

ORSTOM

C T U A L I T E S

GENÈSE

RESEAU
DETECTION
SYSTEMES
D'INFORMATION
GRAPHIQUE
TECHNOLOGIES
DIGITALES
KAR
L'ENQUÊTEUR INFORMEL
MEY

N° 30

Septembre
Octobre
1990

INSTITUT
FRANÇAIS
DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
POUR LE
DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION



ORSTOM

A C T U A L I T É S



Structures thermiques
sur la façade maritime sénégal
mauritanienne

2

Les systèmes d'information
géographique
Méthodes informatiques de description
et de gestion de l'espace.



23

La formation dans le secteur informel
Une étude de cas à Niamey
Dans les pays en développement, une
partie importante de l'activité
économique est informelle.



7

Un laboratoire de biotechnologies
végétales à Dakar
Le 29 Juin 1990, l'ISRA et l'ORSTOM
ont procédé à la pose de la première
pierre de ce laboratoire.



29

Audiovisuel



11

Dossier central - Le réseau
télé-détection
Ce réseau est présenté à partir de 3 de
ses pôles : Nouméa, Dakar et Cayenne.

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B*20898 Ex: 1

à B*20904

Directeur de la publication :
Louis Perrois
Rédactrice en chef :
Catherine Leduc-Leballeur
Orstom : 213, rue La Fayette
75010 Paris
Tél. : 48 03 77 77
Fax DIST : 40 34 69 13
ISSN 0758 833 X
Commission paritaire
N° 1864 ADEP
Imprimerie : Offset Arcueil
Tél. : 46 64 01 02

UN OUTIL PLURIDISCIPLINAIRE

C'est l'une des plus anciennes vocations de l'Orstom que d'établir des inventaires. La « carte » en est un support privilégié par la localisation de signes et de codes même si la complexité égare parfois la lecture. Cependant, l'utilité de l'information et sa validité s'estompent parfois durant le long délai d'établissement de la cartographie d'inventaire. La nécessité d'organiser, de consulter et de représenter une abondante information localisée impulsa le développement des méthodes informatiques de description et de gestion de l'espace.

Les systèmes d'Information Géographique (SIG) ont d'abord répondu aux besoins d'une cartographie automatique que l'analyse, comme la communication, réclamaient sans délai. La commodité de l'outil ouvrit alors de nouvelles perspectives à la cartographie quantitative : la possibilité de représenter rapidement la répartition spatiale de valeurs numériques calculées ou observées, facilite la mise en évidence de structures insoupçonnées. Bien des chercheurs utilisent l'outil pour l'analyse de données. Désormais, la carte, dont seuls les géographes avaient su faire un outil complexe, devient accessible à chacun par les capacités combinatoires démultipliées qu'autorisent ces nouvelles techniques. Ainsi on représentera des axes factoriels, des classifications hiérarchisées, on rendra compte des lieux qui s'écartent d'un modèle établi, on établira de nouvelles expressions indicielles remplaçant les synthèses par superposition et le décideur y trouvera un guide précis à des interventions localisées.

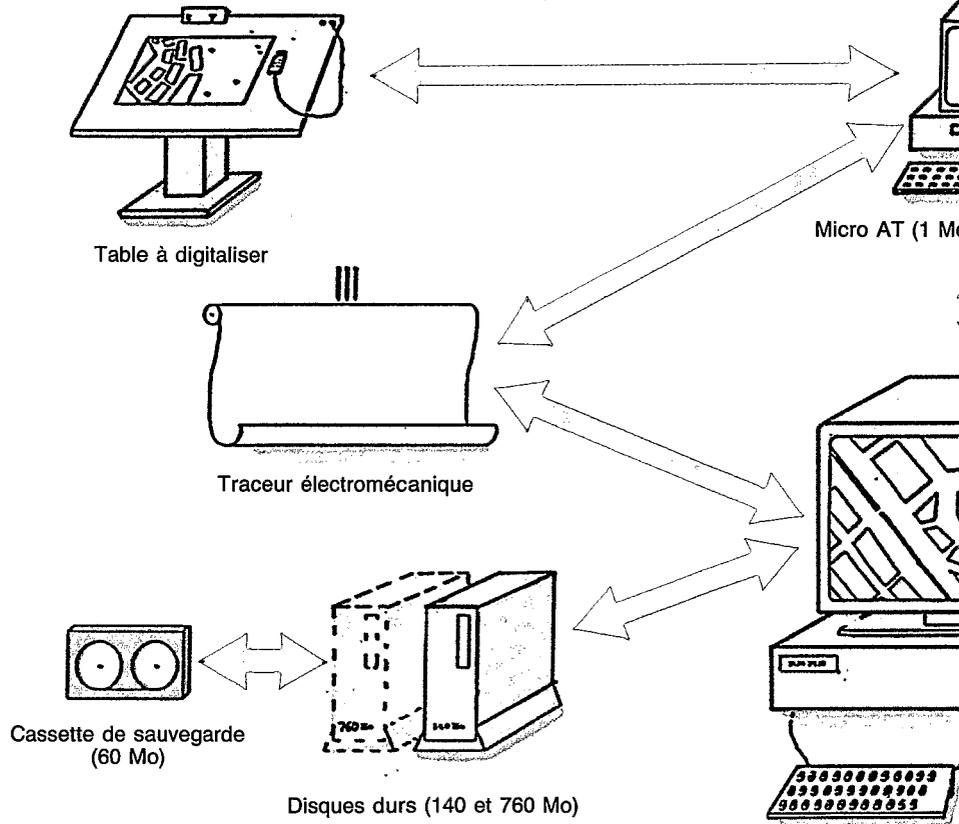
La masse croissante d'une information qui se diversifie devient difficile à gérer. Il a fallu attendre le perfectionnement des « Systèmes de Gestion de Base de Données » (SGBD) et du matériel informatique pour pouvoir embrasser dans un même Système d'Information Géographique toute information relative à un espace donné. L'accélération des cheminements entre divers niveaux d'une réalité complexe élargit les choix d'observation et ouvre des perspectives pluridisciplinaires. De nombreuses opérations arithmétique

LES SYSTEMES D'INFOR

ques ou logiques sont réalisables sur les attributs (« variables » ou « caractères ») de chaque unité spatiale, qui peut ainsi être immédiatement visualisée et analysée, quelle que soit l'échelle de travail.

De plus, un Système d'Information Géographique opère l'agrégation des objets spatiaux sur des critères de voisinage (lieux, réseaux) ou sur une même valeur d'attribut. L'échelle pertinente de chaque phénomène examiné peut ainsi être recherchée. Le démographe aura le choix d'unités spatiales où l'inertie des grands nombres rend possible une interprétation libérée du hasard, l'économiste choisira un pôle de développement, l'urbaniste déterminera ses lieux d'inter-

Enfin, la superposition offre de puissantes perspectives à l'observation. Plusieurs ensembles d'objets issus de géographies différentes (climat, pédologie, division administrative...) peuvent être superposés, permettant une partition plus fine qui regroupe l'ensemble des informations de départ. Ces nouvelles unités, plus précises qu'un classique carroyage, s'offrent alors à l'analyse des données. Grâce au Système d'Information Géographique, et avec les précautions d'usage, il devient possible de compléter un inventaire par une information précédemment négligée, mais que l'on trouve dans un autre dénombrement, indépendamment des découpages.



LA CONFIGURATION INFORMATIQUE

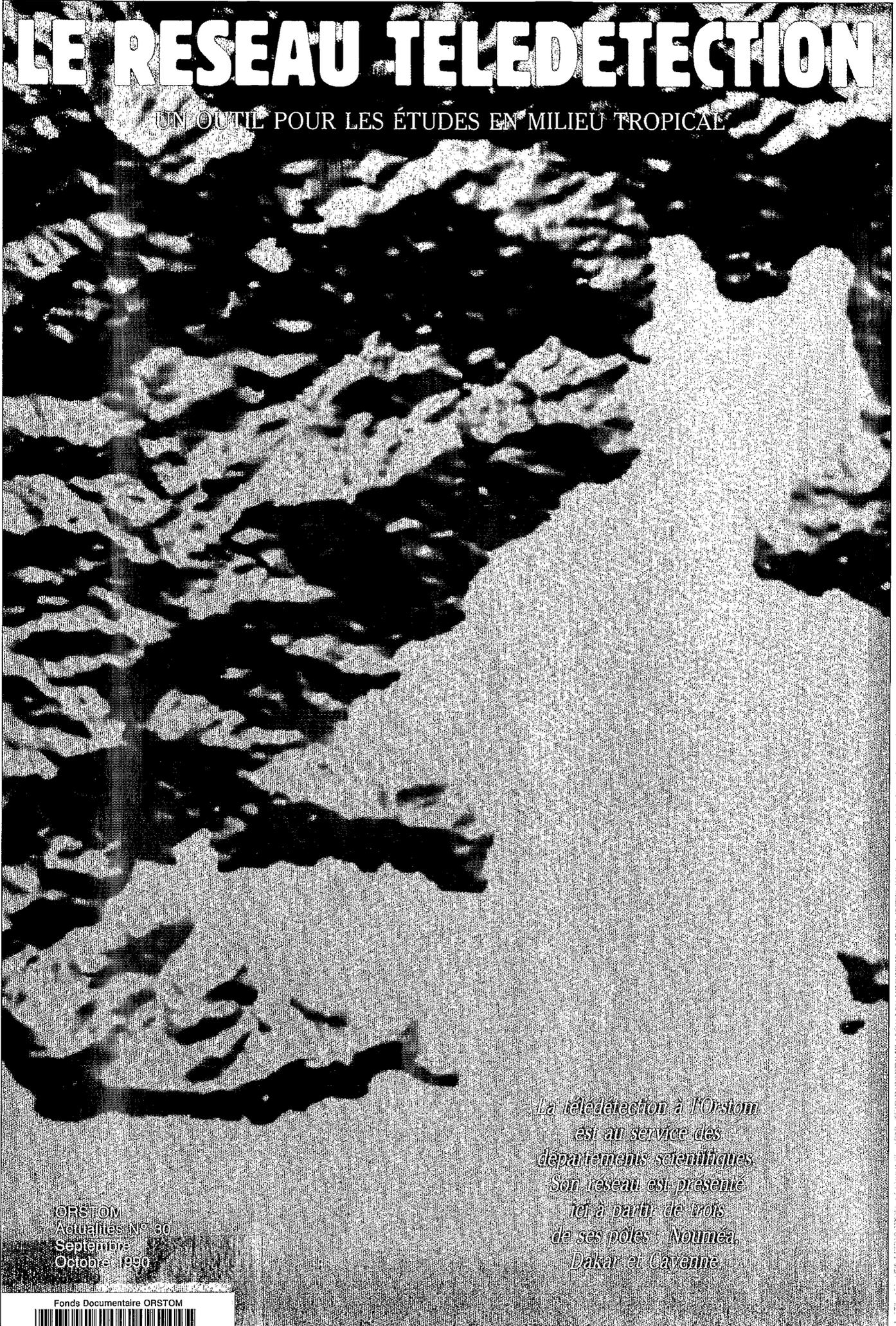
vention, de la parcelle au quartier, du quartier au réseau, selon ses interprétations. Les applications sont innombrables pour la recherche ou l'aménagement d'un territoire : l'influence d'un réseau, d'un projet sera immédiatement reconnue sur une économie ou une population dont on pourra évaluer les caractères. Si l'analyse l'exige, l'agrégation sera appliquée aux pixels d'une photo satellitaire selon un découpage lui-même sélectionné dans le système.

