

OPiT

*opération
pilote
interministérielle
de
télédétection*

QUATRE ANS D'ACTIVITÉ

(1976 - 1980)

OPiT

opération
pilote
interministérielle
de
télédétection

QUATRE ANS D'ACTIVITÉ

(1976-1980)

Rapport d'activité de l'opération pilote interministérielle de télédétection, adopté par le Groupe Interministériel de Télédétection lors de la réunion tenue le 19 décembre 1980 à la DATAR.

Redigé par A. COZY, Directeur de l'OPiT
et M. BIEU-CHARRETON, Dir. Adjoint

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	5
QUATRE ANS D'ACTIVITE : RAPPORT DE L'OPERATION PILOTE INTERMINISTERIELLE DE TELEDETECTION	9
1. La mission de l'OPIT	9
2. La structure de l'OPIT	11
3. Le programme de l'OPIT	13
4. Les moyens de l'OPIT et leur emploi	20
5. Les réalisations et les résultats	24
6. Enseignements et conclusions	28
Annexe : <i>Le protocole de création de l'OPIT</i>	31
*	
* *	
COMPTE-RENDU D'ACTIVITE DE L'OPERATION PILOTE INTERMINISTERIELLE DE TELEDETECTION	
Chapitre 1 : <u>Bilan de l'action documentaire</u>	39
1. Buts et moyens	40
2. Présentation des différentes actions	42
3. Conclusions	47
Annexe : <i>Inventaires</i>	48
Chapitre 2 : <u>L'état de l'art en télédétection</u>	59
1. Principes et buts	59
2. Etapes, méthodes et moyens	61
Annexes : - <i>Fiche de dépouillement d'expérimentation</i>	64
- <i>Fiche de visite de laboratoires</i>	67
- <i>Liste des laboratoires visités</i>	68
- <i>Liste des expérimentations analysées</i>	69

	Page
Chapitre 3 : <u>L'expression des besoins-des utilisateurs potentiels</u>	71
1. Objet	72
2. Méthodologie d'enquête	73
3. Résultats obtenus	74
4. Analyse des besoins des utilisateurs potentiels	76
5. Conclusions sur les enquêtes "besoins"	84
Annexe : <i>Protocole d'accord CNES/OPIT</i>	85
Chapitre 4 : <u>Les expertises de l'OPIT</u>	87
1. Mission aux USA	88
2. Livre Blanc	89
3. IXTOC 1	89
4. Télédétection aérienne des catastrophes	90
Annexe : <i>Une enquête de l'OPIT en Amérique</i>	91
Chapitre 5 : <u>L'information et les publications</u>	99
1. Sensibilisation, information générale	101
2. Les publications	103
Annexes : <i>Liste des publications de l'OPIT</i>	104
- <i>Ouvrages généraux</i>	105
- <i>Ouvrages méthodologiques</i>	107
- <i>Rapports techniques d'expérimentation et d'évaluation</i>	108
- <i>Communication à des colloques et articles divers</i>	112
- <i>Sommaire des cahiers de l'OPIT</i>	116
- <i>Travaux de collaborateurs de l'OPIT - Thèses et mémoires</i>	114
- <i>Ouvrages ayant bénéficié du soutien financier de l'OPIT</i>	115
- <i>Cartes imprimées</i>	115
Chapitre 6 : <u>La formation</u>	125
1. Elaboration méthodologique	126
2. Les sessions de formation	131
3. Les actions de formation interne	137
4. Les expertises de l'OPIT en matériel de formation	138
5. Conception et fabrication de documents pédagogiques	139
Annexe : <i>Programme d'une session type</i>	140
Chapitre 7 : <u>Le programme informatique de l'OPIT</u>	141
1. Informatique et télédétection	143
2. Evaluation et développements des traitements de télédétection. Les principes	144
3. Les réalisations du programme informatique de l'OPIT	147
4. Conclusions	153
Annexes : - <i>Logiciels de la chaîne</i>	154
- <i>Description du système GICS</i>	155
- <i>Les nouveaux algorithmes</i>	165

	Page
Chapitre 8 : <u>Le programme d'expérimentation de l'OPIT</u>	181
1. Principes	181
2. Définition du programme	183
3. Moyens, étapes	186
4. Réalisation	188
5. Résultats	193
5.1. Analyse des expérimentations	193
5.2. Résultats par thème	217
6. Conclusions	218
Annexe : <i>Méthode d'évaluation des résultats</i>	219
Chapitre 9 : <u>Les actions de soutien à la recherche</u>	223
Annexe : <i>Fiches rendant compte des soutiens à la recherche</i>	225
Chapitre 10 : <u>Evaluation et amélioration des systèmes</u>	253
1. Amélioration de certains aspects spécifiques de la chaîne de télédétection	253
2. Mise en oeuvre de l'ensemble de la technique	258
3. L'aspect économique	261
Annexe : <i>Quelques évaluations de coûts d'opérations</i>	262
Chapitre 11 : <u>Le dialogue et les séminaires de l'OPIT</u>	265
1. L'OPIT la voix reconnue des utilisateurs	266
2. Les séminaires de l'OPIT	268
A. Trégastel	268
B. Sophia Antipolis	269
Annexe : <i>Liste des participants aux séminaires de l'OPIT</i>	283

INTRODUCTION

Créée en 1976 par les utilisateurs potentiels de la télédétection que sont les principales administrations (*) responsables du territoire et de ses ressources, l'OPIT avait pour premier objectif de faire la lumière sur les possibilités opérationnelles de cette technique afin d'orienter ses développements vers une bonne adéquation aux besoins des utilisateurs et de rendre ceux-ci à même de tirer le meilleur profit d'un recours éventuel à cette technique.

La situation en 1976 se caractérisait en effet par une méconnaissance générale des possibilités réelles de la télédétection, due à une absence quasi totale en France d'expérimentation concrète associant des utilisateurs aux techniciens. Ceux-ci imaginaient, à partir des recherches ponctuelles qu'ils avaient lancées eux-mêmes, des utilisations purement théoriques que ne limitaient en rien les contraintes de l'opérationnel, tandis que les utilisateurs potentiels avaient fini par adopter vis à vis de la télédétection l'une ou l'autre de deux attitudes opposées: soit de refus pur et simple d'une technique considérée comme un gadget inutile soit, au contraire, de confiance aveugle envers une nouvelle panacée.

(*) Ministères de l'Agriculture, de l'Environnement, de l'Équipement, la DATAR et la DGRST.

Refusant de se laisser enfermer dans cette dialectique stérile, les promoteurs de l'OPIT décidaient de façon très pragmatique de réaliser par eux-mêmes l'expertise qui permettrait d'évaluer correctement les possibilités de cette technique. Ils lançaient pour quatre ans une opération pilote qu'ils dotaient de moyens non négligeables - 15 millions de francs - permettant d'engager et de poursuivre une action qu'ils entendaient conduire eux-mêmes.

Au terme de ces 4 années d'activité, le résultat essentiel de l'action de l'OPIT a été de faire profondément évoluer l'attitude respective des utilisateurs et des techniciens par rapport à la télédétection et à ses usages. Ces deux communautés, maintenant conscientes de la dimension concrète du problème, sont disposées à collaborer. Les utilisateurs, parcequ'ils ont découvert sur les exemples produits par l'OPIT que la télédétection pouvait leur être utile moyennant un effort de mise au point, les télédétecteurs, parcequ'ils ont réalisé que leurs recherches, pour déboucher sur une application utile, devaient être menées en liaison étroite avec des utilisateurs.

Cette nouvelle disposition des esprits, condition nécessaire aux actions qui permettront le développement du marché de la télédétection, ressort clairement des conclusions du séminaire de Sophia Antipolis tenu en février 1980 à l'initiative de l'OPIT. Réunis conjointement par le CNES et l'OPIT télédétecteurs et utilisateurs (il y avait plusieurs chefs de service des Ministères utilisateurs) y ont travaillé une semaine complète.

Elle a été rendue possible par le caractère spécifique et original des réalisations du programme de l'OPIT au cours de ses 4 années d'activité selon 3 composantes principales:

- l'expertise sur les possibilités réelles de la technique;
- l'information des intéressés par la diffusion large et vulgarisée des résultats de cette expertise;
- l'optimisation enfin des possibilités actuelles par le dialogue et la collaboration avec les télédétecteurs.

1. Ayant utilisé près des 3/4 des moyens de l'OPIT, l'expertise a constitué la pièce essentielle de son programme, comportant simultanément une voie documentaire et une voie expérimentale.

- . La voie expérimentale, essentielle dans ce domaine a consommé près de 65% des crédits de l'OPIT. Elle a toujours associé les utilisateurs finals tant à la définition des opérations qu'au déroulement des travaux et à l'évaluation des résultats obtenus.

Elle conduit à la systématisation de l'évaluation des résultats fournis par la télédétection, qui a montré à plusieurs reprises que si les résultats qu'on pensait a priori obtenir n'étaient pas toujours corrects, en revanche, des résultats inattendus et utiles aux utilisateurs étaient obtenus. Ce constat montre de façon concrète la nécessité de la participation des utilisateurs au processus de développement de la télédétection, conclusion également trouvée aux Etats Unis.

En matière de traitement, l'ensemble des opérations de l'OPIT, qu'elles aient été sous-traitées par contrat ou réalisées par ses moyens propres a porté sur 49 Millions de pixels (220 000 km²), soit la moitié de la superficie du territoire national lui donnant ainsi une des toutes premières places en France pour l'expérience acquise dans ce domaine. Ces expérimentations ont comporté, à côté de tests intégrés à un plan d'expérimentation scientifiquement établi et destiné à mettre en évidence les conditions de généralisation à tout le territoire des résultats obtenus, tout un volet d'opérations en vraie grandeur intéressant des entités administratives ou de gestion complètes (départements, régions, bassin versant ...)

- . La voie documentaire (9% des crédits) qui a permis la publication d'un état de l'art en télédétection, à son heure le seul document français qui ait traité aussi complètement l'ensemble des problèmes techniques et d'application, a comporté également une mission importante aux Etats Unis où 200 personnes et 80 organismes ont été rencontrés. Cette mission a montré que la situation française n'était pas sensiblement différente de la situation américaine, hormis les moyens consacrés à ces actions d'expérimentation et d'apprentissage qui restent en France de l'ordre du 10e de ce qu'y consacrent les Etats Unis
- 2. L'information a concerné 12% environ des moyens. Elle répondait à une demande très précise des Ministères membres, soucieux de disposer sur les utilisations opérationnelles de la télédétection d'une information honnête et débarassée du jargon technique habituel dans ce domaine. Elle a comporté trois volets importants:
 - . les publications: + les cahiers de l'OPIT, seule revue française traitant des applications de la télédétection et spécialement destinée aux utilisateurs (diffusion: 3 000 exemplaires, 5 numéros parus ou en cours de publication, 2,75% des moyens);
+ autres publications: celles-ci essentiellement techniques représentent une centaine de rapports ou de notes et d'articles soit 6 000 pages. De moindre diffusion que les cahiers, elles constituent en revanche un acquis technique de valeur incontestable pour le développement futur de la télédétection en France (2,75% des moyens y ont été consacrés).
 - . la formation: (4,75% des moyens)- donnée sur le tas à l'occasion des opérations d'expérimentation, elle a permis de sensibiliser et de faire participer plusieurs dizaines d'utilisateurs de la base (Directions départementales) grâce à des sessions courtes;
 - à l'OPIT en outre, ont été formés de façon très approfondie une quinzaine de techniciens, renforçant ainsi les capacités de la communauté télédetectrice en France;
 - on notera également dans cette rubrique, l'accord passé entre l'OPIT et les Etats Unis pour des stages d'un an dans l'équipe de l'USDA qui travaille avec la NASA; deux fonctionnaires du Ministère de l'Agriculture en bénéficient actuellement, l'un à Washington, l'autre à Houston.

. les séminaires: innovant radicalement avec les traditionnelles réunions scientifiques sur la télédétection, les séminaires de l'OPIT (Trégastel en mai 1978: 140 participants pendant 3 jours, et Sophia Antipolis en février 1980: 40 participants de haut niveau pendant une semaine) ont pour la première fois mis en contact les télédéTECTEURS et les utilisateurs potentiels, permettant ainsi au dialogue de naître et de se développer de façon efficace (2,5% des moyens).

3. L'optimisation. L'OPIT n'était pas un organisme de recherche. Elle a néanmoins consacré 12,5% de ses moyens, soit à des développements de logiciels nouveaux, soit à des soutiens à des laboratoires dont les travaux lui paraissaient devoir déboucher utilement et rapidement (GDTA, INRA etc...).

L'évaluation chiffrée des résultats fournis par la télédétection a conduit l'OPIT à faire écrire un logiciel d'évaluation et de traitement. Ce logiciel a été adapté au matériel français pouvoir l'implémenter dans les administrations qui souhaiteraient en disposer. Cette action a ainsi porté le nombre de centres français de traitement potentiel de télédétection de 7 à 12.

En outre, son action exigeante auprès des organismes travaillant pour elle, les a parfois conduits à améliorer sensiblement leur chaîne de traitement (à l'IGN par exemple qui le reconnaît volontiers), tandis que la confiance que lui accordaient les utilisateurs a amené d'autres organismes à collaborer franchement avec elle pour bénéficier eux-mêmes ainsi de l'enrichissement de ces contacts jusqu'alors difficiles pour eux directement. C'est par exemple le cas du CNES qui a signé un protocole d'accord dès 1977 avec l'OPIT pour la réalisation d'une enquête sur les besoins des utilisateurs, et qui a participé en 1980 au financement et à l'organisation du séminaire de Sophia Antipolis.

* *

*

Le présent rapport, en démontrant que l'action menée par l'OPIT a atteint des objectifs conformes à ceux que visaient ses initiateurs, en valide la démarche. Mais si ces résultats sont incontestablement positifs ils ne sont pas pour autant suffisants et doivent, si l'on veut arriver au terme primitivement assigné à son action, être relayés par d'autres. L'accent doit porter désormais sur la recherche de la meilleure insertion de la technique dans les structures administratives et sur le transfert de technologie aux utilisateurs. C'est le parti adopté aux Etats-Unis où l'on notera que les moyens qu'ils y consacrent sont 10 fois plus importants qu'en France.

Il importe de ne pas abandonner à mi-route l'effort nécessaire à la naissance des usages utiles de la télédétection ; il convient donc d'en consentir les moyens.

Quatre ans d'activité de l'OPIT

1 - LA MISSION DE L'OPIT

L'OPIT a reçu pour mission de conduire pour quatre ans, à compter du 1er Juillet 1976, un programme d'actions destinées à permettre vers 1980 un usage opérationnel et efficace de la télédétection par ses administrations membres. Celles-ci, représentant certains des principaux ministères responsables de la gestion du territoire et des ressources naturelles affirmaient à la fois, en créant l'OPIT, l'intérêt qu'elles portent aux potentialités de cette technique et leur volonté de voir réellement pris en compte leurs intérêts propres dans ses développements.

La solution adoptée par l'OPIT, consiste en une prise en charge *directe et en commun* par les utilisateurs de l'évaluation des techniques de télédétection, du développement de leur composante "traitement-interprétation", enfin de leur transfert à leur bénéfice propre. Soucieuse d'éviter les gaspillages qu'aurait pu faire naître le développement d'efforts en ordre dispersé, une telle démarche devait permettre d'éviter un écueil généralement rencontré lorsque sont confondues au sein du même organisme à vocation technique les responsabilités distinctes de conception de l'outil et de définition des objectifs qu'il doit permettre d'atteindre (point de vue des utilisateurs) : Le développement de l'outil pour lui-même sans qu'il trouve de véritables clients.

La stagnation naguère et encore actuellement rencontrée du développement opérationnel des applications de la télédétection aux Etats-Unis - et dont leur presse spécialisée s'est faite périodiquement l'écho au cours des dernières années - montre que c'est bien au niveau du dialogue préalable entre utilisateurs et techniciens que se situe l'essentiel des difficultés. Il était donc logique de faire porter les efforts de l'OPIT sur ce point.

L'approche française, dans ce domaine, avait ainsi, dès 1976, le mérite de l'originalité, voire de la précocité comme le montre en 1980 l'intérêt manifesté outre-atlantique à notre approche depuis qu'elle a fait là-bas l'objet de présentation à l'occasion de la mission d'enquête que l'OPIT y a conduite en 1979. Les décisions gouvernementales qui suivirent en 1977 dans le domaine de la politique spatiale ont renforcé a posteriori l'intérêt de la mission de l'OPIT et, particulièrement, dans la perspective affirmée en 1978 de faire prévaloir, tant dans la politique industrielle, que dans celle de la recherche, les préoccupations d'applications véritablement utiles.

L'objectif visé est en définitive l'utilité de la télédétection au service des utilisateurs par l'adaptation mutuelle et progressive de l'outil et de ses utilisations pratiques. La stratégie proposée pour l'atteindre, dès les débuts de l'OPIT, prend en compte cette symétrie : en se proposant d'agir, d'une part, au niveau des utilisateurs face à la technique ; en évaluant et en optimisant, d'autre part, les techniques en réponse aux besoins des utilisateurs.

Dans le premier cas, il s'agit de rendre ceux-ci capables de tirer le profit maximum d'un recours futur à la télédétection dans leurs missions :

- soit par la possibilité d'obtenir d'un organisme compétent l'information élaborée qui leur est nécessaire ou par la capacité de mettre eux-mêmes en oeuvre la technique appropriée pour résoudre leurs problèmes actuels. Suivant les cas, ce sont des actions d'*information* ou de *formation* qui leur sont alors nécessaires,
- soit en modifiant certaines routines, ce qui permettrait de parvenir, par l'adoption de certaines des nomenclatures originales de la télédétection, à des résultats aussi bons, voire meilleurs, au regard de la finalité de leur action que ceux qu'ils obtiennent par les méthodes actuelles.

Quant à la technique - *et c'est le deuxième point* - il fallait, parce que cela n'avait pas été assez fait, en révéler les possibilités (*fiabilité*) avant de les juger en termes d'*utilité*, enfin, être à même si c'était nécessaire, d'orienter et d'encourager l'amélioration de l'outil par la mise au point éventuelle de meilleures méthodes de traitement et d'interprétation.

Il était donc nécessaire de disposer d'une base concrète d'expériences en vraie grandeur susceptible d'alimenter ce programme d'évaluation ainsi que la réflexion en profondeur des utilisateurs appelés à découvrir des usages qui valorisent le produit télédétection de même que leur sensibilisation comme leur formation devaient se développer à partir de cas réels touchant à leurs missions.

L'expérimentation devait aussi constituer le seul terrain sur lequel se développerait convenablement le dialogue nécessaire entre les deux communautés. L'expérience de ces quatre années démontre a posteriori que cette condition a bien joué, le caractère concret des programmes donnant aux débats qu'ils ont finalement suscités suffisamment de réalisme pour éviter un blocage qu'avaient généralement connu les expériences antérieures.

L'OPIT enfin entrevoyait que la synthèse de cette double approche devait conduire à des propositions portant sur l'*organisation* la mieux adaptée à rendre le maximum de service. A cet égard, elle estime n'avoir éventuellement qu'à *proposer* au CNES des éléments de spécifications technologiques ou des orientations de recherche à conduire.

C'est essentiellement dans les domaines de la *définition* et de la *programmation* en temps réel des missions d'observation de la terre, de la configuration des segments sol (*définition et traitements des données*) et de l'*expérimentation de la meilleure organisation* (niveau de décentralisation, coûts, délais, efficacité) qu'elle se proposait surtout d'intervenir.

La nature même de ces actions de sensibilisation des utilisateurs et d'organisation du dialogue à travers des programmes à base technique eux-mêmes entâchés de constante de temps importante dans l'état d'organisation des compétences techniques de 1976, explique facilement que cette dernière partie n'ait pu être véritablement engagée. Elle reste cependant essentielle et l'on soulignera en conclusion de cette présentation liminaire de la mission de l'OPIT qu'elle constitue l'un des axes qu'entendent systématiquement explorer les utilisateurs que l'OPIT a sensibilisés et qui veulent désormais aller plus loin dans leur découverte de la télédétection.

2 - LA STRUCTURE DE L'OPIT

Préparée par une longue concertation entre les Ministères de l'Agriculture, de l'Environnement, de l'Équipement, de l'Industrie et de la Recherche (DGRST) et de l'Intérieur (DATAR), l'OPIT a été lancée par une décision du comité interministériel d'action pour la nature et l'environnement du 30 juillet 1975 suivie de financements obtenus aux comités interministériels :

- d'action pour la nature et l'environnement du 10 décembre 1975 et
- d'aménagement du territoire du 23 février 1976

Un protocole d'accord * entre les 5 ministères participants était adopté le 5 mai 1976 et l'opération démarrait peu après pour une durée de 4 ans (1er Juillet 1976-30 Juin 1980).

* qu'on trouve à partir de la page 31.

Au terme de ce protocole l'OPIT est constituée :

- d'un groupe interministériel de télédétection (GIT), seul responsable devant le gouvernement, qui dispose des pouvoirs et adopte les mesures nécessaires à l'exécution de la mission de l'OPIT;
- d'un Directeur, nommé par le GIT, seul responsable technique et scientifique de l'OPIT devant le GIT, qui assure sous l'autorité de ce dernier l'exécution du programme de l'OPIT.

Ces deux organes sont respectivement assistés :

- le GIT: d'un Conseil Exécutif, où les 5 ministères membres sont également représentés et qui assure par délégation du GIT le suivi de l'exécution du programme et de l'emploi des moyens, arrête sur proposition du Directeur les projets de contrats et prend toutes décisions concernant l'emploi des moyens de l'OPIT.

GRUPE INTERMINISTERIEL DE TELEDETECTION

Présidents: 1976 Pierre Carrigue DATAR
1977 à 1980 Jean Max de Lamare DGRST

Membres:				
Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale	1976 1977-mi 1978 mi 1978-fin 1980	Pierre Carrigue Alain Bréau Philippe Vuitton	,Ingénieur des Télécommunications ,Ingénieur des Télécommunications ,Ingénieur des télécommunications	
Délégation à la Recherche Scientifique et Technique		Jean Max de Lamare,	Conseiller Technique à la DGRST	
Ministère de l'Agriculture		Robert Foulhouze,	Ingénieur Général du GREF, Directeur du CTGREF	
Ministère de l'Environnement	7. 1976- 2. 1978	André Charles	,Administrateur Civil hors classe Chef du Service des Affaires Générales	
	3. 1978- 8. 1978	Roger Cruon	,Ingénieur en Chef de l'Armement Sous-Directeur à la Délégation à la Qualité de la Vie	
Ministère de l'Equipement	9. 1978- 6. 1980	Bernard Hurez	,Adjoint au Délégué à la Qualité de la Vie	
		Jean Tutenuit	,Ingénieur en Chef des Ponts et chaussées adjoint au Directeur de la DBTPC	
		Jean Monge	,Administrateur Civil adjoint au Directeur de la DAEI	

CONSEIL EXECUTIF

Secrétaire Général: Jean Marie Pasquet *Chef de la section administrative et financière de la délégation à la Qualité de la Vie et représentant Le Ministère Gestionnaire (l'Environnement).*

Membres:			
Délégation à l'aménagement du Territoire et à l'Action Régionale	successivement	Pierre Carrigue Alain Bréau Philippe Vuitton	,membres du G.I.T.
Délégation à la Recherche Scientifique et Technique		Jean Max de Lamare	,membre du G.I.T.
Ministère de l'Agriculture		Jean de Montgolfier	,Ingénieur du Gref au CTGREF d'Aix en Provence
Ministère de l'Environnement		J:Marie Pasquet	,Secrétaire Général
Ministère de l'Equipement		Joseph Leddet S.Claude Etienne	,Administrateur de l'INSEE ,Attaché de l'INSEE

Compte tenu de l'absence de personnalité juridique de celle-ci, ses moyens sont gérés par l'un de ses ministères membres. Cette gestion administrative et financière a ainsi été confiée par le GIT au Ministère de l'Environnement, dont le représentant au Conseil Exécutif a rempli les fonctions de Secrétaire Général chargé de l'exécution administrative et financière des opérations approuvées par le Conseil Exécutif.

- le Directeur :- d'un conseil, désigné tout d'abord sous le nom de conseil scientifique puis, sur sa proposition dans le but de bien distinguer les fonctions de conseil et de mise en oeuvre de l'opération,

- d'un conseil de Direction, équipe de techniciens chargés sous son autorité de la conduite des différentes actions du programme de l'OPIT,

- d'un conseil scientifique appelé à donner des avis sur les orientations et les résultats des opérations du programme. Dans ce conseil figuraient, à côté de membres du Conseil de Direction, un certain nombre de hautes personnalités intéressées par la démarche de l'OPIT et susceptibles de lui apporter dans nombre de domaines les lumières de compétences affirmées et variées. Le Conseil Scientifique s'est réuni en séance plénière (le 19 Juin 1978 au Commissariat Général du Plan) et a surtout été consulté par des demandes d'avis, adressées à tel ou tel des conseillers en fonction du sujet abordé, ou par la participation de certains d'entre eux à des groupes de travail spécifiques.

Les membres de ces deux instances sont également nommés par le GIT sur proposition du Directeur.

3 - LE PROGRAMME DE L'OPIT

Orienté vers la mise au service des utilisateurs, ses membres des techniques de télédétection éprouvées comme opérationnelles et adaptée à leurs besoins, le programme de l'OPIT a comporté des actions de nature diverse : Documentation, élaboration de l'état de l'art en télédétection, expression des besoins, expertise, information et sensibilisation, formation, expérimentation et évaluation des techniques comme des structures, développement de nouvelles méthodes, concertation entre techniciens et utilisateurs potentiels constituent les rubriques permettant d'analyser l'action de l'OPIT au cours de ses quatre ans d'activité. Cette division ne doit toutefois pas faire oublier que ces actions restent nécessairement imbriquées et qu'elles interfèrent les unes avec les autres dans une dynamique de cycles itératifs dont on trouvera un schéma p. 19.

Action documentaire

Nécessaire parce qu'inexistante en France en 1976, l'action documentaire de l'OPIT lui a permis de disposer d'éléments indispensables à l'élaboration d'un premier ETAT DE L'ART ; il apparaît en effet nécessaire pour pouvoir conseiller les utilisateurs, de connaître les possibilités existantes et les résultats des expériences qui ont été réalisés. De même était-il important de lister au départ les différents BESOINS des utilisateurs potentiels de la télédétection pour être à même de procéder à la confrontation besoins - état de l'art qui devait révéler les domaines où des applications pouvaient être attendues.

Evaluation

Mais il ne pouvait être question de se contenter des conclusions des expériences des autres, et ceci pour deux raisons.

Il s'agissait en majorité d'expériences étrangères, notamment américaines, c'est-à-dire se situant dans un environnement nettement différent du nôtre, mais auquel les caractéristiques des satellites actuels semblaient mieux adaptées qu'au nôtre. De même les besoins des administrations n'y sont pas les mêmes. Aussi la transposition d'une application reconnue comme opérationnelle aux Etats-Unis n'était-elle pas nécessairement possible au cas français.

Par ailleurs l'expérience montre que la qualité d'un résultat obtenu dans un environnement spécifique ne se conserve pas nécessairement dans un autre environnement, voire à quelques dizaines de kilomètres de là. La plupart des expériences connues étaient uniques en leur genre. On ne pouvait donc pas généraliser ce résultat sans risque d'erreur.

Ces deux raisons devaient logiquement conduire à proposer pour la France un programme d'évaluation des techniques de télédétection adapté au cas français.

L'OPIT a donc mis au point une méthode d'évaluation consistant en la comparaison sur des sites échantillons des résultats obtenus par la télédétection à la réalité observée sur ces sites indépendamment des traitements de télédétection. Elle a fait réaliser un programme informatisant cette comparaison et a défini, compte tenu des caractéristiques des différentes régions françaises, un plan d'expérience permettant de conduire un programme systématique d'évaluation sur tout le territoire.

C'est seulement au vu des conclusions finales de ce programme qu'il sera possible de connaître concrètement la fiabilité des résultats obtenus en n'importe quelle localisation du territoire.

Expérimentations

Base nécessaire à cette évaluation, des résultats expérimentaux tenant compte de la combinatoire des données et des traitements existants, des besoins exprimés et des natures de territoire, faisaient totalement défaut en 1976 ; même à l'état embryonnaire. Le programme de l'OPIT s'est donc attaché essentiellement à cette action d'expérimentation.

Le principe veut que soit retenu, en matière de zones d'expérimentation, un échantillon représentatif de la diversité des situations. Celle-ci est due à de multiples causes et se manifeste de façon complexe dans les "signatures radiométriques" enregistrées. Un examen attentif de l'indépendance des paramètres et de l'homogénéité des réponses radiométriques est nécessaire pour ne pas se trouver face à une entreprise démesurée. Par ailleurs, certaines questions (besoins) ne se posent que dans certaines régions. Enfin, en dépit de la tendance des techniciens à présenter comme originale leur technique propre, une analyse des différents traitements existants ramène leur nombre à une demi-douzaine de types différents ; de même les types de données sont encore peu nombreux. Aussi le plan d'expérimentation élaboré par l'OPIT est-il, en définitive, réaliste.

A côté de ces résultats obtenus selon un plan d'échantillonnage systématique pour permettre l'évaluation objective des divers traitements, d'autres expérimentations - dites en vraie grandeur - ont permis de mettre entre les mains des utilisateurs un produit plus conforme à la dimension des problèmes qu'ils ont à traiter et qui leur a donné la possibilité de discerner a posteriori dans l'information télédétection un contenu susceptible de leur servir alors même que l'évaluation objective décrite ci-dessus avait pu révéler une fiabilité insuffisante quant aux questions de routine posées a priori.

L'on voit bien comment le couple expérimentation-évaluation de méthodes signalées par l'état de l'art, vient par ses résultats modifier le contenu de celui-ci en le validant éventuellement ou en révélant des applications inédites.

Développements

Dans un cas comme dans l'autre, les éléments évalués concernent aussi bien les traitements que les méthodes d'interprétation, c'est-à-dire pour ces dernières, l'utilisation implicite faite par les procédures temporelles d'acquisition-traitement, de modèles d'amont rendant compte d'une bonne connaissance des lois qui régissent des phénomènes qu'on cherche à détecter.

Développer l'"aval" de la télédétection, notamment aux stades d'interprétation et d'évaluation, devait conduire l'OPIT à susciter des recherches tendant à améliorer l'efficacité de cette technique. On vient de le voir pour la modélisation d'amont, domaine dans lequel elle a fait des recommandations aux chercheurs assorties parfois d'aides financières:

Il est également certain que les seuls traitements existants ne satisferont pas tous les besoins ressentis. En effet, les traitements implémentés, actuellement disponibles, s'appuient généralement sur la notion d'homogénéité spectrale. Cette hypothèse conduit à ne mettre en évidence que des classes d'objets proches, tant par leur radiométrie, que par leur nature propre. Ces méthodes ont montré leurs limites aux Etats-Unis, il est à prévoir qu'en France où les phénomènes sont plus hétérogènes, il en ira de même.

Par ailleurs, on notera que l'investissement essentiel en matière de traitements numériques en télédétection a porté sur la mise en place d'une informatique de gestion des données qui était nécessaire à un développement ultérieur. Les algorithmes implémentés par la suite ont naturellement été les plus simples, ceux qui retiennent l'hypothèse d'homogénéité citée ci-dessus. Par la suite, l'absence de souci d'évaluation n'a pas conduit au développement de traitements mieux adaptés aux applications.

Cependant, des performances originales peuvent être valablement escomptés de l'appel à d'autres hypothèses, sans doute plus complexes, mais qui rendraient mieux compte des phénomènes observés. L'implémentation de ces algorithmes ne représente désormais plus qu'un coût marginal au regard de l'investissement de base réalisé.

Aussi l'OPIT a-t-elle retenu dans une perspective *d'optimisation* de tester, au même titre que les traitements actuellement existants, un certain nombre de logiciels nouveaux à faire écrire, utilisant notamment la notion de texture, ou non paramétriques.

Information

Qu'il s'agisse de faire connaître de façon systématique aux services éventuellement intéressés les applications opérationnelles et les conditions de leur réalisation, ou d'orienter en fonction de leur besoin au coup par coup, les utilisateurs vers les organismes qui répondent le mieux à leur attente, il était nécessaire de développer une fonction d'information. Celle-ci a adopté plusieurs canaux, allant de la réunion d'information au sein des services centrée sur leurs domaines d'intérêt au séminaire multithème à assistance plus nombreuse et variée.

