

CADERNOS DE TELEDETECÇÃO · 1



Rapport préliminaire sur ma participation
au Stage organisé par le Bureau de Télédétection
de l'Office National de la Recherche Scientifique
et Technique d'Outre-Mer. (octobre 1979)

SUZANNE DAVEAU

LINHA DE ACÇÃO DE GEOGRAFIA FÍSICA

LISBOA
1980

CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS
INIC

ADVERTENCIA

O presente relatório é o primeiro de uma série de curtos estudos, realizados pelos Geógrafos do Centro de Estudos Geográficos de Lisboa no domínio da teledetecção.

Convencidos da grande importância futura desta fonte de informação para o desenvolvimento da ciência que praticam e da necessidade de treinar desde já no seu manejo jovens pesquisadores de formações de base diversas, os Geógrafos procuram estabelecer uma estreita e mútua cooperação com todos os interessados.

Registam com muito interesse os esforços dispendidos por outros organismos e, nomeadamente, pela Comissão Permanente de Estudos do Espaço Exterior, para difundir e incentivar a utilização dos dados de Teledetecção.

Pensam que a sua contribuição, naturalmente situada no plano da interpretação e virada para técnicas simples e pouco dispendiosas, tem especificidade de interesse para todos.

Encetaram já (ano escolar 1980-81) um Seminário, inserido na Licenciatura em Geografia, destinado à iniciação dos alunos no domínio da Teledetecção.

Esperam que a presente colectânea facilite os intercâmbios de informações e críticas, indispensáveis para um rápido progresso da utilização da Teledetecção em Portugal.

Suzanne Daveau

Rapport préliminaire sur ma participation
au Stage organisé par le Bureau de Télédé-
tection de l'Office National de la Recher-
che Scientifique et Technique d'Outre-Mer

(octobre 1979)

Lisboa

1980

Du 8 au 26 octobre 1979, j'ai participé successivement au Stage de Sensibilisation, puis au Stage d'Initiation à la Télédétection, organisés par le Bureau de Télédétection de l'Office National de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (France).

Cette participation résulte d'un premier contact établi en avril 1979 avec Monsieur Dandoy, Géographe à l'ORSTOM et membre du Bureau de Télédétection de cet organisme. Il m'était alors apparu intéressant de mieux connaître les efforts réalisés par ce Bureau pour transformer la télédétection en un outil, pratique et efficace, mis à la disposition des chercheurs de l'ORSTOM, lesquels travaillent le plus souvent en pays tropicaux et en conditions matérielles précaires, loin de tout centre techniquement bien équipé. Ce pouvait être un exemple utile pour essayer de faire démarrer l'usage effectif de la télédétection, tant au Portugal même que lors d'études dans les pays d'Afrique avec lesquels ce pays souhaite établir des relations de coopération technique et culturelle.

Mon séjour en France a été rendu possible par des subventions accordées par le Service Culturel et Technique de l'Ambassade de France à Lisbonne et par la Junta de Investigações Científicas do Ultramar, que je remercie vivement de l'intérêt manifesté.

I Caractéristiques du Stage

La première semaine (du 8 au 12 octobre) a eu lieu un stage dit de Sensibilisation, ouvert à 31 participants dont 23 étaient des chercheurs de l'ORSTOM, 4 des représentants d'autres organismes de recherche français, les 4 autres venant du Brésil, de l'Equateur, du Portugal et du Togo.

Ainsi apparaît une des caractéristiques importantes du stage. Il fut surtout destiné à faire connaître les réalisations et projets du Bureau de Télédétection aux propres chercheurs de l'ORSTOM qui en sont naturellement les utilisateurs potentiels les plus directs et les plus nombreux.

Les chercheurs de l'ORSTOM qui participèrent au stage appartiennent aux sections de Géographie (6), Hydrologie (3), Géophysique (3), Géologie (2), Cartographie (2), Pédologie (2), Botanique (1), Océanographie (1), Phytopathologie (1) et Programmation (1). Cette répartition est très loin de refléter l'importance relative des sections de l'ORSTOM. On note en particulier la sur-représentation des géographes qui est aussi patente en ce qui concerne les spécialités des stagiaires étrangers à l'ORSTOM: 1 Statisticien, 1 Agrostologue, 1 Géomorphologue/Agronome et... 5 Géographes.