LE SYSTÈME "SAVANE"

Au milieu des années quatre-vingt, avant que de tels progiciels ne soient commercialisés, l'Orstom s'attacha au développement d'un Système d'Information Géographique. Il en résulta le système Savane, sur station de travail Sun, dont quelques applications sont ici présentées. Sa simplicité d'emploi et sa présentation fonctionnelle par menus déroulants en ont fait un outil des plus ergonomiques.

LE RESEAU TELEDETECTION

UN OUTIL POUR LES ÉTUDES EN MILIEU TROPICAL



*La télédétection à l'Orstom
est au service des
départements scientifiques.
Son réseau est présente
ici à partir de trois
de ses pôles : Nouméa,
Dakar et Cayenne.*

ORSTOM
Actualités N° 30
Septembre
Octobre 1990

Fonds Documentaire ORSTOM

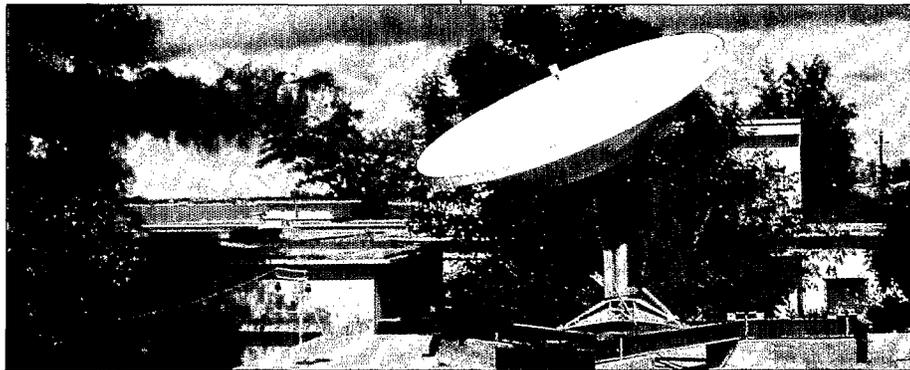


010020902

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : Bx20902 Ex : 1

La télédétection est organisée à l'Orstom sous la responsabilité d'un dispositif transversal aux départements scientifiques : la Mission Technique Télédétection (MTT) qui a développé des implantations de laboratoires de traitement d'image satellitaire suivant deux modes complémentaires.



Bâtiment UTIS avec la station de réception.

D'une part, l'implantation de laboratoires d'appui avec des équipements lourds et des moyens de restitution rapides et puissants :

- Unité de Dakar (UTIS) disposant d'une station de réception Météosat et d'un ensemble de moyens de traitement allant du micro à la station SUN (un système orienté image sera adjoint à l'ensemble en fin 90) ;

- Unité de Nouméa (LATICAL) rassemblant des moyens spécifiques de visualisation et de traçage et intégré dans un réseau de stations ;

- Atelier de télédétection de Guyane ;
- Station de la Réunion comportant un ensemble de traitement d'image et de traçage ainsi qu'une station de réception NOAA-AVHRR opérationnelle depuis mai 89 ;

- Un laboratoire d'appui et de service ayant vocation de former, de produire et d'appuyer les équipes de recherche (laboratoire en fin d'intégration actuellement à Paris (LASERT) ;

- En fin 90, un laboratoire sera implanté à Niamey à l'intérieur du Centre Agrhymet et comportera des moyens puissants de calcul et de traitement d'image. Ce laboratoire sera relié à la station de réception NOAA d'Agrhymet et permettra ainsi des collaborations fructueuses. La première activité de ce laboratoire consistera à effectuer les traitements nécessaires pour le projet Hapex.

D'autre part, la constitution d'un réseau de mini unités basé sur des micro-ordinateurs et capables de réaliser toutes les phases du traitement d'image jusqu'à la restitution :

- implantation dans le centre Orstom de Montpellier du laboratoire de référence et d'appui du réseau (l'implantation de

Montpellier s'intégrera dans un futur proche à la Maison de la Télédétection, du Languedoc-Roussillon) ;

- première implantation à Yaoundé (Cameroun) en commun avec nos partenaires camerounais.

L'activité des laboratoires-appui reste spécifique et régionale, et reflète très souvent les programmes mobilisateurs qui ont été à l'origine de leur construction :

- à Dakar, environnement marin et climatique mais aussi surveillance de l'environnement terrestre (feux de brousse, pluies, cartes de végétation) ;

- à Nouméa, récifs coralliens et maintenant cartes d'utilisation et de potentiel des sols ;

- à Cayenne, botanique, estuaire, environnement côtier et bientôt étude systématique de la forêt ;

- à la Réunion, environnement climatique marin. Un suivi de la saison cyclonique 89-90 a été réalisée pour la première fois (avec la météorologie nationale). Pour les images terrestres, la collaboration avec des instituts mauriciens et malgaches s'amorce et affirmera ainsi le rôle régional du laboratoire.

L'activité des unités de réseau micro est en général liée à une équipe scientifique et reste spécifique de sa première vocation :

- à Montpellier, appui et formation,

- à Yaoundé, pédologie et géologie.

Le double réseau d'Unités de Traitement d'Image complété par les laboratoires à vocation spécifique (Lannion, Bondy, Quito, etc.) constitue un dispositif de haute technologie pour le développement en partenariat de la zone tropicale sans équivalent dans le domaine.

Ce réseau est présenté ici à partir de 3 de ses pôles : Nouméa, Dakar et Cayenne. ■

Satellites for development in tropical zones: Orstom's remote-sensing networks

A complementary network of image processing units assisted by specialized laboratories in France and abroad enable Orstom to offer an unparalleled high-technology base for development partnerships in the tropical regions of the world.

Orstom's remote-sensing activities are managed by a coordinating office in Paris (Mission Technique Télédétection - MTT) which has adopted a dual approach to satellite data processing and management.

Support laboratories with powerful computational means are capable of rapidly processing relayed data. A complementary network of mini-processing units relying on micro-computing, but also capable of restituting remote-sensing data, completes the system.

Activities of micro-unit stations are generally subordinate to a scientific team and its primary orientations: professional training and support services in Montpellier (France); pedology and geology in Yaounde (Cameroun).

The activity of support laboratories

remains regional, often reflecting the original programme responsible for their creation: in Dakar (Senegal) UTIS, with a Météosat link-up focuses on marine climate changes and terrestrial surveillance (bush fires, level of rainfall, vegetation cartography, etc.); LATICAL, in Noumea (New Caledonia) was created to map coastal zones; inland soil potential and for general-purpose cartography; In Cayenne (French Guiana) the emphasis is on botanics, estuary and coastal mapping, and now, on the systematic study of Guiana's rain forest; in Reunion a NOAA-AVHRR link-up researches marine-climate environments, and terrestrial mapping in collaboration with institutes in the Malagasy Republic and Mauritius. A support center - LASERT - is nearing integration in Paris and by late 1990 another support laboratory will open in Niamey (Niger) for work on the HAPEX programme.

Orstom's remote-sensing networks are presented here through a description of three poles: Noumea, Dakar, and Cayenne.

LE LABORATOIRE DE TRAITEMENT D'IMAGES CALEDONIEN



Carte des pentes avec incrustation des courbes de niveau - Cliché : C. Lindor et M. Andry (CTRDP)

Depuis quelques années, la télédétection Orstom s'expatrie. Un des derniers laboratoires dédiés à ces techniques, le Latical de Nouméa, en est une preuve concrète. Loin de reproduire ou de concurrencer des implantations similaires en métropole, la télédétection outre-mer permet un fructueux essaimage de connaissances et de savoir-faire. Il peut toutefois paraître surprenant de disperser ainsi des moyens informatiques coûteux et des compétences parfois pointues ; la question suivante n'est donc pas dénuée de pertinence : pourquoi un laboratoire de télédétection à 18 000 km de la France métropolitaine ?