Par ailleurs, une action importante de sensibilisation a été accomplie par le canal d'une revue périodique destinée aux utilisateurs : "Les Cahiers de l'OPIT".

Formation

La *formation* proprement dite a d'abord été nécessaire aux équipes locales ayant accepté de participer au programme d'expérimentation de l'OPIT (connaissance du terrain) et à la phase d'interprétation et d'évaluation qui le suit. Il s'agissait, bien sûr, de la formation minimum, essentiellement pratique, nécessaire à cette participation.

A plus long terme, des programmes systématiques devraient permettre d'instaurer chez les utilisateurs un état d'esprit nouveau et de développer dans leurs services des capacités nouvelles, ces deux facteurs conditionnant l'utilisation rationnelle, donc efficace, des systèmes spatiaux d'observation de la terre. Pour de tels programmes systématiques, l'OPIT estime n'avoir qu'à définir le contenu et l'organisation des cycles de formation en faisant appel pour leur réalisation aux organismes de compétence.

Concertation - Techniciens Utilisateurs

Rendu possible par cette sensibilisation préalable, un *dialogue* peut s'amorcer. Les administrations sont invitées à s'y engager profondément et peuvent en attendre en retour l'adaptation des spécifications de l'outil télédétection aux contraintes de leurs programmes d'application. En outre, elles pourront envisager, au cas où la télédétection révélerait de nouvelles potentialités, de réviser leurs procédures conventionnelles de recueil de l'information. Ce dialogue a pu s'amorcer dans un premier temps par la recherche de l'expression des *besoins* actuels et de leurs finalités. Il s'est établi par leur traduction en termes de télédétection entraînant naturellement un certain nombre d'adaptations successives. Il s'est poursuivi de façon permanente par les contacts que l'OPIT a établi avec les organismes techniques compétents, et périodiquement par des séminaires organisés par l'OPIT.

Conception et validation du système de télédétection

Cette action clef du programme de l'OPIT vise à agencer harmonieusement l'ensemble des différents modules de toute nature et des multiples liaisons qui vont constituer le système de télédétection proposé. Elle doit porter sur le choix d'éléments optimisés, et comporter des phases d'expérimentation des divers "rouages" puis d'apprentissage du fonctionnement du système. L'énumération suivante, non exhaustive, permet un premier aperçu de l'importance et de la variété des préoccupations à prendre en compte au titre de cette action.

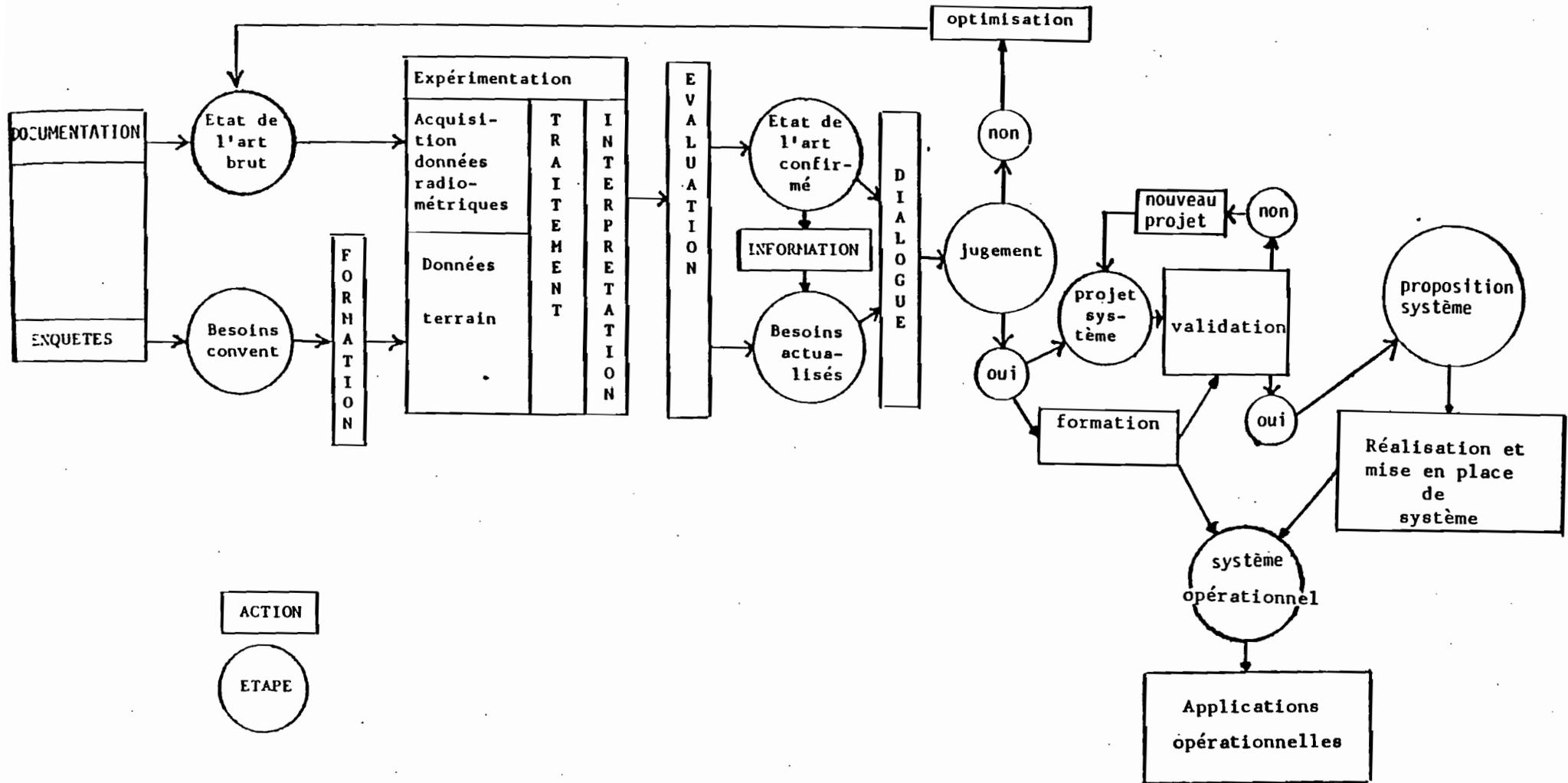
Programmation des missions d'observation de la terre compte tenu des probabilités météorologiques et de la hiérarchie des priorités des utilisateurs; problèmes des coûts et des délais de la disponibilité des données; complémentarité satellite-avion. Choix des matériels les plus performants, des logiciels les mieux adaptés à la variété des besoins.

- . Définition, en fonction des besoins de la meilleure *structure institutionnelle*.
- . Choix entre le recours à des *façonniers contractants* ou aux développements de services intégrés dans les administrations.
- . Détermination du bon *niveau de décentralisation* suivant les types de questions traitées (national, régional, départemental).
- . Choix pour les traitements entre des *centres spécifiques* pour chaque administration intéressée ou des *centres banalisés interadministration*.
- . *Evaluation des moyens nécessaires* en fonction de l'extension spatiale et de la fréquence des opérations types.
- . Conséquences sur les coûts.
- . Problèmes posés et avantages comparés d'une *spécialisation des personnels*, au stade des traitements de l'interprétation et des observations de terrain par opposition à une *implication* dans ces opérations des *utilisateurs finals, etc...*

Là aussi, les conclusions d'expériences concrètes sont à attendre avant de pouvoir arrêter de façon pragmatique le schéma technico-institutionnel le mieux adapté à chacun des problèmes à traiter.

L'on vérifie à la lecture du contenu de chacune de ces actions, combien elles sont imbriquées : L'expérimentation en constitue la substance, exigeant un aval de connaissance a priori fournies par la documentation et fournissant le banc d'essai à l'essentiel de la formation pratique, à l'évaluation et au dialogue : Ses résultats sont ceux qui sont par la suite diffusés par l'information. Ses résultats sont l'objet de l'évaluation dont les conclusions sont reprises par l'information systématique et le conseil ou l'expertise que l'OPIT propose à ceux qui lui en font la demande dans l'objectif de les orienter vers le produit le mieux adapté à leurs besoins. L'ensemble des éléments d'évaluation et d'expertise tant techniques qu'économiques ou opérationnels sont repris dans une démarche d'approche-système conduisant, à travers une phase éventuelle d'optimisation à proposer le meilleur service pour le meilleur prix. Ces différentes actions sont reprises dans le schéma de la page suivante.

SCHEMA DES ACTIONS DU PROGRAMME DE L'O.P.I.T.



ACTION

ETAPE

4 - LES MOYENS DE L'OPIT ET LEUR EMPLOI

Pour remplir sa mission, l'OPIT était dotée d'un ensemble de moyens fournis par ses différents membres : moyens financiers destinés à lui permettre de faire réaliser des travaux sur contrat ; moyens humains dont l'activité devait permettre de concevoir, définir, suivre et évaluer ces travaux, puis de les faire connaître à l'ensemble des services susceptibles d'être intéressés.

a. Moyens financiers

Au démarrage de l'OPIT son budget avait été fixé à un montant annuel de 5 millions de francs. Très vite cependant, il devint manifeste que la taille réduite de l'équipe de direction de l'OPIT, aurait pour conséquence de limiter le volume des travaux ainsi réalisés.

C'est qu'en effet, sa mission essentielle, compte tenu de l'état des capacités en télédétection et de l'ignorance des utilisateurs dans ce domaine, consistait moins à faire réaliser, sans contrôle, une masse importante de travaux de télédétection, qu'à associer, à des opérations exemplaires des utilisateurs, et à mener avec eux, ou à leur profit, toute une série d'expertises sur les résultats obtenus. L'on verra au paragraphe suivant qui traite des moyens en personnel, que ce type d'activité requiert un personnel nombreux et bien adapté à cette fonction.

On observe ainsi, selon les années, les consommations de crédits suivantes :

1er exercice	2 808 387
2 ^e	" 3 359 646
3 ^e	" 2 644 927
4 ^e	" 3 303 676

auxquels il y aurait lieu d'ajouter certaines contributions directement mises en oeuvre par des services appartenant aux ministères membres de l'OPIT, ou des organismes techniques,* pour un total de 300000 F environ. L'ensemble des moyens mis à sa disposition atteint ainsi 12 500 000 F soit un peu plus de 3 millions par an.

La prise en compte du coût correspondant aux personnels fonctionnaires mis à disposition (173 mois) conduirait à majorer ce chiffre de 20% le portant ainsi globalement à 15 MF.

Ces crédits fournis par les Ministères membres de l'OPIT sont transférés au budget du Ministère de l'Environnement qui les gère pour le compte de l'OPIT; ils donnent lieu à un rattachement à une ligne spécialement ouverte de ce budget et à des contrats avec des organismes techniques qui soit, réalisent sur commande travaux ou prestations de caractère technique soit, fournissent à l'OPIT l'assistance technique dont elle peut avoir besoin dans la conduite de sa mission.

* DAEI, DUP de l'Environnement, CTI de l'Agriculture et CNES

La ventilation de ces moyens par type d'action du programme de l'OPIT donne les pourcentages du tableau suivant :

Désignation et contenu de l'action correspondante	%	
<u>Formation Information.</u> Documentation - groupes de travail sur l'état de l'art et l'expression des besoins. Expertises et travaux de synthèse. Enquêtes. Formation Information - sensibilisation Publication Séminaires	9,5 4,5 5,5 3	22,5%
<u>Opérations techniques :</u> <u>Expérimentation, évaluation.</u> Acquisitions de données de télédétection Traitements sur contrat Traitements internes (informatique seule) Assistance Technique aux opérations internes Contrats d'interprétation à l'extérieur	6,5 27,5 5 20 6	65%
<u>Recherche Développement :</u> Soutien à la recherche Développements de logiciels	7 5,5	12,5%

b. Moyens en personnel: les principes

Concevoir des opérations de télédétection qui correspondent aux soucis des utilisateurs, y faire participer ces derniers, leur donner le minimum de formation en télédétection qui leur permette cette participation, évaluer les résultats obtenus, faire la synthèse des évaluations faites, en assurer la diffusion sous une forme adaptée dans l'ensemble de la communauté utilisatrice; autant de tâches que les personnels de l'OPIT ont eu à mener à bien au cours de ces 4 ans, et qui exigent de leur part des qualifications assez variées.

Il était tout d'abord nécessaire pour être crédible tant aux yeux des utilisateurs dont l'OPIT avait les intérêts en charge que face aux organismes techniques naturellement réservés quant à la légitimité de sa mission d'expert pour le compte des utilisateurs de faire la preuve d'une réelle compétence technique. A cet égard, l'OPIT a bénéficié de la mise à sa disposition de certains personnels de grande valeur. Elle a par ailleurs reçu une assistance technique de haut niveau dans le cadre de missions spécifiques de courte durée sur contrat et a, par ailleurs, bénéficié tout au long de sa mission de l'assistance de chargés d'étude d'un bon niveau de base qu'elle a elle-même formés en télédétection.

Sensibiliser les utilisateurs aux possibilités de la télédétection, les convaincre de participer aux opérations d'expérimentation et d'évaluation, leur donner les bases techniques nécessaires et les assister tout au long d'opérations en vraie grandeur implique, en plus de la part du personnel chargé de ces tâches un sens du contact et du concret ainsi qu'une connaissance sérieuse des problèmes traités par ces utilisateurs. Le temps à consacrer à l'ensemble des tâches composant de telles opérations s'est révélé très important en définitive. Aussi, la réalisation d'un programme plus ambitieux aurait-elle exigé un nombre élevé de ces "chefs de projets".

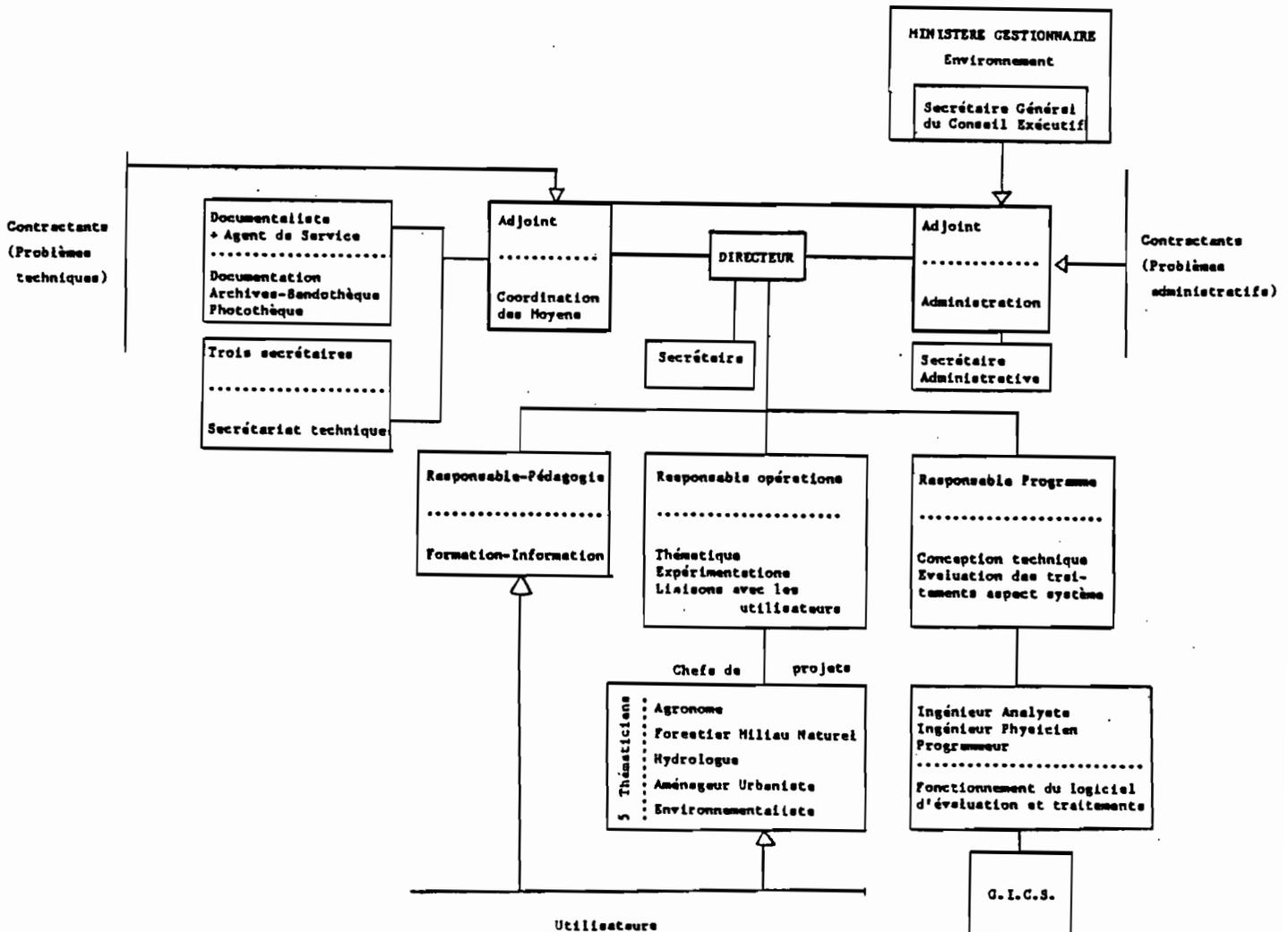
En matière d'information et de formation la nécessité d'adopter un langage débarrassé du jargon technique, comme celle de mettre au point une pédagogie adaptée aux milieux professionnels des utilisateurs, conduisait à du personnel également bien adapté à ces tâches. Sur le premier point; après avoir fait appel à des consultations sur contrat au début de sa mission, l'OPIT a bénéficié au cours de la deuxième moitié d'une assistance plus permanente qui lui a permis de lancer efficacement les cahiers de l'OPIT.

En revanche, en matière de formation, l'insuffisance des moyens en personnel n'a pas permis de motiver suffisamment les utilisateurs pour systématiser des séances d'initiation qui, d'ailleurs, auraient réclamé plus de monde qu'il n'était possible d'y affecter. Aussi, en dehors des séances décrites dans le chapitre qui traite de la formation, celle-ci a-t-elle surtout consisté en une formation longue, approfondie et très concrète qui a concerné une douzaine de personnes seulement.

c) Moyens en personnel : la réalité

Dans la réalité l'OPIT a disposé en moyenne d'une équipe de 11 personnes sur les 4 ans comportant des fonctionnaires mis à disposition, des chargés d'études techniques (contrats d'assistance technique), de stagiaires et d'un minimum de personnel de secrétariat. Cette moyenne recouvre des niveaux en réalité bien différents selon les périodes concernées. L'on verra au paragraphe suivant les caractéristiques de ces périodes. Dans celle qui correspond au maximum d'activité, l'équipe approchait la vingtaine conformément à un schéma organique adopté par le GIT.

ORGANIGRAMME DE L'OPIT



5 - LES REALISATIONS ET LES RESULTATS

On distinguera les 3 périodes suivantes dans la mission de l'OPIT:

- juillet 1976 - février 1977: période de démarrage où une part importante de l'effort a porté sur la mobilisation des moyens, la conception et l'expérimentation des modalités de l'action de l'OPIT et la définition de son programme.
- mars 1978 - février 1980: période de production maximale de l'OPIT qui avait trouvé un niveau correct de moyens en personnel, disposait d'investissements intellectuels comme le GICS et le programme d'évaluation. C'est au cours de cette période qu'ont eu lieu les séminaires de l'OPIT, qu'ont été lancés les Cahiers, réalisées les opérations en vraie grandeur, mobilisés profondément les utilisateurs.
- 2ème et 3ème trimestres 1980: période de reflux. En l'absence d'une indication claire sur le futur de l'OPIT, en dépit des demandes exprimées par les utilisateurs à Sophia Antipolis, un certain nombre d'initiatives se développent en ordre dispersé de la part notamment des organismes techniques qui, chacun, tente de reprendre à son profit les liens établis précédemment avec des utilisateurs grâce à l'OPIT; de leur côté, les utilisateurs, laissés à eux-mêmes se démobilisent à l'exception de ceux qui, particulièrement motivés, entreprennent des actions de leur propre initiative.

Les chapitres qui suivent reprennent action par action les réalisations de ces quatre années d'activité. Il a néanmoins paru utile de rassembler ci-après, sous forme de bilan et de façon plus concise, les éléments essentiels de ce qui a été réalisé dans le cadre de la mission de l'OPIT.

*

*

*

a. 1ère période :

Etat de l'art en télédétection: premier des produits de l'OPIT, cette réalisation a été, à son heure, en dépit de certaines imperfections, le seul document de langue française qui abordait de façon aussi approfondie l'ensemble des problèmes (technique et application). Ce document largement diffusé a servi de base de départ à d'importantes réunions de sensibilisation des utilisateurs.

Mise au point d'une doctrine: l'évaluation. S'il allait de soi dès avant son démarrage qu'il y avait lieu pour l'OPIT de réaliser des expérimentations, l'évaluation des résultats obtenus n'était qu'implicitement envisagée sans qu'aucune réflexion sérieuse ait porté sur les fondements statistiques et les procédures à utiliser. L'OPIT, à cet égard, a très largement innové, non seulement en France mais de l'aveu même de nombreux étrangers rencontrés qui se sont déclarés très intéressés par la méthode

d'évaluation de l'OPIT. On signalera comme seule expérience analogue celle de l'US Corps of Engineers qui a publié en Novembre 79 un rapport d'évaluation.

Elaboration d'un outil d'évaluation : le GICS. L'OPIT se dote d'un moyen efficace pour évaluer objectivement les résultats des traitements de télédétection: le GICS; ce logiciel en outre, comporte un noyau de gestion d'image permettant l'implémentation de logiciels de traitement. Largement proposé dans les administrations, il a permis à certaines d'entre elles d'accéder au nombre des traiteurs doublant presque ainsi le nombre des centres de traitement en France qui passe grâce à l'OPIT de 7 à 12.

Mobilisation des utilisateurs, seuls bons juges de l'utilité de la télédétection. L'OPIT a entrepris dès ses premiers mois d'activité de sensibiliser les utilisateurs à sa mission entièrement orientée vers la défense de leurs intérêts fondamentaux. Cette orientation a été généralement bien comprise et a permis en retour une mobilisation efficace de certains utilisateurs qui ont participé alors au processus d'évaluation de la télédétection sous l'angle de l'utilité de ses produits dans l'accomplissement des missions de l'administration.

Définition d'un programme d'expérimentation-évaluation. Afin d'être à même d'orienter les utilisateurs potentiels vers les moyens existants les mieux adaptés à leurs besoins d'information, l'OPIT a défini un programme d'expérimentation dont les résultats en terme d'évaluation devaient permettre de connaître la fiabilité et la stabilité dans le temps et l'espace des résultats fournis par les divers traitements existants. Ce programme est la concrétisation à l'échelle de la France de l'étude des conditions de généralisation à l'ensemble du territoire de l'évaluation des traitements. Il constitue une approche radicalement originale de l'évaluation jusqu' alors seulement traitée sur des cas ponctuels non nécessairement transposables à d'autres.

b. 2ème période :

Déroulement du programme d'expérimentation: compte tenu du manque de moyens signalé ci-dessus, le programme d'expérimentation n'aura pas été conduit jusqu'à son terme. Néanmoins, il aura été largement entamé et conduit approximativement jusqu'au tiers de son développement total. A ce stade qui représente quelque 49 millions de pixels traités ou 220 000 km², ce qui place manifestement l'OPIT en tête des organismes français pour l'ampleur de son expérience dans le domaine, les conclusions ne sont évidemment pas exhaustives; mais celles que l'on peut tirer (voir notamment les § 5.1. et 5.2. du chapitre VIII) montrent l'intérêt de cette démarche pour permettre aux utilisateurs éventuels de ne pas attendre de la télédétection plus qu'elle ne leur apporterait.

Réalisation d'opérations en vraie grandeur à la demande des utilisateurs. C'est au cours de cette seconde période en effet que contrairement aux premières opérations lancées à l'initiative de l'OPIT, des utilisateurs sensibilisés à cette orientation se sont manifestés, souhaitant

voir utiliser la télédétection dans leurs missions quotidiennes. C'est ainsi qu'ont été lancées des opérations en "vraie grandeur", concernant des territoires significatifs pour ces utilisateurs (départements, régions, bassins versants) et avec l'ambition de juger de l'aptitude de la télédétection à répondre aux questions précises qu'ils avaient eux-mêmes formulées.

Révélation des possibilités insoupçonnées de la télédétection: la participation de ces utilisateurs particulièrement motivés aux travaux et à l'évaluation des résultats a permis dans un certain nombre de cas d'apporter des éléments originaux au processus d'évaluation. C'est ainsi qu'indépendamment de la précision statistique pas toujours très bonne des résultats obtenus sous forme de réponses à des questions à priori des utilisateurs, ceux-ci ont découvert en revanche que les résultats de traitement leur apportaient parfois une information non prévue mais qui pouvait leur être utile dans leurs travaux. Les cahiers de l'OPIT rendent compte de ce genre de découvertes notamment dans le cas de l'établissement de zonages (zone de piedmont en Haute Vienne) et dans la gestion forestière (où la télédétection qui semble ne pas pouvoir bien renseigner sur les essences fournit en revanche une information qu'on n'attendait pas sur les structures).

Collaboration efficace avec les organismes techniques compétents en télédétection : ce bon contact avec les utilisateurs qui a permis de les mobiliser a conduit, au cours de cette période, les organismes techniques à rechercher la collaboration de l'OPIT qui leur garantissait ainsi d'avoir en face d'eux les bons interlocuteurs.

On signalera à ce titre, d'une part l'enquête réalisée avec le CNES sur l'expression des besoins des utilisateurs, d'autre part, les nombreux travaux réalisés avec les moyens techniques de l'IGN (TRIAS, SEMIO) qui a reconnu que la collaboration de l'OPIT l'avait conduit à améliorer très nettement l'efficacité de son centre de traitement, sous la pression des utilisateurs travaillant avec l'OPIT.

Démythification de la télédétection : condition nécessaire à l'instauration d'un dialogue utile entre techniciens et utilisateurs, la démythification de la télédétection a été largement amorcée, d'une part par une information et une formation très simple et très concrète qui ont été dispensées de façon permanente à travers réunions et opérations d'expérimentation, d'autre part à la suite d'une mission d'expertise auprès des utilisateurs américains qui ont révélé que contrairement à ce qui se disait généralement en France et sur quoi il était impossible d'émettre des doutes, les applications actuellement opérationnelles étaient peu nombreuses et qu'un long travail d'expérimentation et de transfert de technologie restait à faire.

Cette expertise, en rendant à la technique ses justes dimensions (ni panacée, ni gadget) a permis au nécessaire travail de collaboration entre utilisateurs et techniciens de s'engager et de produire déjà des éléments positifs.

Les séminaires de l'OPIT : En plus du dialogue permanent permis par ces opérations l'OPIT a voulu mettre face à face les communautés utilisatrice et technicienne pour les faire travailler ensemble sur un certain nombre de résultats concrets. Ces séminaires ont eu un impact important que souligne pour Trégastel, le nombre élevé d'utilisateurs qui y ont participé, et pour Sophia Antipolis leur qualité (quatre chefs de service pendant une semaine) et le contenu des conclusions et des orientations qui y furent retenues. On peut dater de cette réunion le point culminant de l'action de l'OPIT qui pouvait trouver dans la détermination affirmée des utilisateurs à continuer sur la voie tracée, mais par eux-mêmes, la démonstration qu'elle avait réussi sa mission.

Les Cahiers de l'OPIT et ses publications : Afin de permettre une bonne diffusion de ses expertises et de l'information générale qu'elle avait pour mission de faire largement connaître, l'OPIT a créé une revue traitant des applications de la télédétection, essentiellement destinée au public assez vaste des utilisateurs potentiels. Néanmoins, les techniciens ont reconnu l'intérêt de cette entreprise et les Cahiers de l'OPIT sont unanimement appréciés par tous ceux qui s'intéressent à cette nouvelle technique. Par ailleurs, des publications plus techniques ont également été réalisées dont on trouvera la liste au chapitre 6.

Formation : En matière de formation, l'OPIT a d'abord formé en profondeur une douzaine de personnes qu'elle a employées ou qui ont effectué un stage long chez elle tandis qu'elle apportait aux utilisateurs participant aux différentes opérations des éléments plus simples d'une formation concrète "sur le tas". Elle a également permis à des fonctionnaires français d'obtenir des stages d'un an aux Etats Unis dans les services spécialisés de l'USDA travaillant en liaison avec la NASA.

Elle a en outre réalisé un certain nombre de séances courtes de formation-sensibilisation pour des groupes d'utilisateurs rassemblés autour d'une orientation thématique. Toutefois, le manque de personnel pour motiver d'abord ces utilisateurs non déjà intégrés à une expérimentation et pour ensuite organiser et conduire ces séances n'a pas permis d'en réaliser beaucoup.

Réalisations techniques en télédétection: Bien que n'étant pas un organisme de recherche, l'OPIT a jugé nécessaire de lancer un programme de développement de logiciels nouveaux pour pallier le manque d'action dans ce sens en France.

De même, l'OPIT a été le premier organisme en France à engager sur le thème de la nébulosité, qui constitue comme on le sait un écran donc un obstacle à un fonctionnement correct de la télédétection, des travaux d'envergure pour se doter des moyens permettant de simuler le rendement futur des systèmes de télédétection par satellite. On notera que le CNES a demandé à l'OPIT, qui le lui a fourni, le fichier ainsi constitué afin de préparer les conditions de la programmation des acquisitions du satellite SPOT. On signalera enfin que l'OPIT a été également le premier organisme français à disposer d'enregistrement du capteur RBV du satellite

Landsat sur le territoire français grâce à un accord de collaboration avec l'Agence Spatiale Européenne (réseau Earthnet).

c. 3ème période :

Plus aucune action nouvelle n'est lancée; l'essentiel de l'activité est consacrée à la mise au point finale des rapports d'expérimentation. Une synthèse des évaluations réalisées est faite, dont les conclusions sont intégrées au rapport d'activité de l'OPIT. C'est de même au cours de cette période qu'est finalement adoptée par le GIT une ultime rédaction du "livre blanc" des utilisateurs de la télédétection: "Pour une prise en compte globale de la télédétection en France". Enfin, interviennent des discussions et des négociations visant à définir les modalités d'un prolongement de certaines des actions conçues puis conduites par l'OPIT au cours de ses quatre années d'activités.

6 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSIONS

La première conclusion que l'on puisse tirer à l'issue de ces quatre années d'activité est que l'OPIT a réussi à intéresser des utilisateurs à la télédétection au point que ceux ci ont entrepris de reprendre à leur compte les travaux d'expérimentation et d'évaluation qui leur avaient été proposés par l'OPIT dans un premier temps. Si une telle détermination peut à première vue paraître dessaisir l'organisme qui est à l'origine de cet intérêt, il n'est pas contestable qu'en réalité cette manifestation d'autonomie constitue au contraire la preuve que le but premier poursuivi a bien été atteint pour ces utilisateurs potentiels. Un tel constat ressort clairement des conclusions du séminaire de Sophia Antipolis et des décisions qui l'ont suivi, notamment au sein du Ministère de l'Agriculture. On peut inscrire ce résultat au crédit d'un certain nombre de caractéristiques bien spécifiques de l'action qu'a menée l'OPIT au cours de ces 4 ans.

En 1976 en effet, la communauté des utilisateurs avait adopté vis à vis de la télédétection pour la plupart une attitude de franche réserve ou pour certains de confiance aveugle. L'une et l'autre de ces deux attitudes trouvaient leur origine dans l'absence d'expériences concrètes qui prévalait largement à l'époque. L'action de l'OPIT a à cet égard comblé une lacune manifeste initiant un programme ambitieux d'expérimentation et d'évaluation qui a produit une base concrète de résultats donnant aux utilisateurs des éléments pour porter un jugement plus conforme aux possibilités réelles de la technique. Tout ce volet expérimental, joint aux conclusions des expertises faites sur les usages de la télédétection dans d'autres pays et notamment aux Etats Unis a permis à une nécessaire démythification de s'accomplir conduisant les utilisateurs ayant travaillé avec l'OPIT à adopter une attitude plus mesurée que celles héritées de la seule alternative entre le refus ou l'enthousiasme.