Un des enseignements du stage fut d'ailleurs de montrer combien l'attitude méthodologique traditionnelle des Géographes (l'analyse des paysages) est proche d'une de celles qu'exige le maniement des enregistrements par satellite et combien les spécialistes de certaines sciences, peu habitués à poser leurs problèmes dans un espace à trois dimensions (celles de la surface terrestre et le déroulement du temps), se sentent au début déroutés face aux images qui leur sont proposées.

Les deux semaines suivantes (du 15 au 26 octobre) furent consacrées au stage d'Initiation, réservé à 14 participants qui travaillèrent par équipes de 3 ou 4 sous la direction des responsables des divers services du Bureau de Télédétection et de quelques chercheurs de l'ORSTOM ayant en cours des études utilisant des données de télédétection. Ce fut l'occasion de pratiquer les techniques mises au point par le Bureau de Télédétection, afin d'en connaître les exigences, les difficultés et les limites. Quelques séances plus théoriques permirent d'approfondir certains points qui avaient été présentés au cours du stage de Sensibilisation, d'être mis au courant d'expériences en cours, de confronter

les tentatives et réflexions faites par les 4 équipes de stagiaires et d'esquisser le bilan d'un stage qui fut le premier en son genre.

Il importe de souligner la haute qualité d'un enseignement et d'une organisation qui permirent à des participants de formations fort diverses de tirer un excellent parti de trois semaines de travail intensif. Quelques difficultés d'origine extérieure qui vinrent perturber le rythme de travail prévu pendant la dernière semaine n'enlèvent rien à la réussite de cette première tentative faite par l'ORSTOM pour la divulgation d'un outil prometteur dont on parle et dont on attend beaucoup mais dont l'utilisation pratique a souvent paru piétiner quelque peu au cours des années récentes.

Les notes qui suivent s'efforcent de résumer quelques-unes des idées les plus importantes qui furent transmises par les membres du Bureau de Télédétection, en particulier MM. Cruette, Chef du Bureau, Gas, Dandoy, Lortie, Noël et Ponget, responsables des différents services.

II Les enregistrements des satellites Landsat et Meteosat (Situation actuelle)

Le stage a porté sur l'utilisation de deux types d'enregistrements par satellites: les images et bandes magnétiques résultant du fonctionnement des 3 satellites Landsat que la NASA a jusqu'ici mis en orbite et celles qui proviennent de Meteosat, satellite européen mis en orbite le 23 novembre 1977.

1 - Landsat

Les caractéristiques des satellites et des données Landsat sont trop connues pour qu'on les résume ici, la NASA ayant publié une abondante documentation technique et d'intéressants ouvrages de vulgarisation destinés à susciter l'intérêt pour des enregistrements produits à titre expérimental et diffusés par

les États-Unis sans aucune restriction et à des prix très modérés.

On citera deux ouvrages qui permettent de faire le point:

Mission to Earth: Landsat views the World, NASA 1976

Les satellites d'observation de la Terre. Landsat. Télédétection 1, ORSTOM, 1977.

La situation actuelle est la suivante: landsat 1 a cessé de fonctionner au début de 1978, le radiomètre multispectral à balayage (MSS) de Landsat 2 continue à enregistrer, ce satellite ne disposant plus que d'une mémoire réduite à moitié, celui de Landsat 3 est tombé en panne en mars 1979 mais son système RBV (Return Beam Vidicon) fonctionne, Landsat D n'a pu encore être mis en orbite, à cause de retards dans la mise au point de la navette spatiale.

Hors des régions d'Amérique directement couvertes par les stations de réception des États Unis, le nombre de vues disponibles est en général très réduit, de l'ordre de quelques unités ou, au mieux, d'une ou deux dizaines. Une proportion, variable selon les régions, comporte un couvert nuageux, parfois fort gênant. Les dates de prise de vue ne correspondent évidemment pas toujours aux nécessités des utilisateurs. On est donc très loin de la répétitivité théorique de 18 ou de 9 jours. L'unique station de réception européenne, celle de Fucino en Italie (Telespazio) n'a jusqu'ici fonctionné qu'irrégulièrement, de telle sorte que l'essentiel des données Landsat continue à être fourni par la NASA.

