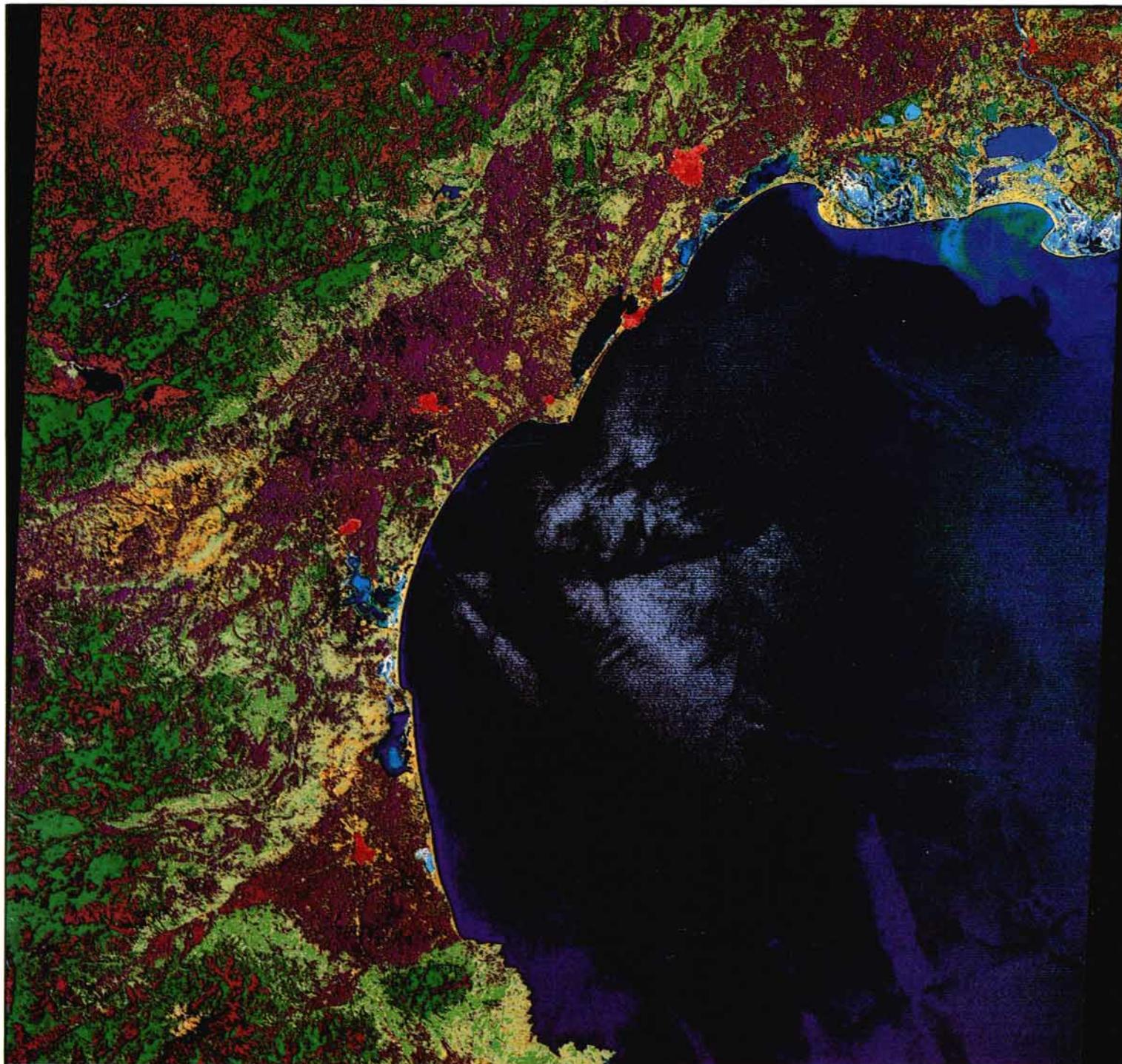
Des données Landsat ont été acquises à cinq reprises entre août 1975 et août 1976. Chaque date apporte sa contribution à la connaissance de la forêt. Le début du printemps permet de séparer nettement les massifs forestiers du reste, la fin du printemps de faire la distinction entre feuillus, le début de l'automne pour les conifères.

Le CTAMN-Sophia Antipolis a réalisé cette carte où ne figurent que les forêts par opposition au reste laissé en blanc.