Cette participation active de certains utilisateurs a pu s'observer dans la mesure où ils ont d'abord été convaincus que l'OPIT se mettait véritablement à leur service et leur proposait de défendre leurs intérêts par un programme d'évaluation honnête rendu crédible par la compétence technique certaine de son équipe.

Les modalités de mise en oeuvre de ce programme s'appuyaient sur une participation réelle des utilisateurs tant au niveau de la définition des opérations, notamment pour celles qui ont concerné une entité géographique administrative ou de gestion complète (départements, régions, bassin versant) dites opérations en vraie grandeur qu'au niveau de l'évaluation où ces utilisateurs ont été mis à même de découvrir aux résultats obtenus des contenus inattendus, les valorisant ainsi considérablement.

Mais pour satisfaisant que soit ce constat de réussite, il n'est pas suffisant dans la mesure où les seuls moyens utilisés n'ont pas permis de l'étendre à l'ensemble de la communauté utilisatrice potentielle.

On retiendra de notre expérience, confirmée par celle des américains, que le cheminement à parcourir est nécessairement long et que les moyens à y consacrer ne sont pas négligeables. En faire l'économie conduit au risque sinon à la quasi certitude de retomber dans un état où le manque de liaison bien établie entre le module de traitement des données de télédétection et celui où existe le besoin d'information opérationnelle conduit à un dysfonctionnement du système de création à partir de la télédétection et d'utilisation de l'information. L'expertise de l'OPIT va à cet égard, et ceci en conformité avec ce qui est observé aux Etats-Unis, jusqu'à ne considérer dans ce domaine comme susceptibles d'aboutir que des systèmes qui, au niveau des traitements et de l'interprétation intègrent les utilisateurs eux-mêmes, seuls capables d'une part de bien définir ce qu'ils veulent et d'autre part, d'utiliser réellement les résultats obtenus dans des procédures opérationnelles. Il y a là un enseignement qui ressortit plus à l'aspect institutionnel ou sociologique que purement technique mais qui est fondamental. Tout programme promotionnel en télédétection qui se développerait indépendamment de l'utilisateur ou qui ne le placerait pas au premier rang verrait ses chances d'aboutir très diminuées voire quasiment annulées, quelle que soit l'importance des moyens techniques qu'on accepterait d'y consacrer.

L'OPIT a sur ce point montré dans ses publications (cahiers de l'OPIT n°1 et n°3) comment à côté d'une évaluation de caractère objectif, l'utilisateur intéressé pouvait éventuellement trouver dans un résultat de télédétection, somme toute médiocre, une information qu'il pouvait valoriser mais qu'il n'avait pas pensé à demander a priori. C'est à travers ce genre d'expérience que se multiplieront les usages utiles de la télédétection d'où naîtra le marché.

Au stade où l'on est parvenu dans le développement d'une collaboration entre utilisateurs et télédétecteurs, des forces centrifuges apparaissent bien naturellement. Certains utilisateurs sont suffisamment convaincus pour pouvoir voler de leurs propres ailes et prendre en main des projets d'opérations, tendance des plus normales et souhaitée par l'OPIT dont la mission première était bien de les amener à une telle attitude. Les télédétecteurs pour leur part, qui ont noué avec les utilisateurs, grâce souvent à l'OPIT,

des liens de collaboration dont ils ont pu mesurer l'intérêt, souhaitent naturellement les renforcer et les étendre tout en les soustrayant au contrôle d'un tiers. Ainsi assiste-t-on depuis quelques mois à une prolifération de réunions ou de projets de groupes de travail qui viennent occuper le terrain laissé libre par la mise en sommeil de l'OPIT.

Il serait néanmoins tout à fait utile qu'une liaison soit assurée entre les responsables des travaux ainsi relancés, qu'éventuellement ces groupes tiennent compte des travaux déjà réalisés notamment dans le cadre de l'OPIT. Les utilisateurs conscients de ce besoin avaient demandé à Sophia Antipolis qu'une mission horizontale de synthèse des résultats obtenus par les uns et les autres soit faite et que ses résultats soient tenus à la disposition de tous.

Par ailleurs, l'OPIT n'a pas eu le temps d'expérimenter diverses organisations du traitement des données dans les systèmes administratifs. De telles expériences permettraient de définir les meilleures structures de l'intégration de ces tâches techniques dans celles plus traditionnelles de l'administration et de mettre au point le bon niveau du transfert de technologie.

Enfin, en matière de coût, si l'OPIT a réuni dans ces travaux chaque fois qu'elle le pouvait les éléments permettant d'évaluer les temps nécessaires aux opérations de télédétection, l'état encore embryonnaire des structures commerciales et des sociétés de service en télédétection ne lui a pas permis de dégager des coûts économiques raisonnables. L'expertise devrait donc s'attacher à apporter des éclaircissements nouveaux sur ce point important.

L'ensemble de ces fonctions constitue une mission qu'il y a lieu d'assurer au bénéfice de tous les services utilisateurs concernés, comme d'ailleurs des télédétecteurs et dont on attendrait qu'elle élimine les doubles emplois et d'une façon générale les gaspillages nés du manque d'information à jour. C'est dans ce sens qu'a été proposée la prise en compte d'une mission prolongeant l'action de l'OPIT. Il importe pour les développements futurs de la télédétection, quelle que soit la forme administrative retenue, que cette proposition aboutisse, tout en gardant bien présent à l'esprit que la parfaite indépendance par rapport aux intérêts commerciaux et que la compétence de l'organisme qui en serait chargé soient bien garantis.

PROT O C O L E

portant création

d'une

OPERATION PILOTE INTERMINISTERIELLE DE TELEDETECTION

P R E A M B U L E

- 1-2 -

Lors de sa séance du 30 juillet 1975, le Comité Interministériel d'Action pour la Nature et l'Environnement a pris connaissance d'un rapport sur la Télédétection.

Il est convenu de la nécessité d'entreprendre un programme de recherche appliquée destiné à donner à la France, les moyens d'exploiter les possibilités de cette nouvelle technique de saisie, traitement et restitution d'informations.

Il a approuvé le principe d'en faire une opération pilote, conduite dans un cadre interministériel, et demandé que les divers départements ministériels concernés préparent un projet détaillé sur lequel il puisse s'engager.

En réponse à cette demande, un Groupe de travail interministériel, constitué dès l'automne 1975, s'est réuni pour assurer la mise au point du projet.

Dans sa séance du 10 décembre 1975, le Comité Interministériel d'Action pour la Nature et l'Environnement (C. I. A. N. E.), après examen du projet de programme et de budget 1976, a décidé d'autoriser une participation du Fonds d'Intervention et d'Action pour la Nature et l'Environnement (F. I. A. N. E.) d'un million de Francs pour l'année 1976.

Dans sa séance du 23 février 1976, le Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire (C. I. A. T.) a également décidé pour l'année 1976 d'autoriser une participation du Fonds d'Intervention pour l'Aménagement du Territoire (F. I. A. T.) d'un million cinq cent mille francs.

- Le Ministre d'Etat, Ministre de l'Intérieur,
Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale

- 3 -

- Le Ministre de l'Equipement

- Le Ministre de l'Agriculture

- Le Ministre de l'Industrie et de la Recherche

- Le Ministre de la Qualité de la Vie - Environnement

- 31 -

ont décidé de créer une OPERATION INTERMINISTERIELLE DE TELEDETECTION à moyen terme et de définir les conditions dans lesquelles elle doit fonctionner.

Ils ont désigné à cet effet, comme représentants :

M. P. CARRIGUE, pour la D. A. T. A. R.

M. J. TUTENUIT, pour l'Equipement

M. R. FOULHOUZE, pour l'Agriculture

M. JM. DE LAMARE, pour l'Industrie et la Recherche

M. A. CHARLES, pour la Qualité de la Vie - Environnement

lesquels sont convenus de ce qui suit :

.../...

TITRE I : DISPOSITIONS GENERALES

ARTICLE 1er

1 - Il est créé une OPERATION PILOTE INTERMINISTERIELLE de TELEDETECTION, ci-après dénommée "O. P. I. T.".

2 - Les organes de l'"O. P. I. T." sont le Groupe Interministériel de Télédétection ("G. I. T.") et le Directeur.

Le "G. I. T." est assisté d'un Conseil exécutif, le Directeur d'un Conseil scientifique.

Chacun de ces organes et de ces conseils exerce ses fonctions dans les limites et dans les conditions fixées par le présent Protocole.

3 - Les membres de l'"O. P. I. T.", ci-après dénommés "Ministères membres", sont les Ministères parties au présent Protocole ou les autres Ministères qui viendraient à y adhérer.

4 - L'"O. P. I. T." n'étant pas dotée de la personnalité juridique, la capacité de contracter, d'acquérir et d'aliéner les biens mobiliers et immobiliers nécessaires à son activité et d'ester en justice est exercée par l'un des "Ministères membres".

5 - L'"O. P. I. T." a son siège au "Ministère membre" assumant la capacité juridique.

.../...

ARTICLE 2

1 - L'"O. P. I. T." a pour objectif de mettre au point un outil et les méthodes nécessaires à l'exploitation opérationnelle et efficace de la Télédétection vers 1980. A cette fin, elle mobilise les compétences et les moyens dont les différents membres ont la maîtrise ou la tutelle. Elle confronte les besoins, coordonne et valorise les exploitations.

2 - L'"O. P. I. T." contribue au perfectionnement du personnel scientifique et technique dans les divers domaines de la Télédétection.

3 - Chaque "Ministère membre" jouit à titre gratuit pour ses besoins propres dans le domaine de la Télédétection d'une licence non exclusive et de tout autre droit d'usage non exclusif sur les droits de propriété industrielle, les programmes informatiques, les méthodes, connaissances technologiques et résultats qui sont issus des travaux exécutés en application du présent Protocole.

Lorsque les droits visés ci-dessus n'appartiennent pas à l'Etat, l'"O.P.I.T." s'efforce d'obtenir, dans le cadre de ses contrats de recherche, les droits nécessaires.

4 - En règle générale, l'"O. P. I. T." publie ou rend de toute autre façon disponibles, dans les conditions fixées par le "G. I. T." les résultats scientifiques et techniques de ses activités pour autant que ces résultats ne relèvent pas du 2e alinéa du paragraphe 3 ci-dessus.

.../...

ARTICLE 3

1 - Pour la réalisation de ses objectifs, l'"O. P. I. T." s'appuie, dans la plus large mesure possible, et en tant que de besoin, sur les divers directions, services ou organismes sous tutelle des "Ministères membres", des "Ministères non membres" ainsi que sur les organismes scientifiques ou techniques publics ou privés dont les activités ont un lien avec la Télédétection.

2 - Dans le cadre de ses activités, l'"O. P. I. T." établit des contrats d'études ou de recherches qui sont passés, par le "Ministère membre" visé au paragraphe 4 de l'article 1er,

- a) avec des directions ou services de Ministère (Protocole ou Convention) ;
- b) avec des personnes ou organismes scientifiques ou techniques publics ou privés (Convention d'étude ou de recherche, marché d'étude, marché à commande, lettre de commande...).

TITRE II : ORGANISATION et FONCTIONNEMENT

A - Groupe Interministériel de Télédétection ("G. I. T.")

ARTICLE 4

1 - Le "G. I. T.", seul responsable devant le gouvernement, dispose des pouvoirs et adopte les mesures nécessaires à l'exécution du présent Protocole.

.../...

2 - Le "G. I. T." est composé d'un représentant de chaque "Ministère membre", agissant dans le cadre de ses fonctions.

3 - Le "G. I. T." élit, parmi ses membres, un président dont le mandat est d'un an non renouvelable.

4 - Le "G. I. T." se réunit, sur convocation de son Président qui fixe l'ordre du jour, au moins deux fois par an. Il se réunit également chaque fois que les circonstances l'exigent, à l'initiative du Président ou à la demande de la majorité des membres.

Les réunions du "G. I. T." se tiennent au siège de l'"O. P. I. T.", à moins que le "G. I. T." n'en décide autrement.

5 - Sur proposition d'un ou plusieurs membres, le Président peut appeler à participer aux séances du "G. I. T.", avec voix consultative, le Directeur, le Secrétaire Général ou toute personne dont il juge la présence utile à l'étude d'un point particulier de l'ordre du jour.

6 - Le "G. I. T." peut créer des comités ou conseils dont il fixe la composition et le mandat.

ARTICLE 5

1 - La présence de la totalité des représentants des "Ministères membres" habilités à voter est nécessaire pour constituer le quorum à toute session du "G. I. T".

.../...

2 - Chaque "Ministère membre" dispose d'une voix. Les décisions sont prises à l'unanimité.

3 - Les délibérations du "G. I. T." font l'objet d'un Procès Verbal signé par le Président et adressé aux membres au plus tard dans les dix jours qui suivent la réunion. Les délibérations sont exécutoires si dans un délai de dix jours suivant la réception du Procès Verbal les membres n'y ont pas fait opposition.

ARTICLE 6

1 - Le "G. I. T." délibère sur les objets suivants :

- . Grandes orientations de la recherche et plafond des dépenses à soumettre au Gouvernement chaque année ;
- . Principes généraux d'organisation, de fonctionnement et de gestion ;
- . Evaluation des résultats et approbation du rapport d'activité et du compte financier de l'année précédente ;
- . Approbation du programme de recherche et du plan d'emploi des moyens administratifs et financiers mis à la disposition de l'"O.P.I.T." ;

- . Problèmes de fonds relatifs à la propriété industrielle : principes généraux et clauses types à insérer dans les contrats ;
- . Dissolution de l'"O. P. I. T." ;

.../...

- . Amendements au protocole ;
- . Nomination et révocation du Directeur et des conseillers scientifiques.

2 - Le "G. I. T." délègue au Conseil exécutif les pouvoirs suivants :

- . Suivi de l'exécution du programme annuel ;
- . Approbation des règlements, intérieur, administratif et financier de l'"O. P. I. T." ;
- . Choix des résultats à publier ;
- . Décisions d'ordre financier dans le cas où le plan d'emploi des moyens administratifs et financiers n'est pas encore arrêté ;
- . Règlement des questions diverses relatives aux moyens de fonctionnement ;

3 - Le "G. I. T." confie au "Ministère membre" assumant la capacité juridique, la gestion administrative et financière de l'"O. P. I. T." dans le cadre d'un programme et d'un plan d'emploi des moyens administratifs et financiers préalablement approuvés par ses soins.

B - Conseil exécutif

ARTICLE 7

1 - Le Conseil exécutif est composé d'un représentant de chaque "Ministère membre", agissant dans le cadre de ses fonctions.

.../...

2 - Les fonctions de Secrétaire Général du Comité exécutif sont confiées par le "G. I. T." au membre du Conseil exécutif représentant le "Ministère membre" chargé de la gestion administrative et financière de l'"O. P. I. T." visé au paragraphe 4 de l'article 1er.

3 - Le Conseil exécutif se réunit, sur convocation de son Secrétaire Général, une fois par mois en règle générale, plus souvent si les circonstances l'exigent. Les réunions du Conseil exécutif se tiennent au siège de l'"O. P. I. T."

4 - Le Directeur de l'opération assiste avec voix consultative aux réunions du Conseil exécutif et il peut se faire assister par un ou plusieurs Conseillers scientifiques.

5 - Sur proposition d'un ou plusieurs membres, le Secrétaire Général peut appeler à participer aux séances du Conseil exécutif, avec voix consultative, toute personne dont il juge la présence utile à l'étude d'un point particulier de l'ordre du jour.

ARTICLE 8

1 - La présence de la totalité des représentants des "Ministères membres" est nécessaire pour constituer le quorum à toute réunion du Conseil exécutif.

2 - Chaque "Ministère membre" dispose d'une voix. Les décisions sont prises à l'unanimité.

.../...

3 - Les délibérations du Conseil exécutif font l'objet d'un "Relevé de décision" signé et notifié par le Secrétaire Général aux membres du Conseil exécutif, au Directeur de l'opération et au Président du "G. I. T." à titre de compte-rendu.

ARTICLE 9

1 - Le Conseil exécutif assure, par délégation, le suivi de l'exécution globale du programme et du plan d'emploi des moyens administratifs et financiers approuvés par le "G. I. T."

2 - Le Conseil exécutif arrête, sur proposition du Directeur, tout projet de marché ou convention d'études et de recherches.

3 - Le Conseil exécutif règle les litiges éventuels et prend toutes décisions dans le cadre du plan d'emploi des moyens administratifs et financiers approuvé.

4 - Le Conseil exécutif arrête, sur proposition du Directeur, la liste des publications à envisager.

5 - Le Conseil exécutif établit avec le Directeur de l'opération le compte-rendu d'activité annuel.

6 - Le Conseil exécutif soumet au "G. I. T." les projets de programme et de plan d'emploi des moyens administratifs et financiers.

.../...

ARTICLE 10

1 - Le Secrétaire Général est chargé de l'exécution administrative et financière des opérations (conventions, marchés, lettres de commande...) approuvées par le Conseil exécutif.

2 - Le Secrétaire Général assure le secrétariat du Conseil exécutif. Il prépare les convocations et les projets d'ordre du jour. Il rédige les Procès verbaux et les "Relevés de décisions" du Conseil exécutif.

3 - Le Secrétaire Général établit, avec le Directeur de l'opération le compte financier de l'année précédente et le projet de plan d'emploi des moyens administratifs et financiers de l'année suivante et le soumet au Conseil exécutif.

C - Directeur de l'opération

ARTICLE 11

1 - Le Directeur nommé par le "G. I. T." est le seul responsable technique et scientifique de l'"O. P. I. T." devant le "G. I. T.". Il ne doit solliciter ou recevoir d'instructions d'aucun "Ministère membre", ni d'aucune autorité extérieure à l'"O. P. I. T.". Il représente, sur le plan technique, celle-ci vis-à-vis de l'extérieur. Il assure, sous l'autorité du "G. I. T." l'exécution du programme de recherche et d'expérimentation de l'"O. P. I. T.". Il prend part, avec voix consultative, à toutes les réunions du Conseil exécutif.

.../...

2 - Le Directeur :

- a) soumet au "G. I. T." le projet de programme de recherche et la nomination des Conseillers scientifiques ;
- b) exécute techniquement, sous le contrôle du Conseil exécutif, le programme arrêté par le "G. I. T." ;
- c) propose au Conseil exécutif les marchés et conventions d'études et de recherche nécessaires à la réalisation du programme ;
- d) d'une manière générale, prend toutes initiatives nécessaires au bon fonctionnement de l'"O. P. I. T."

3 - Dans l'exécution de ses tâches, le Directeur est assisté d'un Conseil scientifique.

D - Conseil scientifique :

ARTICLE 12

1 - Le Conseil scientifique est composé de spécialistes de diverses disciplines choisis, à titre personnel, par le "G. I. T.", sur proposition du Directeur de l'opération.

2 - Les Conseillers scientifiques assistent le Directeur de l'opération. Ils sont tenus au secret professionnel et à l'obligation de discrétion pour tout ce qui concerne les faits, informations, études et décisions dont ils auront connaissance, au cours de leur mission ; ils s'interdisent notamment toute

.../...

communication écrite ou verbale et toute remise de documents à des tiers sans l'accord préalable du Directeur de l'opération.

3 - Les études ou travaux produits par le Conseil scientifique restent la propriété exclusive de l'Etat et ne peuvent faire l'objet de publication sans l'accord préalable du Directeur de l'opération.

4 - Les Conseillers scientifiques ne doivent solliciter ou recevoir d'instructions d'aucun "Ministère membre", ni d'aucune autorité extérieure à l'"O.P.I.T."

TITRE III - DISPOSITIONS FINANCIERES

ARTICLE 13

1 - Les contributions financières des "Ministères membres" sont transférées, selon la procédure la plus appropriée sur une ou plusieurs lignes budgétaires du budget du "Ministère membre" visé au paragraphe 4 de l'article 1er qui tient à cet effet une comptabilité spéciale.

2 - Le "Ministère membre", visé au paragraphe 4 de l'article 1er, désigne le service comptable et l'ordonnateur principal délégué qui engagent, après visa de son Contrôleur Financier, les dépenses et émettent les ordres de paiement proposés par le Directeur de l'opération et qui lui sont transmis par le Secrétaire Général.

.../...

3 - Le "Ministère membre", visé au paragraphe 4 de l'article 1er rend compte de sa gestion au "G. I. T.". Chaque année, en fin d'exercice, il établit un rapport sur les comptes de l'exercice écoulé et le soumet, pour avis, au Conseil exécutif et, pour approbation, au "G. I. T."

Fait à Paris, le 5 MAI 1976

- Le représentant du Ministre d'Etat, Ministre de l'Intérieur, Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale,


P. CARRIGUE

- Le représentant du Ministre de l'Equipement,


J. TUTENUIT

- Le représentant du Ministre de l'Agriculture,


R. FOULHOUZE

- Le représentant du Ministre de l'Industrie et de la Recherche,


J. DE LAHARE

- Le représentant du Ministre de la Qualité de la Vie - Environnement,


A. CHARLES

MINISTÈRE DE LA QUALITÉ DE LA VIE
ENVIRONNEMENT

COMITÉ INTERMINISTÉRIEL D'ACTION POUR LA NATURE ET L'ENVIRONNEMENT

Année : 1975 Tranche : 2

Comité Interministériel d'Action
pour la Nature et l'Environnement

Séance du 10 décembre 1975

N° d'exécution après décision CIANE

75 - 2 - 47

Montant FIANE : 1 000 000 F

Fiche V-6

Programme : Information, formation et actions de soutien :
collecte et traitement de l'information

Direction compétente : SERVICES DES AFFAIRES GÉNÉRALES

Objet : OPÉRATION INTERMINISTÉRIELLE DE TÉLÉDETECTION

Région : - Département -

Auteur d'ouvrage : Ministère de la Qualité de la Vie - Environnement

Justification : Participation du Ministère de la Qualité de la Vie à la mise en œuvre de l'opération interministérielle de Télédétection présentée au Comité Interministériel d'Action pour la Nature et l'Environnement du 30 juillet 1975.

Il s'agit, à partir de thèmes considérés comme prioritaires par les administrations et organismes apportant leur concours financier à l'opération de s'engager progressivement dans la voie d'une utilisation industrielle de la Télédétection aérospatiale en France.

Pour atteindre cet objectif, il convient, dès la première année de chercher à perfectionner les moyens actuels de saisie, de traitement et de restitution des informations recueillies sur la surface terrestre par les différents types de vecteurs.

Dans un souci d'efficacité, les recherches et expérimentations seront réalisées sur un certain nombre de zones choisies en fonction, non seulement des besoins exprimés par les utilisateurs potentiels, mais aussi des contraintes imposées par l'élargissement progressif des techniques de télédétection à l'ensemble du territoire national.

.../...

Montant total de l'opération : 8 800 000 F

Montant demandé au FIANE : 1 000 000 F

Financements complémentaires :

Agriculture	1 000 000 F
C.N.E.S. (apports en services)....	1 000 000 F
D.A.T.A.R. (F.I.A.T.)	1 500 000 F
D.G.R.S.T.	1 000 000 F
Equipement	1 000 000 F
Finances.....	1 000 000 F
I.G.N. (apports en services).....	300 000 F

Mission Interministérielle pour la
Promotion de l'Informatique 1 000 000 F

Suite envisagée : L'opération interministérielle de Télédétection doit s'étendre sur la période 1975-1979. Exprimé en francs 1975 son coût total, y compris les apports en services, est estimé à 37 000 000 de francs.

Chaque année, le C.I.A.N.E., après avoir pris connaissance du rapport sur l'état d'avancement des travaux, devra se prononcer sur l'opportunité de la poursuite de l'intervention du P.I.A.N.E.

Délai d'engagement après décision de financement : 6 mois

Procédure d'exécution financière : Transfert sur le chapitre 57-OI article 10 du budget du Ministère de la Qualité - Environnement -

Extrait du Relevé de décisions du 31 juillet 1975

Le Comité Interministériel d'Action pour la Nature et l'Environnement, ayant pris connaissance du rapport qui lui a été soumis concernant les possibilités d'application de la Télédétection à l'Environnement :

- donne son accord à la mise en œuvre de cette opération dans un cadre interministériel afin de rapprocher en permanence les informations sur les milieux écologiques, l'activité économique et l'aménagement,

- demande que la D. G. R. S. T. coordonne les travaux de recherche scientifique développés à l'occasion de la mise en œuvre de cette opération.

COMPTE - RENDU D'ACTIVITE DE L'OPIT

CHAPITRE I - BILAN DE L'ACTION DOCUMENTAIRE

Cette action qui joue un rôle fondamental remplit une quadruple fonction :

- mise à jour de l'état de l'art pour la formation et l'information interne;
- rediffusion de cette information vers un large public;
- constitution et gestion d'un fonds documentaire accessible aux utilisateurs;
- stockage et archivage de documents pour les travaux internes.

Un double constat est à faire en premier lieu:

- . l'OPIT est pratiquement partie de néant en ce qui concerne tout fonds de documentation;
- . les moyens disponibles* compte tenu des autres priorités de l'OPIT et de ses tâches, n'ont pas été suffisants pour monter et faire fonctionner couramment le réseau de lecture critique qu'elle avait imaginé pour rediffusion dans le cadre de notes de lecture type CNRS.

Le bilan est cependant loin d'être négatif. Après quatre années d'existence, l'OPIT a créé un fonds documentaire, tant en brochures et articles qu'en données brutes ou traitées, très important, dont l'inventaire est joint en annexe.

* 300 000 F

I - LES BUTS ET LES MOYENS

Le but essentiel de l'action de documentation est le soutien à la mise à jour continuelle de l'état de l'art tant au niveau de l'équipe interne qu'au niveau de la redistribution auprès des utilisateurs potentiels. Elle représente l'amont de toute action de formation, d'information ou de publication. A cet aspect technique s'ajoute un aspect "plus matériel" de mise à disposition de fournitures diverses, données brutes ou semi-traitées, de stockage et de gestion du stock.

S'il existe une littérature déjà importante sur la télédétection, elle est le plus souvent en langue anglaise, presque toujours très technique, à caractère de recherche plus que d'applications. Cette littérature est parfois trop "ample" sur un seul sujet (comme pour le programme LACIE par exemple) pour qu'elle puisse être facilement assimilée par un utilisateur.

D'inexistante au début de l'OPIT, la documentation bibliographique s'est constituée en plusieurs temps :

- ouvrages fondamentaux sur les principes de la télédétection, actes des principaux colloques tenus aux Etats-Unis, à l'étranger et en France, ont été en tout premier utilisés pour établir les quatre tomes de l'"Etat de l'Art" ;
- abonnement aux principales revues et périodiques spécialisés en photogrammétrie et télédétection ;
- recherche systématique de documents de synthèse sur un thème particulier dans le but de constituer un dossier pédagogique le plus complet et le plus varié possible ;
- mise à jour de la bibliothèque de base au fur et à mesure de l'avancement des années (nouveaux symposium ou colloques - nouveaux vecteurs ou capteurs prévus et présents ; etc...) ;
- complément d'information par deux missions d'étude l'une en Amérique du Nord, l'autre auprès de l'ensemble des laboratoires français de télédétection.

Mis au point pour l'établissement du 3ème volume de l'état de l'art en télédétection "télédétection et aménagement" un plan de lecture critique pour l'établissement de fiches bibliographiques devait permettre par l'intermédiaire d'un réseau de lecture d'alimenter de façon simple et continue l'information interne et externe. Le fac-similé de ce "plan de lecture" est reproduit en annexe. Faute de moyens, essentiellement en hommes ce projet n'a pu aboutir. La seule matérialisation en est néanmoins deux documents préparés en début 1980 pour le séminaire de Sophia Antipolis : "Analyse bibliographique de 55 expérimentations de télédétection" et "Le programme LACIE".

Le problème des personnels aptes à tenir cette documentation s'est toujours posé durant les quatre années de l'OPIT. Le profil idéal correspondait à des personnes parfaitement bilingues, connaissant assez bien la télédétection et possédant quelques notions sur les thèmes intéressant les utilisateurs (agriculture - forêt - hydrologie - aménagement). Les tâches courantes et la gestion des expérimentations n'ont pas permis à l'équipe permanente de l'OPIT de constituer le premier réseau de lecture critique prévu, le manque de moyens n'a pas autorisé à pouvoir s'assurer la collaboration de personnes réellement compétentes.

Les moyens en personnel ont été les suivants, pour les quatre années, soit isolément, soit conjointement :

- 3 mois de géographe : établissement de fiches de lecture intégrées dans l'état de l'art "télédétection et aménagement" ;
- 4 mois de documentaliste : lancement des bases de la bibliothèque télédétection ;
- 6 mois de secrétaire documentaliste : mise à jour des différents fichiers, bibliothèque - cartotheque - diapotheque ;
- 18 mois de garçon de bureau : gestion du stock bandes magnétiques - négatifs Landsat - présentation et tirage de documents ;
- 6 mois d'ingénieur agronome : établissement des fiches bibliographiques sur les expérimentations françaises de télédétection et d'un ouvrage de synthèse sur le programme LACIE.

Au travail de ces personnes, le plus souvent ayant travaillé à mi-temps, il convient d'ajouter environ 6 mois d'ingénieur correspondant d'une part au travail de direction et d'autre part à la mise en forme de l'ensemble de la documentation ramenée d'Amérique.

Aux moyens en hommes s'ajoutent les moyens matériels. L'OPIT s'est dotée d'un minimum de matériels, essentiellement audio-visuels, lui permettant d'animer au mieux les séances externes de formation-information. Il a été également nécessaire de s'équiper de certains mobiliers pour le stockage et l'archivage de différents documents.

II - PRESENTATION DES DIFFERENTES ACTIONS

II.1. Mise à jour de l'état de l'art

II.1.1. Résultats des contrats passés avec des organismes extérieurs

On trouvera disponible à l'OPIT la liste des différents contrats passés avec différents organismes, laboratoires, instituts, etc..., leurs objectifs, les rapports fournis.

Chronologiquement on retrouve essentiellement des opérations portant sur :

- état de l'art
- expérimentations thématiques
- interprétations des résultats
- évaluation thématique des résultats

Si les rapports originaux sont stockés au secrétariat administratif, une diffusion soit restreinte soit plus large des résultats a été réalisée soit en l'état soit après refonte partielle (cf. publications).

Les résultats sont le plus souvent présentés sous forme cartographique et sous forme de bandes magnétiques. Tous ces documents sont sauvegardés et sont inventoriés sous les différentes rubriques de l'annexe page 49

II.1.2. "Bibliothèque télédétection"

Cette bibliothèque se présente matériellement sous deux aspects :

- bibliothèque télédétection proprement dite

Elle comprend environ 190 ouvrages. La numérotation est chronologique au fur et à mesure de leur entrée. Pour chacun de ces ouvrages existe une courte fiche où sont inscrits l'auteur, le support de la publication, l'objet, la date de publication, un court abstract.

. ouvrages de base : principes de la télédétection (physiques et mathématiques) ;

. actes de symposium et colloques : GDTA, CNES, ERIM, NASA, ESA, etc... ;

. ouvrages de vulgarisation et numéros spéciaux de périodiques français ;

. activités et programme du CNES ;

. présentation d'expérimentations étrangères ou françaises (à l'exclusion de celles réalisées dans le cadre de l'OPIT) ;

. programme LACIE.

- bibliothèque télédétection en Amérique

La documentation constituant cette bibliothèque est archivée par organisme visité. Elle comprend :

. Mexique	= 1 dossier	- 4 articles
. Canada	= 4 dossiers	- 6 articles
. Etats-Unis	= 41 dossiers	- 321 articles

Chaque dossier correspond à un organisme ; sous le nom d'"article" on entend aussi bien un ouvrage complet présentant des résultats concrets qu'une notice de présentation ou un article de quelques pages.

La liste de cette documentation peut être consultée, organisme par organisme dans le rapport de mission d'étude en Amérique - Mars-Avril 1979 (OPIT, 79/1564).