Comme, en outre, la procédure d'accès aux enregistrements est assez lente (deux à trois mois au minimum), il est exclu qu'ils puissent servir à des études dites "opérationnelles", comportant des prises de décision rapides. Ils constituent cependant une banque de données de très grande valeur portant sur la plus grande partie de la surface continentale de la Terre (les étendues marines et même les îles n'ayant pratiquement pas été observées).

La gestion des enregistrements actuellement existants (plus de 300.000 bandes magnétiques) est une charge très lourde pour la NASA qui, observant que les images un peu anciennes ne trouvent presque plus d'acquéreurs, envisage de les retirer du commerce.

Il paraît donc urgent que les utilisateurs potentiels constituent leur propre stock de données, avant que ne "meurent" les informations actuellement disponibles.

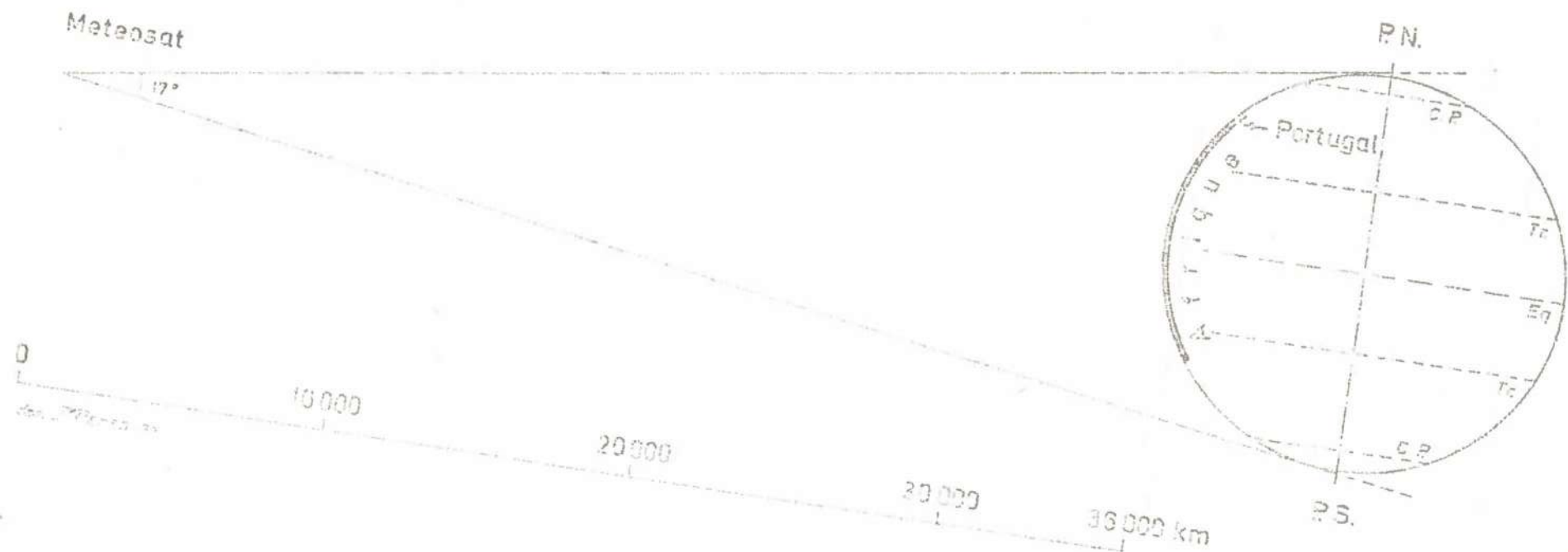
L'ORSTOM possède et classe dans sa téléthèque environ 1.500 images et plusieurs centaines de bandes magnétiques Landsat qui concernent surtout les pays tropicaux avec lesquels l'Office a établi des contrats de recherche ou d'assistance technique. On doit noter qu'il n'y existe actuellement aucune donnée concernant l'Angola ni le Mozambique.

2 - Meteosat

Les caractéristiques du satellite Meteosat, de ses produits et de leur diffusion sont très différentes de celles des Landsat et demeurent actuellement beaucoup moins connues. C'est pourquoi il ne paraît pas inutile de résumer rapidement ici ce que l'on en sait, étant donné le grand intérêt qu'il présente pour l'étude de l'Afrique et des régions méditerranéennes (et, entre autres, du Portugal).