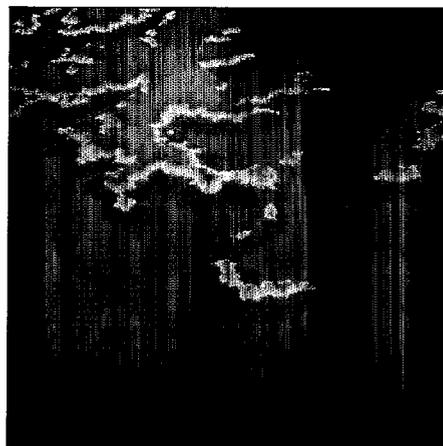
La télédétection, chacun le sait, est un puissant instrument d'aide à la recherche, à l'aménagement et la planification. Ce qui est moins connu, c'est la nécessité de regrouper géographiquement autant que possible le « télédéacteur », le thématicien » et le « terrain ». Avant l'obtention du produit final, un va-et-vient doit s'établir entre l'information issue du traitement des données satellitaires et les contrôles effectués sur site, couramment dénommés « vérité-terrain ». Ce schéma est souhaitable pour les études faisant appel aux satellites de haute résolution, tels que LANDSAT et SPOT. Ces considérations, liées à la volonté d'un certain rayonnement de la haute technologie française, ont conduit les Ministères de la Recherche et des Dom-Tom, le Territoire de Nouvelle-Calédonie et l'Orstom à conjuguer leurs efforts pour la création d'un laboratoire de télédétection à Nouméa.

Le Latical a été inauguré le 22 mars 1988.

LA VOCATION DU LICAL

Ce laboratoire de télédétection permet

le traitement informatique de toute donnée télédéteectée : images satellitaires, radiométrie aéroportée, photos aériennes... Les promoteurs du laboratoire ont souhaité mettre ces techniques au service des programmes de recherche de l'Orstom dans le Pacifique Sud mais également répondre à la demande des partenaires territoriaux et des pays voisins selon deux objectifs : la réalisation de projets et la formation à la télédétection.



Vue perspective avec seuillage altimétrique
Cliché : D. Lille

LES PRINCIPAUX PROJETS RÉALISÉS EN 1989 ET 1990

Projets Orstom

– Cartographie quantitative des mangroves du Sud-Ouest calédonien (mosaïque de 4 scènes SPOT). La cartographie des mangroves se poursuit par une étude des périmètres de contact de ces dernières avec les façades maritimes et terrestres, afin d'en extraire des observations relatives à la faune halieutique. La caractérisation taxonomique des palétuviers est également en cours.

– Cartographie des plages et fonds sédimentaires pour l'étude des bivalves.

– Étude thématique sur les récifs barrières Kue et Abore du lagon calédonien avec pour objectif l'inventaire des zones constituées de madrépores vivants selon une échelle de densité répondant à des critères bionomiques. La bathymétrie est modélisée à partir de l'atténuation du premier canal SPOT dans le but d'établir un index bathymétrique ; cet index doit permettre la détection de biotopes homologues, quelque soit la profondeur.

– Limites du lac de Yaté pour l'étude des variations volumétriques des eaux du barrage.

– Mise en forme d'images GMS (satellite géostationnaire).

– Production primaire marine, analyse des données CZCS - Coastal Zone Color Scanner.

Projet sur convention

La province Sud de Nouvelle-Calédonie a, en décembre 1989, signé une convention avec l'Orstom pour un projet intitulé : « Étude préliminaire par télédétection des surfaces aménageables sur les communes du Mont-Dore et de Yaté ».

Les documents cartographiques demandés se répartissent en :

– Carte de classification des pentes entre 0 et 40 %.

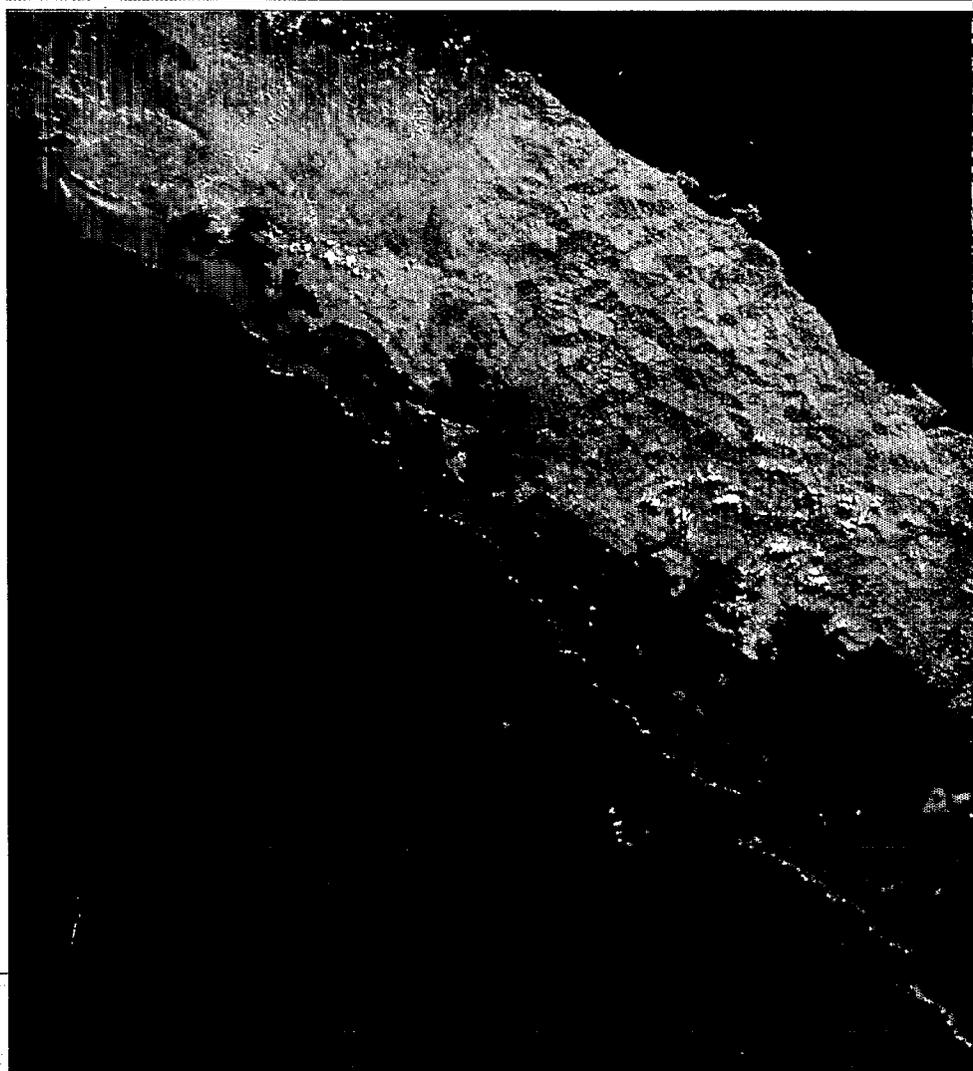
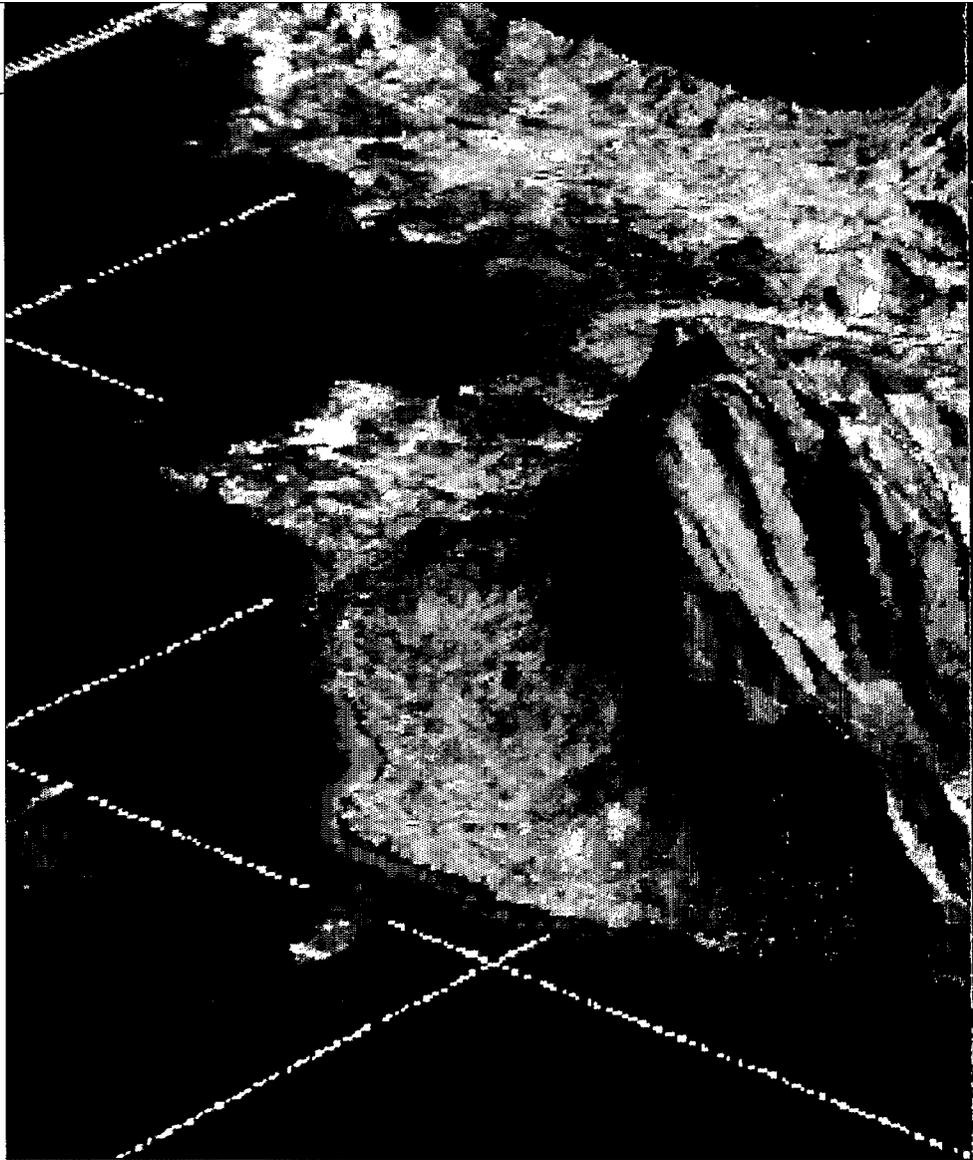
– Carte de végétation selon la typologie des terrains oxydiques du Sud calédonien.