II.1.3. Abonnements à des revues spécialisées

Les revues spécialisées en télédétection sont rares et onéreuses, le plus souvent de langue anglaise. Le nombre d'abonnements est donc relativement restreint d'autant que peu de revues ne sont consacrées qu'à la télédétection proprement dite. Les principaux périodiques et revues sont les suivants :

- Air et Cosmos	: depuis le n° 672 du 21/05/77	(hebdomadaire)
- Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	: depuis Janvier 1978	(mensuel)
- Remote Sensing of Environment	: depuis Janvier 1978	(trimestriel)
- Le progrès scientifique	: depuis Mars-Avril 1977	(bimensuel)
- Pour la science	: depuis Février 1978	(mensuel)
- ESA Bulletin	: depuis Mai 1978	(trimestriel)
- Espace Information du CNES	: Périodicité irrégulière	
- Landsat data users notes NASA	: depuis Mai 1978	(quadrimestriel)

II.1.4. Bibliothèque à caractère général

Cette bibliothèque regroupe en fait plusieurs types de documents :

- Atlas et dictionnaires - Annuaire statistiques
- Rapports annuels d'activité de différents organismes (IGN, CNEXO, CNES, etc.)
- Résultats d'enquêtes thématiques
- Problèmes d'aménagement et d'environnement.

Ceci représente 15 ouvrages pour la première rubrique, une centaine d'ouvrages pour les trois autres rubriques.

- Ensemble des cartes IGN à 1/100.000 et à 1/250.000 pour le territoire métropolitain
- Carte physique de la France à 1/1.000.000 et 1/500.000
- Cartes thématiques diverses (géologie, pédologie, utilisation agricole du sol, forêts, vulnérabilité à la publication des nappes d'eau souterraines).

La présentation de la bibliothèque - cartotheque à caractère général dans ce chapitre n'est peut-être pas très approprié dans la mesure où ces documents sont essentiellement utilisés à des fins de repérage, de contrôle de résultats d'opérations. Du fait néanmoins de son caractère même elle participe à la formation-information interne base de la mise à jour de l'état de l'art.

II.2. Redistribution de l'information

Cette action présente un double aspect : synthèse des documents - diffusion proprement dite après fabrication ou reproduction. On trouvera de la page 105 à la page 123 la liste des différents articles ou ouvrages publiés soit par l'OPIT soit dans le cadre des expérimentations prises en charge par l'OPIT.

L'ensemble de ces articles, ouvrage, constitue un troisième volet de la bibliothèque télédétection.

II.3. Fonds documentaire accessible au public

Outre les ouvrages en bibliothèque a été constitué un fonds documentaire de textes pédagogiques, le plus possible en français, relativement courts et ne portant que sur un sujet. 155 textes pédagogiques ont été retenus selon le schéma suivant :

- manuels et textes généraux
- textes sélectionnés
 - . fondements physiques, acquisition, signatures
 - . traitements, interprétation, applications
 - / généralités
 - / traitements
 - / applications forêts
 - / applications agriculture
 - / applications aménagement, environnement, urbanisme
 - / applications eau, zones humides, littoral
 - . problématique thèmes-télédétection, évaluation, bilan.

Chacun de ces textes fait l'objet d'une fiche de lecture sur laquelle apparaît en particulier un court résumé de l'article.

La télédétection étant par ailleurs une technique très liée au visuel, dans un but autant de sauvegarde que de présentation, sensibilisation, il a été monté une série de quelque 150 diapositifs (24x36). Ces diapos présentent :

- négatifs 1/1.000.000 Landsat

Documents de base pour juger de la qualité de l'enregistrement des données multispectrales, ils se présentent sous forme d'un jeu de 4 négatifs au format 20x20 correspondant chacun à l'un des quatre canaux de Landsat. Les 120 jeux de 4 négatifs correspondent aux scènes traitées dans les expérimentations de l'OPIT ou à des scènes présentant un intérêt particulier au niveau pédagogique (série chronoséquentielle inter-année et intra-année permettant de suivre les différents types d'occupation du sol selon l'année ou la saison).

- visualisations de données brutes

Il s'agit essentiellement de tirages papier au format des négatifs Landsat ou d'agrandissement noir et blanc à différentes échelles de tout ou partie d'une scène sur un ou plusieurs canaux.

- données terrain

Questionnaires d'enquête ou de relevés sur le terrain.

II.4.2. Données semi-traitées

On entend sous ce vocable essentiellement les compositions colorées sur diazo. Ces compositions colorées sont obtenues par superposition des trois canaux 4-5-7 restitués sur film respectivement en jaune - magenta - cyan. Le format le plus utilisé est le 1/1.000.000 mais il existe également des agrandissements à différentes échelles pour certains secteurs particuliers d'étude.

Cette collection de compositions colorées sur diazo est complétée par une collection de positifs sur film, stade intermédiaire dans la fabrication à partir des négatifs sur film. Il existe également quelques documents "composition colorée" ou "fausse couleur améliorée" tirés sur papier.

II.4.3. Données traitées

Ces données traitées concernent aussi bien les résultats des travaux menés par l'OPIT que des résultats obtenus par d'autres laboratoires ou organismes tant français qu'étrangers qui ont été regroupés à titre d'exemples pour un thème donné ou pour une technique particulière. Les données traitées se présentent le plus souvent sous forme cartographique - en couleur - légendée. On s'est efforcé que l'ensemble des préoccupations de l'OPIT soit représenté par un exemple en particulier sur le littoral, l'eau et l'urbanisme, les autres thèmes tels que forêts et agriculture ayant été très fréquemment abordés et faisant l'objet de beaucoup de reproductions. Un autre type de stockage des données traitées est réalisée sous forme de résultats de traitement sur bande magnétique. Ces bandes de 1 600 bpi sont enregistrées sous un format spécial dit format "S" propre à l'OPIT compatible avec l'ensemble des traitements que constitue le GICS.

- données brutes de télédétection sur divers secteurs géographiques, dans différents canaux de longueur d'onde, à différentes dates pour des thèmes différents ;
- données semi-traitées : reproduction de compositions colorées - de classifications partielles (cours de traitement) ;
- données traitées : reproduction de résultats de classifications pour différents thèmes selon différents types de traitements ;
- données de référence : vérités-terrain, photographies IGN, cartes thématiques, à comparer avec des résultats de classification.

Cette collection de diapositives, en triple exemplaire (un exemplaire d'archive, un exemplaire pour consultation sur place, un exemplaire pour sortie) est complétée par la collection correspondante de tirages papier au format 9x13, ce qui facilite la consultation de ce fichier. L'inventaire est disponible à l'OPIT mais n'est pas joint ici pour des raisons de volume de papier. Il avait été prévu plusieurs entrées à ce fichier mais ce travail n'a pu être mené à bien : type de données - type de traitement - thème - secteur géographique.

II.4. Stockage et archivage de documents

L'inventaire de l'ensemble des documents est fourni en annexe. Ces documents se présentent sous différentes formes :

II.4.1. Données brutes de télédétection

Il s'agit essentiellement d'enregistrements soit avion soit satellite. Ces données proviennent pour la plupart du GDTA ou de ses membres (en particulier l'IGN) de la NASA (Sioux Falls) ou de l'ESA (Frascati).

- bandes magnétiques
 - . mission aérienne Bouches du Rhône 1975 - données brutes et données corrigées géométriquement (enregistrements Daedalus) ;
 - . mission aérienne Bouches du Rhône 1976 (enregistrement Daedalus) ;
 - . données Landsat sur les scènes traitées lors des expérimentations de l'OPIT, soit enregistrements MSS (65), soit enregistrements RBV (8) ;
 - . données vérités-terrain codées - et repérées géographiquement.

Toutes ces bandes magnétiques sont stockées soit au Centre de Traitement de l'Information du Ministère de l'Agriculture, soit à la bibliothèque du bureau de Télédétection de l'ORSTOM.

II.4.4. Documents intermédiaires de travail

Au niveau de l'interprétation puis de l'évaluation des résultats, outre les vérités-terrain, il est nécessaire de s'appuyer sur d'autres données que sont des photographies aériennes à grande échelle, des cartes topographiques ou thématiques de la région, etc... L'inventaire de ces documents se retrouve sous les rubriques "cartes topographiques" "cartes thématiques" "documents divers".

Sous ce vocable on comprend également certains documents ayant servi à repérer la vérité-terrain.

III - CONCLUSIONS

L'OPIT a créé et mis à la disposition des utilisateurs un fonds documentaire considérable qui ne doit pas être perdu. Une telle information, ouvrages, données brutes ou traitées, fichier d'adresses concrétisant des liens et des intérêts créés ne doivent pas disparaître.

Comme il l'a été souligné en introduction, faute de moyens en personnel essentiellement, la tâche d'information à partir d'un réseau de lecture critique n'a pu être menée à bien correctement. Ce constat n'est malheureusement pas à faire pour l'OPIT seule : il n'existe pour l'ensemble de la France, aucun organisme ayant pris en charge un tel programme.

De ce constat se déduit une orientation importante à donner à l'action de l'organisme qui recueillerait la charge de poursuivre les missions de l'OPIT.

En annexe est fourni l'inventaire des principaux documents archivés à l'OPIT. Pour des questions de présentation matérielle, cet inventaire n'est pas présenté au complet mais il est compulsable à l'OPIT.

*

*

*

Inventaires ci-après fournis en annexe

	Page
- Bandes Landsat scène par scène	48
- Films négatifs et positifs	52
- Résultats de traitements	55
- Tirages papiers	57
- Compositions colorées	58

I N V E N T A I R E

- 1 -

BANDES LANDSAT - SCENE PAR SCENE

N° de la Scène	Nom de la Scène	Date	N° Physique	FORMAT			Original	Copie	Observations
				TELESPAZIO	STOUX FALLS	"S"			
210-29	ALPES DU SUD	13/07/75	101	X			X		
210-29	ALPES DU SUD	29/10/75	102	X			X		
210-30	COTE D'AZUR	29/09/79	160	X			X		
210-30	COTE D'AZUR	29/09/79	931	X				X	
211-26	SARRE NORD ALSACE	04/03/76	103	X			X		
"	"	15/05/76	106	X			X		
"	"	"	901	X				X	
"	"	13/08/76	107	X			X		
"	"	"	903	X				X	
"	"	"	108	X			X		format "S" transformé Telespazio
"	"	"	151				X		CNES/TOULOUSE
"	"	"	175				X		Résultats CEDRES
"	"	09/05/79	177	X			X		
"	"	12/09/79	178	X			X		
211-28	ALPES DU NORD	15/05/76	173	X			X		
"	"	"	907	X				X	
211-29	DAUPHINE	12/07/77	110	X			X		
211-30	BOUCHES DU RHONE	26/06/75	112	X			X		format "S" transformé Telespazio → OPIT
"	"	28/01/76	114	X			X		
"	"	"	115	X			X		format "S" transformé Telespazio
"	"	12/07/77	117	X			X		
"	"	12/09/79	161	X			X		
"	"	"	932	X				X	→ OPIT-IGN
212-26	LORRAINE	14/08/76	118	X			X		
"	"	"	904	X				X	
212-27	MORVAN EST	10/04/76	190	X			X		→ OPIT (Bied)
"	"	14/08/76	191	X			X		→ OPIT (Bied)
"	"	09/03/77	192	X			X		→ OPIT (Bied)

212-28	LYON	06/10/78	176	X			X		
"	"	"	941	X				X	
212-29	CEVENNES	19/09/76	119	X			X		
"	"	"	171	X			X		format "S" trans-
"	"	"	174			X	X		formé Telespazio
"	"	"	181			X	X		Résultats GEORES
212-30	LANGUDOC	06/07/75	121		X		X		
"	"	"	905		X			X	→ IFP
"	"	"	906		X			X	
"	"	"	153			X	X		Résultats GEORES
"	"	"	939			X		X	
"	"	"	158			X	X		Résultats BENDIX
"	"	"	172			X	X		Résultats GEORES
"	"	"	940			X		X	
"	"	13/07/77	123	X			X		
"	"	"	908	X				X	
213-25	ARDENNES	29/04/76	125	X			X		
"	"		909	X				X	
213-26	CHAMPAGNE	02/10/79	164	X			X		
213-28	AUVERGNE	05/09/79	183						bande RBV → OPI
"	"	"	184						" (Bier
"	"	"	185						"
"	"	"	186						"
213-29	CANTAL	05/09/79	187						bande RBV
"	"	"	188						"
213-30	PYRENEES ORIENTALES	05/09/79	189						bande RBV
214-25	NORD SAMBRE	04/06/78	150	X			X		
"	"	"	926	X				X	
"	"	05/07/79	165	X			X		
"	"	"	936	X				X	
214-26	PARIS	07/03/76	154	X			X		
"	"	"	935	X				X	
"	"	12/04/76	128	X					
"	"	"	934	X				X	
"	"	11/07/76	129	X			X		
"	"	04/06/78	157	X			X		
"	"	"	929	X				X	
214-27	SOLOGNE	15/09/79	166	X			X		
"	"	"	937	X				X	— CETE (ROUEN)
214-28	LIMOGES	26/07/75	130	X			X		
"	"	30/04/76	131	X			X		

215-26	VEXIN	12/06/75	133	X		X		
"	"	21/11/75	134	X		X		
"	"	13/04/76	135	X		X		
"	"	06/06/76	136	X		X		
"	"	"	919	X			X	
215-27	VAL DE LOIRE	27/07/75	920	X			X	
"	"	30/07/76	928	X			X	
"	"	03/09/78	143	X		X		
"	"	"	921	X			X	
"	"	"	155	X				format "S" trans- formé Telespazio
"	"	"	152		X	X		Résultats GEORES
"	"	"	927		X		X	
215-27	VAL DE LOIRE	30/09/78	132		X	X		Résultats traite- ment IGN → OPIT → OPIT (Bied)
"	"	16/01/79	182	X		X		
"	"	13/05/79	167	X		X		
"	"	"	938	X			X	→ OPIT (IGN)
"	"	06/07/79	156	X		X		
"	"	"	930	X			X	
"	"	"	163		X	X		Traitement IGN
"	"	"	180		X	X		"
"	"	16/09/79	162	X		X		
"	"	"	933	X			X	→ LAEP/STRASBOU
"	"	"	141		X	X		
216-25	PAYS DE CAUX	15/10/77	146	X		X		
"	"	"	922	X			X	
216-26	NORMANDIE	22/11/75	147	X		X		
"	"	07/06/76	148	X		X		
"	"	"	923	X			X	
"	"	15/10/77	149	X		X		
"	"	"	170	X		X		format "S" trans- formé Telespazio
216-29	ARCACHON	11/07/73	169	X		X		
"	"	19/06/79	168	X		X		
216-34	GUADALQUIVIR	24/11/78	159			X		bande RBV
219-26	BREST	09/03/80	179	X		X		
219-27	BRETAGNE SUD	20/08/76	925	X			X	

DONNEES RBV SUR FILM

Marseille	13/03/80	1/200.000	
		1/100.000	
Bouches du Rhône		1/300.000	avec anamorphose
		1/300.000	sans anamorphose

NEGATIFS LANDSAT 1/100.000 SUR FILM

Camargue	13/08/76	4 - 5 - - 7	(Vizir)
Château Thierry	03/03/76	4 - 5 - - 7	
	12/04/76	4 - 5 - - 7	

POSITIFS LANDSAT 1/100.000 SUR FILM

Plateau lorrain	28/08/75	4 - 5 - - 7	
	18/04/76	4 - 5 - - 7	
	15/05/76	4 - 5 - 6 - 7	

POSITIFS LANDSAT 1/150.000 SUR FILM

Fénétrange	04/03/76	4 - 5 - - 7	
------------	----------	-------------	--

POSITIFS LANDSAT 1/500.000 SUR FILM

216-27	Anjou	23/06/76	4 - 5 - - 7
211-26	Sarre-Nord Alsace	13/08/76	4 - 5 - 6 - 7
214-28	Limoges	26/07/75	4 - 5 - 6 - 7
		30/04/76	4 - 5 - 6 - 7

POSITIFS 1/250.000 SUR FILM

Lorraine	28/08/75	4 - 5 - 6 - 7	
	18/04/76	4 - 5 - 6 - 7	
	15/05/76	4 - 5 - 6 - 7	
Fénétrange	13/08/76	4 - 5 - - 7	
Haguenau	28/08/75	4 - 5 - - 7	
	04/03/76	4 - 5 - - 7	
	18/04/76	4 - 5 - - 7	
	15/05/76	4 - 5 - - 7	
	13/08/76	4 - 5 - - 7	

INVENTAIRE NEGATIFS LANDSAT 1/100.000 FILM

210-29	Alpes du Sud	13/07/75	4 - 5 - 6 - 7
210-30	Côte d'Azur	01/03/73	4 - 5 - 6 - 7
		22/07/75	4 - 5 - 6 - 7
211-26	Sarre-Nord Alsace	15/05/76	4 - 5 - 6 - 7
		13/08/76	4 - 5 - 6 - 7 (2 ex)
211-28	Alpes du Nord	15/05/76	4 - 5 - 6 - 7
		17/09/78	4 - 5 - 6 - 7
211-29	Dauphiné	09/10/72	4 - 5 - 6 - 7
		20/12/72	4 - 5 - 6 - 7
		20/03/73	4 - 5 - 6 - 7
		03/10/75	4 - 5 - 6 - 7
		15/05/76	4 - 5 - 6 - 7
		12/07/77	4 - 5 - 6 - 7

211-30	Bouches du Rhône	09/10/72	4 - 5 - - 7	(2 ex)
		14/11/72	4 - 5 - - 7	
		26/06/75	4 - 5 - 6 - 7	
		23/07/75	4 - 5 - 6 - 7	
		03/10/75	4 - 5 - 6 - 7	
		28/01/76	4 - 5 - 6 - 7	
		15/05/76	4 - 5 - 6 - 7	
		20/06/76	4 - 5 - 6 - 7	
		18/09/76	4 - 5 - 6 - 7	
		13/01/77	4 - 5 - 6 - 7	
		12/07/77	4 - 5 - 6 - 7	
		09/03/77	4 - 5 - 6 - 7	
		212-26	Lorraine	
212-27	Morvan Est	14/08/76	4 - 5 - 6 - 7	
		09/03/77	4 - 5 - 6 - 7	
212-28	Lyon	19/09/76	4 - 5 - 6 - 7	
		06/10/78	4 - 5 - 6 - 7	
212-29	Monts du Vivarais	26/01/73	4 - 5 - 6 - 7	
		/03/73	4 - 5 - 6 - 7	
		14/05/73	- 5 - 6 - 7	
		02/06/78	4 - 5 - 6 - 7	
		18/09/78	4 - 5 - - 7	
212-30	Languedoc	26/01/73	4 - - - 6 - 7	
		06/07/75	4 - 5 - 6 - 7	
		10/04/76	4 - 5 - 6 - 7	
		16/05/76	4 - 5 - 6 - 7	
		19/09/76	4 - 5 - 6 - 7	
		13/07/77	4 - 5 - 6 - 7	
213-25	Ardennes	22/03/73	4 - 5 - 6 - 7	
		10/06/75	4 - 5 - 6 - 7	
		06/03/76	4 - 5 - 6 - 7	
		11/04/76	4 - 5 - 6 - 7	
		29/04/76	4 - 5 - 6 - 7	
		17/05/76	4 - 5 - 6 - 7	
		06/09/77	4 - 5 - 6 - 7	
213-26	Champagne	11/04/76	4 - 5 - 6 - 7	
		28/07/76	4 - 5 - 6 - 7	
		06/09/77	4 - 5 - 6 - 7	
		18/12/78	4 - 5 - 6 - 7	
213-27	Morvan	06/03/76	4 - 5 - 6 - 7	
		15/05/76	4 - 5 - 6 - 7	
213-28	Auvergne			
213-29	Cantal			
214-25	Nord-Sambre	04/06/78	4 - 5 - 6 - 7	
		15/01/79	4 - 5 - 6 - 7	
		05/07/79	4 - 5 - 6 - 7	
214-26	Paris	22/03/73	4 - 5 - 6 - 7	
		07/03/76	4 - 5 - 6 - 7	
		12/04/76	4 - 5 - 6 - 7	
		11/07/76	4 - 5 - 6 - 7	
		16/08/76	4 - 5 - 6 - 7	
		02/08/77	4 - 5 - - 7	
		13/10/77	4 - 5 - - 7	
		04/06/78	4 - 5 - - 7	
		16/04/78	4 - 5 - 6 - 7	
		04/06/78	4 - 5 - 6 - 7	
		28/07/78	4 - 5 - 6 - 7	
		15/01/79	4 - 5 - 6 - 7	

214-27	Sologne	26/07/75	4 - 5 - 6 - 7		
		07/03/76	4 - 5 - 6 - 7		
		12/04/76	4 - 5 - 6 - 7		
		30/04/76	4 - 5 - 6 - 7		
		16/04/77	4 - 5 - 6 - 7		
		28/07/78	4 - 5 - 6 - 7		
		08/10/78	4 - 5 - 6 - 7		
		01/12/78	4 - 5 - 6 - 7		
		15/01/79	4 - 5 - 6 - 7		
		15/09/79	4 - 5 - 6 - 7		
		214-28	Limoges	26/07/75	4 - 5 - 6 - 7
				30/04/76	4 - 5 - 6 - 7
		215-25	Picardie	12/06/75	4 - 4 - 6 - 7
		23/05/77	4 - 5 - 6 - 7		
215-26	Vexin	12/06/75	4 - 5 - 6 - 7		
		21/11/75	4 - 5 - 6 - 7		
		06/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
		17/08/76	4 - 5 - 6 - 7		
		23/05/77	4 - 5 - - 7		
		14/10/77	4 - 5 - - 7		
		01/11/77	4 - 5 - - 7		
		21/09/78	4 - 5 - 6 - 7		
		215-27	Val de Loire	27/07/75	4 - 5 - - 7
				30/07/76	4 - 5 - - 7
30/03/77	4 - 5 - 6 - 7				
03/09/78	4 - 5 - 6 - 7				
06/07/79	4 - 5 - 6 - 7 (4-5-7 en 2ex 2 ex)				
215-28	Charente	01/05/76	4 - 5 - 6 - 7		
		06/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
		14/10/77	4 - 5 - 6 - 7		
215-29	Landes	01/05/76	4 - 5 - 6 - 7		
		06/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
		14/10/76	4 - 5 - 6 - 7		
216-25	Pays de Caux	15/10/77	4 - 5 - 6 - 7		
216-26	Normandie	22/11/75	4 - 5 - 6 - 7		
		15/10/77	4 - 5 - 6 - 7		
216-27	Anjou	07/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
		25/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
216-29	Arcachon	11/07/73	4 - 5 - - 7 (2 ex)		
		07/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
		15/10/77	4 - 5 - 6 - 7		
		14/05/79	4 - 5 - 6 - 7		
		19/06/79	4 - 5 - 6 - 7		
		17/09/79	4 - 5 - - 7		
217-27	Nantes	26/06/76	4 - 5 - 6 - 7		
219-26	Brest	02/07/77	4 - 5 - 6 - 7		

INVENTAIRE POSITIFS LANDSAT 1/1.000.000 FILM

210-30	Côte d'Azur	22/07/75	4 - 5 - 6 - 7
211 - 26	Sarre-Nord Alsace	09/10/72	4 - 5 - - 7
		20/12/72	4 - 5 - - 7 + 1 canal 7
		20/03/73	4 - 5 - - 7
		28/08/75	4 - 5 - - 7
		15/05/76	4 - 5 - 6 - 7
214-28	Limoges	26/07/75	4 - 5 - 6 - 7
		30/04/76	4 - 5 - 6 - 7
215-27	Val de Loire	03/09/78	- - 6 -
215-28	Charente	14/10/77	4 - 5 - 6 - 7

RESULTATS DE TRAITEMENTS LANDSAT

-1/250 000 - Bassin de la Moselle - scène 211-26 du 13/08/76 - 6 classes - ORSTOM - 14 ex.
-1/100.000 - Plateau lorrain - scène 211-26 du 13/08/76 - 7 classes - ORSTOM - 9 ex.
-1/ 50.000 - Secteur Fénétrange) - scène 211-26 du 13/08/76 - 7 classes - ORSTOM - 14 ex.
Sarrebouurg)

COPIES TRAITEMENTS CTAMN

-1/100.000 - Haguenau - 13/08/76 - 14 classes - 1 ex.
-1/ 50.000 - Haguenau - 04/03/76 puis 13/08/76 - 15 classes - 4 ex.
- Haguenau - 04/03/76 puis 13/08/76 - 15 classes (2è charte) 1 ex.
-1/ 50.000 - Badonviller - 13/08/76 - 14 classes - 2 ex.
-1/ 50.000 - Badonviller - 04/03/76 puis 13/08/76 - 21 classes - 4 ex.
-1/ 50.000 - Bitche - 13/08/76 - 14 classes - 1 ex.
-1/ 50.000 - Bitche - 04/03/76 puis 13/08/76 - 11 classes - 5 ex.
-1/ 50.000 - Fénétrange - 04/03/76 puis 13/08/76 - 16 classes - 2 ex.
-1/ 50.000 - Causse Mende - 19/09/76 - 23 classes - 5 ex.
-1/ 50.000 - Chap del Bosc-Prataubérat - 19/09/76 - 23 classes - 2 ex.
-1/ 50.000 - PaTolive - 19/09/76 - 23 classes - 4 ex.
-1/ 50.000 - Mont Lozère - 19/09/76 - 23 classes - 3 ex.
-1/200.000 - Scène 212-29 - 19/09/76 - 23 classes - 7 ex.

-1/2.000.000 - France entière NOAA - 29/04/76 - 16 ex.
-1/2.000.000 - France entière NOAA - 05/08/76 - 17 ex.
-1/2.000.000 - France entière NOAA 29/04/76 et 05/08/76 - 8 ex.

RESULTATS DE TRAITEMENTS LANDSAT

-1/250.000 (encadré) - traitement Bendix - scène 212-30 du 06/07/75
Languedoc-Roussillon (23 classes)
-1/130.000 - agrandissement - traitement Bendix - scène 212-30 du 06/07/75
Roussillon (23 classes)
-1/130.000 - agrandissement - traitement Bendix - scène 212-30 du 06/07/75
Aude (23 classes) (2 ex.)
-1/130.000 - agrandissement - traitement Bendix - scène 212-30 du 06/07/75
Montagne Noire (23 classes)
-1/130.000 - agrandissement - traitement Bendix - scène 212-30 du 06/07/75
Camargue (23 classes)

- OPIT-BEICIP - 215-27 - Juillet 1975
- zone 2 - composantes principales 1/125.000 - (copie) (2 ex.)
- zone 3 - classification supervisée 16 classes (copie)
- zone 3 - classification supervisée 15 classes (copie) + original
- zone 3 - non supervisée 20 classes
- zone 3 - non supervisée 12 classes

- ORSTOM

1/50.000 - scène 211-26 - 13/08/76 - Forêt de Fénétrange
. cartographie du résultat traitement loterie 5 classes (forêt)
. visualisation des cinq classes, classe par classe (4 documents)
1/50.000 - scène 215-27 - 16/09/79 - Sologne
. cartographie du résultat traitement loterie 7 classes (eau)
1/50.000 - scène 215-27 - 16/09/79 - Sologne
. 7 classes, classe par classe (4 documents)
1/50.000 - scène 211-28 - 17/09/78 - Dombes
. cartographie du résultat traitement loterie 6 classes (eau)

1/250.000 - télédétection de l'occupation des terres Haute-Vienne 4 classes
scène 214-28 - Avril 1976 - Limoges - 33 ex.

RESULTATS DE TRAITEMENTS LANDSAT - CTAMN

- Visu brute - 1/2.000.000 - France entière NOAA - 29/04/76 - (visible)
- " - " - " - " - " - (infra-rouge)
- Visu brute - 1/2.000.000 - France entière NOAA - 05/08/76 - (visible)
- " - " - " - " - " - (infra-rouge)
- Résultat traitement - 1/2.500.000 - France entière NOAA - 29/04/76
- Résultat traitement - 1/2.500.000 - France entière NOAA - 05/08/76
- Résultat traitement - 1/2.500.000 - France entière NOAA - 29/04/76 et 05/08/76

- Résultat traitement - 1/50.000 - scène 211-26 - 13/08/76
Badonviller
Bitche
Fénétrange (+ premier passage avec autre charte de couleurs)
Haguenau
- Résultat traitement - 1/100.00 - scène 212-29 - 13/08/76
Haguenau
- Résultat traitement - 1/50.000 - scène 211-26 - 04/03/76 puis 13/08/76
Badonviller
Bitche
Fénétrange
Haguenau (+ premier passage avec autre charte de couleurs)
- Résultat traitement - 1/50.000 - scène 212-29 - 19/09/76
Lingas
Païolive
Causse de Mende
Chap del Bosc - Prataubérat
Mont Lozère
- Résultat traitement - 1/200.000 - scène 212-29 du 19/09/76 entière
- Visu brute NOAA - 30/07/75 - sur Cévennes, Languedoc - visible } 2 ex.
- " " " " " " " " - infra-rouge }
- Cartographie des essences forestières de la région Vosges-Alsace
- scène 211-26 du 13/08/76 - 1/500.000 (10 ex.)