Il s'agit d'un satellite géostationnaire, situé à 36.000 km de la terre, au dessus du Golfe de Guinée, par 0° de latitude et de longitude. Il observe donc une face de la Terre dont l'étendue est de peu inférieur à la moitié de la surface de la sphère (fig.1). Il enregistre des images circulaires dont la déformation s'accroît progressivement du centre vers les bords.

Meteosat peut enregistrer et transmettre toutes les demi-heures trois images de la Terre. L'une, dite VIS, comprise entre 0,4 et 1,1 μm , correspond approximativement à la vision de l'oeil humain; son pixel (tache élémentaire) est, à l'aplomb du satellite, de 2,5 x 2,5 km. La seconde (VDE), qui correspond aux longueurs d'onde de 5,7 à 7 μm , montre le contenu en vapeur d'eau de l'atmosphère. La dernière (IRT), entre 10 et 12,5 μm , traduit le rayonnement infra-rouge thermique émis par la surface du globe terrestre. Le pixel de ces deux derniers canaux est, à l'aplomb du satellite, de 5 x 5 km.



Destiné, comme les quatre autres satellites qui couvrent avec lui l'ensemble du globe terrestre, aux besoins des Services Météorologiques, le satellite européen Meteosat est loin d'être exploité au maximum de ses possibilités, d'autant plus que la qualité de ses enregistrements est apparue comme très supérieure à ce qui avait été espéré. Mis en service le 23 novembre 1977, il ne transmet en réalité qu'une partie des informations qu'il recueille et encore celle-ci n'est-elle qu'en très faible proportion conservée.

L'ORSTOM a pris l'initiative de "sauver" et d'archiver le plus possible de la documentation recueillie par la station de Lannion (Bretagne, France). Le centre de traitement de Darmstadt (Odenwald, RFA) n'est pas encore véritablement entré en phase opérationnelle. C'est par accord amiable que l'équipe de Lannion réalise et conserve pour l'ORSTOM, en principe une fois par jour (en pratique 4 à 5 fois par semaine), une ou deux images (le plus souvent VIS et IRT) et les bandes magnétiques correspondantes.

Il s'agit donc d'une situation ambiguë, à plusieurs titres. Aucun contrat en forme n'assure la continuation de cet effort. Les images ont été conçues en fonction des besoins de la prévision météorologiques (les caractéristiques des nuages et de l'eau y apparaissent prioritaires par rapport à celles des surfaces continentales), aucune attention n'ayant été officiellement accordée aux autres utilisateurs possibles du satellite.

Certaines potentialités techniques de Meteosat n'ont même pas encore été pratiquement testées. Les images VDE recueillies sont encore très rares. Quant aux cycles journaliers complets (avec intervalles d'une demi-heure ou même de 2 en 2 ou de 3 en 3 heures), ils sont pratiquement inexistantes.

Les tentatives d'interprétation des données dont il sera fait état plus loin sont, quant à elles, encore si peu nombreuses qu'on peut les considérer comme presque inexistantes.

Et pourtant, quand on feuillette le catalogue-image de la Téléthèque de l'ORSTOM et plus encore quand on provoque, sur l'écran de visualisation Pericolor, la naissance d'une carte où la finesse de l'analyse thermique est de l'ordre du demi degré centigrade et la dimension de l'unité géographique individualisable de quelque 20 à 30 km, on ressent quel formidable instrument de connaissance est encore caché dans les enregistrements de ce satellite et combien il est nécessaire et urgent d'apprendre à extraire au moins une partie de la masse de savoir nouveau déjà recueillie et de celle qui s'accumule incessamment.

Les utilisateurs potentiels doivent d'autant plus se manifester que nul ne pensa à eux quand le satellite fut conçu et réalisé, et que rien n'est prévu, hors de l'initiative de sauvetage de l'ORSTOM, pour mettre à leur portée la documentation existante.

III Potentialités et perspectives de l'utilisation des données recueillies par satellites pour l'étude de la surface de la Terre

Il est extrêmement difficile de faire le point d'une situation mouvante, où les progrès techniques sont parfois foudroyants mais où la transmission des connaissances est loin de toujours les accompagner, pour des raisons variées. Si bien que l'utilisation pratique de la masse documentaire nouvelle semble parfois piétiner et ne pas correspondre aux espoirs qui avaient été mis en elle. Il est évident que nous nous trouvons encore dans une phase préliminaire et expérimentale et qu'il est en somme normal que la réalité se révèle souvent différente des prévisions théoriques qui l'avaient précédée.