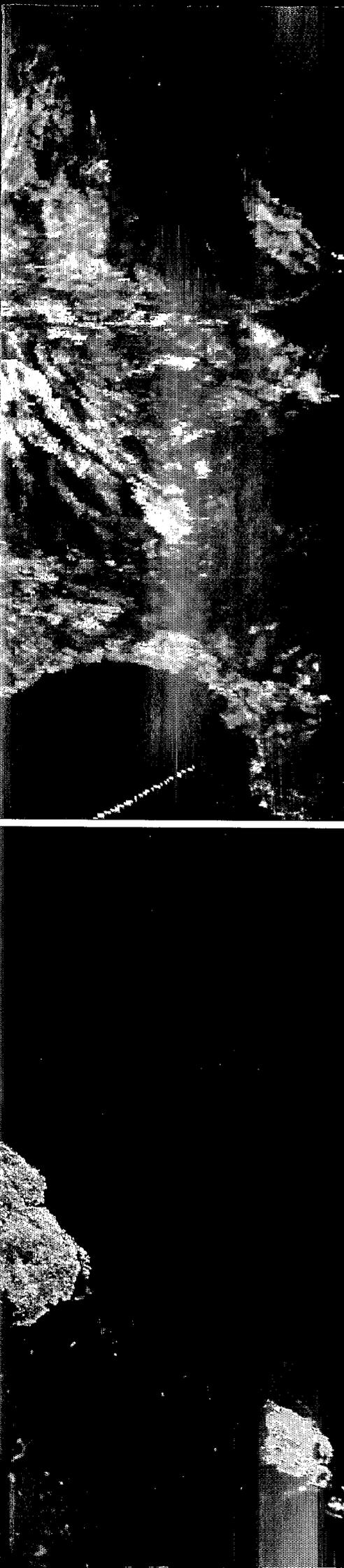
– Carte thématique avec classification croisée végétation x pente et indication des voies d'accès et cours d'eau important ainsi que des domaines réservés (Etat, Eaux et Forêts, périmètres de protection).

– Vues perspectives issues du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et cartes d'orientation des pentes.

Les superficies par classe thématique seront indiquées sur les cartes. La réalisation de ces documents nécessite la digitalisation des courbes de niveau de quatre cartes topographiques au 1/50.000^e, avec un pas de 20 m. Ce gros travail de saisie doit être l'amorce d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) pouvant

*Lagon et Grande Terre
du Sud de la Nouvelle-Calédonie
Mosaïque de 15 scènes SPOT.
Cliché : C. Lindor et M. Andry (CTRDP)*





*Vue perspective issue d'un MNT
(courbes de niveau au pas de 20 m et mapping
d'une composition colorée IRC)
Cliché : C. Lindor et M. Andry (CTRDP)*

être inclus par la suite dans un Système d'Information Géographique (SIG).

Formation à la télédétection

Au mois de juillet 1990, le Latical a répondu à la demande de la FAO en organisant un stage de formation d'une semaine pour trois stagiaires du Vanuatu et trois des Iles Salomon. Ces stagiaires, spécialistes de la gestion des forêts, ont pu traiter une image SPOT de leur pays respectif.

LES PERSPECTIVES DU LACTICAL

Les projets du Latical pour 1991 concernent des programmes de l'Orstom, des études pour les Services Techniques Territoriaux et des collaborations avec des organismes nationaux, régionaux et internationaux.

Au plan local

Evolution des projets :

– en agronomie/sylviculture : inventaire forestier ; périmètres à reboiser ; zonage agro-pédologique pour l'évaluation des potentialités agricoles ; occupation du sol et banque de données géocodées. Etude diachronique de la zonation « périmètres aménageables » du Sud calédonien.

– en géologie : études minières (linéaments, sillons latéritiques) ; cuirasses de la Grande Terre.

– en océanographie : carte thématique des rivages et lagons de Nouvelle-Calédonie ; bathymétrie fine du lagon Sud-Ouest ; couleur de l'eau et upwelling équatorial ; topographie océanique et courants associés (Géosat puis Topex-Poseïdon).

– en hydrologie : actions anthropiques et modifications des milieux ; couple érosion/sédimentation, dynamique fluviale ; relation évolution couvert nuageux/trajectoire des cyclones tropicaux (GMS).

– en géographie : projet « occupation du sol en Nouvelle-Calédonie », analogue au programme Corine européen ; (collaboration avec le BRGM de Nouméa).

Evolution technologique :

– Création d'un Système d'Information Géographique (SIG) sur les données terrestres de Nouvelle-Calédonie : suivi évolutif et modélisations pour la botanique, l'agro-pédologie, l'hydrologie...

– Numérisation des photos aériennes IRC pour les études à grandes échelles (jusqu'à 1/1000^e).

Au plan régional et international

Des collaborations se poursuivent ou sont en négociation avec divers organismes tels que :

– CPS (Commission du Pacifique Sud). Recensement des ressources marines de l'atoll de Palmerston (Iles Cook) et de l'archipel de Palau (Micronésie).

– UN-ESCAP (The United Nations - Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). Formation à la télédétection.

– SOPAC (Committee for co-ordination of joint prospecting for mineral resources in South Pacific offshore areas). Transfert de technologie et de savoir-faire du Latical.

– World Geoscience (Australie). Etudes côtières et récifales.

– AKLIS (Australian Key Center in Land Information Studies). Echange de spécialistes pour la formation de stagiaires.

– DSIR (Department of Scientific and Industrial Research), Nouvelle-Zélande. Bathymétrie côtière et études des végétaux marins en Nouvelle-Zélande.

Après une période de mise en place, le Latical a maintenant démontré ses capacités à répondre à la demande de partenaires scientifiques mais également à celle de décideurs du Territoire et d'Agences Internationales. Il reste de nombreux efforts à accomplir, en moyens humains et matériels, pour ouvrir et faire connaître le plus largement possible l'outil télédétection aux nombreuses communautés scientifiques de la région. Le colloque « Pix'iles 90 » sera vraisemblablement une pièce maîtresse pour cet objectif. ■

William Bour

Responsable du Latical

La structure actuelle du LACTICAL

L'équipe en place en 1990 regroupe :

Un responsable (W. Bour), un ingénieur d'exploitation détaché du cadre territorial (D. Lille), un Volontaire de l'Aide Technique (VAT) informaticien (P. Nosmas) et un ingénieur informaticien sur contrat temporaire (F. Albert).

L'équipement informatique comprend principalement :

– une station SUN 3/160 C (RAM 12 Mo, HDD 1380 Mo)

– une console de visualisation haute définition ISIS (2048x2048x28 bits)

– une imprimante couleur électrostatique VERSATEC 3236 produisant des documents de format AO