RESULTATS DIVERS OPIT

- Cartes IGN 1/50.000 - Haguenau
- Seltz
- Cartographie des essences forestières 1/500.000 - CTAMN
- Photocopies couleur - Haguenau - 1/50.000 (2 ex.)
- Haguenau - 1/100.000 (1 ex.)
- Fénétrange - 1/50.000 (1 ex.)
- Composition colorée photo écran système 101 - 15/05/76
- 13/08/76
- Classification supervisée système 101 - 15/05/76
- Interprétation IGN composition colorée - 13/08/76 - feuillus - résineux
classification supervisée- 15/05/76 - 2 classes feuillus - résineux
4 classes dominants
- Grilles de comptage : forêt domaniale feuillus-résineux CTAMN
- " " " " " " ONF
forêt-non forêt CTAMN/IGN
- Visualisation calcomp - campagne Bouches du Rhône 1976 - Daedalus - canal 10
- Tirage sur papier NB traitement IGN système TRIAS - Limousin - scène 214-28 - Avril 1976
- Carte au 1/250.000 de l'interprétation des images Languedoc "zones humides"
- Carte au 1/100.000 - Camargue (photo-interprétation IGN - Mission 1975)
- carte au 1/100.000 - Petite Camargue (photo-interprétation IGN - Mission 1975)

DOCUMENTATION GENERALE - AUTRES RESULTATS DE TRAITEMENT

- 1/100.000 - Classification automatique des paysages du marais postérieur et de ses marges (Fralit) - 18/08/76
- 1/80.000 - Exemple de lissage sur traitement diachronique du goulet de Fromentine (Fralit)
- 1/50.000 - Le Pertuis breton et ses rivages (Fralit) 11/07/73 - 19 classes
- 1/50.000 - Atlas Landchad - 01/11/72 - 16 classes (Fralit)
- 1/50.000 - Atlas Landchad - 01/11/72 et 17/02/73 - 29 classes (Fralit)
- 1/24.000 - Traitement Bendix sur Kentucky-Indiana - scène du 02/05/75
- 1/25.000 - Traitement non supervisé IFP "Les Evans" - 12 classes (2 ex)
- 1/100.000 - Scène 216-26 du 25/07/76 C.C. - zone Alençon IGN (2ex)
- 1/100.000 - Scène 216-26 du 25/07/76 non supervisé (N.D.)-22 classes-Alençon IGN (2ex)
- 1/100.000 - Scène 216-26 du 25/07/76 supervisé-8 classes - Alençon IGN (2ex)
- 1/100.000 - Scène 216-26 du 25/07/76 - 10 classes - Alençon IGN (2ex)

INVENTAIRE TIRAGES PAPIERS LANDSAT

<u>Couleur</u>		<u>Noir et Blanc</u>
- 1/250.000 C.C. Indre et Loire 1975	(2ex)	- 1/500.000 Sarre-Nord Alsace 211-26 du 13/08/76 canaux 4-5-6-7 (4ex)
- 1/125.000 C.C. Zone 2 Chinon 1975	(4ex)	- 1/500.000 Val de Loire 1976 canaux 4-5-7 corrigés radiométriquement
- 1/125.000 C.C. Zone 3 Loches 1976		- 1/500.000 Anjou 211-27 du 25/06/76 canaux 4-7
- 1/125.000 C.C. Zone 1 Blois		- 1/500.000 Nantes 217-27 du 26/06/76 canaux 5-6-7
- 1/100.000 C.C. Val de Loire 06/07/79 Tours		- 1/500.000 Val de Loire 215-27 du 03/09/78 canaux 4-5-6-7
- 1/100.000 C.C. Val de Loire 06/07/79 Bourgueil		- 1/500.000 Cèvennes-Mars 1973-canaux 5,6,7
- C.C. Val de Loire Système 101 03/09/78 Amélioration contrastes		- 1/200.000 Arcachon 216-29 du 19/06/79 canaux 4-5-6-7 Zonage d'étude agrandi (Bied)
- 1/250.000 C.C. Cèvennes 212-29 du 20/12/72 (Vauzelle)		- 1/250.000 Limoges 214-28 du 26/07/75 canaux 5-7 (Vauzelle)
- 1/250.000 C.C. Languedoc du 06/07/75 3 premières composantes principales (Lenço)		- 1/250.000 Limoges 214-28 du 30/04/76 canaux 5-7 (Vauzelle)
- 1/125.000 C.C. Val de Loire 1975 zone 3 Loches (Riom)		- 1/250.000 Cèvennes Mars 1973 canaux 4-5-6-7 centré sur Mont Lozère
		- 1/250.000 Arcachon 216-29 07/06/76 canaux 4-5-6-7
		- 1/125.000 Blois 27/07/75 canaux 4-5-6-7 (2ex)
		- 1/125.000 Blois 30/07/76 canaux 4-5-6-7
		- 1/125.000 Chinon 27/07/75 canaux 4-5-6-7
		- 1/125.000 Chinon 30/07/76 canaux 4-5-6-7
		- 1/125.000 Loches 27/07/75 canaux 4-5-6-7 (2ex)
		- 1/125.000 Loches 30/07/76 canaux 4-5-6-7 (2ex)
		- 1/250.000 scène 213-26 Champagne 22/03/73 - canal 5
		- 1/200.000 scène 213-26 Champagne 22/03/73 - canal 7
		- 1/200.000 scène 212-29 Vivarais 19/09/76 (canal 4 (2) en 2 morceaux (canal 5 (2) (canal 6 (4) (canal 7 (2)
		- 1/200.000 scène 212-30 Languedoc-Roussillon 19/09/76 partie <u>nord</u> canal 4 canal 5 canal 6 canal 7
		- 1/250.000 scène 214-26 Paris 11/07/76 canal 5 canal 7
		- 1/250.000 scène 214-28 Limoges 26/07/75 canal 5 canal 7
		- 1/100.000 scène 215-27 centrée sur Tours 03/09/78 (3ex)
		- 1/500.000 Mosaïque Landsat IGN Alsace-Bourgogne-Champagne Franche Comté-Lorraine (2ex)
		- 1/500.000 Mosaïque Landsat IGN Feuille Est avec surimpression réseau routier

COMPOSITION COLOREE DIAZO 1/500.000

216-27	Anjou	25/06/76	
211-26	Sarre-Nord Alsace	13/08/76	(2 ex)
		15/05/76	(2 ex)
		04/03/76	(2 ex)

<u>1/100.000</u>	<u>COMPOSITION COLOREE DIAZO</u>	<u>1/150.000</u>
Camargue - 13/08/76		Fénétrange - 18/04/76
Plateau lorrain - 28/08/75		- 13/08/76
- 18/04/76		- 04/03/76
- 15/05/76		- 28/08/75
-		- 15/05/76

COMPOSITION COLOREE DIAZO 1/250.000

Lorraine (Fénétrange) - 28/08/75	Haguenau - 28/08/75
- 04/03/76	- 04/03/76
- 18/04/76	- 18/04/76
- 15/05/76	- 15/05/76
- 13/08/76	- 13/08/76

COMPOSITION COLOREE 1/1.000.000

211-26	Sarre-Nord Alsace	13/08/76	(4 ex)
211-26	Sarre-Nord Alsace	15/05/76	(4 ex)
211-26	Sarre-Nord Alsace	04/03/76	(3 ex)
211-29	Dauphiné	20/12/72	
211-30	Bouches du Rhône	14/11/72	
212-29	Cévennes	14/05/73	
212-29	Cévennes	19/09/76	
212-30	Languedoc	26/01/73	
212-30	Languedoc	10/04/76	(4 ex)
212-30	Languedoc	19/09/76	(4 ex)
213-25	Ardennes	06/03/76	
213-25	Ardennes	11/04/76	
213-25	Ardennes	29/04/76	
213-25	Ardennes	17/05/76	
213-25	Ardennes	06/09/77	
214-26	Paris	23/03/73	
214-26	Paris	07/03/76	(4 ex)
214-28	Limoges	23/03/73	
214-28	Limoges	30/04/76	
215-27	Val de Loire	30/03/77	(disparue)
215-27	Val de Loire	03/09/78	(2 ex)
216-29	Arcachon	11/07/73	
219-26	Brest	02/07/77	(2 ex)
219-26	Brest	02/07/77	Positif film

COMPOSITIONS COLOREES AVEC ZONE D'ETUDE AGRANDIE SEULEMENT (Météosat format 40x40)

213-25	Ardennes	06/03/76
213-25	Ardennes	11/04/76
213-25	Ardennes	29/04/76
213-25	Ardennes	17/05/76
213-25	Ardennes	06/09/77

CHAPITRE II - ETAT DE L'ART

I. PRINCIPES ET BUTS

En créant l'OPIT, les Ministères membres entendaient faire d'abord la lumière dans un domaine où régnait un flou sur les possibilités réelles entretenu par l'absence d'expérience concrète et d'évaluation opérationnelle et par l'enthousiasme naïf des médias. L'une des toutes premières demandes du GIT a ainsi visé l'élaboration d'un état de l'art afin de disposer le plus rapidement possible d'un panorama réaliste des applications de la télédétection avec la prise en compte des aspects techniques, économiques et opérationnels.

Deux approches différentes et complémentaires s'offraient à l'OPIT.

- Bibliographique, la première permettait d'aller plus vite et à moindre coût (*), mais supposait de la part de ceux qui l'entreprendraient un solide esprit critique pour discerner par delà les exposés toujours optimistes des chercheurs, la véritable nature des expériences proposées.
- Expérimentale, la seconde devait fournir une évaluation plus concrète du "possible" de cette technique. Elle devait être entreprise dans un deuxième temps mais ne pouvait pas aussi rapidement donner tous les résultats souhaités. C'est elle qui fait l'objet du chapitre 8, tandis que le présent chapitre ne concerne que l'approche bibliographique.

Compte tenu de l'évolution rapide de la télédétection, l'action "état de l'art" s'est déroulée en deux phases principales, elles-mêmes décomposées en plusieurs étapes. Elle a produit à l'issue de chacune des phases concernées des documents de valeur sans doute inégale mais dont la plupart des personnes concernées se sont plu à reconnaître qu'ils rendaient dans ce domaine où rien de comparable n'existait en France à cette époque, un très réel service.

* L'ensemble des contrats d'assistance technique qui ont été nécessaires (GDTA, CETE, SESA notamment) représente un montant de 450 000 Frs.

Phase 1 :

Etablir un bilan le plus rapidement possible après la création de l'OPIT.

Cette phase s'est terminée en 1977 par la publication de quatre volumes rédigés sous la responsabilité de l'OPIT:

Etat de l'art en télédétection OPIT 1ère édition 1977, 2ème édition 1979:

- I.1. La saisie des données, les principes physiques et la problématique de leur interprétation (173p)
- I.2. Les traitements en télédétection (121p)
- II.1. Télédétection et Aménagement (214p)
- II.2. Ressources en eau et télédétection (156p)

Réalisés comme on le verra plus loin par des équipes assez différentes, ces rapports n'ont pas la même qualité et certain d'entre eux a pu parfois se voir reprocher de ne pas nettement établir la distinction entre l'opérationnel et le prospectif. Aussi, deux ans après ce premier tour d'horizon et pour tenir compte des nombreuses remarques qu'un large débat organisé par l'OPIT avec les intéressés avait pu réunir, une seconde phase a permis de mieux approcher l'état de l'art.

Phase 2 :

Actualiser ce bilan et le confronter aux besoins recensés par ailleurs.

Cette phase s'est achevée en 1980 par la publication de quatre rapports, à l'occasion du séminaire OPIT/CNES Sophia-Antipolis:

- Analyse d'expérimentations de télédétection
F.Gagnier, E.Joly. Paris, OPIT/CNES, 1980, 475p.
- Analyse d'expérimentations de télédétection (compléments) et programme Lacie
F.Gagnier, E.Joly, Paris, OPIT/CNES, 1980, 119p.
- Approche bibliographique d'applications opérationnelles de la télédétection
Paris, OPIT/CNES, 1980, 103p.
- Laboratoires et organismes de télédétection-Moyens et activités-Bibliographie
F.Gagnier. Paris, OPIT/CNES, 1980, 240p.

II. ETAPES, METHODES ET MOYENS

1. ETAPES

La phase 1 s'est déroulée comme suit :

début 77:

découpage de l'action en quatre domaines:

- domaine "amont" : interaction rayonnement-matière, saisie de données;
- domaine du traitement (numérique et optique);
- domaine des applications concernant les ressources en eau;
- domaine des applications concernant l'aménagement, l'urbanisme, l'agriculture, les forêts.

février 77:

mise en place de groupes de travail et définition des méthodes à utiliser.

mai - octobre 77:

travail documentaire et conduite de réunions de spécialistes.

octobre - décembre 77:

rédaction et publication des quatre volumes "état de l'art", tirés à 100 exemplaires chacun dans une première édition. Ces documents ont été très largement diffusés chez les utilisateurs puis réédités par la suite (1979).

mai - novembre 78:

un complément destiné à améliorer ces premiers rapports a été recherché par une enquête par questionnaires adressés aux organismes de compétences connus leur demandant de fournir une description des applications opérationnelles qu'ils proposent. Cette enquête reçut en fait très peu de réponses correctes.

La phase 2 s'est déroulée comme suit:

septembre 79:

sélection des ouvrages et des articles spécialisés à dépouiller selon une grille type (consulter cette grille en annexe).
établissement d'une liste des laboratoires et organismes compétents à visiter pour valider les dépouillements et obtenir des informations complémentaires sur les opérations en cours.

octobre 79 - janvier 80:

dépouillement des ouvrages retenus et analyse - visite de laboratoires.

février 80:

rédaction des analyses et confrontation avec les besoins - validation par des experts-conseils choisis par l'OPIT et le CNES - rédaction d'une synthèse pour le séminaire de Sophia-Antipolis.

mars 80:

fin des visites de laboratoires et publication d'un état mentionnant les activités, le personnel, l'équipement et une bibliographie.

2.METHODES

Plusieurs méthodes ont été utilisées conjointement :

- travail en petits groupes de spécialistes : physiciens, spécialistes des capteurs et des traitements, thématiciens des divers domaines d'application;
- recueil de la documentation spécialisée : ouvrages et périodiques ainsi qu'actes des colloques les plus importants : NASA-HOUSTON, LARS-PURDUE, ERIM, Ann Arbor, GDTA-France, OST-Toulouse, ESA-Earsel.

Sélection, traduction, mise en fiche des articles :

- enquête par questionnaire : dans le cadre du séminaire européen, Aménagement du Territoire et Télédétection (Toulouse, Juin 77), questionnaire sur les applications opérationnelles, orienté vers l'étranger;
- interview et visites de laboratoires.

A titre indicatif, pour la phase 2, 62 expérimentations de télédétection ont fait l'objet de fiches analytiques, ainsi que le programme américain LACIE - 28 organismes ont fait l'objet d'une description.

On consultera en annexe les listes d'expérimentations disponibles et des laboratoires décrits.

3.MOYENS

Les moyens utilisés ont été les suivants :

Pour la phase 1 :

coordination par les membres de l'équipe de direction de l'OPIT, renforcée par des scientifiques de haut niveau et des contrats avec des spécialistes de haut niveau et des contrats avec des spécialistes compétents, le partage des responsabilités étant le suivant:

- saisie des données :
responsable: F.Becker, professeur de physique à l'Université L.Pasteur de Strasbourg;
experts consultés: MM. Berroir, Directeur du LMD
Deschamps, Laboratoire d'Optique Atmosphérique de Lille
Gervais de Lafond, CESR-Toulouse
Guyot, INRA-Avignon
Tabbagh, CNRS-Géophysique (Garchy)
Vieillefosse, CNES-Toulouse.
- traitement :
responsables: G. de Montricher, Ecole Polytechnique et OPIT
B. Gaignerot, SESA
J. Duvernoy, de Besançon.

- Ressources en eau :
responsables: Y. Vuillaume, BRGM-GDTA
C. Valério, CETE-Aix en Provence
avec la contribution de MM.
MM. Armangau, Université de Montpellier
Canceill, Ministère de l'Environnement
Morel, Laboratoire Océanographique de Villefranche
Roman, Agence de Bassin Loire Bretagne
Sauty.

- Aménagement
responsable : M. Bied-Charreton, ORSTOM et OPIT avec les collaborations de:
G. Flouzat, CESR
Ph.Fournier, SCEES et OPIT
A. Ballut, IAURIF
M. Balazinsky
J. Darrigo, CAES.

Pour la phase 2 :

coordination par les membres de l'équipe de direction de l'OPIT; enquête
dépouillement et rédaction par deux chargés d'étude à l'OPIT; synthèse
réalisée avec la participation d'experts conseils :

MM. Verger	ENS et EPHE
Cruette	ORSTOM
Denègre	IGN
Becker	U.L.P. Strasbourg
Gonfreville	CNES

et validation par les spécialistes de télédétection ayant participé au
séminaire de Sophia Antipolis (voir chapitre XI).

Les quatre rapports de la phase 2 ainsi que la synthèse réalisée pour le
séminaire totalisent 969 pages, diffusées en 50 exemplaires - les rapports
sont consultables à l'OPIT et diffusables à la demande.

ANNEXE DU CHAPITRE II

	Page
- Fiche de dépouillement d'expérimentation	65
- Fiche de visite des laboratoires	67
- Liste des laboratoires visités	68
- Liste des expérimentations analysées	69

<p>TITRE DE L'EXPERIENCE</p>	<p>SOURCES ET VOLUME DES DONNEES UTILISEES POUR L'ETUDE</p> <ul style="list-style-type: none"> .Satellite .Avion, ballon .Photoclassique ou IRC .Scanners .Radars .Données Terrains : /existantes /enquêtes spécifiques .Cartes
<p>SOURCE DU DOCUMENT ANALYSE</p>	<p>DESCRIPTION DU MODE OPERATOIRE DE L'EXPERIENCE</p> <p>(ne pas détailler ici les analyses et trai- tements d'images)</p>
<p>RESPONSABLE(S) de L'EXPERIENCE</p> <ul style="list-style-type: none"> . organisme(s) . auteurs (s) . adresse et tél. 	<p>ANALYSE VISUELLE</p> <ul style="list-style-type: none"> .Traitements réalisés /Analyse directe /Compositions colorées /Amélioration d'image .Résultats obtenus
<p>DATE DE REALISATION</p>	<p>ANALYSE NUMERIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> .Traitement réalisés /non supervisé /supervisé -non interactif/ interactif -zones test ou d'apprentissage .Résultats obtenus
<p>REALISATEURS DES TRAITEMENTS</p>	<p>ADEQUATION DES BANDES SPECTRALES D'OBSERVATION</p> <ul style="list-style-type: none"> .Analyse visuelle .Analyse numérique
<p>UTILISATEURS FINALS MIS A CONTRIBUTION</p>	
<p>OBJECTIFS DETAILLES DE L'EXPERIENCE</p>	
<p>DESCRIPTION DU SITE DE L'EXPERIENCE</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etendue . Topographie/relief . Hydrographie . Occupation et couvert des sols . Nature et structure du sol et du sous-sol . Climat . Amers remarquables 	
<p>NOMENCLATURES UTILISEES</p>	

PROBLEMES LIES A LA
NATURE DES DONNEES
UTILISEES

DONNEES SOUHAITABLES
ET NON DISPONIBLES

- .Satellite
- .Avion, ballon
- .Données terrain
- .Cartes
-

SYNTHESE DES
RESULTATS OBTENUS

.acquis, positifs
ou négatifs, démontrés

.problèmes restant à
résoudre

DESCRIPTION DES
PROCEDURES D'EXPLOITATION
OPERATIONNELLES DES
METHODOLOGIES MISE AU
POINT.

- . Données nécessaires
- . Mode opératoire
- . Délais de traitement
- . Rôle des utilisateurs
finals ; modifications
à apporter dans leurs
méthodes de travail
- . Type de sortie
 - nomenclatures
obtenues
 - cartes
/nombre
/échelle
/référentiel géogra-
phique utilisé
 - statistiques
 - exploitation de modèles
intégrant les données
brutes ou traitées,
avec ou sans données
exogènes

PROBLEMES LIES AU
SUPPORT ET A LA FORME
DES DONNEES UTILISEES

- .Corrections radiométri-
ques
- .Corrections géométriques/
superposabilité
- *Précision de localisation
nécessaire (relative,
absolue),
- .Résolution/échelle

VALIDATION DES
METHODOLOGIES
MISES AU POINT

REPETABILITE ET
"OPERATIONALITE"
DE CES METHODOLOGIES

.Méthodes de mesure de la
précision d'identification
de l'information délivrée
"in fine"

.Tests et évaluations
systématiques dans des
contextes différents

PROBLEMES LIES AUX
INSTANTS D'OBSERVATION

- .Epoque
- .Heure
- .Fréquence

RECOMMANDATIONS RELATIVES
AU DEVELOPPEMENT ULTERIEUR
DES METHODOLOGIES ETUDIEES

.Etudes et expérimentations
à entreprendre :

- recherche fondamentale
- recherche méthodologique
- tests et évaluations sys-
tématiques

.Matériels à mettre au point :

- capteurs aérospatiaux
/canaux d'observation
/résolution
/

- équipements de vérité-
terrain, stations auto-
matiques

MOYENS NECESSAIRES A L'EXPLOI-
TATION OPERATIONNELLE DES
METHODOLOGIES MISES AU POINT

- .Volume de données à traiter
- .Configurations des installa-
tions, équipements et logi-
ciels nécessaires (y compris
aériens et vérités-terrain)
- .Personnel nécessaire
- .Coûts d'investissement
- .Coûts d'exploitation

PROBLEMES LIES AUX
DELAIS D'OBTENTION
DES DONNEES UTILISEES

REMARQUES DIVERSES

NOM DU LABORATOIRE
ADRESSE — NUMERO DE TELEPHONE
STATUT DU LABORATOIRE . associé CNRS . universitaire . INRA ...
LABORATOIRES COOPE- RANTS, FRANCAIS OU ETRANGERS
DOMAINES D'ACTIVITE (ne pas détailler ici les travaux) Répartition, en pour- centage, des travaux entre chacun de ces domaines
DIRECTEUR
NOMS ET STATUTS DES CHERCHEURS
AUTRES PERSONNELS . techniciens, . ouvriers, . administratifs

SOURCES DE FINANCEMENT — BUDGET

MOYENS MATERIELS UTILISES POSSEDES EN PROPRE OU "EXTERIEURS" . locaux . matériels de laboratoire . moyens informatiques . véhicules . matériels de terrain

TRAVAUX RECENTS ET EN COURS (5 dernières années) — TRAVAUX EN PROJET

PRODUITS "OPERATIONNELS" ELABORES PAR LE LABORATOIRE . données statistiques . cartes . modèles . algorithmes "transférables"

PRODUITS "OPERATIONNELS" ELABORES PAR LE LABORATOIRE . données statistiques . cartes . modèles . algorithmes "transférables"

BIBLIOGRAPHIE RECENTE (5 dernières années)

LISTE DES LABORATOIRES VISITES

SOMMAIRE DES ORGANISMES OU LABORATOIRES VISITES

B.R.G.M. Division Photogéologie et Télédétection - Orléans
C.E.P.E. L. Emberger - Montpellier
C.E.R.G.H. - Montpellier
C.E.S.R. - Toulouse
C.N.E.S. Division traitement d'images - Toulouse
C.N.E.X.O. Opération "Télédétection"
C.T.A.M.N. - Sophia Antipolis
E.H.E.S.S. - Paris - Marseille
E.N.S.J.F. Laboratoire de Géographie - Montrouge
G.D.T.A. - Toulouse
I.A.U.R.I.F. - Paris
I.F.P./Beicip Service de Télédétection - Rueil Malmaison
I.G.N. Département de Télé-interprétation
I.N.A.P.G. Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Végétale
et Laboratoire de Pédologie - Grignon
I.N.R.A. Laboratoire de Sylviculture et d'Ecologie de la Pinède
Landaise - Cestas
I.N.R.A. Station de Bioclimatologie - Montfavet
I.N.R.A. Service d'Etude des sols - Montpellier
I.N.R.A. Laboratoire de Télédétection - Versailles
L.M.D. - Palaiseau
O.R.S.T.O.M. Bureau de Télédétection - Bondy
Univ. d'Amiens Station d'Etudes en Baie de Somme - St Valery sur
Somme
Univ. de Grenoble Institut Dolomieu - Grenoble
Univ. de Paris I Association de Télédétection - Paris
Univ. de Paris VI Département de Géotectonique et Télédétection
Paris
Univ. de Paris VII C.E.R.C.G. - Paris
Univ. de Paris VIII Laboratoire d'Aérométhodes - Vincennes
Univ. de Strasbourg C.G.A. - Strasbourg
Univ. de Strasbourg L.A.E.P. - Strasbourg

LISTE DES EXPERIMENTATIONS ANALYSEES

POUR LA PREPARATION DU SEMINAIRE DE SOPHIA ANTIPOLIS

N° de la fiche	Titre de l'expérience analysée
1	Etude de la végétation dans le Montpelliérais par TD multispectral (LACAZE)
2	ARZOTU (CEPE-Montpellier)
3	Cartographie de la Haute-Vienne (FLOUZAT)
4	Comparaisons d'images et de classifications obtenues par divers capteurs (IFP-BEICIP)
5	Etude du littoral atlantique par radar et Daedalus (FOURNIER)
6	Etude de régions naturelles à partir de photos ballon (GIRARD)
7	Traitement diachronique des données NOAA (MONGET)
8	Etude de la salinité des sols (PEYRONEL)
9	Cartographie des sols (NAERT)
10	Cartographie géologique (SCANVIC-WEECKSTEEN)
11	Rôle de l'échelle dans l'apport de la TD en géologie structurale (BROSSE-SCANVIC)
12	Cartographie morphologique (PAUL)
13	Comportement thermique d'un filon (BROSSE)
14	Composantes hydrogéologiques d'un bassin (BRGM-CRPE)
15	Etude bathymétrique des lagunes (OLIVON)
16	Interprétation des phénomènes marins et littoraux en Méditerranée (LOUBERSAC)
17	Localisation de zones d'infiltration et d'émergence en région karstique (MARJOLET)
18	Thermographie aéroportée en zone côtière méditerranéenne (BURKHALTER)
18 bis	"-" " " " " " " " " " " " "
19	Opérations aéroportées sur le Bec d'Ambès et la moyenne Dordogne (LEVECQUE)
20	Détection des nappes d'hydrocarbures en mer (FONTANEL)
21	Incendies de forêt en zone méditerranéenne (HUSSON)
22	Inventaire forestier des Vosges et du Vivarais (MONGET)
23	La forêt de Montargis (DUFAY-BARRAT)
24	Etude des peuplements de Pins maritimes (HEOIS)
25	Etude des attaques de cochenilles dans les forêts de Pins maritimes (GOILLOT)
26	Agriculture et TD (KILLMAYER)
27	Thermographie des zones bocagères de Bretagne (GOILLOT)
28	Classification de la zone d'Entressen (SAINT)

- 29 Projet AGRESTE (CESR)
 30 Etude des pâturages sahéliens (DE WISPELAERE-WAKSMAN)
 31 Utilisation du territoire et évaluation de la sécheresse en Val de Loire (RIVEREAU)
 31 bis - "- - "- - "- - "- - "-
 32 Etude de l'agglomération parisienne (BALLUT)
 33 Etude des zones irriguées en Beauce (CLERGEOT)
 34 Etude du littoral océanique de la France (FRALIT)
 35 Etude structurale au Mont Dore (PAUL)
 36 Opération Limousin (VAUZELLE)
 37 Etude des zones humides et du couvert végétal en Languedoc (LENCO)
 38 Cartographie du marais poitevin (VERGER)
 39 Télégéothermie sur le site de Chaudes-Aigues (PAUL)
 40 Généralisation des traitements non supervisés de données Daedalus en Camargue (GAGNIER)
 41 Etude du Cassieu en Camargue (GAGNIER)
 42 Etude géomorphologique, hydrologique et structurale sur le Sud-Est de la France (REBILLARI)
 43 Projet Bouches-du-Rhône (OPIT)
 44 Etude des sols par micro-ondes (KING)
 45 Analyse des paysages ruraux et de l'humidité du sol (GIRARD)
 46 Enneigement pyrénéen (LEPRIEUR)
 47 Méthodologie de constitution d'une base de données d'occupation du sol (LOINTIER)
 48 Projet AGRESTE - rizières - (CESR)
 49 - "- - "- - peupliers - (CESR)
 50 - "- - "- - "- - (CESR)
 51 - "- - "- - hêtres - (LGL Milano)
 52 - "- - "- - sapins - (CESR)
 53 LACIE - détection de la sécheresse - (NASA - USDA - NOAA)
 54 CITARS - méthodologie générale - (NASA et coll.)
 55 Inventaire des cultures en Beauce (TRAIZET)
- 56 - Cartographie des classes de drainage par traitement de données numériques Landsat (INAPG)
- 57 - Bilan des expérimentations sur la zone d'Arles à partir des données Landsat et Daedalus (EHESS)
- 58 - Inertie thermique et cartographie de l'humidité des sols Programme CITHARE (CNES)
- 59 - Mesures des variations horaires de températures et de l'albédo terrestre par satellite - Programme CITHARE (CNES)
- 60 - Expérience de télédétection aérienne sur la vallée de la Garonne et la région de Montauban (Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie - SFERES)

CHAPITRE III - EXPRESSION DES BESOINS DES UTILISATEURS POTENTIELS

Historique

En 1975 et 1976, le CNES entreprenait de faire une étude économique sur la télédétection spatiale. L'objectif de cette étude était, en prolongement des conclusions du groupe ad'hoc, d'appréhender dans quelques grands domaines d'application quel pourrait être l'apport d'un satellite de télédétection comparativement aux autres moyens d'information existants et d'évaluer l'incidence d'une amélioration éventuelle de ce service sur l'économie nationale. Peu de personnes ou d'administrations françaises étant sensibilisées aux problèmes de télédétection, des études qui ne manquaient d'ailleurs d'intérêt, étaient basées sur l'opinion des scientifiques ou sur des investigations plus ou moins similaires effectuées aux Etats Unis. Ne s'appuyant pas réellement sur un état de l'art précis ni sur l'opinion de vrais utilisateurs, ces documents ne pouvaient être réellement convaincants vis-à-vis de décideurs français au niveau des administrations centrales ou locales.

Dès sa création en 1976, l'OPIT ressentait la nécessité de recenser les besoins de ses administrations fondatrices afin de :

- lancer son programme de travail pour qu'il réponde de plus près aux préoccupations ressenties en France;
- faire ressortir par rapport à un état de l'art, ce qui était techniquement réalisable à court ou moyen terme;
- orienter des programmes de recherche de façon à être apte à répondre à plus ou moins long terme aux questions posées.

Le CNES et l'OPIT conviennent alors en 1977 de mener une enquête commune sur l'étude des besoins actuels et futurs des utilisateurs potentiels de la télédétection, selon les considérants suivants :

- . l'OPIT a notamment pour objectif de mettre au point les méthodes nécessaires à l'exploitation opérationnelle de la télédétection pour répondre aux besoins des administrations et en particulier de ses Ministères membres;
- . le CNES a en particulier pour mission de réaliser un système à satellite de télédétection des ressources terrestres adapté au mieux aux besoins des utilisateurs et d'en préparer l'exploitation et l'utilisation optimales.

Cette collaboration qui fit l'objet d'un accord formel fourni en annexe p. permettait de ne pas faire de double emploi, de mobiliser efficacement des représentants d'administrations encore peu sensibilisées aux apports éventuels de cette nouvelle technologie.

1 - OBJET

L'étude se déroule en trois phases correspondant chacune à l'un des trois buts poursuivis :

- recensement des besoins des utilisateurs potentiels,
- transcription de ces besoins en termes de méthodologie de la télédétection, éventuellement nouvelle définition de ces besoins en fonction des spécifications de l'outil et nouvelles spécifications de l'amélioration de l'outil pour des missions ultérieures. Evaluation qualitative des améliorations possibles des services (1),
- évaluation des retombées économiques de la télédétection spatiale et aéroportée dans les différents domaines d'activité.

Ces trois phases sont réalisées pour chacun des domaines suivants :

- . utilisation des sols, urbanisme et aménagement
- . agriculture
- . forêts
- . ressources en eau

En ce qui concerne les autres domaines, océanographie, géologie, recherches minières et pétrolières, le CNES agit seul, ces secteurs d'études n'étant pas rattachés actuellement aux préoccupations prioritaires des membres de l'OPIT.

(1) Cette deuxième phase de l'étude s'est concrétisée par la tenue du séminaire CNES/OPIT de Sophia-Antipolis de février 80 dont les conclusions ont été développées au chapitre précédent.

2 - METHODOLOGIE D'ENQUETE

La télédétection est un moyen qui peut être utilisé en substitution, en complémentarité ou en tant qu'outil nouveau par rapport aux moyens traditionnels d'investigation. L'enquête sur les besoins doit donc s'appliquer à recenser tous les besoins qu'ils soient ou non satisfaits actuellement par les moyens traditionnels sans s'arrêter aux limites connues de la télédétection.

L'enquête s'est déroulée selon plusieurs phases :

- . constitution d'un "noyau dur" par thème étudié. Ce "noyau dur" comprenait, outre un représentant du CNES et un représentant de l'OPIT, de quatre à six personnalités de haut niveau technique et/ou administratif. Après une information générale et une première sensibilisation à la télédétection, ce "noyau dur" devait aider l'équipe CNES/OPIT :
 - dans le choix des personnes à rencontrer,
 - dans l'orientation des sujets à aborder,
 - dans la poursuite de l'opération après les premiers contacts pris à l'extérieur.
- . interviews proprement dites. Ces interviews ont été menées de plusieurs façons différentes adaptées aux cas à traiter.
 - interviews individuelles. Un guide d'entretien avait été conçu qui permettait, par type d'investigation actuellement utilisé, de faire le point sur l'objectif exact poursuivi, la méthode utilisée, la nomenclature adoptée, la forme de présentation des résultats, statistique et/ou cartographique, la validité de ces résultats. Ce type d'interview individuelle est essentiellement utilisé pour les besoins thématiques particuliers.
 - interviews collectives. Pour les besoins "aménagement" essentiellement, il existe plusieurs thèmes à aborder au niveau d'un schéma directeur d'aménagement. La présence de plusieurs personnes est donc obligatoire pour faire le tour, thème par thème de l'ensemble.
 - enquête par correspondance. Toujours pour les problèmes d'aménagement où il existe une spécificité des besoins par région, il ne pouvait être question, en fonction des moyens et des personnes disponibles, de réaliser un tour complet des départements et régions. Cette enquête était menée à partir d'un questionnaire léger de quatre pages portant essentiellement sur les actions actuellement programmées.
- . synthèse des réponses faisant l'objet d'un premier rapport au vu duquel le "noyau dur" se prononçait pour des compléments de visite ou pour l'élaboration d'un rapport définitif.

3 - RESULTATS DE L'ENQUETE

Les résultats de l'enquête ont fait l'objet de quatre publications :

- . forêts - Ph. Fournier - B. Susplugas - 47 pages
- . agriculture - Ph. Fournier - 56 pages
- . ressources en eau - P. Gonfreville - 111 pages
- . aménagement - M. Bied-Charreton - P. Gonfreville - 183 pages

Ces publications ont été tirées de :

Forêts 23 interviews individuelles

Agriculture 22 interviews individuelles

Ressources en eau 18 interviews individuelles à partir desquelles avait été élaboré en partie le rapport "ressources en eau et télédétection",

- . 3 comptes rendus de réunions (aux ministères de l'Equipement, de l'Environnement - interministérielle) de discussion du premier rapport sur l'état de l'art,
- . 12 interviews d'équipes collectives,

Aménagement 60 questionnaires remplis, soit directement au cours de réunions avec un ou plusieurs participants, soit par correspondance.

Ces publications ont été soumises chacune à une soixantaine de personnes dont certaines ont apporté des corrections de détails ou donné un avis favorable.