C'est ainsi que Landsat, on l'a vu, ne se prête pas, en l'état actuel, à une utilisation "opérationnelle". C'est ainsi qu'on peut craindre que, face à ce demi-échec du point de vue de sa rentabilité, ce magnifique instrument ne soit pas maintenu en fonctionnement ou que ses produits cessent d'être offerts à très bas prix à tous ceux qui s'y intéressent.

Par contre, certaines performances des satellites apparaissent comme très supérieures à ce qui avait été initialement calculé, tant en ce qui concerne la qualité de leurs produits que leur longévité. D'autre part, à côté de la finalité prévue de chacun des satellites, des utilisations "marginales" apparaissent souvent possibles et sont parfois du plus haut intérêt. C'est en particulier le cas des satellites dit météorologiques dont les images sont consommées à un rythme rapide pour la prévision du temps, mais sans que les Services Météorologiques se soucient en général d'archiver ni d'étudier à des fins scientifiques la masse de données qui leur passe entre les mains. Il y a donc souvent contradiction ou au moins séparation entre l'utilisation "opérationnelle" et l'exploitation scientifique des mêmes documents. La première seule apparaissant rentable à court terme, les utilisateurs scientifiques demeurent largement ignorés, d'autant plus qu'ils sont dispersés et dépourvus de moyens efficaces de s'exprimer et de se faire entendre.

Les réactions des chercheurs, tentées par l'usage de ce nouvel instrument, apparaissent aussi fort variées après les premières expériences.

Les uns sont déçus parce que les enregistrements ne répondent pas directement aux questions qu'ils se posaient ou qu'ils les obligent à reformuler leurs problèmes, en des termes auxquels ils n'étaient pas habitués. C'est cependant, sans aucun doute, une des vertus les moins discutables de cette nouvelle vision de la Terre, de nous obliger à revoir nos concepts et à les confronter à la vision de l'œil impassible des instruments d'enregistrement des satellites. Divers exemples d'expériences de ce genre furent présentés et discutés au cours du stage. On peut citer celui de la notion de "forêt" ou d'"étang" dans l'Est de la France (Jointier): le satellite enregistre et distingue les étendues effectivement boisées ou en eau, alors que, pour les Services Administratifs, ces notions se rapportent à des espaces habituellement boisés ou en eau, mais qui peuvent être coupés ou mis à sec, au moment du passage du satellite.

Une autre déception couramment formulée est celle de la variation des "signatures spectrales" au long des diverses saisons ou même en fonction de la succession de divers types de temps. Les forêts et les prés, qui se distinguent fort bien à certains moments de l'année, répondent radiométriquement de façon identique lors d'autres périodes. Les conifères et les feuillus des forêts de l'île de France, que notre œil distingue au mieux au cœur de l'hiver, se différencient pourtant bien plus nettement en été sur les images Landsat (Combeau). Aucune image ne peut être interprétée sans avoir été située soigneusement dans le temps et sans qu'on ait tenu le plus grand compte des conditions atmosphériques qui l'accompagnaient et qui l'ont précédée.

Il apparaît aussi que toute analyse des images d'un espace un peu étendu exige sa division en unités physiographiques suffisamment homogènes pour qu'il soit possible d'y établir une correspondance constante entre une catégorie d'objets et une certaine densité de gris ou un niveau radiométrique. Le même granite ou la même forêt de conifères répondront de façon différente selon que l'atmosphère sera sèche ou humide, limpide ou chargée de poussière, les sols gorgés d'eau ou asséchés, la végétation active ou encore endormie, etc.. La diversité climatique régionale a donc une importance fondamentale. Les champs de maïs sur sable, sur schiste ou sur granite n'émettront pas non plus les mêmes signaux et ceux-ci varieront aussi selon qu'ils couvriront une étendue très plane ou un complexe de pentes, plus ou moins accentuées et morcelées ou d'orientation différente. Le découpage de l'espace en régions homogènes, cet exercice élémentaire de toute étude géographique, souvent décrié par certains géographes eux-mêmes, qui le méprisent un peu à cause de sa simplicité, retrouve donc ici toute son importance d'analyse préalable. Il s'impose même à des chercheurs que les méthodes traditionnellement employées dans leur discipline n'avaient pas accoutumés à l'utiliser mais qui, confrontés aux images, voient se juxtaposer sous leurs yeux des espaces régionaux dont l'individualité résulte d'une organisation interne différente.