– un ensemble TEKTRONIX ; console graphique 4205 et imprimante couleur 4696

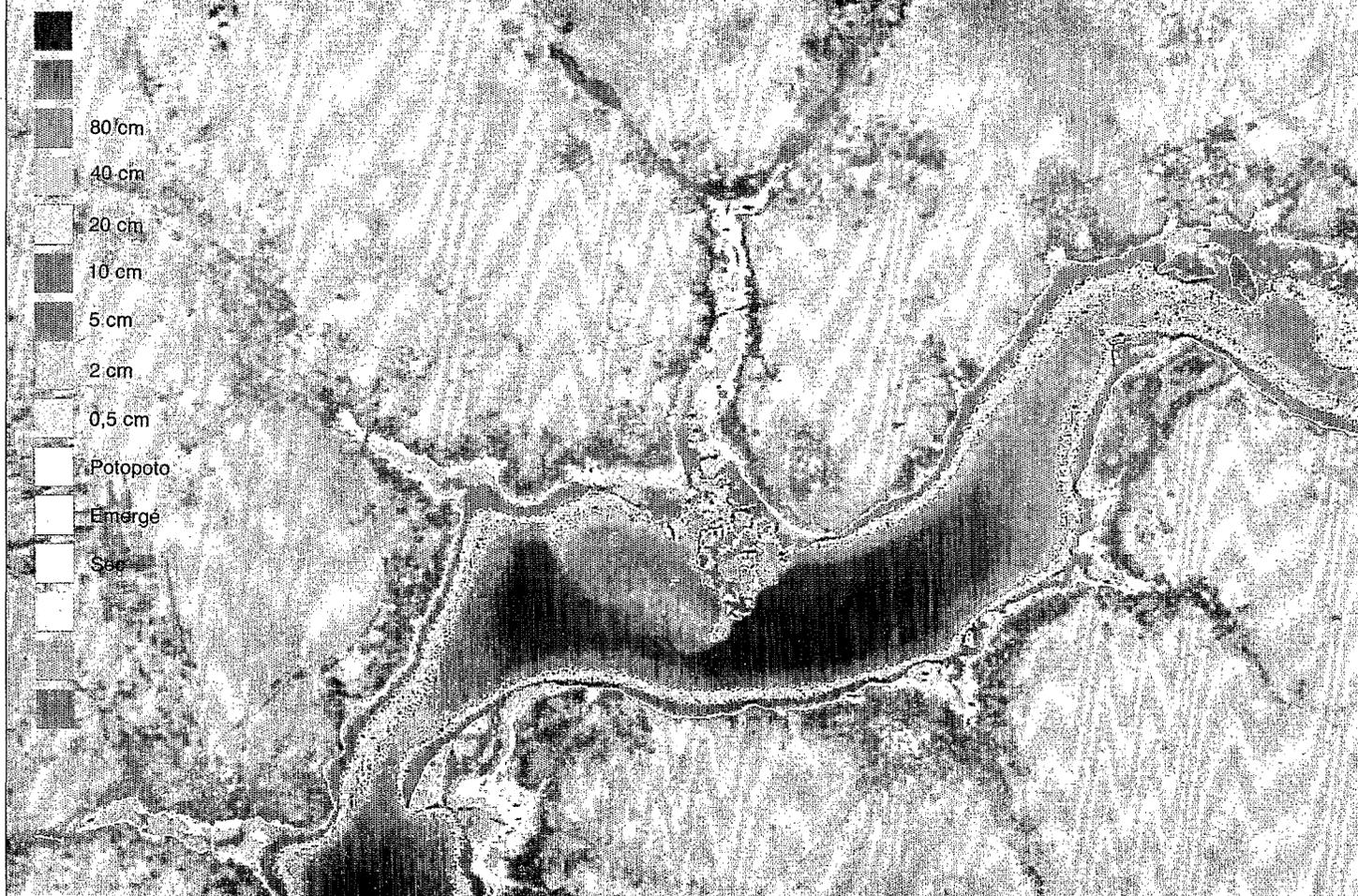
– deux PC-AT 386 et un portable 286

– une table à digitaliser BENSON, format AO

– un dérouleur de BM 1600/6250 bpi.

Ce matériel est raccordé au réseau Ethernet du Centre Orstom de Nouméa.

L'UNITE DE TRAITEMENT D'IMAGES SATELLITAIRES DE DAKAR



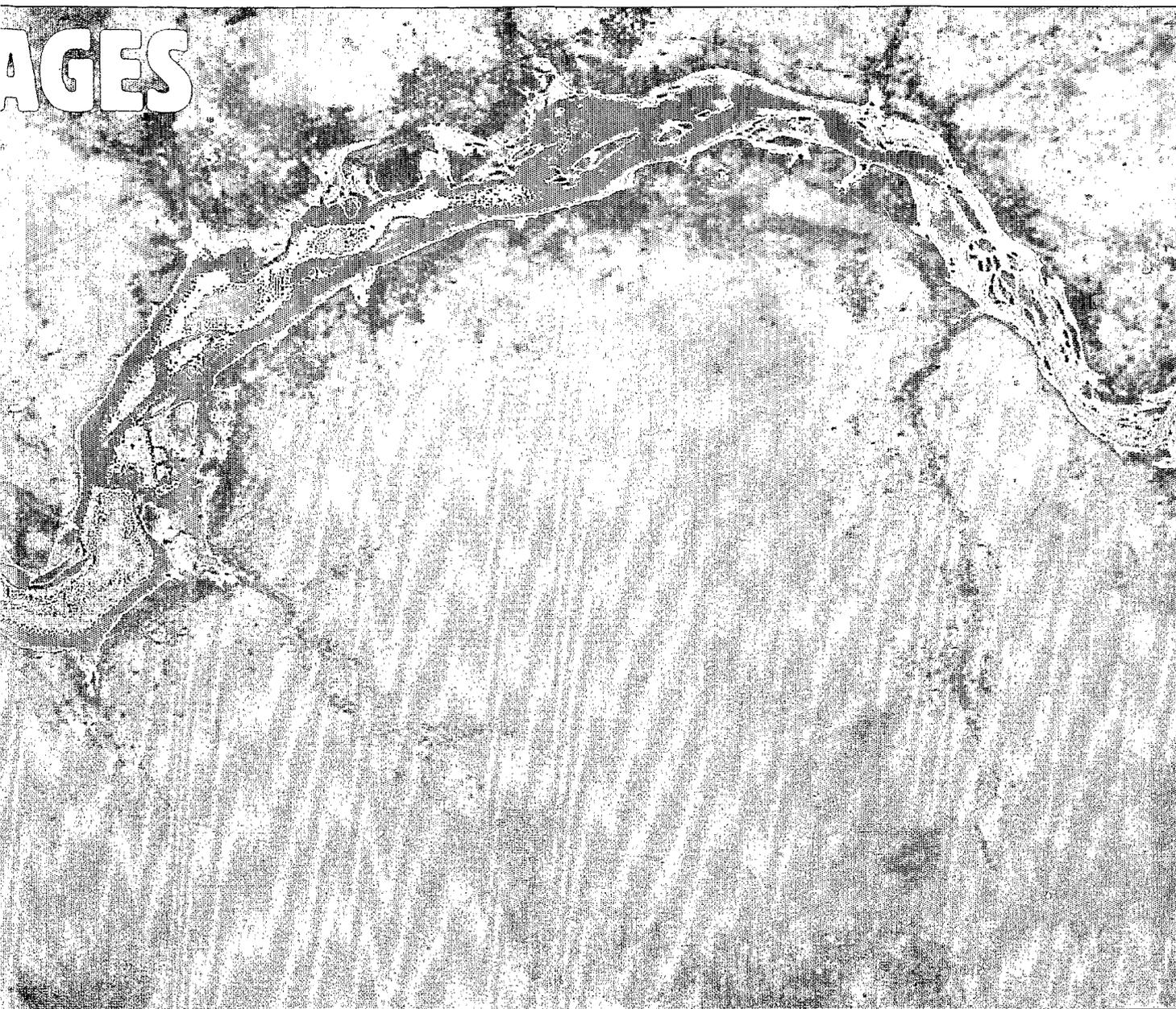
C'est environ deux ans après le lancement du premier satellite européen Météosat (1977), que des océanographes de l'Orstom émirent pour la première fois l'idée d'installer, dans l'un des Centres de Recherches outre-mer, une station de réception et de traitement de données de satellites météorologiques. Ceux-ci, bien qu'initialement conçus pour les besoins de la météorologie, se sont avérés également de précieux auxiliaires pour les océanographes qui découvrirent alors un océan beaucoup plus variable que ne leur avaient enseigné les campagnes « au long cours ».

Bien que de l'espace, seuls les rayonnements émis par la couche de surface soient perceptibles, c'est néanmoins celle-ci qui, signalant au biologiste un refroidissement des eaux superficielles, traduira une remontée d'eaux profondes, riches en sels nutritifs (upwellings) ; et tandis que le dynamicien trouvera dans les méandres du Gulf Stream la satisfaction de son équation des tourbillons, un autre verra dans un réchauffement anormal des eaux superficielles, le signe d'une anomalie du climat de notre planète. C'est précisément sur ce thème du climat et sa variabilité que l'Orstom obtint de la CEE un crédit de recherche, dans lequel était prévu un volet télédétection. A la même époque (1982-83), le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), établissement de l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques) entreprenait ses premières campagnes de validation des estima-

tions de chlorophylle déduite de mesures satellitaires de la "couleur de l'océan". Ces dernières, provenant du capteur Coastal Zone Color Scanner (CZCS) du satellite Nimbus-7, étaient traitées par le Centre de Recherches de la Communauté Européenne (CCR) en Italie. Après cette expérience, le CRODT était prêt à poursuivre sur son sol la maîtrise de l'outil satellitaire, et s'allier en ce domaine les compétences de l'Orstom : UTIS (Unité de Traitement d'Images Satellitaires) était née. Première unité de télédétection que l'Orstom mit en œuvre hors de France, dans un réel contexte de coopération, elle fut aussi la première en Afrique noire à être équipée (grâce à l'ISRA, son partenaire) d'une station de réception du satellite Météosat.

LES PROGRAMMES EN COURS

Aux programmes initiaux tournés essentiellement vers l'océan et le climat, s'en ajoutèrent rapidement d'autres tournés vers le continent, comme la détermina-



Bathymétrie de la haute vallée du fleuve Casamance, rapport de canaux 3 et 1 de l'image SPOT du 18 Octobre 1986, d'après Pagès.

tion des cumuls pluviométriques, le suivi de feux de brousse, les états de surface en Casamance ou la bathymétrie des zones peu profondes du fleuve Casamance.