PRESENTATION RAPIDE DES PUBLICATIONS "EXPRESSION DES BESOINS".

Bien que les domaines d'application soient très différents les uns des autres, ils se rattachent néanmoins à la même préoccupation d'inventaire et de gestion du territoire. Un plan commun de présentation a pu être adopté :

Avant propos - contexte de l'étude
 - présentation de l'étude
 - limites du rapport

Présentation du domaine étudié

Fiches analytiques des besoins

Chaque fiche reprend, indépendamment de tous les autres besoins, une demande particulière et l'analyse au niveau de : la définition du

sous-thème, son extension géographique, les moyens actuels d'investigation, les souhaits quant à la présentation des résultats et la répétitivité.

Le classement de ces fiches est réalisé en partant des études les plus générales aux plus particulières, sauf pour les ressources en eau où il est ordonné selon le cycle de l'eau.

AVIS SUR LES PUBLICATIONS CONCERNANT LES BESOINS DES ADMINISTRATIONS

Ces documents ne peuvent pas prétendre à l'exhaustivité :

. Un nouvel outil peut être créateur de nouveaux besoins qui n'ont pas été forcément recensés lors de l'enquête,

. Même si lors de l'enquête, il était demandé que ne soient pas prises en compte les possibilités et les limites de la télédétection, il était très difficile aux personnes qui ont été rencontrées de ne pas raisonner en fonction des connaissances acquises ou intuitives de l'outil : les limites sont ressenties essentiellement au niveau de la résolution spatiale et de la répétitivité,

. Toutes les personnes ou administrations éventuellement ou potentiellement concernées n'ont pu être contactées.

Les besoins ne sont pas hiérarchisés :

. Au point de vue de la priorité qu'il faudrait accorder à tel ou tel besoin. Il y a des créateurs de l'information et il y a des utilisateurs de l'information. Un même besoin n'est pas ressenti de la même façon selon la catégorie d'"utilisateurs potentiels de la télédétection", au sens le plus large du terme.

. Au point de vue de la "faisabilité" plus ou moins proche par télédétection. Sans a priori sur les réponses des laboratoires de recherche ou des façonniers aux besoins exprimés, dans cette première phase, il était logique de procéder de cette manière.

Les besoins sont parfois mal exprimés ou mal ressentis :

. Faute de pouvoir répondre totalement à un problème précis, le créateur de l'information recherche des indicateurs lui permettant d'y répondre partiellement. Les besoins exprimés le sont donc souvent au niveau de cet indicateur qui peut être simple à détecter par les moyens traditionnels d'investigation, alors que c'est la variable "finale" qui sera peut être la plus facile à appréhender par télédétection.

Les besoins semblent parfois contradictoires pour un même thème :

La contradiction porte sur ce que peut apporter la télédétection :

- . une statistique globale au niveau de grandes étendues
- . un suivi d'un phénomène localisé que l'on n'apprécie que qualitativement

Les problèmes de statistiques ou d'inventaires procèdent de la première demande (résolutions spatiale et spectrale de l'outil), ceux d'aménagement et de gestion de la seconde demande (répétitivité).

La traduction des besoins en termes de "demande" n'est pas évidente. Les utilisateurs potentiels de la télédétection, qui souvent connaissent et exploitent les photographies aériennes, raisonnent non pas tant en "résolution" qu'en échelle. La résolution de 80 m de Landsat ne paraît pas suffisante en fonction des paysages français ; cet "a priori" ne peut être infirmé ou confirmé qu'au vu de l'interprétation et de l'évaluation de résultats d'expérimentations auxquelles auront été directement impliqués des utilisateurs.

La précision statistique demandée à la télédétection, ne peut être définie globalement : certains phénomènes à suivre ou à détecter, sont de l'ordre de quelques centaines de mètres carrés, d'autres de quelques hectares, d'autres encore de beaucoup plus large dimension.

Un effort certain a été réalisé au niveau des nomenclatures afin que chacun des postes d'un thème donné soit exclusif de tout autre poste de ce thème et des autres thèmes. Par exemple, la même définition de la forêt ou de l'état boisé, des landes, ... a été retenue pour les thèmes forêts, agriculture, aménagement.

Seuls les besoins concernant la métropole ont été recensés.

4 - ANALYSE DES BESOINS DES UTILISATEURS POTENTIELS

Certains besoins sont plus ou moins communs aux quatre thèmes, d'autres sont très spécifiques à un thème donné. Il ne peut être question de redévelopper tout ce qui se trouve dans les quatre brochures, mais certains points forts peuvent être dégagés.

Besoins communs à plusieurs thèmes

- Délimitation de zones homogènes - zonage

Les informations chiffrées sont le plus souvent fournies au niveau d'une unité administrative, qu'elle soit la commune, le canton, le département ou la région. Ces informations ne sont pas localisées et les disparités intra-unité administrative sont effacées.

On entend par zonage toute action qui a pour but de définir et de délimiter des portions de territoire homogènes par rapport à un ou plusieurs caractères et selon les valeurs que peuvent prendre ce ou ces caractères. Ce peut être soit un exercice de synthèse qui résulte de l'observation ou de l'analyse d'un ou plusieurs paramètres du milieu, soit une opération à finalité bien particulière liée à une action future. Ces zonages doivent avoir une certaine stabilité dans le temps.

Le découpage en zones homogènes est utilisé :

- . au niveau des aménagements au sens le plus large du terme,
- . pour des études de production, le plus souvent statistiques,
- . comme base de raisonnement pour la construction de modèles.

L'avantage de l'utilisation de Landsat est d'obtenir des frontières communes à ces zones homogènes quel que soit le sujet traité.

Ces zones homogènes sont les suivantes :

- /zones climatiques
- /zones homogènes d'aptitude
- /zones homogènes au niveau de l'orientation technico-économique et de mode d'utilisation du sol
- /zones technico-administratives destinées à définir des paramètres d'action : zone de montagne, PAR - PAF - POS - SDAU - parcs nationaux ...

- Inventaire préliminaire d'utilisation du sol

Cet inventaire, statistique ou dynamique, permet et oblige de travailler au niveau d'une seule nomenclature où tous les postes définis physiquement doivent être exclusifs l'un de l'autre sans toutefois qu'aucun type d'occupation du sol puisse échapper à quelconque de l'un des postes.

Cet inventaire préliminaire doit permettre de situer chacun des thèmes vis-à-vis de l'autre à un moment donné puis d'en suivre les évolutions. L'information souhaitée est exprimée par une nomenclature simple ou complexe, généralement donnée a priori ou au contraire résultant parfois des moyens utilisés pour collecter les données. Les nomenclatures les plus simplifiées peuvent être obtenues, soit directement, soit par agrégation de postes plus détaillés. L'information utile, préalable à tout inventaire spécifique doit être :

- la plus fiable possible tant au plan statistique qu'à celui de la localisation géographique,

- obtenue dans des délais rapides,
- homogène et exhaustive sur le secteur géographique étudié.
- Inventaires et suivis de domaines spécifiques

Pour autant que certains domaines d'utilisation du sol soient spécifiques à un thème donné, il n'empêche pas que leur étude puisse être rattachée à plusieurs thèmes. Deux exemples peuvent illustrer ce propos :

Forêts

L'inventaire et le suivi du devenir des forêts, défrichements ou reboisements, intéressent bien sur en premier chef, les forestiers, mais aussi les "agronomes" et les "aménageurs" dans le cadre de l'équilibre sylvo-pastoral par exemple, ou de l'équilibre du milieu. La forêt constitue également un facteur intervenant dans les modèles d'écoulement au niveau d'un bassin versant.

Couvert
neigeux

L'importance du couvert, sa localisation, la période de fonte des neiges font partie des préoccupations des forestiers (problème d'accessibilité), des agronomes (protection contre le gel, ressource en eau du sol, accessibilité aux pâturages de montagne), des aménageurs (enclavement de la population de montagne, création de stations de ski), des hydrologues (remplissage des barrages, prévision de crues).

Besoins spécifiques

Comme il ne peut être question de développer tous les besoins spécifiques à chacun des thèmes, on renvoie le lecteur à chacune des quatre brochures en rappelant néanmoins ci-dessous la liste des fiches analytiques des besoins par thème.

I - FORETS

1. Les données d'inventaire

/ Cartographie et estimation des surfaces en forêts, landes et friches

/ Inventaire des bocages et formations linéaires

/ Cartographie et estimation des surfaces selon le type de peuplement

/ Cartographie et estimation des surfaces en forêts selon l'essence

- / Inventaire des peupliers et autres essences secondaires
- / Cartographie et estimation des surfaces en forêt selon le mode de conduite et la structure
- / Cartographie des surfaces en forêt, selon l'âge.

2. Gestion

- / Disponibilité en bois sur pied
- / Suivi des coupes de bois
- / Suivi des défrichements
- / Suivi des boisements naturels ou artificiels

3. Vulnérabilité et accidents

- / Sensibilité des forêts à l'incendie
- / Statistique des incendies de forêts
- / Reconstitution des forêts incendiées
- / Sensibilité des forêts aux maladies et attaques parasitaires ou à des phénomènes naturels (gel, ...)
- / Evaluation des zones atteintes par les maladies et attaques parasitaires et par des phénomènes naturels
- / Suivi de la reconstitution après accident et de l'efficacité des traitements entrepris

4. Besoins divers ou mal définis

- / Définition des zones forestières - zonage écologique
- / Aide au tracé des frontières des parcs naturels
- / Pâturage lié à la forêt
- / Estimation de la biomasse végétale
- / Accidents dus aux rongeurs sur les nouveaux peuplements
- / Etudes de la "forêt écologique" ou équilibre biologique :

- . disparition des haies et boisés agricoles abritant une faune qui assure un équilibre naturel avec les ravageurs des cultures
- . disparition des forêts : risques d'érosion et d'inondations
- / Stocks de bois en usine
- / Pollution par les usines liées au traitement du bois, des papeteries en particulier
- / Productivité de bois des pays scandinaves et de l'URSS
- / Inventaire forestier de la Guyane :
 - . répartition des peuplements
 - . carte topographique
 - . carte pédologique
 - . zones les plus facilement reboisables et accessibles
 - . essences industrielles artificielles de reboisement

II - AGRICULTURE

1. Les données d'inventaire

Etudes générales :

- délimitation de zones homogènes
 - zones climatiques
 - zones homogènes d'aptitude
 - zones homogènes au niveau de l'orientation technico-économique
- inventaire préliminaire d'utilisation du sol
- inventaire des différentes cultures

inventaires spécifiques :

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| a. céréales d'hiver | f. cultures fourragères |
| b. céréales de printemps | g. betteraves industrielles |
| c. maïs | h. pommes de terre |
| d. vigne | i. cultures légumières sous abri |
| e. verger | |

2. Les données pour la gestion ou la prévision de récolte

Etudes générales
Etudes particulières
Céréales
Cultures permanentes ligneuses
Superficies fourragères
Autres cultures

3. Surveillance phyto-sanitaire. Evaluation des dégats

Prévision des calamités
Surveillance phyto-sanitaire
Evaluation des dégats

4. Autres études liées à la production agricole

III - AMENAGEMENT

- . Inventaire dynamique de l'utilisation du sol
- . Cartographie de base - grands zonages
- . Etude de tracé routier
- . Etudes routières
- . Construction de lignes électriques à très haute tension
- . Suivi de la consommation d'espace par l'urbanisation
- . Modifications de l'utilisation du sol en milieu urbain
- . Mesure du coefficient d'imperméabilisation en zone urbaine
- . Etablissement de schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme
- . Etablissement de POS ; Impact sur l'environnement
- . Mise au point de schémas d'aménagement et de modèles de gestion de parcs naturels
- . Remembrement
- . Suivi et contrôle des défrichements

- . Observation des friches
- . Mise en valeur des terres incultes
- . Définition d'une zone de montagne
- . Délimitation de la couverture neigeuse
- . Gestion des alpages
- . Inventaire des sites littoraux (maritimes et lacustres)
- . Inventaire des sites naturels sensibles du littoral
- . Etude de la place et du rôle de la forêt dans l'aménagement de l'espace
- . Suivi des gravières
- . Suivi des carrières
- . Détermination de la fréquentation des sites touristiques
- . Détermination du taux d'occupation des résidences secondaires

IV - RESSOURCES EN EAU

1. Précipitations

- pluie et grêle

2. Répartition des eaux continentales

- couverture neigeuse et glaciaire
- retenues d'eau et zones humides
- eaux souterraines
- débits de cours d'eau ; prévision et surveillance des crues
- irrigation et drainage

3. Flux de charge et pollution des eaux libres (intérieures et cotières) et leur diffusion

- frontière eau salée/eau douce
- sédiments naturels ou artificiels
- pollutions des eaux, rejets thermiques, et leur diffusion

4. Ecosystème "eau"

- hydrobiologie

5. Facteurs déterminant le devenir des précipitations et la répartition des eaux continentales

- ruissellement
- état hydrique du sol
- évapotranspiration
- dynamique des masses d'eau
- bathymétrie

6. Mesure de la répartition des précipitations, des eaux intérieures et cotières, et de leurs flux de charge

- implantation et gestion de réseaux "sol" de mesures hydrologiques

7. Influence mutuelle de l'homme et de ses activités avec le milieu "eau"

- aménagements de cours d'eau et zones humides ; études d'impact
- gestion des eaux intérieures ; besoins divers
- océanographie ; activités en mer

TABLEAUX SYNOPTIQUES DE L'EXPRESSION DES BESOINS

(document CNES/OPIT, 50 pages, Févr. 1980)

Afin d'homogénéiser la présentation des besoins et préparer la seconde phase relative à la transcription de ces besoins en termes de télédétection, a été réalisé un document synoptique recensant 186 thèmes recouvrant l'ensemble des quatre domaines d'application (sans entrer dans le détail des inventaires spécifiques des différentes cultures ou des différentes essences forestières).

Ces tableaux sont remplis selon la grille suivante :

- thème - nature
- zones à observer
 - . situation géographique
 - . extension totale
- moments d'observation et tolérance
 - . époque
 - . heure
 - . fréquence
- délais maximaux autorisés
 - . intervention - demande - observation
 - . restitution - observation - utilisation

- information restituée
 - . support et forme
 - . niveau limite de précision acceptée
 - . précision de localisation nécessaire
 - . niveau de détail au sol (résolution)
 - . volume annuel
- collecte de donnée simultanée
 - . vérité-terrain - stations automatiques - etc..
- paramètres physiques à observer
 - . nature
 - . précision de mesure
- méthodes traditionnelles de mesure
- remarques diverses

5 - CONCLUSIONS SUR LES ENQUETES BESOINS

. Certaines investigations traditionnelles ne correspondent pas à la réalité de la demande de l'utilisateur final. Le besoin final qui n'est pas forcément celui du créateur de l'information est parfois difficile à saisir.

. Il est souvent difficile de raisonner vis à vis de la télédétection autrement qu'en termes de substitution alors que cet outil offre déjà des complémentarités aux moyens actuels utilisés ou même, apporte des informations qui ne s'intègrent pas encore dans une expression précise d'un besoin.

. Les utilisateurs finals sont soucieux d'une information qui puisse les orienter vers une expression plus précise de leurs préoccupations.

. Le besoin ne s'exprime pas forcément en tant que tel, mais en tant qu'amélioration dans les délais de restitution - la répétitivité - l'extension géographique - le taux de fiabilité.

. Malgré toutes les réserves que l'on puisse faire sur cette enquête, tous les utilisateurs se sont trouvés unanimes pour reconnaître l'énorme intérêt de cette démarche qui bien souvent n'a jamais été réalisée au sein d'une même administration quant à savoir à quoi servait ou était utilisée une enquête menée par ses propres services.

OPERATION PILOTE INTERMINISTERIELLE
DE TELEDETECTION

15, rue d'Astorg
75 008 - PARIS

CENTRE NATIONAL D'ETUDES
SPATIALES

129, rue de l'Université
75 007 - PARIS

ORIGINAL

PROTCOLE D'ACCORD

ENTRE LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

ET L'OPERATION PILOTE INTERMINISTERIELLE DE TELEDETECTION

Considérant que l'Opération Pilote Interministérielle de Télédétection, ci-après dénommée l'OPIT, a notamment pour objectif de mettre au point les méthodes nécessaires à l'exploitation opérationnelle de la télé-détection pour répondre aux besoins des Administrations, et en particulier de ses Ministères membres,

Considérant que le Centre National d'Etudes Spatiales, ci-après dénommé CNES, a en particulier pour mission de réaliser un système à satellite de télédétection des ressources terrestres adapté au mieux aux besoins des utilisateurs et d'en préparer l'exploitation et l'utilisation optimales,

L'OPIT et le CNES sont convenus de mener en commun l'étude des besoins actuels et futurs des utilisateurs potentiels de la télédétection.

Cette étude n'implique aucun échange de fonds entre l'OPIT et le CNES.

1. Objet

Cette étude se déroulera en trois phases correspondant chacune à trois buts poursuivis :

- 1/ Recensement des besoins des utilisateurs potentiels ;
- 2/ Transcription de ces besoins en termes de méthodologie de la Télédétection, éventuellement nouvelle définition de ces besoins en fonction des spécifications de l'outil et nouvelles spécifications de l'amélioration de l'outil pour des missions ultérieures. Evaluation qualitative des améliorations possibles des services.
- 3/ Evaluation des retombées économiques de la télédétection spatiale et aéroportée dans les différents domaines d'activités.

.../

Ces trois phases seront réalisées pour chacun des 8 domaines d'activités suivants :

- . utilisation des sols
- . urbanisme et aménagement
- . agriculture
- . forêts
- . ressource en eaux
- . environnement et pollutions
- . océans
- . géologie, recherches minières et pétrolières.

2. Moyens et méthodes de l'étude

PHASE 1. Recensement des besoins des utilisateurs potentiels.

Le recensement sera fait selon des méthodes adaptées, sur la base de questionnaires et d'entretiens. L'élaboration des questionnaires, des guides d'entretien et le choix des personnes à consulter seront faits avec l'aide de groupes de travail sectoriels constitués à cet effet. Ces groupes seront formés de représentants des Ministères et Services concernés.

Un rapport sera rédigé à la fin de chaque enquête et constituera le bilan des besoins dans chaque domaine d'activités.

PHASE 2. Transcription des besoins en termes de méthodologie de la télédétection.

Pour cette phase, on s'appuiera sur :

- . un travail effectué actuellement par l'OPIT sur l'état de l'art dans les différents domaines d'activités ;
- . des résultats d'expérimentations menées en France par l'OPIT et le CNES ;
- . une documentation scientifique et technique disponible au CNES.

Dans chaque domaine d'activités, un ou plusieurs groupes de travail de 4 ou 5 personnes seront constitués : ils seront composés de spécialistes en télédétection et d'utilisateurs potentiels ; ils auront pour objet de traduire les besoins en termes de télédétection chaque fois que cela sera possible, de donner un avis sur les limites de l'outil

.../

et éventuellement de reformuler les besoins des utilisateurs ainsi que les spécifications de l'outil. Ils feront également une évaluation qualitative de l'amélioration possible des services dans ces différents domaines d'application en regard des besoins. Un rapport sera rédigé par chaque groupe de travail.

PHASE 3. Evaluation des retombées économiques.

Elle sera faite avec l'aide des différents Ministères et Organismes concernés, éventuellement avec les groupes de travail constitués pour les phases 1 et 2, et donnera lieu à un rapport.

3. Organisation

3.1. Les domaines d'activités et les phases de l'étude :

Les 8 domaines d'activités ont été définis précédemment. Les 6 premiers domaines sont du ressort des Ministères membres de l'OPIT, ainsi que les problèmes d'extraction et de littoral concernant les 2 derniers domaines. La conduite des phases 1 et 2 concernant ces domaines relèvera de l'OPIT qui y associera le CNES. La conduite de la phase 3 sera sous la responsabilité du CNES, l'OPIT aidera le CNES à prendre les contacts nécessaires.

3.2. Les échanges d'informations :

Toutes informations acquises par l'un ou l'autre organisme dans le cadre de cette étude seront systématiquement transmises à l'autre partie.

3.3. Echancier :

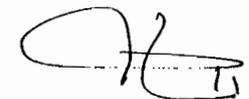
	<u>1ERE PHASE</u>	<u>2EME PHASE (fin)</u>	
Utilisation du sol	Octobre à Février	Juillet 78	
Aménagement/Urbanisme	Septembre à Février	Juillet 78	
Agriculture	Octobre à Février	Juillet 78	
Forêts	Janvier	Avril 78	
Ressources en eau	Octobre à Février	Juillet 78	
Environnement/Pollution	Octobre à Mars	Juillet 78	

Le Directeur Général du CNES



Y. SILLARD

Le Directeur de l'OPIT



A. COUZY

CHAPITRE IV - LES EXPERTISES DE L'OPIT

L'OPIT a, à plusieurs reprises, été consultée comme expert bien au fait du point de vue des utilisateurs. Cela a notamment été le cas pour l'élaboration du rapport NORA MINC sur "l'informatisation de la Société" où elle a apporté sa collaboration au document contributif sur les "applications avancées de l'informatique". Elle a également été consultée pour apporter ce point de vue dans des processus d'évaluation ou de conception d'actions de formation (Ministère de la Coopération et Conseil de l'Europe). Le chapitre sur la formation donne des détails sur ces expertises.

Au cours des deux derniers exercices, l'OPIT s'est livrée à quatre grandes expertises (*) de nature diverse et qui ont donné lieu à des publications :

1. une mission lourde de douze experts en Amérique du Nord, en 1979 : USA, Canada, Mexique, dans le but de faire le point des applications opérationnelles de la télédétection et de rencontrer des utilisateurs, il en a été rendu compte dans un document multigraphié "Mission d'étude en Amérique, mars-avril 79", (Paris/OPIT, 1979, 282p.), dans les "Cahiers de l'OPIT" n°2, hiver 79-80, pp 4 à 25 et au colloque GDTA 1979 (Paris, Annales des Mines, avril-mai 80 pp 14 à 20). De plus, 65 dossiers d'archives provenant des organismes visités peuvent être consultés à l'OPIT.

* Le coût global de ces travaux s'élève à 300 000 Frs.

2. la rédaction d'un livre blanc sur la télédétection "Pour une prise en compte de la télédétection en France", faisant suite à une demande du GIT. Après une série de premières rédactions, un texte définitif ayant eu l'accord du GIT en septembre 80 a été diffusé: "Pour une prise en compte de la télédétection en France" (Paris/OPIT, 1980, 1ère partie: enjeux et propositions, 12 p., 2ème partie: principes et applications, 63 p.).
3. une mission légère aux USA effectuée en 1979 à l'occasion des rejets massifs d'hydrocarbures dans le golfe du Mexique dus à l'accident survenu au puits IXTOC 1 auprès des cost guards de Washington et Corpus Cristi, dans le but d'enquêter sur l'utilisation de la télédétection pour la surveillance de telles catastrophes à la suite d'une demande du Directeur de la Prévention des Pollutions. Il en a été rendu compte dans un document multigraphié "Télédétection des hydrocarbures en mer", (Paris,OPIT/AUT,1980, 94p. biblio.).
4. A la demande de la Direction de la Production et des Echanges du Ministère de l'Agriculture une mission légère en France afin d'évaluer les moyens aéroportés nécessaires à la surveillance des catastrophes ponctuelles telles qu'inondations, gel, attaques parasitaires ... et qui a donné lieu à une publication "Télédétection aéroportée des catastrophes" (Paris-OPIT, 1980, 46 p.)

I - MISSION LOURDE AUX USA

Cette dernière s'est déroulée en mars-avril 79 et a duré 3 semaines. Les 12 experts (voir liste jointe *) se sont séparés en 3 groupes et ont interrogé 200 personnes appartenant à 80 organismes (voir liste des organismes *) Le point de vue des usagers a été étudié prioritairement cependant que des contacts ont été noués avec des organismes plus techniques et que les problèmes politiques et économiques ont également été abordés.

L'attaché scientifique chargée des affaires spatiales à l'ambassade de France à Washington a largement contribué au succès de cette mission qui a permis de faire connaître en France la situation de l'utilisation de la télédétection aux USA. A cet égard, on a pu noter que de l'aveu même des Américains, on est loin de l'opérationnalité tant proclamée et qu'une trop longue pratique passée de "l'overelling" nuisait à un développement de la technique, véritablement orienté vers des applications utiles à son adoption, voire à son intégration dans des processus éprouvés d'action administrative ou économique. La mission a également constaté l'absence presque générale du souci de vérification des résultats obtenus. Il est vrai que ceux-ci ont souvent été obtenus sur de vastes territoires encore peu connus, ce qui n'est pas le cas du territoire français. Les délais de livraison des données sont encore trop longs. Par contre, si les systèmes utilisés, petits ou importants, sont complets et fonctionnent bien, la mission a noté que sur le plan du développement des traitements numériques et de certains matériels (écrans, reconstituteurs sur films, traceurs), la France n'avait rien à envier aux Américains.

* qu'on trouvera p. 92 avec le texte intégral de la synthèse publiée à l'issue de la mission.

Enfin, le point qui a le plus soulevé d'intérêt est l'affirmation que la participation active des utilisateurs est considérée comme indispensable à un bon résultat et aux développements futurs de l'outil.

II - "LIVRE BLANC"

Dans le courant de l'année 78, le GIT et le Conseil Exécutif ont émis l'idée qu'une des tâches de l'OPIT devrait être la rédaction d'un "livre blanc" sur la télédétection, pour mettre en évidence ses principes, ses applications, ses acteurs et ses enjeux, en s'appuyant tant sur son expérience propre que sur des travaux bibliographiques ou des enquêtes.

Une première phase d'enquête s'est déroulée de novembre 1978 à juin 1979 par le stage de 3 ingénieurs élèves des Mines en dernière année d'étude et qui ont constitué un "dossier long" sur la télédétection, publié par les soins de l'OPIT sous le titre "Mythe, réalités et perspectives de la Télédétection spatiale".

Une première commission de rédaction s'est ensuite réunie pendant l'été 1979 et a produit une première version en novembre 1979. Après plusieurs aller-retour avec les membres du GIT et du Conseil Exécutif, une nouvelle rédaction fut décidée, prévoyant deux parties distinctes: une première partie, courte, plus politique, insisterait sur les enjeux de la télédétection; une deuxième partie, plus longue détaillerait le fonctionnement de la télédétection en mettant en évidence ses applications et ses acteurs.

La première partie fut rédigée après le séminaire de Sophia-Antipolis et reçut l'aval du GIT en avril 80, la seconde partie s'acheva en juillet 80, l'approbation définitive du GIT intervenant en septembre ainsi qu'une première diffusion restreinte.

III - MISSION IXTOC 1

Une expertise a été réalisée directement auprès des responsables centraux et locaux de la protection et de la police des côtes, soit des Coast-Guards, responsables entre autres du suivi et du contrôle des "marées noires".

De l'enquête à Washington et à Corpus Cristi et d'une étude bibliographique des titres les plus importants, il ressort que la télédétection par satellite pour ce type de problème n'est pas opérationnelle, car on ne connaît pas la fiabilité de la télédétection et par ailleurs, les données arrivent toujours trop tard pour être utiles. La télédétection-avion par radar est opérationnelle pour détecter les hydro-carbures en mer, mais compte tenu de la basse altitude des vols, on ne peut surveiller de grandes étendues.

Les études cependant réalisées sur des données Landsat n'ont pu être validées car aucune n'a utilisé de vérité-sol pour confirmer ou infirmer les résultats. Or, il a été signalé que des sédiments ou des algues peuvent avoir, à l'observation visuelle directe, exactement le même aspect que des pollutions par hydrocarbures.

Il faut signaler enfin que quelques jours après le naufrage du Tanio en Manche, une image Landsat a été acquise puis traitée par l'OPIT à l'IGN - les 30% de couverture nuageuse et des brumes étendues ont rendu impossible une observation pertinente de la qualité des eaux.

IV - TELEDETECTION AEROPORTEE DES CATASTROPHES

La télédétection spatiale présente en principe de multiples avantages dans l'acquisition de l'information sur l'état des ressources : répétitivité, exhaustivité, rapidité et coût raisonnable. En revanche, ses caractéristiques propres se traduisent par des contraintes notamment sur les dates d'enregistrement possibles qui sont arrêtées une fois pour toutes et éventuellement contrariées par l'occurrence d'une couverture nuageuse. Or les ressources terrestres en général (récoltes, forêts, aménagements, ressources en eau, ...) sont susceptibles de recevoir des agressions provenant de certains événements plus ou moins fugaces, plus ou moins puissants, plus ou moins étendus dans le temps et dans l'espace et dont les conséquences peuvent être extrêmement dommageables. Ces événements sont dits "catastrophiques". Les responsables de la gestion des ressources recherchent des moyens rapides, précis et efficaces pour obtenir des informations sur ces catastrophes, soit dans un but de prévention, soit pour constater, évaluer et limiter les dégâts.

C'est pourquoi, une enquête a été effectuée pour recenser les principales catastrophes et les moyens actuellement existants pour les étudier: capteurs, vecteurs, conditions de mise en oeuvre.

Le vecteur le plus intéressant est l'avion compte tenu de la souplesse de mise en oeuvre et des résolutions très précises qu'il autorise, contrairement aux systèmes à satellite actuels.

Un rapport décrit les divers moyens aériens disponibles et donne des adresses utiles.

EXTRAIT DE

les cahiers de l'OPIT

Une enquête de l'OPIT en Amérique



Le dossier de ce numéro réunit un ensemble de témoignages, de réflexions et de conclusions sur la télédétection, et ses usages, en Amérique.

La télédétection dans son acception actuelle est en effet née là-bas. C'est également aux États-Unis qu'un terme nouveau — remote sensing — a dû être créé pour en affirmer le caractère original par rapport aux techniques plus conventionnelles de la photographie aérienne. Et de même que les scientifiques et les techniciens ont pris l'habitude de participer à des réunions tenues le plus souvent outre-atlantique pour s'informer des développements récents de cette technique, les utilisateurs potentiels européens, futurs bénéficiaires, ont entendu vanter ses usages dans le nouveau monde plus souvent qu'ils n'ont été mis en présence d'expériences concrètes chez eux.

L'OPIT, dès le début de sa mission, s'est naturellement intéressée à la situation américaine dans ce domaine. Elle décidait en 1978 de procéder à une étude minutieuse des applications qui y seraient reconnues opérationnelles.

Dans un premier temps un questionnaire a été adressé à une centaine d'organismes techniques, leur demandant de décrire les différents produits ou résultats qu'ils proposaient à leur clientèle et d'indiquer quels étaient ces clients de façon à pouvoir par la suite rencontrer ceux-ci et discuter avec eux de l'utilité présentée selon eux par ces produits.

Le rendement de cette enquête a été assez maigre en dépit du fait qu'on s'était adressé le plus possible à des organismes commerciaux. Aussi la liste des organismes à visiter devait-elle être très largement enrichie grâce à l'aide précieuse des organismes nationaux compétents en télédétection et des conseillers scientifiques de nos Ambassades dans ces pays.

L'OPIT a alors constitué son équipe d'enquêteurs : S'agissant de juger d'applications de la télédétection, on a retenu le parti de composer essentiellement cette mission d'utilisateurs bien au fait des besoins et des pratiques de leur domaine de compétence. Ils étaient ainsi les mieux à même de juger de l'intérêt de ce qui nous serait présenté, en appréciant notamment les possibilités d'application au cas français dans le cadre de leurs missions de base. A ces praticiens cependant se joignaient, à l'invitation de l'OPIT, des experts appartenant à des organismes techniques compétents en télédétection, portant ainsi à 12 le nombre de participants.

Ce nombre peut à première vue paraître trop important. Mais on ne doit pas perdre de vue que la superficie des seuls États-Unis est (Alaska non compris) 15 fois celle de la France et que nous souhaitions également bénéficier des expériences canadiennes et mexicaines. Aussi ce nombre nous a-t-il permis au cours des 3 semaines qu'a duré notre mission, de nous répartir en 3 groupes autonomes de taille plus raisonnable, à l'intérieur de chacun desquels se retrouvait un éventail de compétences complémentaires. Ces groupes étaient donc aptes à profiter autant de chacune des expériences qui leur seraient exposées. C'est grâce à ce dispositif que nous avons recueilli les témoignages de 200 personnes appartenant à 80 organismes. Soixante pour cent de ceux-ci sont des organismes utilisateurs dont seulement 10 % de privés. L'expérience recueillie est donc d'abord celle d'administrations fédérales, au niveau national et régional, et des administrations des États et des Provinces.