La distinction forêt-non forêt s'effectue par télédétection avec de très bons résultats : il y a 95 % de chance qu'une parcelle forestière soit effectivement classée forêt par le traitement ; les superficies globales « feuillus » et « résineux » approchent les résultats connus de l'ONF avec moins de 5 % d'erreur ; les limites de massifs trouvées par télédétection se confondent aux limites de la cartographie classique lorsque l'opposition entre les catégories de territoire est nette. Clairières, coupes, feux de plus de 5 à 6 ha ne sont pas classés en forêt.

En revanche, les traitements réalisés (supervisés gaussiens) contrairement à ce que l'on pensait a priori ne mettent pas en évidence les diverses essences présentes (confusion chêne-hêtre par exemple). Cependant, les évaluations réalisées par l'IFN et l'OPIT montrent que l'on retrouve les gaulis-perchis à 69 %, les futaies adultes à 62 %, les futaies claires à 79 %, les épicéas à 73 %. Les données satellites, même avec la résolution grossière actuelle, mettent donc en évidence une succession de structures forestières, indépendamment des espèces : ce résultat confirme l'utilité d'une démarche expérimentale concrète comme celle qu'a imaginé l'OPIT dans l'intérêt des utilisateurs.

Réf. Cahiers OPIT n° 3 - p.4 à 13.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 29
- 30
- 31

**littoral
du languedoc-roussillon
enregistrement
du satellite landsat II**

image catégorisée
et corrigée géométriquement
par traitement digital

date 6 juillet 1975
scène 212-30
centre de l'image . 43°04'N ; 3°225'E
soleil el 58° ; az 119°

- Légendes :**
- 25 terres labourables, pâturages et landes.
 - 28 vignes et vergers.
 - 13 forêts de feuillus.
 - 15 forêts de résineux ou de feuillus semper virens.
 - 14 forêts mixtes.
 - 16 maquis, garrigues.
 - 23 sables et graviers.
 - 22 terrains nus.
 - 2 marais salants (en eau)
 - 9 zones humides 1
 - 10 zones humides 2
 - 12 marais salants (asséchés)
 - 20 urbain 1 : peu dense.
 - 18 urbain 2 : moyennement dense.
 - 17 urbain 3 : très dense.
 - 19 urbain 4 : autres.
 - 8 eau douce 1
 - 7 eau du Rhône et assimilée
 - 6 eau douce 2
 - 10 eau de mer 1
 - 11 eau de mer 2
 - 5 eau de mer 3
 - 4 eau saumâtre
 - noir non catégorisée.

Réalisé pour l'opération
pilote interministérielle
de télédétection
par la société française d'études et
de recherches
économiques et statistiques.

L'image reproduite au verso est la reproduction d'un des résultats obtenu par l'opération pilote interministérielle de télédétection au cours de ses 4 ans d'activité.

Créée en 1976 par 5 des principales administrations responsables de la gestion des ressources naturelles, et de l'aménagement et de l'équipement du territoire, l'OPiT a défini, lancé et conduit au cours de cette période un programme important d'expérimentations concrètes d'évaluation des techniques de la télédétection qui a constitué un élément essentiel pour le développement des applications utiles de la télédétection au service des utilisateurs.

Les résultats de ces opérations ont été publiés dans de nombreux rapports techniques et vulgarisés dans les « Cahiers de l'OPiT » revue des utilisateurs de la télédétection d'où ces images sont souvent extraites.

OPiT

opération
pilote
interministérielle
de télédétection

LITTORAL DU LANGUEDOC-ROUSSILLON

Réduction de la carte au 1/250 000^e

Dans le cadre de sa mission d'évaluation des traitements de télédétection l'OPiT s'est également intéressée aux possibilités offertes par les systèmes disponibles à l'étranger.

Cette carte résulte d'une classification supervisée interactive réalisée par une station de traitement américaine à l'ERIM (système M DAS de Bendix) sur une image Landsat entière, orientée d'abord vers la détermination des zones humides puis vers les zonages biophysiques et la classification de l'occupation du sol.

24 catégories sont distinguées sur la carte : terres labourables, vignes et vergers, 3 catégories de forêts, les maquis et garrigues, les sables, les terrains nus, 2 sortes de zones humides, les marais salants, 4 catégories d'urbain selon la densité, 3 catégories d'eau douce, 3 catégories d'eau de mer, l'eau saumâtre. La forêt a été approchée à 10 % près, la superficie agricole utile (SAU) entre 8 et 25 % selon les zones.