Un des doutes les plus curieux que suscitent les premières expériences d'exploitation des données recueillies par satellite découle de l'excellence même des résultats auxquels on parvient le plus souvent. Si l'on retrouve, sur l'image que l'on observe ou que l'on construit, le dessin précis des faits que l'on connaissait par l'étude directe du terrain ou qui étaient déjà répertoriés sur les cartes antérieures, on peut penser à bon droit que l'on n'a rien découvert de nouveau. Encore faut-il admettre que la disposition préalable d'un tel document aurait permis d'aller beaucoup plus loin ou d'économiser beaucoup de temps lors du travail sur le terrain. D'autre part, ce n'est qu'une exploitation rapide et superficielle des données de satellite qui ne révèle que l'évidence. Ici, comme ailleurs, il faut savoir s'étonner, ne pas se contenter du déjà su et chercher surtout à attaquer ceux des problèmes que les méthodes antérieurement disponibles ne permettaient pas de résoudre, ni même peut-être de poser. Toute une éducation mentale est à faire. Elle implique un va-et-vient constant entre les visions nouvelles que permettent les enregistrements faits à distance et dans des longueurs d'onde inaccessibles directement à nos sens, et l'approfondissement du contact direct avec le terrain, abordé selon les méthodes les plus traditionnelles et les plus directes. L'enquête locale auprès des habitants, les recherches dans les archives, les analyses et les mesures ponctuelles sont indispensables pour permettre une utilisation riche et correcte des images tombées du ciel.

En conclusion, on ne peut que souligner l'urgence de multiplier les expériences pratiques, constamment associées à une active réflexion méthodologique. On ne doit pas oublier que presque tout est à faire, que le terrain est en grande partie vierge et que toute expérience nouvelle sera la bienvenue. Sans doute faut-il tenir le plus grand compte des expériences déjà faites et, à cet égard, celles qui ont été présentées au cours des stages de l'ORSTOM ont le plus grand intérêt, mais il convient de n'en pas être prisonnier. Il faut d'autant plus inventer et tester des méthodologies nouvelles que chaque problème et chaque terrain exigent d'être abordés en fonction de leurs caractères spécifiques.

IV Les méthodes d'exploitation mises au point par le Bureau de Télédétection de l'ORSTOM

Le Bureau a commencé à s'organiser au printemps 1977, lors de la création de la téléthèque et du laboratoire photographique. Ce n'est qu'un an après, il y a donc 6 mois, que l'atelier numérique a été mis en fonctionnement avec son équipement actuel. Il s'agit par conséquent d'un organisme en pleine croissance et le stage qui vient d'avoir lieu est le premier d'une série en principe semestrielle.

Un certain nombre de techniques d'étude ont déjà été expérimentées et mises au point et sont devenues parfaitement fonctionnelles, en ce qui concerne les enregistrements des satellites Landsat. Par contre ceux de Meteosat n'ont encore fait l'objet que de tentatives isolées.

Le personnel scientifique de l'ORSTOM travaillant surtout en pays tropicaux, fort loin du siège des services scientifiques de Bondy, lors de séjours outremer qui s'étendent souvent sur plusieurs années, l'un des soucis du Bureau de Télédétection est de mettre au point une forme d'assistance technique qui permette au chercheur de disposer sur son terrain du maximum de données, plus ou moins élaborées. En effet, ses possibilités de travailler directement sur les écrans des terminaux de l'ordinateur ne seront jamais qu'épisodiques et ne se situeront pas toujours au moment le plus opportun de sa recherche.

C'est une des raisons de l'importance qui a été accordée aux traitements photochimiques. Ceux-ci permettent une manipulation de l'image originelle, afin de faire ressortir certains contrastes, d'associer les gammes de gris de plusieurs canaux des images Landsat (par l'intermédiaire d'images colorées complémentaires sur films transparent - c'est le procédé diazo), de créer des images en équidensités colorées ou encore des images réduites aux contours.

Une notice sur les traitements effectués au laboratoire de photographie de l'ORSTOM est en cours de rédaction et sera bientôt diffusée.