A côté de ce point de vue des usagers, primordial pour nous, nous avons également bénéficié de celui des organismes spécialisés dans le fonctionnement des techniques spatiales, Agences fédérales (centrales ou régio-

nalisées) pour 20 % de nos contacts et Société de services (matériels et logiciels) pour 10 %. Enfin des contacts avec des Universités (5 %) et avec des experts des problèmes politiques et économiques (5 %) ont considérablement enrichi notre approche.

L'accueil que nous ont réservé ces spécialistes a toujours été des plus agréables et les discussions, très libres et franches, que nous avons eues avec eux nous ont fourni une information passionnante et précieuse pour notre enquête. Que nos interlocuteurs trouvent ici l'expression sincère de nos remerciements, personnels et collectifs, tant pour leur cordialité que pour l'intérêt de leurs témoignages.

Ceux-ci, éventuellement éclairés par l'abondante documentation remise (325 références) ont largement nourri notre réflexion. Les entretiens avaient soigneusement et longuement été préparés préalablement à la mission. Concentrés sur la durée de celle-ci, ils ne représentaient pas moins que l'activité d'un enquêteur pendant 7 mois. Leur contenu a donné lieu après notre retour à des discussions collégiales approfondies dont les conclusions sont reprises dans un rapport disponible 6 semaines après notre retour (300 pages). Ce rapport contient tous les comptes rendus des entrevues (autant que d'organismes visités), précédés de la formulation synthétique des conclusions auxquelles est parvenu notre groupe.

C'est cette synthèse, très condensée donc incomplète et sans toujours les nuances qui seraient nécessaires, que reproduisent les pages qui suivent. Si elles ne portent pas de signatures, à l'inverse des articles qui fournissent des éclairages particuliers de telle ou telle de nos rencontres, c'est qu'elles sont une œuvre collective. A ce titre, elles ont reçu l'accord de chacun des douze membres de la mission.

Alain Couzy
Directeur de l'OPIT

PERSONNALITÉS ET ORGANISMES RENCONTRÉS

Cette liste est établie sans que l'ordre préjuge en rien l'importance des contacts que nous avons eus. On a néanmoins tenté d'établir un classement à l'intérieur de chaque pays qui retient d'abord les décideurs puis les services utilisateurs avant les chercheurs, les producteurs et les traiteurs de données. En outre, les niveaux fédéraux ont été listés avant celui des provinces ou des états. Les pays visités figurent enfin dans l'ordre alphabétique.

CANADA

NIVEAU FÉDÉRAL - Ministère de l'Environnement : Le Directeur Général Régional du service de gestion de l'Environnement au Québec; Centre de Recherches Forestières des Laurentides. **Ministère de l'Énergie des Mines et des Ressources** : Centre Canadien de Télédétection, Ottawa.

PROVINCE DU QUÉBEC - Le sous-ministre des Terres et Forêts; ministère des Terres et Forêts : Service des Inventaires Forestiers; Service des Plans d'Aménagement, Service de la Recherche, Centre Québécois de Coordination de la Télédétection.

UTILISATEURS PRIVÉS : Société de Conservation de l'Outaouais, Minawauki; HydroQuébec, Montréal; Société de Développement de la Baie de James, Montréal.

TRAITEUR PRIVÉ : DPIX System Ltd à Ottawa.

ÉTATS-UNIS

NIVEAU FÉDÉRAL - Sénat des États-Unis : Office of Senator Stevenson, Staff members; Subcommittee on science technology and space. **Executive Office of the President** : Office of Science and Technology Policy, Staff Director Natural Resources and Environmental Task Force. **Office of Management and Budget** : Science and Energy Division. **US Department of Agriculture** : Economics, Statistics and Cooperative Service; World food and agricultural outlook and situation Board; Soil Conservation Service; Forest Service, Washington; Crop Condition assessment division, Houston;

Soil Conservation Service, Denver. **US Department of the Interior** : Bureau of Land Management; Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington, US Geological Survey, National Center, Reston, Va; USGS Water Resources Division, Tampa, Fla; Bureau of Land Management, Denver Service Center; Bureau of Mines, Denver. **Department of Defense** : US Corps of Engineers, Washington; Defense Mapping Agency, Hydrographic Topographic Center, Brookmont, Md; **Department of Energy; Environmental Protection Agency**, Washington; **US Agency for International Development** : Office of Engineering, Rosslyn, Va.

National Aeronautics and Space Administration : **Headquarter** : Office of Space and Terrestrial Applications; Resource Observation Division; Technology Transfer Division; Regional Remote Sensing Applications Centers; International Planning and Program Division, Washington.

Centres régionaux : Eastern Regional Remote Sensing Application Center, Greenbelt, Md; Earth Resources Laboratory, Slidell, La; Ames Research Center, Western Regional Application Program, Moffet Field, Cal. Earth Observation Division, L. B. Johnson Space Center, Houston, Texas.

National Oceanic and Atmospheric Administration : National Meteorological Service; National Environmental Satellite Service, Camp Springs, Md; National Weather Service, Ruskin, Fla; San Francisco Forecast Service; National Environmental Satellite Service, Redwood City, Cal.

NIVEAU RÉGIONAL ET DES ÉTATS : **National Conference of States Legislatures**, Natural Resources Information Service; **Senateur du North Dakota. Governors Association** : Council of State Planning Agencies, Washington; **Gouverneur du North Dakota; Gouverneur de l'Idaho. Pacific North West Regional Commission** Boise, Idaho. **Arizona** : State Land Department, Resources Information Division, Phoenix. **California** : Environmental Data Center; Department of Forestry; Department of Water Resources, Sacra-

mento. **Colorado** : Department of Natural Resources, Division of Water Resources; Department of Local Affairs, Division of Planning; Department of Agriculture, Resources Analysis Section, Denver. **Idaho** : Water Resources Department; Fish and Game Department; Ada County Land Administration, Boise. **Maryland** : Department of State Planning, Baltimore. **Minnesota** : State Planning Agency, Land Management Information Center, St-Paul. **New Jersey** : Department of Environmental Protection, Office of Coastal Zones Management, Trenton. **North Dakota** : Regional Environmental Assessment Program, Bismarck. **Texas** : Department of Water Resources, Texas Natural Resources Information System; Parks and Wildlife Department, Austin. **UTILISATEURS PRIVÉS** : World Bank, Agricultural and Rural Development Department, Washington; The Superior Oil Company, Houston; The Geosat Committee Inc, San Francisco; Saint Regis Paper Company, Jacksonville, Fla. **UNIVERSITÉS, FABRICANTS ET TRAITTEURS** : University of Minnesota; Humboldt State University, Arcata, Cal.; Louisiana Remote Sensing Center, Louisiana State University, Baton Rouge; Environmental Research Institute of Michigan, Earth Research Data Center, Ann Arbor, Michigan; Laboratory for Applications of Remote Sensing, Purdue University, West Lafayette, Indiana; Earth Satellite Corporation, Washington; Photoscience Incorporated, Gaithersburg, Md; General Electric Company, Beltsville, Md; Lockheed Electronics Company, Systems and Services Division, Houston, Texas. **Divers** : MIT, Boston, Mass.; Econ, Princeton, N.J.

MEXIQUE

NIVEAU FÉDÉRAL - Secretaria de Agricultura y de Recursos hidraulicos; departamento de percepción remota. **Secretaria de Programacion y presupuesto** : Dirección de Studios de territorio Nacional (DETeNaL). **TRAITEUR** : Centro Cientifico IBM Mexico.

SIGLES

CCA	Crop condition assessment
CAD	Crop condition assessment Division (une division du Service des agricultures étrangères)
GARP	Global Atmospheric Research program
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
RBV	Return Beam Vidicon (Landsat)
USAID	United States Agency for International Development
USDA	United States Department of Agriculture
USGS	United States Geological Survey

La mission de l'OPIT

Alain COUZY, Ingénieur en Chef Géographe, Directeur de l'OPIT.

— André BALLUT, Géographe Urbaniste Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France, ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.
— Sadi ETIENNE, Attaché à l'INSEE Statisticien au ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.
— Pierre GONFREVILLE, Ingénieur à la Division des Programmes d'Application, Centre National d'Études Spatiales.
— Jean-Pierre LE GORGEU, Ingénieur Hydrogéologue Bureau de Recherche Géologique et Minière.
— Jean de MONTGOLFIER, Ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, CTGREF, ministère de l'Agriculture.

— Jean-Luc PITON, Ingénieur des Mines, ministère de l'Industrie.
— Jacques POULAIN, Ingénieur Géographe Institut géographique national
— Pierre RIMKINE, Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et des Forêts Directeur adjoint du SCEES, ministère de l'Agriculture
— Guy ROMAN, Ingénieur Hydrologue Agence financière de Bassin Loire-Bretagne ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie
— Philippe TOUYAROT Ingénieur des Télécommunications, ministère des Télécommunications.
— Michel WOHRER, Ingénieur des Mines, ministère de l'Industrie.

Où en sont-ils ?

La télédétection en Amérique du Nord

La première des conclusions auxquelles nous sommes parvenus est que l'utilisation de la télédétection en Amérique du Nord, notamment aux États-Unis, présente, aux nuances près qu'expliquent les différences de structures institutionnelles et les différences d'échelles dues aux dimensions respectives des territoires et des budgets, un tableau semblable à celui de la France, sans qu'aucune des questions de fond ait encore été réglée dans ces divers pays.

les applications

Il est à peu près généralement admis en France que la télédétection spatiale a couramment, en Amérique, des applications opérationnelles routinières multiples, susceptibles d'être mises en œuvre chez nous dans les mêmes conditions, pourvu qu'on se donne la peine d'y transférer la technologie américaine.

Il est nécessaire à ce stade de se donner une définition du terme « opérationnel », fréquemment utilisé sans que son contenu soit toujours précisé.

Nous avons considéré comme opérationnelle, une application de la télédétection dont la fiabilité est connue et acceptée comme telle, renouvelable, pas nécessairement irremplaçable mais dégagée de tout aspect de recherche. Elle se trouve dans ce cas généralement prise en charge financièrement par l'utilisateur auquel on doit alors penser qu'elle rend un réel service. Ce peut être l'amélioration d'un processus de décision, et l'apport obtenu peut alors parfois se mesurer en termes économiques et financiers dans la mesure où elle intéresse un processus bien circonscrit du domaine des activités de l'économie du marché. Elle peut également participer à un processus de production (cartographie).

La conclusion maîtresse qui se dégage des travaux de notre groupe — maîtresse dans la mesure où elle occupe dans les conclusions personnelles de chacun des participants une place prioritaire indiscutable — est que l'utilisation des données de télédétection aérospatiale en Amérique reste encore très largement expérimentale. Celles de ces applications qu'ont peut néanmoins considérer comme opérationnelles sont peu nombreuses.

L'importance indiscutable de cette conclusion tient à l'évidence au fait qu'elle met radicalement en cause l'opinion générale française précédemment évoquée. Elle suscitera sans doute des

réactions à mettre au compte d'une confusion de termes entre, d'une part l'acception que nous avons retenue, et, d'autre part, l'américain : *operational*. On sait en effet que ce dernier résulte en la matière d'un acte législatif ou réglementaire qui donne à tel ou tel organisme mission et moyens pour faire fonctionner en routine un système technologique. C'est ainsi que la NOAA a la mission de gérer les satellites « opérationnels » météorologiques, alors que les satellites Landsat de la NASA, qui a une mission de recherche, sont expérimentaux (1).

En effet la plupart des applications ou des projets qui nous ont été présentés n'ont pas le caractère opérationnel que nous avons défini. Ils ont été lancés le plus souvent à l'initiative de la NASA, dans le cadre d'une action systématique de démonstration auprès des utilisateurs potentiels. Ces projets, qui ne datent généralement que de 2 ans, sont à peu près toujours financés par l'agence fédérale.

Les utilisateurs admettent le plus souvent le caractère expérimental et exploratoire de leur implication. Ils sont rarement capables de parler de l'intégration de la télédétection dans l'enchaînement de leurs tâches comme d'un maillon éprouvé, mais s'en tiennent à des termes vagues et généraux, du style : « ça peut donner des informations sur ... », alors qu'on pourrait conclure au caractère opérationnel si l'on entendait : « ça nous sert à mesurer tel ou tel paramètre nécessaire à ... ».

S'agissant de la fiabilité, nous avons également été très frappés de l'absence quasi générale du souci de vérification dans les opérations qu'on nous a montrées (2). Sans doute les projets sont-ils généralement organisés selon un déroulement apparemment très rigoureux qui prévoit une succession de phases dans lesquelles des tests précèdent toujours le passage à un stade plus opérationnel. Dans la réalité, bien souvent nos interlocuteurs n'ont pas pu répondre à nos questions précises concernant la fiabilité, et des résultats manifestement douteux nous ont parfois été présentés comme particulièrement convaincants. A

cet égard, le programme systématique d'évaluation de la télédétection lancé par l'OPIT est apparu comme tout à fait original à nos interlocuteurs.

(1) Ce texte a été rédigé avant la décision de Décembre 1979 qui confie à la NOAA la gestion des satellites Landsat... désormais opérationnels.

(2) A l'exception toutefois du programme LACIE et de l'expérience des sites tests géologiques menée par Geosat à la NASA.

Sans doute y-a-t-il lieu de rapprocher ce manque de rigueur de l'affirmation d'évidence, plusieurs fois entendue au cours de notre étude, que la télédétection spatiale trouvait son domaine d'élection dans les vastes territoires encore peu connus des pays neufs qui n'ont pas de base d'information classi-

que. L'Alaska est ainsi pour les États-Unis, l'État où Landsat est à coup sûr le plus utile. Il va de soi qu'alors le souci de

précision passe loin après celui de disposer, enfin, d'une information acquise à relativement bon compte, même si cette information reste grossière.

C'est ainsi que la plupart des applications des données des satellites Landsat qu'on nous a présentées comme actuellement utiles ou sur le point de le devenir, concernent la « découverte » de régions peu ou pas développées : cartographie du Mexique, programmes de l'USAID ou de la World Bank dans le Tiers Monde, programme en cours d'évaluation du Bureau of Land Management en Alaska ou de l'Ouest des États-Unis.

Landsat apporte également aux États-Unis et au Canada des solutions à un certain nombre de problèmes bien précis trouvant souvent leur origine dans l'immensité du territoire concerné.

C'est ainsi que le Corps of Engineers est capable avec ce satellite de réaliser en un an sur l'ensemble du territoire national (quelque 15 fois la France), un inventaire de plans d'eau de plus de 5 acres afin de repérer les nouveaux barrages et plans d'eau artificiels qui sont soumis à contrôle pour des raisons de sécurité, mais ne sont pas toujours déclarés.

Landsat permet à la Colorado Water Resources Division d'évaluer les réserves d'eau que recèlent sous forme de manteau neigeux, les Montagnes Rocheuses. Le satellite fournit là les éléments permettant d'alimenter un modèle numérique qui donne le volume disponible par le moyen de l'étendue de la couverture neigeuse que complète la mesure de son épaisseur par un réseau dense de balises automatiques. A noter que le résultat obtenu fait l'objet de certaines critiques.

Dans les États arides de l'Ouest, comme l'Arizona, où l'irrigation est nécessaire à la moindre culture, Landsat repère sans peine les immenses parcelles irriguées, toute autre partie du territoire tranchant nettement par son sol essentiellement minéral (voir l'image ci-contre). Dans cet État existe une situation conflictuelle entre utilisation agricole et urbaine de l'eau, qu'aucun autre moyen ne permettait jusqu'ici d'appréhender économiquement.

Où en sont-ils ?

(suite)

C'est en matière de gestion ou de protection des forêts que Landsat trouve des applications routinières. La Compagnie Saint Regis Paper compte l'utiliser pour la gestion d'un domaine de bientôt 1 million d'hectares. Au Canada, la Société de Conservation de l'Outaouais se sert d'un atlas d'images Landsat qu'elle interprète pour décider de l'acheminement des moyens nécessaires à la lutte contre des incendies qu'elle repère par avion.

A côté de Landsat, il y a lieu de signaler les satellites météorologiques de la NOAA, qui ont des applications aux problèmes de navigation liés à la prise des glaces, à la recherche des zones de pêche les plus productives et aux courants marins (Gulf Stream). On citera à ce sujet l'expérience réalisée par Exxon : cette compagnie a divisé sa flotte de pétroliers en deux lots. L'un de ces lots disposait d'informations sur la position du Gulf Stream obtenues par la NOAA, tandis que l'autre n'en disposait pas. Cette information a permis d'économiser pour le premier lot plusieurs centaines de milliers de dollars par an. Ces applications, quoique non-commerciales, ont un avantage économique qui a ainsi été mesuré et qui n'est pas négligeable.

On doit enfin signaler le domaine géologique et aussi la recherche pétrolière. Les départements miniers des compagnies d'exploration pétrolière affirment trouver dans Landsat un auxiliaire précieux et qu'elles utilisent. Mais, nous avons rencontré sur ce sujet une extrême discrétion, et il n'a pas été possible d'avoir beaucoup d'informations. L'accès même à certain laboratoire de recherche dans ce domaine n'ayant pas été possible.

L'on ne manquera pas d'observer s'agissant de ces exemples, parfois spectaculaires, que la capacité de Landsat à rendre un vrai service tient souvent aux caractéristiques des phénomènes en question, dont la « spécificité » par rapport à la situation européenne est très nette. Cette observation met en garde contre l'idée qu'une utilisation opérationnelle puisse être automatiquement transposée dans des conditions géographiques très différentes.

Les nombreuses autres opérations qu'on nous a présentées sont en revan-

che encore au stade de l'expérimentation. Les « utilisateurs » intéressés ne discernent pas encore précisément ce que pourrait leur apporter un usage futur de cette technique. Cette situation se rencontre souvent, notamment à l'Est du pays où les conditions naturelles de paysage et de climat sont plus proches de la situation européenne que dans le reste du continent; les schémas prospectifs qu'esquissent ces utilisateurs les conduisent à poser comme un préalable, la question de l'amélioration de la résolution spatiale et de l'affranchissement des contraintes de nébulosité.

C'est en particulier le cas pour les problèmes urbains qui requièrent en tout état de cause une meilleure résolution, de même que les événements éphémères ou catastrophiques, qui imposent « leur calendrier », se heurtent de ce fait au problème de la permanence de l'observation, aggravé parfois par la présence des nuages.

Néanmoins, leur intérêt et leur collaboration dans ces programmes expérimentaux sont certains et devraient permettre, notamment dans les domaines relativement complexes de l'aménagement ou de l'environnement, dont les concepts mêmes ne sont pas toujours très précisément définis, d'élaborer progressivement un produit télédétection porteur d'une plus-value certaine.

les techniques

En matière technique la situation se présente de la façon suivante :

S'agissant tout d'abord de l'acquisition et de la diffusion des données, un concert unanime d'utilisateurs insatisfaits reproche, comme en France, au système actuel des délais de livraison considérés comme incompatibles avec une utilisation correcte. On doit signaler cependant qu'au Canada la situation apparaît nettement meilleure, tout en se demandant si cette meilleure performance n'est pas due à un volume inférieur de la demande et à une structure plus intégrée.

Un deuxième point essentiel est que, dans la plupart des cas, Landsat est utilisé conjointement à des moyens classiques, notamment les photographies aériennes. Il ne s'agit donc pas pour la télédétection par satellite de remplacer inéluctablement les méthodes classiques plus précises, mais bien d'un service complémentaire. La position mexicaine est, à cet égard, très significative. Les Mexicains utilisent massivement Landsat pour achever rapidement leur cartogra-

phie à petite échelle, mais n'en poursuivent pas moins leur équipement en moyens aériens et cartographiques classiques nécessaires à l'établissement de échelles moyennes. Plus tard la télédétection sera toujours considérée comme un élément complémentaire utile à la mise à jour de ces documents. On notera enfin qu'un certain nombre de nos interlocuteurs nous ont signalé que l'utilisation de la photo-interprétation était encore loin d'être aussi générale qu'il leur paraissait souhaitable qu'elle fût. De nombreux programmes de formation sont ainsi axés sur cette technique qu'elle soit, ou non, alors considérée comme complémentaire des techniques de télédétection spatiale.

Parmi ces dernières on a constaté que les applications les plus proches de l'étape opérationnelle étaient généralement les moins sophistiquées. En particulier, la simple interprétation de visualisations, éventuellement améliorées constitue l'une des techniques les plus répandues. Les autres rares applications opérationnelles font appel aux traitements les plus simples (DAMS project).

Les moyens utilisés sont soit des petits systèmes spécifiques modulaires, susceptibles de faire l'objet de modifications progressives, soit des systèmes généraux de traitement de l'information globale relative à des entités administratives ou économiques.

Les utilisateurs américains sont assez exigeants sur la qualité des produits photographiques ou cartographiques fournis comme résultats. Ils sont à cet égard assez satisfaits — à juste titre — de ce qu'ils obtiennent de leurs différents contractants.

Les problèmes liés à l'inadaptation actuelle de la résolution spatiale aux caractéristiques de certains phénomènes ou de certains paysages sont également ressentis par les utilisateurs de disciplines ou des régions correspondantes. Ces utilisateurs restent néanmoins confiants dans les développements futurs, voir, très proches, tels que les données RBV qui commencent à être disponibles et les données radars, ainsi que dans la génération des satellites des années 80.

Si, comme en France, les exposés généraux sur les possibilités de la télédétection mentionnent les améliorations importantes à attendre des méthodes multitemporelles, nous n'en avons en réalité rencontré aucune véritable application. Il nous a semblé d'ailleurs que la NASA venait juste de mettre au point une méthode performante du calage géographique nécessaire.

Enfin on doit dire qu'en matière de développement des méthodes de traitement numérique la recherche civile n'est pas à un stade beaucoup plus avancé que celui atteint actuellement en France. Or, il ne fait cependant pas de doute qu'avec l'augmentation de la résolution spatiale et les développements des utilisations sur de vastes surfaces, le recours à des méthodes automatiques de traitement deviendra de plus en plus nécessaire.

Enfin, la participation active des utilisateurs aux processus techniques des traitements et de l'interprétation est très généralement considérée par eux comme indispensable à un bon résultat.

Pour certaines applications assez bien identifiées telles que l'établissement d'inventaires initiaux, il leur paraît possible de s'adresser à des organismes extérieurs appartenant par exemple au secteur privé. Cependant, ils s'orientent la

plupart du temps vers le développement de moyens qui leur soient propres. C'est le cas notamment pour des besoins plus intégrés à la gestion quotidienne, les opérations de surveillance continue par exemple. Cette tendance reflète à la fois la volonté politique de maîtriser le système de gestion et la nécessité d'une intégration du praticien concerné.

Il va de soi que cette option risque de conduire à la prolifération de petits systèmes spécifiques. La rentabilité voudrait au contraire limiter cette croissance tant que la technologie s'améliore. En outre pour des besoins analogues, des pools d'utilisation seraient envisageables qui posent des problèmes de coordination entre administrations différentes. La situation est, à cet égard, peu différente en Amérique de ce qu'elle est en France.

blèmes d'aménagement à résoudre et des réglementations qui en traitent.

Il est certain que le caractère global de l'information qu'un système à satellite permet de mobiliser très rapidement sur l'ensemble de la planète fournira dans l'avenir des éléments essentiels et décisifs aux responsables de la mise en œuvre de programmes planétaires. L'efficacité d'un programme comme le GARP dans le domaine de la météorologie peut se retrouver dans des programmes intéressants certains grands problèmes de l'environnement et du développement : désertification, déforestation, érosion...

Le développement de la télédétection coïncide avec l'émergence du concept de « gestion globale des ressources naturelles ». Cette technologie apparaît pouvoir en être un outil privilégié dans la collecte d'informations, tant pour la planification que pour le contrôle. Le caractère original de cet outil et donc son intérêt complémentaire par rapport aux moyens traditionnels, réside dans l'importance des superficies simultanément traitées et la répétitivité du système. Cet intérêt tient également pour le moment aux prix pratiqués qui restent marginaux grâce à des subventions importantes.

Les informations qui seront ainsi recueillies sont la plupart du temps conçues comme devant alimenter des systèmes intégrant des sources d'origine et de nature assez variées (socio-économiques notamment) et ainsi susceptibles d'apporter une aide à la décision et de permettre le contrôle de l'application des politiques d'aménagement. Certains services rencontrés vont même jusqu'à imaginer des systèmes automatisant le processus de prise de décision en matière de planification. En tout état de cause, il est incontestable que ce moyen apparaît pouvoir donner aux administrations centrales les moyens d'une politique plus efficace parce que mieux informée.

Les raisons de poursuivre

En face de cette situation un peu démythifiée, il y a lieu de s'interroger sur les moyens considérables qui lui sont consacrés aujourd'hui, ou prévus pour demain.

Considérables, sans nul doute : le budget de la NASA pour 1980 a inscrit, à côté de 90 M \$ pour les développements de Landsat D et D', quelque 34 M \$ pour la recherche sur les applications de la télédétection dans le domaine des ressources terrestres et plus de 10 M \$ pour les programmes de démonstration et de transfert technologique. Les utilisateurs engagent également des budgets importants : l'USDA pour sa part prévoit, pour le nouveau programme agricole CCA qui implique également l'USGS, l'USAID, la NOAA et la NASA 120 M \$ sur 6 ans, dont 14 M \$ en 1980.

Des organismes techniques privés ont ainsi actuellement des équipes nombreuses sur ces problèmes. Lockheed a par exemple quelque 450 personnes employées au titre de contrats divers à faire progresser la télédétection.

Dans ce pays la conviction se trouve répandue que les enjeux de ces recherches justifient de tels investissements. Ce point de vue peut paraître incohérent avec le constat que nous avons précédemment établi.

Il s'éclaire si l'on convient que l'innovation technologique a besoin d'un certain laps de temps pour trouver une bonne insertion dans les différents systèmes qui l'utiliseront. La photo-inter-

prétation était techniquement définie, et pratiquement au point, bien avant la dernière guerre. Il aura fallu 30 ans pour qu'elle prenne véritablement sa place. Sans doute les délais de réponse du marché ont-ils tendance à diminuer, il n'en reste pas moins nécessaire que les choses progressent à leur rythme.

L'enjeu

Les moyens affectés à la poursuite du développement de la recherche appliquée en télédétection manifestent une détermination et une assurance très claires : volonté des responsables politiques de faire aboutir ces projets, fondée sur la conviction que l'objet de cette recherche recèle des valeurs indiscutables. Cette assurance prend parfois, notamment chez les non-techniciens, l'allure d'un véritable acte de foi.

Cette conviction se fonde sur l'intérêt immédiat de la télédétection comme outil d'exportation et de pénétration dans le Tiers Monde, et bien sûr, sur ses aptitudes futures lorsqu'auront été résolus les problèmes actuellement à l'étude (résolution, nébulosité), la télédétection pouvant alors remplir la fonction d'information permanente et générale qu'on s'est plu, un peu prématurément, à présenter comme acquise.

L'aide déjà reçue, ainsi que celle que l'on imagine pouvoir recevoir, de cet outil sont de plus en plus ressenties comme nécessaires au fur et à mesure que croissent l'étendue et la complexité des pro-

les perspectives

En réponse à ces espoirs, des actions importantes sont entreprises, au plan de la recherche, sans doute, mais, de façon plus originale aussi, au niveau de la participation des utilisateurs à l'élaboration du produit. Le problème posé est bien, en effet, celui de la naissance d'un produit et donc de celle du « marché » correspondant.

A cet égard, l'approche économique a donné lieu à un certain nombre d'études tendant à mettre en évidence et à quantifier les avantages qu'un système de télé-

Les raisons de poursuivre

(Suite)

détection par satellite serait susceptible d'apporter. Les opinions recueillies en Amérique mettent très fortement en cause la philosophie de ces études et leurs fondements. Si la privatisation est prônée par certains, pour la grande majorité de nos interlocuteurs, la mise en œuvre des moyens d'acquisition des données et la gestion des systèmes à satellites doivent rester sous la responsabilité et à la charge de l'état fédéral. Ils comparent volontiers ce type d'informations à celles que réunissent les administrations responsables de la prévision météorologique, ou qui ont la charge de l'information statistique ou des recensements, et ils souhaitent que la télédétection devienne et reste un service public.

Ceci peut paraître paradoxal à première vue pour le pays champion du libéralisme et de l'entreprise privée. En réalité, on retrouve dans cette orientation une logique liée à la nature même des processus de décision et des phénomènes susceptibles d'être mesurés par la télédétection. En dehors de certaines applications pour lesquelles le calcul économique peut mettre en évidence une valeur correspondante à l'avantage fourni (navigation, gestion forestière privée), la plupart des usages de la télédétection concernent des domaines de responsabilité qui échappent aux lois du marché : l'aménagement, la protection de l'environnement, la surveillance de l'application des réglementations en matière de gestion des ressources collectives, sont par les concepts et les structures institutionnelles mêmes qui en organisent le déroulement, des domaines dévolus à la puissance publique.

La télédétection interviendra quelquefois sans doute pour abaisser les coûts et permettre ainsi parfois la réalisation d'opérations qui n'auraient pas été faites autrement. La plupart du temps cependant, son usage n'allège pas ceux-ci. Par contre il permet d'améliorer la connaissance, et donc de prendre de meilleures décisions. On citera à cet égard l'exemple du Bureau of Land Management qui grâce à l'usage fait de la télédétection, a été amené à diminuer la charge en têtes de bétail des pâturages qu'il afferme et ceci dans un souci de conservation des sols (voir l'image ci-

contre). L'avantage est ici prospectif et s'oppose à la tendance à court terme de produire le plus possible, le plus vite possible.

On retrouve ainsi sur ce point une problématique propre aux activités de production de l'information dont on n'arrive pas à mesurer l'utilité ni même toujours à bien identifier à qui elles sont utiles. Cette absence de réponse ne dispense pas pour autant l'État d'assurer le fonctionnement correct du service concerné. C'est par exemple le cas dans le domaine de la cartographie très proche de celui qui nous occupe ici.

Sans doute sur ce plan les décisions ne sont-elles pas encore prises. Des controverses ont lieu aux plus hauts niveaux de la Nation. Le législateur, depuis déjà le début des années 70, propose l'instauration d'un système opérationnel apportant la garantie de continuité dont l'absence freine à l'évidence les investissements des utilisateurs. L'exécutif tout en souhaitant une sérieuse implication du secteur privé n'envisage toutefois pas pour le segment amont (satellite et distri-

bution des données) qu'il puisse être confié à un organisme privé. Les préférences de l'OMB allaient à une solution qui mettrait à profit la création possible d'un Ministère des ressources naturelles pour lui confier la gestion du système d'acquisition des données.

Le secteur privé n'envisage d'ailleurs pas d'accepter des responsabilités qui ne seraient pas assorties de l'engagement formel d'assurer un équilibre économique minimum (achat d'au moins la moitié des acquisitions par le secteur public).

Les États enfin, s'ils acceptent l'idée qu'ils s'équiperaient sur leurs fonds propres des matériels nécessaires aux traitements, sous réserve que soit garantie la continuité de l'approvisionnement en données, estiment hors de question de participer au financement du système d'acquisition des données de télédétection.

Tous, quasiment, admettent pour la télédétection un schéma de prise en charge du secteur amont par le budget public, à l'instar de la solution retenue pour la NOAA.

Les moyens du succès

La télédétection a connu aux États-Unis trois phases contrastées successives dans les opinions de ses utilisateurs éventuels : enthousiasme d'abord, un peu naïf et aveugle, bientôt suivi d'un net désengagement, dû au caractère trop optimiste des « discours » tenus au cours de la phase précédente : l'« overselling » qui la caractérisait nous a été dénoncé à maintes reprises. On est désormais au début d'un troisième temps, plus long et difficile, au cours duquel tout est à reprendre soigneusement. L'exemple de l'USDA illustre parfaitement cette démarche : après la déception de LACIE où il avait été entraîné un peu malgré lui, le département de l'agriculture lance un nouveau programme, le CCA dont il assurera la conduite. Ainsi, il se manifeste que la primauté des utilisateurs est l'élément nouveau de cette troisième phase du développement de la télédétection pour les américains.