L'expérience a montré que tout traitement supervisé sur une vaste portion de territoire, nécessite un zonage préalable et un choix d'échantillons représentatifs des diverses situations physiques. Elle a montré également les difficultés d'étude des thèmes "eau libre" (salinité, turbidité, chlorophylle,...) en raison de la nécessité de disposer de données-terrain simultanées au passage de satellite, ce qui est difficile à réaliser. Elle a enfin confirmé l'importance de faire exécuter les traitements par des spécialistes connaissant bien la réalité du terrain étudié plutôt que par des généralistes éloignés de cette réalité.

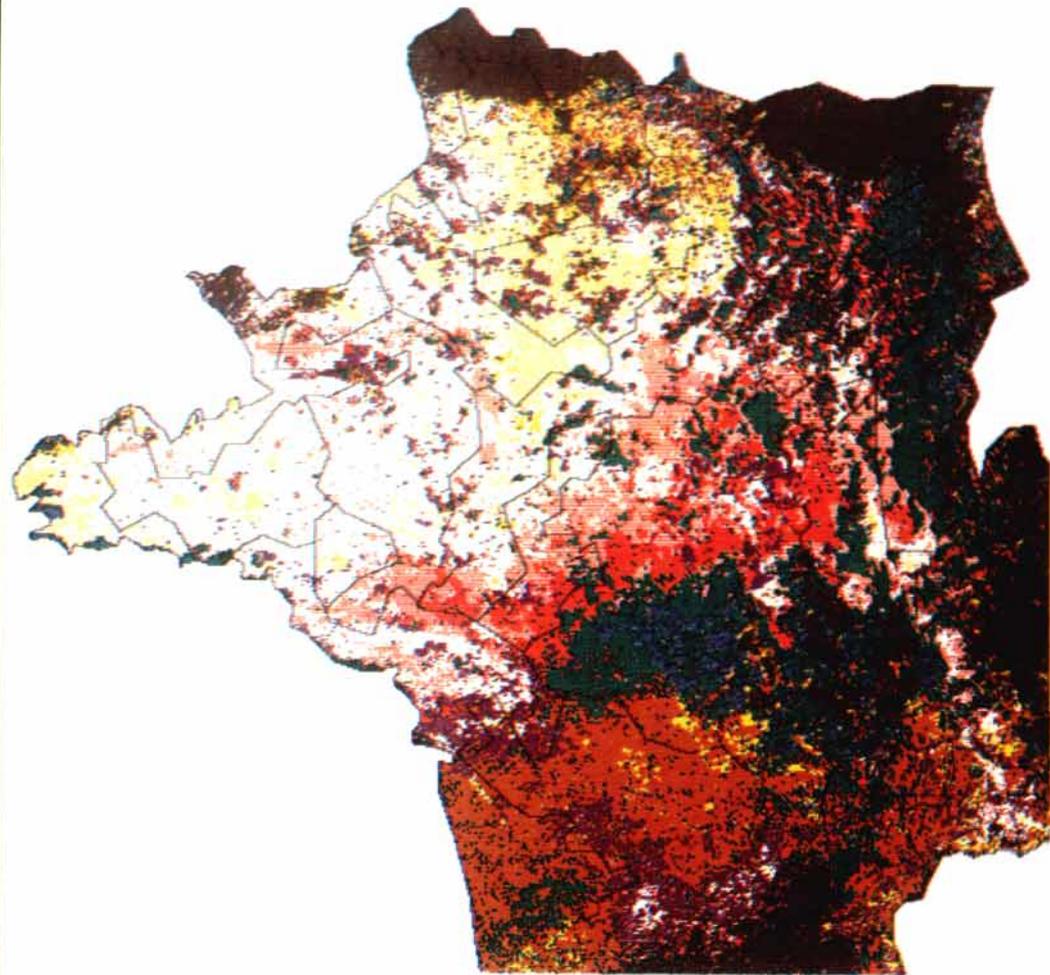
NOAA

OPIT-GLACHNO-NOAA-OSMAREKALITW
CARTOGRAPHIE PEG-LANGSATO
PASSAGE DU 201 6/76 A 9 H 0 TU
ECHELLE 1/100000



OPERATION PILOTE
INTERMINISTRIELLE DE
TELEDETECTION

017-78

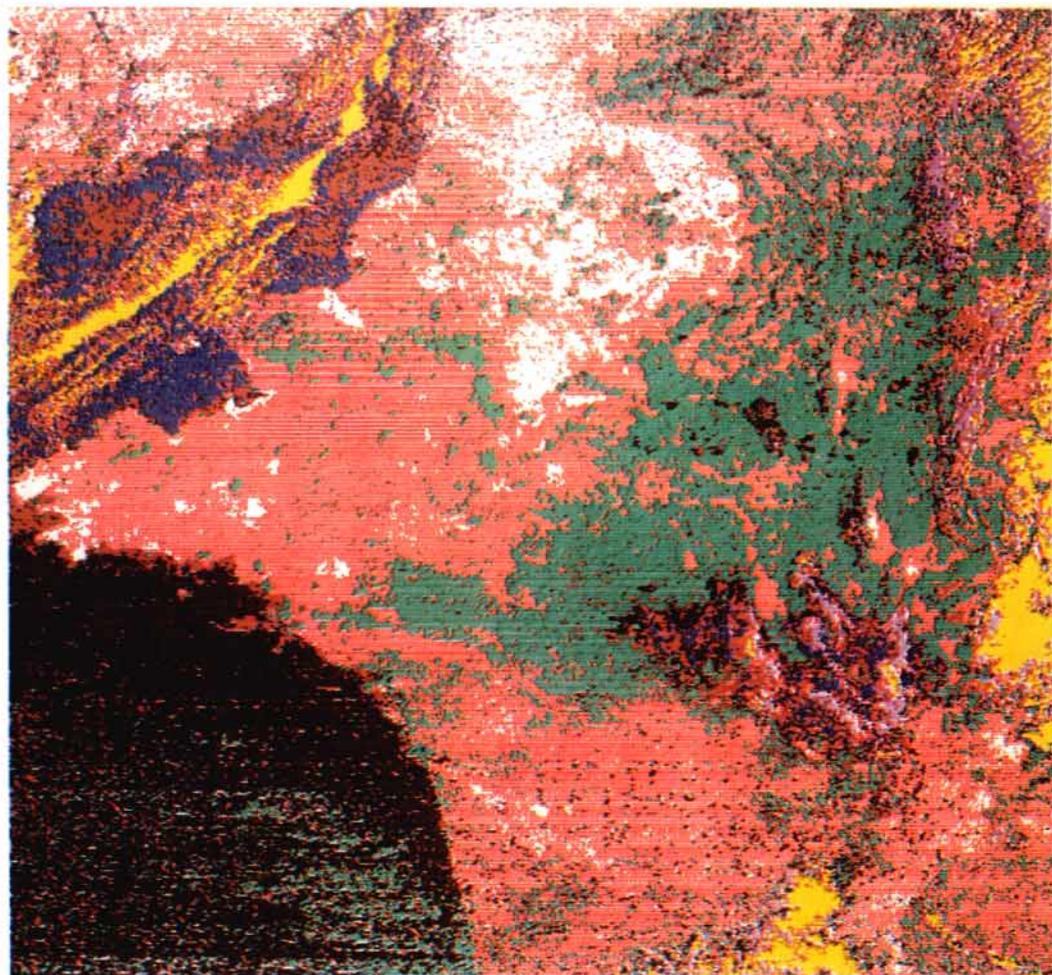


OPIT-NOAA 28 AVRIL 1976
CARTOGRAPHIE PEG-LANGSATO
PASSAGE DU 201 6/76 A 9 H 0 TU
ECHELLE 1/100000



OPERATION PILOTE
INTERMINISTRIELLE DE
TELEDETECTION

015-78



L'image reproduite au verso est la reproduction d'un des résultats obtenu par l'opération pilote interministérielle de télédétection au cours de ses 4 ans d'activité.

Créée en 1976 par 5 des principales administrations responsables de la gestion des ressources naturelles, et de l'aménagement et de l'équipement du territoire, l'OPIT a défini, lancé et conduit au cours de cette période un programme important d'expérimentations concrètes d'évaluation des techniques de la télédétection qui a constitué un élément essentiel pour le développement des applications utiles de la télédétection au service des utilisateurs.

Les résultats de ces opérations ont été publiés dans de nombreux rapports techniques et vulgarisés dans les « Cahiers de l'OPIT » revue des utilisateurs de la télédétection d'où ces images sont souvent extraites.