Plus précisément on peut identifier :

en climatologie :

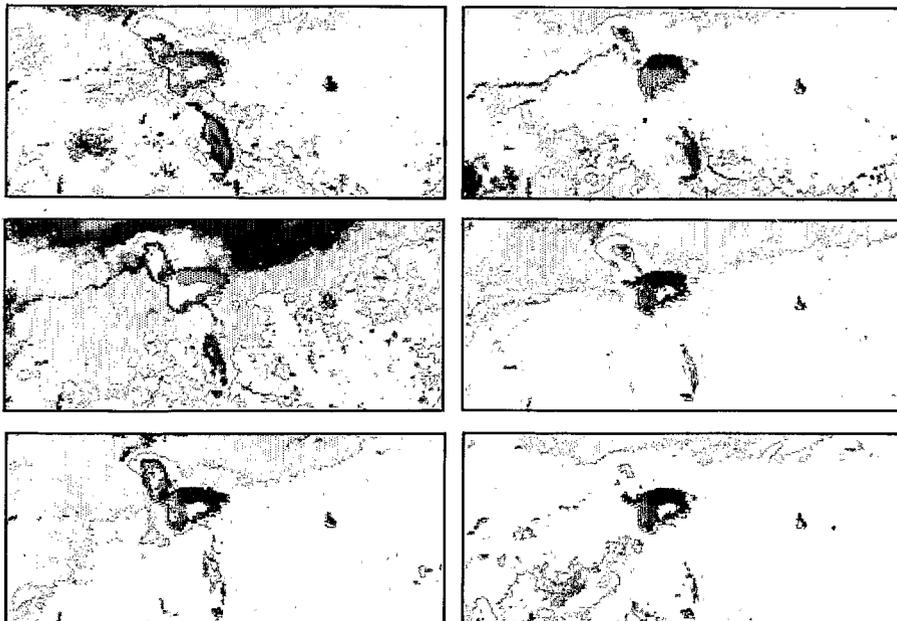
Le suivi de la Zone Intertropicale de Convergence (ZITC), composante du programme TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere) ;

L'étude des flux de vapeur d'eau alimentant la mousson africaine, en utilisant le canal vapeur d'eau du satellite Meteosat et les sondes verticales des satellites NOAA ;

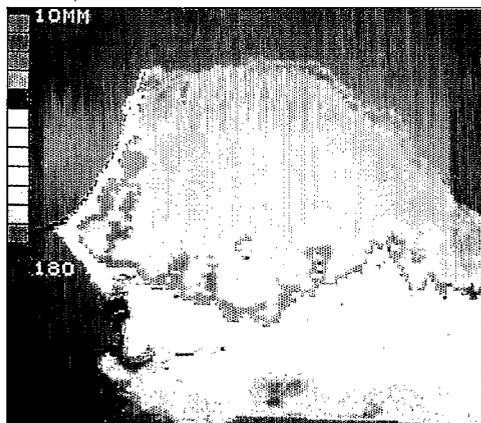
La statistique des lignes de grains intéressant l'Afrique de l'Ouest. Ces programmes sont autant de contributions à une meilleure compréhension des anomalies du climat au Sahel.

en océanographie :

une étude à échelle fine des relations entre biomasse et environnement sur la



Comparaison de la mise en eau du lac Tchad en 1988-89 (année humide) et en 1989-90 (année sèche), collaboration J. Lemoalle.



Cumul pluviométrique au 20 juin 1989



Cumul pluviométrique au 31 août 1989



Cumul pluviométrique au 31 octobre 1989

façade maritime du Sénégal (contribution au programme Pêche et Climat) ; une couverture de l'Atlantique tropical en température de surface (contribution au programme international WOCE -World Ocean Circulation Experiment) une opération pilote de diffusion régulière de cartes de température de surface par fac-similé radio, aux flottilles thonières pêchant des côtes du Sénégal à celles du Maroc ;

en pêches continentales :

les conséquences de la modification de l'environnement du fleuve Saloum (sécheresses et modification de la côte) pour l'exploitation des ressources halieutiques.

en agrométéorologie :

l'évaluation des cumuls pluviométriques pendant la période d'hivernage (mai-septembre) permettant la détermination optimale des dates de semis et l'estimation des rendements (mil et arachide).

en agropastoralisme :

le suivi de feux de brousse, l'évaluation des surfaces brûlées et l'alerte des structures locales au Sénégal. Sur la plupart de ces thèmes, l'UTIS accueille chaque année une dizaine de chercheurs, étudiants et stagiaires d'horizons divers, tant du Sénégal (Université et Météorologie) que d'universités et écoles d'ingénieurs françaises ou étrangères.

UTIS EN IMAGES

Si la reconnaissance d'une année sèche ou d'une année humide sur l'ensemble du Sahel peut laisser place à une controverse entre spécialistes, le suivi de la montée des eaux dans le lac Tchad réalisé à l'aide des données du satellite Météosat, permet de comparer la crue très favorable de 1988-89 (au terme de plus de 15 années de sécheresse continue) à celle nettement médiocre de la saison 1989-90.

Le même satellite révèle le long des côtes sénégalaises la dynamique de remarquables remontées d'eaux froides (upwelling)

associées à de nombreuses structures tourbillonnaires. Ces mêmes données traitées en température de surface permettent d'estimer la température de surface et de quantifier l'évolution rapide du milieu marin et ses conséquences sur la distribution de la biomasse exploitable. Les pêches maritimes sont une des ressources importantes du Sénégal, que le CRODT suit avec ses enquêtes aux débarquements des bateaux. Au rôle de conseiller pour la gestion de cette ressource, le CRODT a depuis le mois d'avril 1990, ajouté celui d'une assistance sous forme de cartes de température de surface océanique en temps réel, diffusées auprès des professionnels de la place.

Durant l'été boréal, les eaux froides de l'upwelling équatorial permettent la reconnaissance d'ondes longues dans le golfe de Guinée (longueur d'onde 1100 km, période 30 jours). Grâce à des synthèses thermiques permettant une approche quantitative de la température et de l'humidité des sols (selon une méthodologie INRA), une évaluation des pluies du Sénégal a été réalisée. Poursuivant cette expérience et en la développant dans le cadre d'EPSAT (Estimation des Pluies par Satellite), l'équipe de l'UTIS assure un suivi régulier des pluies d'hivernage, en utilisant pour la validation des algorithmes, les réseaux pluviométriques de la Météorologie Nationale sénégalaise et celui de l'ISRA.

Liés à des pratiques culturelles ancestrales, les feux de brousse sont communs à une grande partie de l'Afrique. Au Sénégal, la surveillance effectuée par l'UTIS a permis d'évaluer différents feux d'ampleur variable l'un ayant touché près de 250 000 ha dans le Ferlo en novembre 1988, et un autre de 55 000 ha dans la région de Matam en 1989.

Les régions des fleuves Sénégal, Saloum et Casamance produisent une grande part des ressources du pays, car on y trouve la plupart des cultures vivrières, cultures de rente et pêches continentales.

La région de la Casamance n'a pas échappé aux contraintes d'une sécheresse prolongée qui s'est traduite par une sur-salure du fleuve (ayant atteint localement

près de quatre fois la salinité de l'océan). Celle-ci a conduit à l'abandon d'un certain nombre de périmètres rizicoles, tandis qu'une diminution en taille et en quantité des crevettes exploitées de cette région était observée.

Une connaissance plus approfondie du milieu demandait une étude d'un bilan de sel. Elle a conduit les chercheurs du CRODT et de l'ORSTOM à utiliser l'imagerie SPOT pour la détermination de la bathymétrie des zones peu profondes devant être prises en compte dans l'évaporation. ■

Jean Citeau
Responsable UTIS-Dakar

UTIS est géré conjointement par l'ORSTOM et par l'ISRA, selon les termes d'une convention passée entre les deux instituts. Une réunion annuelle évalue le bilan scientifique, technique et financier d'UTIS.

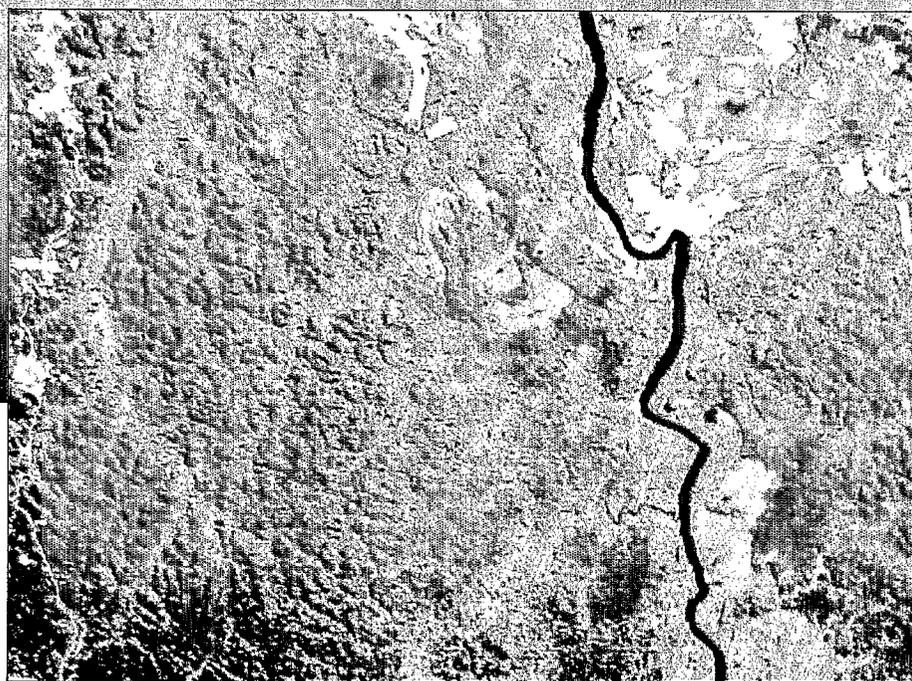
Les moyens en mars 1990

- Station de réception Météosat PDUS
- Sun 3/260 et console graphique couleur
- Mini 6-Périor
- Micros PC/AT/386
- Ecran PGA
- Imprimantes laser et jet d'encre couleur

Les hommes

Autour des moyens matériels s'est peu à peu constituée une équipe de chercheurs (3) et d'ingénieurs (3) tant de l'ORSTOM (océanographes) et de l'ISRA (responsable informatique agrométéorologiste) que du Ministère Français de la Coopération (informaticien). Privilégiant les actions de recherche des organismes fondateurs, mais sans exclusive, l'UTIS a développé des relations avec l'Université de Dakar (Départements de Géographie et de Géologie et Ecole Nationale Supérieure de Technologie) et la Météorologie Nationale du Sénégal, amenant ses effectifs à près de 20 scientifiques.