D'autres raisons militent cependant en faveur de l'importance accordée à l'image photographique dans l'analyse des données recueillies par les satellites Landsat. Tout d'abord son coût relativement peu élevé et la possibilité de trouver ou de créer un peu partout des laboratoires photographiques, techniquement capables d'exécuter la plupart des manipulations utiles.

Mais ce ne sont pas seulement des raisons pratiques, financières et techniques, qui ont amené les chercheurs, membres du Bureau de Télédétection, à opter pour une étroite association des traitements photochimique et numérique des enregistrements par satellite. Si le traitement numérique a l'avantage de ne pas dégrader l'information et de permettre une analyse spatialement aussi fine que la taille du pixel et aussi nuancée que l'association des très nombreux niveaux radiométriques des différents canaux, l'image photographique permet par contre d'appréhender immédiatement les structures spatiales. On y voit en particulier les formes linéaires ou ponctuelles que leur faible épaisseur fait presque disparaître statistiquement au milieu des millions de pixels d'une image, ce qui en rend a priori difficile la recherche par techniques informatiques. La doctrine actuelle du Bureau de Télédétection de l'ORSTOM est donc d'associer étroitement les traitements photochimiques et numériques et c'est ce que les stagiaires se sont entraînés à faire au cours des sessions pratiques du stage. Ils ont fortement ressenti la nécessité d'alterner l'observation des images photographiques, l'étude statistique des données radiométriques, la manipulation des images sur écran Pericolor et... les périodes de réflexion. Une étude véritable aurait naturellement comporté aussi des phases d'étude sur le terrain, sur cartes et en bibliothèque.

L'atelier numérique de l'ORSTOM comporte actuellement un ordinateur, auquel sont associés, outre des périphériques de service, un écran Tecktronix à spot lumineux et un écran Pericolor permettant la visualisation analytique des images, ainsi qu'une table traçante Benson dont les produits peuvent être envoyés aux chercheurs dispersés par le monde.

Des programmes de traitement numérique ont été mis au point, qui permettent aux chercheurs de réaliser une série d'analyses: d'abord la séparation en classes des pixels d'une vue ou d'une partie de vue (zone dans le vocabulaire adopté par l'ORSTOM), généralement en associant l'analyse topologique (on pourrait aussi bien dire géographique) sur l'écran Pericolor et l'analyse statistique à partir des histogrammes de fréquence qui apparaissent sur l'écran Tecktronix et dont on peut obtenir l'impression. L'image ainsi construite peut être tracée sur la table Benson. On va ensuite constituer, visualiser et faire éventuellement tracer des lots, associant deux ou plusieurs canaux, c'est-à-dire basés sur les serpents de chaque thème.

Toute la procédure et son vocabulaire sont expliqués dans une publication du Bureau de Télédétection.

Analyse multivariable. Procédure "Loterie". Application à l'analyse multispectrale en Télédétection, Télédétection 2, ORSTOM, 1978.

Cette procédure est encore en plein développement mais l'essentiel des opérations est déjà parfaitement réalisable par quelque chercheur que ce soit, après un petit nombre d'heures d'entraînement.

Les stagiaires ont été informés du déroulement de plusieurs des recherches en cours à l'ORSTOM et en particulier de celles qui comportent un important aspect méthodologique. Il ne peut être question d'en rendre compte dans ce court rapport préliminaire mais il est important d'accentuer que les traitements utilisés par l'atelier numérique sont constamment modifiés pour répondre aux suggestions des chercheurs.

En ce qui concerne Météosat, une seule tentative d'utilisation a été jusqu'ici faite à l'ORSTOM et est présentée dans la publication suivante:

F. DOMAIN, Le satellite Météosat et l'Océanographie. Etude des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal, Télédétection 3, ORSTOM, 1979.

J'ai moi-même amorcé quelques expériences referentes à l'étude climatique du Portugal et, en dépit de leur caractère très élémentaire, elles ont été assez prometteuses pour que je désire vivement les continuer.

La superposition de films colorés diaz correspondant à trois journées successives (3 à 5 juillet 1978, à 12 h 30) permet de suivre le déplacement des vagues de chaleur, en dépit du fait que le tirage du négatif originel n'ait pas été orienté vers la distinction des températures élevées qui règnent à cette heure et à cette saison à la surface du continent, mais vers celle des températures plus fraîches des nuages et de la mer.