OPIT

opération
pilote
interministérielle
de télédétection

NOAA

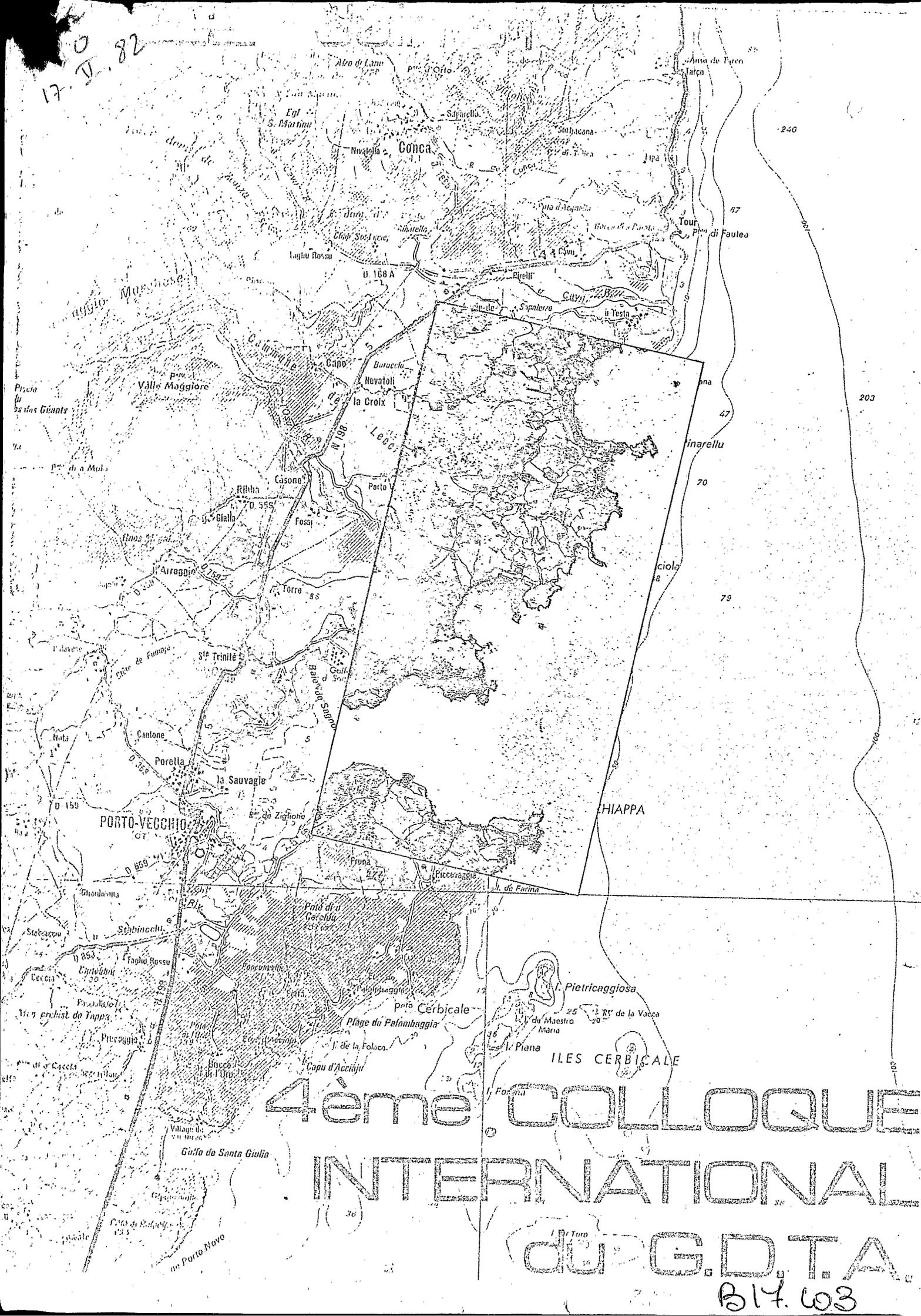
Les données multispectrales enregistrées par le satellite NOAA les 29-4-76 et 5-8-76, dans les canaux « visibles » (0, 6-0, 7 μ) et IR (10-12 μ) ont subi un traitement non supervisé au CTAMN-Sophia Antipolis.

A la date d'avril, on peut cartographier ainsi 8 classes, respectivement nuages et cimes neigeuses, massifs montagneux non enneigés, grandes plaines agricoles, espaces agricoles traditionnels, certaines parties du Massif Central, les massifs forestiers, les eaux de l'Atlantique et les eaux côtières.

Sur la cartographie d'août, 7 classes se dégagent = zones nuageuses, eaux de l'Atlantique et de la Manche, régions de montagne, massifs forestiers, paysages bocagers, espaces terrestres les plus réfléchifs et les plus chauds.

Le traitement diachronique, après élimination des secteurs océaniques, montre les paysages stables de montagne (Massif Central, Jura et Vosges), les zones de faible altitude et les massifs forestiers, les espaces bocagers, les espaces de transition entre bocages et plaines agricoles, le nord du Massif Central, les grandes plaines agricoles et les paysages secs et chauds.

17.0
V. 82



4ème COLLOQUE
INTERNATIONAL
du G.D.T.A.

B17.603