L'ATELIER DE TELEDETECTION DE GUYANE



Appartenant au réseau de Télédétection de l'Orstom, le laboratoire de traitement d'images du Centre de Cayenne a été le premier installé, dans la zone Antilles-Guyane, dès le début de l'année 1988. Cet atelier permet d'apporter un soutien logistique aux recherches en milieu tropical humide du nord de l'Amazonie.

Le nombre élevé de canaux (7) sur le Thematic Mapper (TM) de LANDSAT, permet de réaliser des traitements spécifiques, ici dans la zone forestière de la chaîne septentrionale, au contact avec la plaine côtière. Le fleuve Sinnamary est à droite, et la piste de St-Elie, site des bassins versants Ecerex, à gauche. Ce traitement met en relief le faciès de dissection du socle : les collines allongées ou rondes sont séparées par les vallées à fond plat. Le réseau hydrographique apparaît nettement, par l'intermédiaire d'une végétation différente de celle de la forêt primaire sur schistes. De part et d'autre du fleuve, les savanes hydromorphes sont en rouge, et toutes les zones d'eau libre sont en noir.

Conçu au départ comme une unité autonome (lecture des bandes, visualisation, traitements, production de documents couleur), ce matériel professionnel a été choisi pour ses possibilités évolutives (connexion mini-ordinateur), pour sa grande vitesse d'exécution et pour sa convivialité, qualités indispensables au chercheur thématique, au moment de l'analyse des données. Le budget d'équipement a été d'environ 1 MF, dont une partie a été prise en charge par la Région Guyane qui contribue, depuis plusieurs années, au soutien de la Recherche.

Grâce à l'installation par la Mission Technique Informatique d'un mini-ordinateur Matra-Sun à l'atelier Informatique, il est possible de doubler temporairement les postes de travail et d'augmenter les possibilités de traitement par l'utilisation du logiciel Orstom « Planète ». Enfin, à très court terme, il est prévu, une extension des équipements du laboratoire, par l'adjonction d'un mini-ordinateur au système existant, dans le cadre des Contrats de Plan Etat-Région (1989-94).

Profitant de cette compétence locale en matière de traitements d'images, une collaboration multidisciplinaire s'est établie avec les équipes de recherche du Centre (hydrologie, botanique, pédologie, écologie, sédimentologie, océanographie biologique et archéologie), et également avec les organismes concernés par la recherche (Bureau de Recherches Géologiques et Minières-BRGM), la formation (Ecole Nationale de Génie Rural et des Eaux et Forêts-ENGREF), le développement et l'aménagement (Direction de l'Agriculture et des Forêts-DAF, Office National des Forêts-ONF, Direction Départementale de l'Équipement-DDE et EDF).

Trois échelles d'intervention ont été retenues, en fonction des problématiques propres à la Guyane et de leur pertinence scientifique au niveau Régional (plateau des Guyanes, Amazonie). Dans ce contexte, des propositions d'échanges sont en cours de formalisation avec le Brésil, notamment avec les deux plus proches Universités : celle d'Amazonas (Manaus) et celle du Pará (Belem).

TROIS PÔLES DE RECHERCHES

Ecosystème forestier

La forêt Guyanaise couvre 83 % du territoire, soit 7,5 millions d'hectares. Elle se caractérise par une grande richesse spécifique, et on peut considérer que dans les prochaines années 10 % de cette superficie sera utilisée par les forestiers. Dorénavant et déjà, la collaboration avec l'ENGREF a permis de mettre en œuvre une analyse de sites connus, exploités par coupe sélective, afin d'estimer les capacités du capteur du Landsat TM à cartographier les parcelles exploitées et de sui-



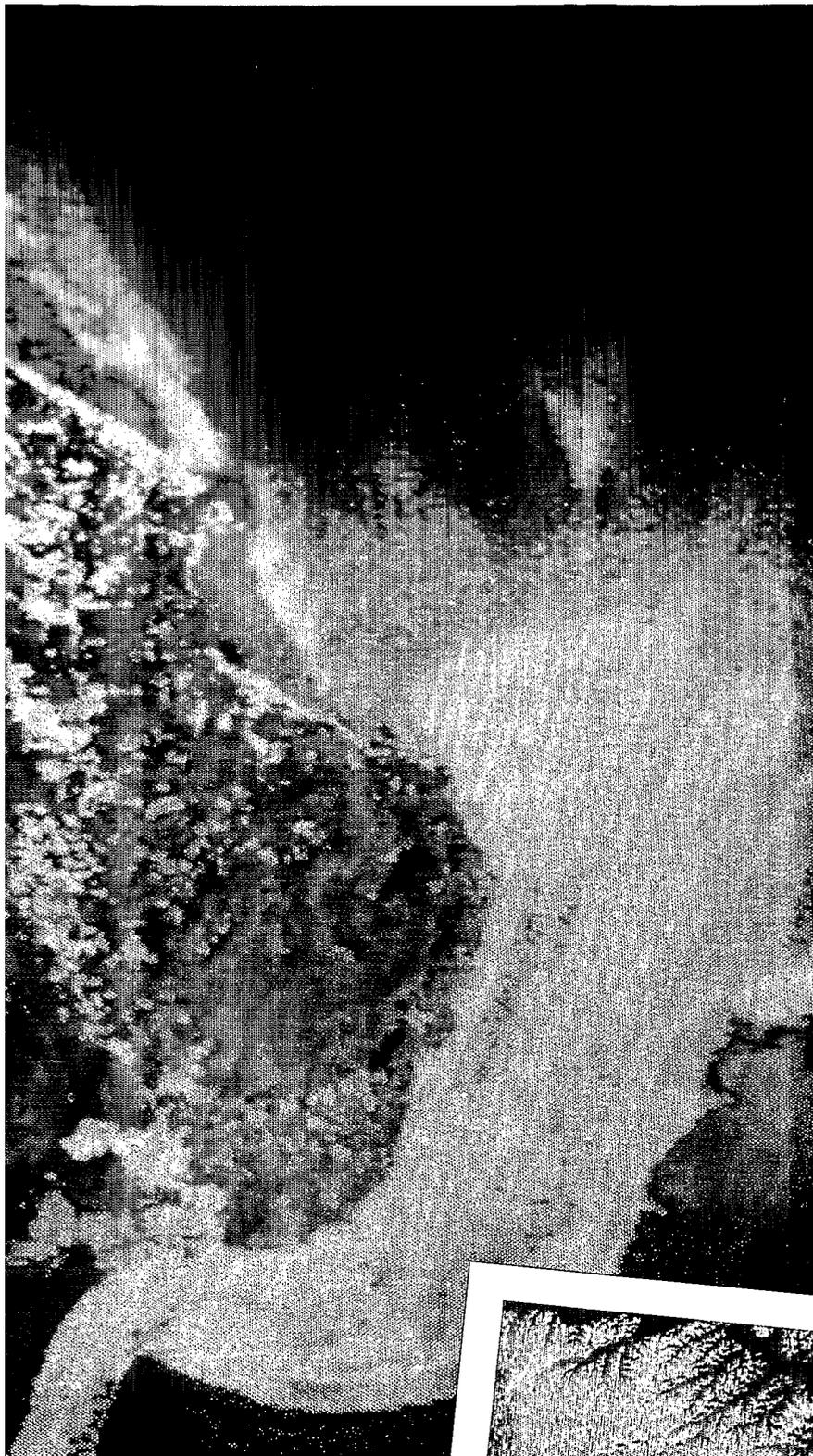
vre, à l'avenir, l'évolution de ces exploitations.