Une autre tentative (à reprendre) a consisté à comparer par le même procédé la représentation des nuages et brouillards, le même jour et à la même heure, sur les canaux VIS et IRT. Il doit être possible de distinguer des classes, basées à la fois sur leur épaisseur et densité et sur l'altitude de leur sommet. L'étude des couverts nuageux pourrait ainsi beaucoup progresser.

Mais l'analyse numérique, par l'intermédiaire de l'écran Pericolor, s'est révélé encore plus prometteuse, c'est un moyen d'analyse d'une extrême finesse qui permet de dresser presque instantanément des cartes thermiques aussi bien de la surface de la mer que de celle du continent. Si l'on désire une analyse thermique fine (de l'ordre du demi degré centigrade), on ne peut travailler que sur des espaces assez petits pour que les températures extrêmes ne diffèrent pas de plus d'environ 8° C, puisque le maximum de divisions qui peuvent être distinguées sur l'écran est de 16.

De nombreux et difficiles problèmes se posent, qu'il ne peut être question de développer ici: calage des enregistrements de journées successives, non superposition parfaite des pixels, des différents canaux, signification exacte des valeurs enregistrées (quelle est la part du rayonnement de la surface même du Globe et des caractéristiques dues à l'atmosphère?). Seules des expériences nombreuses, des comparaisons avec les enregistrements effec-

tués au sol - qu'ils s'agissent des enregistrements traditionnels réalisés sous abri par les Services Météorologiques ou de mesures faites spécialement dans un but comparatif - permettront de progresser et de commencer à tirer parti d'une source d'information climatique de premier ordre.

D'autre part, par le biais de l'inertie thermique des différents corps, la comparaison d'enregistrements réalisés aux heures extrêmes d'une série journalière pourrait permettre de reconnaître non seulement la nature de ce qui est au sol, mais encore son état (par exemple, le sable sec ne réagit pas comme le sable mouillé).

Aucun programme de traitements numériques des données de Meteosat n'a encore été mis au point à l'ORSTOM mais leur élaboration constitue un des projets à mettre en œuvre au cours des prochains mois.

V Conclusion. Contribution possible des stages de l'ORSTOM au progrès de l'utilisation de la télédétection dans les recherches réalisées au Portugal et dans le monde tropical

Nombreux ont été les enseignements que m'a apportés la participation aux stages de télédétection organisés en octobre 1979 par l'ORSTOM. J'espère être en mesure d'utiliser moi-même plus activement ces sources d'information et de pouvoir mieux orienter les jeunes collègues, assistants et étudiants, qui désirent pratiquer ces techniques ou s'y initier.

La vocation en grande partie tropicale et subtropicale - et aujourd'hui encore principalement africaine - de l'ORSTOM fait que la documentation que l'Office a réunie, les expériences qu'il a réalisées, les méthodes qu'il a mises au point ou qu'il expérimente, ont toute chance de pouvoir s'appliquer directement aux recherches portugaises ou de permettre des comparaisons fructueuses.

La confrontation s'impose avec les méthodes de grande qualité, élaborées par le groupe FRALIT, sous la direction du Pro-

fesseur Fernand Verger, et qui viennent d'être divulguées au Portugal lors d'un stage réalisé à Lisbonne aux mêmes dates que celui que je viens d'effectuer à Paris.

Il est hautement souhaitable que s'organise à Lisbonne un centre de documentation et de traitement, assez analogue à celui qui commence à fonctionner à Bondy. Quel que soit le type de programme adopté pour les traitements numériques, il y a certainement beaucoup à apprendre des expériences faites par l'ORSTOM. Il ne me semblerait nullement superflu que d'autres chercheurs soient envoyés pour participer aux stages futurs de Sensibilisation et d'Initiation. Cela permettrait d'accompagner le développement méthodologique et technique d'un centre prometteur et dont la vocation est fort proche de celle d'une grande partie des chercheurs portugais. D'autre part, l'ORSTOM pourrait accueillir sur demande, dans un cadre de stages dits de formation, d'une durée de 2 à 3 mois, des chercheurs déjà initiés et présentant un programme de travail précis.

Le présent rapport, volontairement succinct, sera diffusé entre les organismes et personnalités qui s'intéressent au développement de la Télédétection au Portugal. Le Centro de Estudos Geográficos de Lisbonne pense publier dans un proche avenir une série d'études en portugais pour faciliter la diffusion de ces nouvelles techniques de recherche.