La banque de données constituée à partir de l'herbier du centre de Cayenne (Aublet), constitue une référence localisée d'une grande richesse. Elle permet de renseigner en vérité terrain les données satellite, en particulier celles de Landsat TM (6 canaux). Une centaine de groupements végétaux différents ont été localisés dans plus d'un millier de sites distribués sur l'ensemble de la Guyane. Une cartographie des principales formations végétales (divers types de savane ou de forêts) est en cours à partir des informations précises

recueillies sur environ face du territoire (UR 3 logique et systèmes forestiers) par le Centre de Milieux et Activités

Environnement côtier

La croissance de la zone industrielle, première ressource économique de la Guyane, a fait naître une science il y a quelques années. L'étude de la tance des écosystèmes côtiers a permis de créer une nurserie de l'espèce exploitée. Par ailleurs, la croissance humaine (rizière) a entraîné le développement du Centre



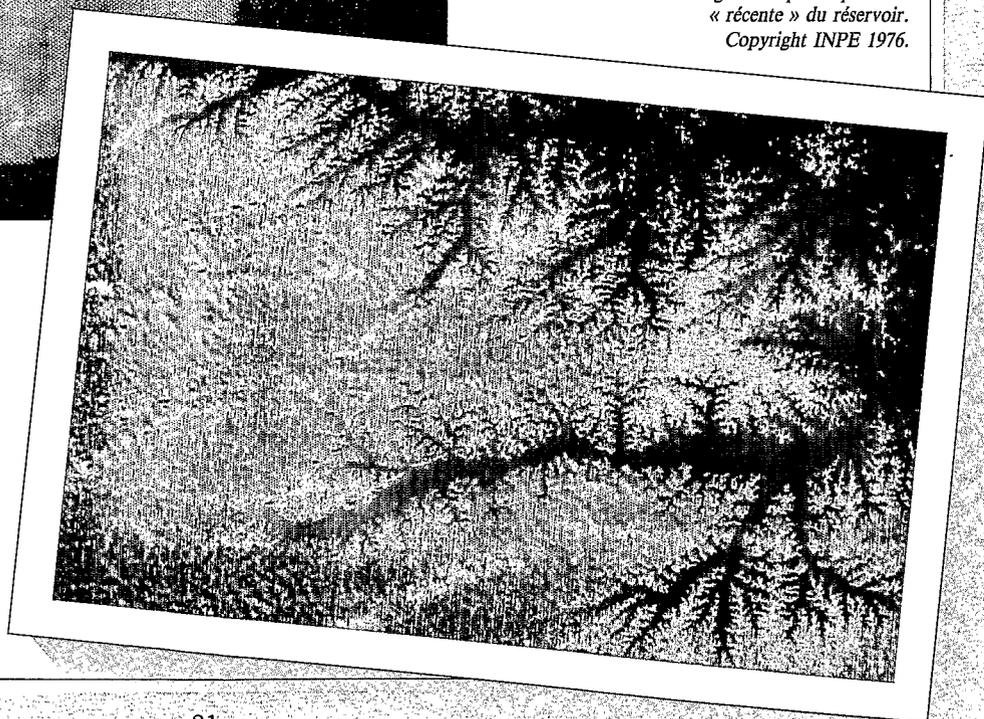
Le traitement des données SPOT 1 (du 20/10/86) permet de réaliser une classification thématique de l'île de Cayenne, au pas de 20 mètres. Sur la partie terrestre on distingue principalement :

- la végétation, en vert
- les zones urbanisées et loties, en jaune orange
- bas-fonds hydromorphes, en rouge

Dans la partie maritime, la remise en suspension des vases d'embouchure fait apparaître un panache turbide au gradient régulier et croissant vers le large (les données ont été enregistrées une heure avant la marée basse).

Au Nord de la ville de Cayenne, la zone intertidale composée de vase fine a été cartographiée en rouge. Sa surface totale est de 11,5 km². Copyright CNES 1986.

Observation de retenues artificielles. Sur un modèle topographique identique à celui de la Guyane, la retenue de Brokopondo observée au pas de 80 mètres, montre la digitation élevée des rives du réservoir. On accède aisément à certaines données, comme la surface totale, le périmètre de contact avec la forêt, le nombre d'îlots. D'autres traitements sur la radiométrie apporte des informations sur la qualité de l'eau et les effets induits sur la végétation par la présence « récente » du réservoir. Copyright INPE 1976.



nisation, projets routiers) a mis en évidence les lacunes dans la connaissance inventaire des zones littorales, véritable interface fonctionnelle » entre l'océan et le continent.

l'émigration vers l'ouest de grands bancs de vase d'origine amazonienne, conduit à des modifications spectaculaires de la configuration de rivage, introduisant alternativement le long des côtes, des zones d'érosion et de dépôts dont la vitesse de déplacement latéral peut paraître surprenante : de l'ordre de 100 mètres par an en moyenne.

Les marais ouverts sur la mer, marais fermés, mangroves, estuaires favo-



Traitement multitemporel Landsat et Spot, sur la zone de Sinnamary. Une superposition à la même échelle des données Landsat MSS (pixel de 30 m) permet de suivre la destruction de la mangrove et les transformations du littoral entre 1976 et 1988. Les parties en jaune et en rouge ont été érodées et la ligne de rivage a reculé de 2 km en dix ans. Outre les qualités d'observation et de synthèse de cette approche, l'évaluation précise des surfaces en progradation et en érosion est indissociable de la recherche des mécanismes explicatifs des dépôts alternatifs de vase, entre l'Amazone et l'Orénoque. Copyright CNES 86, INPE 76 et 88. Clichés Marc Lointier.

risant ou non la prédominance marine, sont autant de conséquences de l'invasion. Il a donc fallu réaliser une approche utilisant la télédétection pour aider à la compréhension du fonctionnement de ces zones (UR 2D : Environnement et production des milieux saumâtres tropicaux, Département des Eaux Continentales), lieux privilégiés des cycles biologiques, comme par exemple celui du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* (UR 11 : Environnement et ressources côtières marines, Département Terre, Océan, Atmosphère).

Pour appréhender de tels phénomènes au caractère régional, chaque spécialiste dispose de ses propres outils. Mais il nécessite également la réalisation de banques de données spécifiques sur le milieu, et c'est ainsi qu'il est largement fait appel au traitement et à l'interprétation des images confrontées avec les observations de terrain. On acquiert, d'une part, une vision instantanée et homogène des grands phénomènes et, d'autre part, on obtient une information quantitative de choix. Ainsi la surface des bancs, leur vitesse de déplacement, l'avancée et le recul de la côte (qui peut atteindre 2 km en dix ans) sont cartographiés en traitement multitemporel. D'autres types de traitement font apparaître les réseaux d'anciennes lignes de rivages (cheniers), ainsi que les différentes phases de colonisation de la mangrove. On réalise ainsi une typologie de l'espace côtier qui conduit à une cartographie thématique du littoral, en précisant les superficies de chaque biotope (UR 1C : Paléoclimats intertropicaux et formations superficielles, Département Terre, Océan, Atmosphère).

Maitrise de l'eau

Parmi les grands projets d'aménagements figure l'ouvrage hydroélectrique de Petit Saut, dont l'étude proprement dite a permis à l'Institut de poursuivre la collabo-

ration avec EDF, dans le cadre des analyses hydrologiques sur le fleuve Sinnamary et son estuaire (UR 2A, Géodynamique de l'hydrosphère continentale, Département des Eaux Continentales). En même temps, la constitution du dossier d'étude d'impact sur l'environnement soulevait le problème des transformations du milieu, en amont et en aval de l'ouvrage, notamment au regard du débit réservé prévu. Les études ont donc porté, lors d'une première phase, sur le domaine estuarien, où plusieurs études hydrochimiques et hydrologiques, ont été complétées par une analyse des documents satellite. Les données SPOT et Landsat permettent d'apporter des informations qualitatives sur la distribution des masses d'eaux de surface en estuaire, les modes de mélange avec les eaux océaniques, en fonction de diverses situations d'envasement et de désenvasement du littoral. Des classifications quantitatives (par étalonnage à partir de mesures « in situ ») de la turbidité des eaux d'estuaire ont pu être réalisées jusqu'au contact avec les eaux fluviales. Par la localisation de ce contact entre les eaux turbides et purement fluviales, on détermine, par la proximité de leurs limites, l'extension de la remontée saline (UR 2D : Environnement et production des milieux saumâtres tropicaux, Département des Eaux Continentales). La mise en chantier du barrage de Petit-Saut, dont la retenue aura une superficie de 300 km², oblige à collecter un maximum d'informations sur le bassin versant, avant toute transformation. C'est à l'aide des données Landsat TM et des programmes Spot sur le site, qu'il est constitué une base de données permettant une première cartographie du bassin. Il est également prévu de suivre le remplissage de la retenue (1994) et de faire la cartographie des îlots, tout en étudiant les transformations de la forêt située à proximité de la zone noyée.

Une telle banque de données, utilisée conjointement avec un MNT apporte des informations précises sur la morphologie du bassin versant et ses transformations, étapes nécessaires à la compréhension du futur fonctionnement hydrologique. Ces études permettent d'acquérir un savoir faire et une meilleure connaissance des conséquences des activités de l'homme en milieu tropical. ■

Marc Lointier
Responsable de l'A.T.G.

Unité centrale :
Pericolor 2000 (configuration Cayenne) :

Processeurs :

- 16 bits programmable
- arithmétique 32 bits flottants
- parallèle 128 bits programmable
- matriciel 32 bits flottants

Mémoire :

- 6 Mo de mémoire vive
- disque dur de 20 Mo.

Périphériques :

- Streamer
- Dérouteur de bandes 1 600/6 250 BPI
- Tablette graphique 46×30 cm
- Imprimante N & B
- Imprimante couleur à jet d'encre ACT 2
- Carte d'extension pour couplage avec mini-ordinateur.

Logiciels :

De base, pour le traitement d'image et spécifique Télédétection (Géopérior).

Pour en savoir plus

Prost M.T., 1989 - Coastal dynamics and chenier sands in French Guiana. *Marine Geology*, 90 : 259-267. 6 fig. Special issue : Cheniers and Chenier Plains. P.G.E.F. Augustinus Ed. Elsevier Science Publ. B.V. Amsterdam. Pays-Bas.

Prost M.T., Lointier M., 1987 - Sedimentology and stratigraphy of the Holocene formations of the French Guiana's coastal plain. *ABEQUA* (Assoc. Bras. de Estudos do Quaternário). Publ. avulsa, 2 : 55-83. Sao Paulo. Brasil.

Lointier M., Roche M.A., 1988 - Salinités et suspension des estuaires de Guyane. Méthodes et résultats. Quatrièmes journées Hydrologiques de Montpellier. Collection « Colloques et séminaires ». Orstom.

Lointier M., 1989 - Traitement de données satellitaires pour la connaissance de l'environnement en milieu tropical : Application en Guyane. *Seminfor 3*. Collection « Colloques et Séminaires » Orstom.