Les utilisateurs sans exception jugent en effet indispensables d'assurer la responsabilité et la conduite des programmes d'expérimentation que leur propo-

sent la NASA et les organismes producteurs. Ce n'est qu'à cette condition qu'ils estiment que ces programmes auront des chances d'atteindre les objectifs correspondant à leurs besoins et donc de devenir opérationnels. En effet, leur seule participation ne leur paraît pas pouvoir garantir que sera correctement pris en compte l'ensemble de leurs exigences. Cela dépasse d'ailleurs la conception des programmes mais concerne également souvent la gestion des systèmes de traitement dont ils envisagent de s'équiper.

Le corollaire de cette exigence est qu'à l'exception de certains secteurs du traitement, la majorité des personnes rencontrées, qu'elles appartiennent aux organismes producteurs (NASA), ou qu'elles soient des utilisateurs à tous les niveaux de décentralisation, voient dans le transfert de technologie aux utilisateurs une condition nécessaire au développement des utilisations de la télédétection.

Le démarrage de la nouvelle phase a pris cette condition en compte. On a vu plus haut que des moyens importants lui sont consacrés (3).

La seconde caractéristique, déjà signalée, de la phase actuelle est la rigueur de la conception des programmes d'expérimentation. Les utilisateurs raisonnent en termes de projets bien individua-

(3) La NASA a ainsi initié un programme de transfert de technologie dont l'article p. 19 rend compte.

La télédétection en Amérique du Nord

Les moyens du succès (Suite)

lisés, comportant des objectifs et des étapes précis : on distingue une phase d'expérimentation (d'abord exploratoire, puis pilote) puis une phase de test en vraie grandeur, pour ne passer qu'ensuite au stade opérationnel. A chaque interface un jugement est rendu par l'autorité intéressée sur les résultats obtenus, préalablement au passage à la phase suivante. Les éléments de coût sont chaque fois pris en compte. Si ce schéma comme on l'a vu plus haut n'est pas toujours aussi rigoureusement suivi, il a le mérite d'imprégner néanmoins le déroulement de la plupart des projets.

Une difficulté caractérisant cette phase est celle qui naît de la distinction qu'on veut établir entre les actions de recherche et les applications opérationnelles.

On assiste ainsi comme en France au développement d'une discussion entre, d'une part, les tenants d'une technologie opérationnelle et donc figée, et d'autre part, ceux qui prônent une poursuite continue de la recherche, en laquelle ils voient la seule possibilité d'éliminer les obstacles sur lesquels bute actuellement l'utilisation opérationnelle.

Une illustration des origines de ces querelles est donnée par la Société Bendix dont on sait qu'elle a, voici un an, renoncé à son activité de service dans le domaine de la télédétection. Certains rendent responsables de ce retrait du marché le fait que les produits Bendix n'étaient pas assez variés. Pour d'autres, Bendix s'est trouvée à un moment incapable de donner satisfaction à ses clients pour cause d'interruption des fournitures de données qui lui étaient nécessaires; ce qui met l'accent sur l'aspect continuité opérationnel du système d'approvisionnement en données.

Ce problème est au cœur des discussions qui ont lieu au plus haut niveau du législatif (propositions de loi Stevenson et Schmitt) et de l'exécutif (OMB) depuis de longs mois déjà pour savoir dans quel cadre institutionnel pourrait se développer un système de télédétection opérationnel et donc mieux adapté aux exigences des utilisateurs (4).

Le Centre Canadien de Télédétection, pour sa part, semble avoir réalisé une intégration assez équilibrée des différentes fonctions et des différents acteurs intéressés que nous avons successivement évoqués. Son exemple peut être à cet égard utilement pris en compte.

(4) Voir p. 22 l'article de Michèle Chevrel sur les décisions prises en décembre 79.

Conclusions

En conclusion, notre pays dans ces développements n'apparaît pas mal placé. Sur le plan technique, le niveau atteint dans les développements civils de logiciels semble comparable à celui des États-Unis. Le satellite SPOT apparaît comme un atout que nombreux parmi nos interlocuteurs considèrent avec intérêt, soit pour ce qu'il pourra leur apporter, soit également pour certains comme un argument pour accélérer les décisions concernant le caractère opérationnel du système Landsat ou celle de construire le satellite Stéréosat. Les Canadiens et les Québécois notamment, pour leur part, souhaitent manifestement pouvoir s'entendre avec la France sur l'utilisation de SPOT, espérant ainsi s'affranchir en partie du monopole de leur voisin méridional.

Si, s'agissant des applications, les plus-values à attendre de la télédétection en France restent encore pour un temps du domaine de la recherche, il est sûr que l'enjeu véritable se situe déjà hors des frontières. Sans oublier l'aspect purement stratégique, nous retiendrons que le principal marché pour la télédétection devrait se situer dans les pays en développement, notamment francophones, vers lesquels la concurrence américaine s'exerce particulièrement.

Les programmes que nous y conduirions pourraient être, par le biais de la télédétection, l'occasion de développements tout à fait différents : construction et implantation de systèmes statistiques,

études de programmes de mise en valeur, etc.

Mais il paraît important dans ce domaine d'organiser la complémentarité et l'efficacité de notre système de télédétection par rapport à ceux des autres nations. A cet égard sont posés simultanément la question d'un réseau suffisamment dense de stations de réception et celle de leur compatibilité avec les futurs Landsat, ainsi que la complémentarité de ceux-ci et de SPOT. L'optimisation des investissements à l'échelle planétaire voudrait sans doute une coordination internationale. Il pourrait être avantageux de prendre des initiatives dans ce domaine. Quoiqu'il en soit, il est important de ne pas nous laisser distancer. Les moyens nécessaires à la prise puis à la conservation d'un rythme soutenu de la recherche, notamment appliquée, doivent être donnés. Ils doivent permettre de conduire un programme ambitieux et pragmatique. L'aspect pragmatique de ce dernier doit être assuré par une participation, continue à part entière, des utilisateurs, à l'élaboration du produit télédétection. On retiendra à cet égard les avis très fermes que nous ont donnés sur ce point nos interlocuteurs de l'USDA (5).

Il n'y a enfin pas lieu de s'attendre à des résultats spectaculaires très rapides, car comme conclut le rapport Nora-Minc : « Pour que la société d'information reste possible, il faut savoir, mais aussi pouvoir, compter avec le temps. La pédagogie réciproque des disciplines et des aspirations s'exerce lentement... ».

(5) Voir p. 15 l'article de Pierre Rimkine.

La mission de l'OPIT

Alain COUZY, Ingénieur en Chef Géographe, Directeur de l'OPIT.

— André BALLUT, Géographe Urbaniste, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France, ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

— Sadi ETIENNE, Attaché à l'INSEE, Statisticien au ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

— Pierre GONFREVILLE, Ingénieur à la Division des Programmes d'Application, Centre National d'Etudes Spatiales.

— Jean-Pierre LE GORGEU, Ingénieur Hydrogéologue, Bureau de Recherche Géologique et Minière.

— Jean de MONTGOLFIER, Ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, CTGREF, ministère de l'Agriculture.

— Jean-Luc PITON, Ingénieur des Mines, ministère de l'Industrie.

— Jacques POULAIN, Ingénieur Géographe, Institut géographique national.

— Pierre RIMKINE, Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Directeur adjoint du SCEES, ministère de l'Agriculture.

— Guy ROMAN, Ingénieur Hydrologue, Agence financière de Bassin Loire-Bretagne, ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

— Philippe TOUYAROT, Ingénieur des Télécommunications, ministère des Télécommunications.

— Michel WOHRER, Ingénieur des Mines, ministère de l'Industrie.

CHAPITRE V - L'INFORMATION ET LES PUBLICATIONS

La mission d'information de l'OPIT correspond à deux axes bien précis de ses objectifs.

- D'une part, élément nécessaire au bon développement de son programme, elle s'inscrit en amont d'un certain nombre d'actions telles que l'expression des besoins, l'expérimentation, l'évaluation, dans le but de mobiliser un ensemble important d'utilisateurs potentiels appelés éventuellement à juger la technique, à lui lancer des défis et à imaginer et découvrir des utilisations originales. Elle a pris alors la forme de réunions de sensibilisation et d'information assez générale, de participation à des expositions, de conférences, etc...
- D'autre part il était explicitement prévu dans le protocole de création de l'OPIT qu'elle publierait les résultats de caractère technique ou scientifique obtenus dans le cadre de son programme. A ce titre l'OPIT s'est efforcée de publier et de diffuser sélectivement selon leur intérêt et dans une formulation adaptée aux lecteurs, les rapports des travaux réalisés à son initiative.

Cette double mission a pris notamment deux formes originales : d'une part la tenue tous les deux ans de séminaires sur l'utilisation de la télédétection où se retrouvaient pour la première fois une proportion encore jamais rencontrée de véritables utilisateurs potentiels. Cette forme particulière de dialogue entre télédétecteurs et utilisateurs, telle que Trégastel en 1978 et Sophia Antipolis en 1980, a apporté une contribution importante à l'information réciproque des deux communautés. Le chapitre XI traite en détail des différents aspects de ces réunions et en dresse le bilan.

Par ailleurs dans le domaine des publications, l'OPIT a, dès ses débuts, ressenti chez ses mandants, à la fois une véritable soif d'information sur la nouvelle technique et une lassitude certaine en face des discours trop techniques et trop peu critiques pratiqués traditionnellement dans ce domaine. Il fallait innover et amorcer une action sérieuse de démythification. C'est ainsi que l'OPIT a voulu, en lançant les "Cahiers de l'OPIT", apporter dans ce créneau complètement vide un support qui permette véritablement à un dialogue de s'instaurer entre les communautés utilisatrices et techniciennes. Pour le permettre véritablement il était d'une part nécessaire de répudier tout jargon technique et d'adopter le langage vulgarisé de l'utilisateur. Ceci a été obtenu en lui donnant directement la plume.

En outre, il s'agissait, au moins dans un premier temps, de réveiller l'intérêt chez les non spécialistes qui avaient souvent été rebutés par les présentations traditionnelles. Aussi l'OPIT s'est-elle attachée à réaliser une revue extrêmement soignée et qui, parce que les images de télédétection ou les cartes résultats imposent la couleur, a pu parfois paraître luxueuse. C'était nécessaire dans un premier temps pour éviter que ces efforts finissent dans les corbeilles à papier et cela a été accepté comme un investissement utile. La suite devrait permettre d'adopter sans doute une présentation un peu moins coûteuse, maintenant que des habitudes sont prises et des liens établis.

*

*

*

La présentation des réalisations de cette activité adopte la séquence suivante :

I - Information Générale - Sensibilisation

- . Réunions
- . Conférences
- . Expositions
- . Presses écrite, parlée et télévisuelle

II - Publications

- . Les Cahiers de l'OPIT
- . Les rapports techniques
- . Les aides à des publications extérieures
- . Les réalisations cartographiques

I - SENSIBILISATION - INFORMATION GENERALE

1. Visites et réunions

Dès 1976 pour engager son programme de travail, l'OPIT a établi des contacts à différents niveaux des administrations membres, de leurs services et des établissements publics qui en dépendent ainsi qu'avec les médias et l'étranger.

Des contacts ont pris la forme soit d'entrevues avec les responsables de ces organismes, soit de réunions plus larges comprenant une à quelques dizaines de spécialistes à tous les niveaux et souvent proches du terrain. Dans les deux cas, mais sous des formes adaptées aux préoccupations et à la formation de l'auditoire en cause, l'information, appuyée sur une base permettant de décrire et de cadrer la télédétection, portait sur les objectifs et les modes d'action de l'OPIT. Ces contacts ont été parfois l'amorce de collaborations fructueuses avec certains des interlocuteurs et des participants. Ils ont plus généralement débouché sur de simples relations fondées sur la connaissance mutuelle et permis à une certaine sensibilisation de se faire sur une assez grande échelle.

On peut estimer en effet à près de 200 le nombre de responsables (Directeurs, Chefs de Service) ayant bénéficié d'entretiens personnalisés avec la Direction de l'OPIT, parfois à plusieurs reprises (ce qui représente un millier d'heures pour celle-ci).

Les réunions d'information proprement dites - généralement d'une demi-journée - mettaient en présence de 6 à 20 personnes appartenant à l'organisme et 2 à 4 conseillers de l'OPIT. Elles comportaient généralement des exposés assez simples et aussi concrets que possible. Elles ont intéressé 750 personnes à travers quelque 60 réunions qui ont représenté, préparation comprise, une dizaine de mois de travail pour les techniciens de l'OPIT.

2. Conférences

A l'occasion de réunions techniques plus larges d'organismes extérieurs, l'OPIT a souvent été invitée à exposer son programme et son action. De même des symposiums ou colloques techniques lui ont donné la possibilité de faire connaître ses activités, indépendamment des communications plus techniques sur des résultats obtenus qu'elle y a également présentées.

Le nombre de ces interventions approche la vingtaine ; elles ont permis de toucher près de 800 personnes.

3. Expositions

Parallèlement à ces exposés faits à l'occasion de réunions scientifiques très larges, l'OPIT a exposé des résultats de ses travaux, voire des panneaux d'information sur les objectifs de sa mission et ses modalités d'intervention.

Ceci a été le cas en collaboration avec des organismes techniques (IGN, GDTA) aux deux symposiums internationaux de l'ERIM (1) en 1979 (à Ann Arbor) et 1980 (à Costa Rica), ainsi qu'à celui de la Société Internationale de Photogrammétrie à Hambourg (1980).

Par ailleurs en France, en dehors d'exposition limitée à des publics locaux scolaires, elle a exposé au Salon de l'Agriculture 1980 (hébergée par le SCEES) ainsi qu'à l'exposition "Cartes et Figures de la Terre" en liaison avec l'IGN. Il est difficile et serait illusoire d'essayer de chiffrer le nombre de personnes ainsi atteintes.

Enfin au moment où sort ce compte-rendu, on doit signaler une importante participation des travaux de l'OPIT dans une exposition itinérante réalisée à l'initiative conjointe de la MIDIST et de la Mission Culturelle en Milieu Scolaire qui concernera les lycées et collèges, les maisons de la jeunesse et de la culture, les organismes professionnels agricoles, foyers ruraux et lycées agricoles.

4. Presses écrite, parlée et télévisuelle

Des contacts périodiques avec la presse ont permis la diffusion d'un certain nombre d'information dans divers journaux. On notera surtout le compte-rendu fait du séminaire de Trégastel en Mai 1978 qui comportait une page entière du "Monde". Voir page 121 et suivante.

De même "France Culture" a programmé une émission de 50 minutes en Octobre 1978 sur les travaux de l'OPIT, et des documents de l'OPIT ont été longuement montrés et commentés lors de deux émissions de télévision en 1980. On notera pour mémoire que l'équipe de l'OPIT est également intervenue deux fois à la télévision américaine lors de son voyage d'étude du printemps 1979.

(1) ERIM : Environmental Research Institute of Michigan. Son symposium qui se tient tous les ans alternativement aux Etats-Unis et hors des Etats-Unis est la plus grande manifestation scientifique mondiale dans le domaine de la Télédétection.

II - LES PUBLICATIONS

L'OPIT a produit deux types bien distincts de publication. D'une part toute une collection de rapports techniques qui ont rendu compte des travaux qu'elle a lancés, conduits ou commandés. D'autre part, des publications à très large diffusion : "Les Cahiers de l'OPIT".

1. Les Cahiers

Le tirage des Cahiers, comme celui de la brochure de présentation de l'OPIT, a été établi à 3.000 exemplaires et permis de diffuser très largement au sein des organismes intéressés. L'accueil reçu par ces publications a été très favorable et l'on a d'ailleurs recueilli des abonnements qui, s'ils ne permettent pas à l'évidence le coût de la production, n'en manifestent pas moins l'intérêt des lecteurs. Les abonnements ainsi diffusés concernent quelque 250 personnes, tant au sein des administrations que des personnes privées.

2. Les rapports techniques

En revanche les publications techniques ont eu un tirage très inférieur (quelques dizaines d'exemplaires) mais suffisant pour en permettre la diffusion à ceux qu'intéressait l'opération objet de chacune de ces publications. On notera toutefois que les 4 états de l'art comme les 4 volumes d'"expression des besoins" ont en plusieurs éditions d'au moins 100 exemplaires chacune et sont de nouveau épuisés.

3. Les subventions à des publications extérieures

Pour permettre une plus large diffusion d'ouvrages sur la télédétection, des aides ont été apportées par l'OPIT à la publication des Actes du séminaire européen "Aménagement du Territoire et Télédétection" de même qu'à la publication d'une brochure pédagogique par le CRDP de Paris à l'usage des classes d'histoire et de géographie des lycées et collèges ainsi que celles d'histoire naturelle. Ces aides ont comporté deux composantes distinctes : l'une financière sous la forme d'une participation importante aux frais de réalisation et d'impression ; l'autre non moins importante dans la participation aux travaux du Comité de Rédaction de ces deux ouvrages.

4. Les réalisations cartographiques

Enfin certains documents cartographiques particulièrement démonstratifs ont été imprimés à l'initiative de l'OPIT afin de pouvoir être très largement diffusés. C'est le cas notamment pour les cartes de l'Indre et Loire et celle des incendies de forêt de 1979 en Provence pour lesquelles une expérience intéressante de commercialisation a été tentée avec l'IGN.

*

*

*

Les pages qui suivent donnent la liste des publications réalisées dans le cadre de l'Opération Interministérielle de Télédétection.

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
1 - Ouvrages généraux	105
1.1. La Télédétection	105
1.2. Les activités et les conclusions de l'OPIT	106
1.3. Rapports d'expertise	107
2 - Ouvrages méthodologiques	107
3 - Rapports techniques d'expérimentation et d'évaluation	108
4 - Communication à des colloques et Articles divers	112
5 - Les Cahiers de l'OPIT	114
Sommaires	116
6 - Travaux de collaborateurs de l'OPIT - Thèses et Mémoires	114
7 - Ouvrages ayant bénéficié de soutien financier de l'OPIT	115
8 - Cartes imprimées	115

1 - OUVRAGES GENERAUX

1.1. La Télédétection

- Etat de l'art en Télédétection

Paris, OPIT, 1977, 4 volumes : 2^e édition 1979

- . 1^{ère} partie-Chapitre 1 : La saisie des données, les principes physiques et la problématique de leur interprétation. 173 p.
F. Becker et all.
- . 1^{ère} partie-Chapitre 2 : Les traitements en Télédétection. 121 p.
G. de Montricher, B. Gaignerot, J. Duvernoy
- . 2^{ème} partie-Chapitre 1 : Télédétection et aménagement. 214 p.
M. Bied-Charreton et all.
- . 2^{ème} partie-Chapitre 2 : Ressources en eau et Télédétection. 156 p.
Cl. Valério, Y. Vuillaume

- Expressions des besoins des administrations responsables des ressources naturelles et de la gestion du territoire

Paris, OPIT/CNES, 1978, 4 volumes : 2^e édition 1980

- . Aménagement du territoire. 183 p.
M. Bied-Charreton, P. Gonfreville
- . Ressources en eau. 126 p.
P. Gonfreville
- . Agriculture. 56 p.
Ph. Fournier
- . Forêt. 47 p.
Ph. Fournier
- . Tableaux synoptiques. 47 p.

- Les rencontres de Sophia-Antipolis - Présentation générale et documents de base
Paris, OPIT/CNES, 1980, 55 p.
- Analyse d'expérimentations de Télédétection
F. Gagnier, E. Joly. Paris, OPIT/CNES, 1980, 475 p.
- Analyse d'expérimentations de Télédétection (compléments) et programme Lacie
F. Gagnier, E. Joly. Paris, OPIT/CNES, 1980, 119 p.
- Approche bibliographique d'applications opérationnelles de la Télédétection
Paris, OPIT/CNES, 1980, 103 p.
- Laboratoires et organismes de Télédétection - Moyens et activités - Bibliographie
F. Gagnier. Paris, OPIT/CNES, 1980, 240 p.
- Livre blanc : Pour une politique française de télédétection
Paris, OPIT, 1980 (en cours)
1ère partie : L'enjeu. 16 p.
2ème partie : Principes, Applications. 83 p.

1.2. Les travaux de l'OPIT : Rapports d'activité et Conclusions

- L'Opération Pilote Interministérielle de Télédétection
Brochure de présentation de l'OPIT - Paris, OPIT, 1978, 24 p.
- Programme de l'OPIT pour la période 07/76 - 06/80
Paris, OPIT, 1977, 72 p.
- Compte-rendu d'activité de l'OPIT - 01/07/76-21/04/77
Paris, OPIT, 1977, 52 p.
- Compte-rendu d'activité du 01/07/76 au 30/06/78
Doc. OPIT n° 78/1000, Paris, OPIT, 1978, 49 p.
- Expérimentation 77-78 : Bilan provisoire
Paris, OPIT, 1979, 64 p.
- Compte financier des 2 premiers exercices
Paris, OPIT, 1978, 25 p.

- Compte financier du 3^e exercice de l'OPIT
Paris, OPIT, 1979, 11 p.
- Quatre années d'activité de l'OPIT : Rapport d'activité du 01/07/76 au 30/06/80
Paris, OPIT, 1980 (en cours de publication)

1.3. Expertises

- Présentation des résultats de l'enquête "aménagement du Territoire et Télédétection"
R. Darrigo. Paris, OPIT/CAES, 1978, 108 p.
- Mythes, réalités et perspectives de la Télédétection spatiale
J.L. Piton, Ph. Touyarot, M. Wohrer. Paris, OPIT, 1979, 86 p.
- Mission d'étude en Amérique - Mars-Avril 1979
Paris, OPIT, 1979, 282 p.
- Télédétection aéroportée des catastrophes
A. Husson. Paris, OPIT, 1980, 46 p.
- Etude préliminaire à une opération Landsat sur l'accident d'IXTOC 1
G. de Montricher. Paris, OPIT/AUT, 1980, 18 p, 70 p. annexe, biblio.
- Etude la nébulosité des secteurs littoraux français par dépouillement des enregistrements NOAA
M.A. Lozac'h. Paris, OPIT/AUT, 14 p, 37 croquis, 25 cartes

2 - OUVRAGES METHODOLOGIQUES

- Montage d'une opération de Télédétection
M. Bied-Charreton. Paris, OPIT, 1980, 56 p.
- Contribution à la recherche de l'optimisation du plan d'expérimentation de l'OPIT
G. de Montricher. Paris, OPIT/AUT, 1979, 24 p.
- Plan d'expérimentation en Télédétection : un exemple à l'échelle régionale : Limousin
G. de Montricher, M. Vauzelle. Paris, OPIT, 1978, 37 p.

- Gestion des données images et comparaison avec des points de référence au sol (GICS)
R. Abehassera, L. Manchon, G. de Montricher. Paris, OPIT/IRIA, 1978, 120 p.
- Mise en forme des relevés terrains et comparaison de résultats
M. Bied-Charreton. Paris, OPIT, 1980, 98 p.
- Manuel de codification des espaces forestier et agricole
Paris, OPIT, 1980, 74 p.
- Technologie d'acquisition, vecteurs et prétraitements
B. Gaignerot. Paris, OPIT, 1977, 72 p.
- Traitements statistiques des données de nébulosité des satellites météorologiques
J.Y. Baslé. Paris, AUT/OPIT, 1979, 18 p, + annexes

3 - EXPERIMENTATIONS ET EVALUATIONS

- Etude de la végétation forestière méditerranéenne par Télédétection spatiale - Premiers résultats
A. Husson, Le Tholonet. OPIT, 1978, 23 p, 13 fig, 1 carte h.t.
- Inventaire forestier des Vosges et du Vivarais par Télédétection spatiale
J.M. Monget, D. Sarrat. Ecole des Mines, Sophia-Antipolis, 1978, 107 p, 37 fig, cartes h.t.
- Evaluation dans l'unité physique n°4, Cévennes
A. Husson, J.B. Guyonnaud, G. de Montricher. Paris, OPIT, 1980, 59 p.
- Evaluation de six traitements non supervisés sur le Mont-Lozère
A. Husson. Paris, OPIT, 1980, 85 p, 6 fig.
- Evaluation d'un traitement supervisé gaussien : les forêts du Mont-Lozère
A. Husson. Paris, OPIT, 1980, 20 p, 2 fig.
- Evaluation des sept traitements dans une unité physique (n°6) : Causse de Mende
A. Husson. Paris, OPIT, 1980, 27 p. 6 fig, 1 carte h.t.

- Télédétection des incendies de forêts
A. Husson. Paris, OPIT, 1980, 60 p, 4 fig, 3 photos, 1 carte couleur h.t.
- Evaluation : forêt de Fénétrange
G. Selleron. Paris, OPIT, 1980, 21 p, 1 fig.
- Traitement numérique de la forêt de Fénétrange sur le système "Loterie" de l'ORSTOM
G. Selleron. Paris, OPIT, 1980, 9 p, 1 carte h.t.
- Evaluation "forêt de Haguenau"
Ph. Fournier, J.P. Donet. Paris, OPIT, 1980, 18 p + annexes, 7 fig.
- Méthodologie de constitution d'une base de données d'occupation du sol par Télédétection
M. Lointier, S. Pieyns. Paris, OPIT/ORSTOM, 1979, 85 p, 24 fig, 3 cartes couleurs h.t.
- Projet "Limousin" - Cartographie et statistique de l'occupation des terres de la Haute-Vienne par Télédétection spatiale
G. Flouzat et all. Toulouse, CESR/OPIT, 1978, 50 p, 11 fig, 11 planches, 1 carte couleur h.t.
- Développement des méthodes de traitement supervisé en Limousin sur les problèmes d'utilisation du territoire en terme d'agriculture et et d'environnement - Stratification spatiale sur deux secteurs d'aménagement forestier et rural
. Tome 1 : 59 p. + annexes
. Tome 2 : 25 p.
M. Vauzelle, M. Blondeau, Th. Charpentier, Paris, ADISH/OPIT, 1978
- Première évaluation de l'opération Limousin
M. Vauzelle. Paris, OPIT, 1979, 42 p.
- Deuxième évaluation de l'opération Limousin
M. Vauzelle, G. de Montricher. Paris, OPIT, 1979, 49 p, 5 fig.
- Essai d'algorithme supervisé non paramétrique et d'indices de végétation sur l'image 214-28 (Limousin) - Troisième évaluation
M. Vauzelle. Paris, OPIT, 1980, 25 p.
- Expérimentation "Aisne"
A. Ferté, J.B. Guyonnaud. Paris, OPIT, 1980, 53 p, 9 fig.

- Utilisation du territoire et évaluation de la sécheresse en Val de Loire à partir des enregistrements des satellites Landsat
Paris, BEICIP/OPIT/GDTA, 1978, 80 p.
Annexe 1 - classification automatique non supervisée par composantes principales, 13 p.
Annexe 2 - Nuées dynamiques et classification hiérarchique ascendante, 20 p, 4 croquis
Annexe 3 - Description du programme de classification supervisée, 14 p, 10 fig
Annexe 4 - Bilans hydro-météorologiques, 49 p, + cartes couleurs h.t.
- Analyse des paysages ruraux et de l'humidité des sols
MC. Girard, CM. Girard, V. Ribier. Paris, INAPG/OPIT, 1979, 85 p, 35 fig, annexe, bibliographie
- Automatisation de l'interprétation de l'humidité des sols et interprétation des paysages ruraux
MC. Girard, CM. Girard, J.P. Rogala. Paris, Informatique et Biosphère/OPIT, 1980, 85 p, fig, annexe
- Traitement et évaluation en Petite Beauce
M. Bied-Charreton, M. Vauzelle. Paris, OPIT, 1980, 15 p, 10 fig.
- Département d'Indre et Loire : travaux réalisés par l'OPIT, l'IGN et la DDA
M. Bied-Charreton, M. Vauzelle. Paris, OPIT, 1980, 30 p, + annexe + 2 cartes couleur h.t.
- Possibilités de généralisation des traitements non supervisés des données Daedalus en Camargue
F. Gagnier, Paris, OPIT, 1978, 45 p, 31 tableaux, 24 croquis
- Exploitation d'une scène Landsat sur le Languedoc - Zones humides et couvert végétal
M. Lenco, Paris, OPIT, 1978, 87 p, fig, 2 cartes h.t;
- Analyse critique d'un traitement Bendix appliqué à un enregistrement Landsat du 06/07/75 sur la Camargue
F. Gagnier. Paris, OPIT, 1978, 27 p, 4 fig, + annexe

- Le Cassieu (Camargue) - Etude phytosociologique et agropastorale
Apport des données de Télédétection
F. Gagnier, Paris, OPIT, 1978, 26 p, 6 croquis
- Essai d'interprétation des résultats obtenus après divers traitements de données de Télédétection en Camargue (Mas de Rousty)
F. Gagnier. Paris, OPIT, 1978, 26 p.
- Evaluation sur la Camargue (deuxième rapport)
F. Gagnier, G. de Montricher. Paris, OPIT, 1979, 17 p, 6 fig.
- Evaluation sur l'unité physique 17 (Languedoc)
F. Gagnier, G. de Montricher. Paris, OPIT, 1979, 48 p.
- Evaluation de trois traitements sur les Costières du Gard et la Petite Camargue
F. Gagnier. Paris, OPIT, 1980, 34 p, 11 fig, 14 tabl, annexe
- Zonage d'une image Landsat sur le Languedoc-Roussillon
T. Charpentier, S. Delalande. Paris, OPIT, 1978, 10 p, 8 cartes h.t.
- Expérimentation Brenne - Eau libre
J.P. Le Gorgeu. Paris, OPIT, 1980, 33 p, 17 fig.
- Expérimentation Sologne - Eau libre
J.P. Le Gorgeu. Paris, OPIT, 1980, 10 p, 5 fig, 1 carte couleur h.t.
- Expérimentation Dombes - Eau libre
J.P. Le Gorgeu. Paris, OPIT, 1980, 23 p, 1 carte couleur h.t.
- Applications opérationnelles de la thermographie aéroportée en zone côtière méditerranéenne (dynamique et qualité des eaux)
R. Burkhalter. Montpellier, OPIT/CERGA, 1979, 57 p, biblio + 49 planches h.t.
- Analyse des données du satellite Landsat sur l'agglomération parisienne
A. Ballut, G. Montastier. Paris, OPIT/IAURIF, 1979, 95 p, fig, biblio.
- Opération Bouches du Rhône - Arles : Photo-interprétation
Paris, OPIT/IGN, 1978, 18 p, 1 carte.

- Interprétation et bilan des expérimentations effectuées sur la zone d'Arles à partir des données Landsat et Daedalus
A. Chatelain, A. Husson. Marseille, EHESS/OPIT, 1979, 93 p.
 - Inventaire de l'occupation du sol des communes littorales du Var par Télédétection spatiale
A. Husson. Paris, Le Tholonet, OPIT, 1980, 29 p, 3 fig, 12 photos
 - Campagne aéroportée Bouches du Rhône - Juin 1976 :
 - . Plan d'opération et compte-rendu. Toulouse, GDTA, 1976, 25 p.
 - . Enregistrement, numérisation, calibration et stockage de l'information. J. Cl. Terrisson. Toulouse, CNES, 1976, 54 p.
 - . Prétraitement au sol - corrections en amplitude et corrections géométriques. G. Saint. Toulouse, CNES, 1976, 53 p.
 - . Compte-rendu de l'opération vérité-terrain. Paris, EHESS/ADISH, 1976, 9 p. + annexes.
 - Crau-Comtat - Statistiques et cartographie de l'occupation du sol
D. Larcena. Paris, EHESS, 1977, 132 p, + croquis
 - Rapport explicatif sur une étude de photo-interprétation en Camargue et sur les Bouches du Rhône
Paris, OPIT/IGN, 1977, 23 p.
 - Traitement diachronique des données NOAA
J.M. Monget. Ecoles des Mines, Sophia-Antipolis, 1978, 34 p, 2 cartes h.t.
- 4 - COMMUNICATIONS A DES COLLOQUES - ARTICLES DIVERS
- GDTA 76 : Le projet Bouches du Rhône
M. Bied-Charreton, Ph. Fournier, J.P. Gilg.
Actes du colloque-Toulouse, 1976, pp. 381-406
 - Séminaire européen "Aménagement du Territoire et Télédétection"-1977
L'opération Pilote Interministérielle de Télédétection
J.M. de Lamare. Paris.
Acte du séminaire - Conseil de l'Europe, ESA-CNES-OPIT-DATAR, pp. 261-263.
 - OST 78 : Utilisation de Landsat pour l'inventaire et la cartographie de l'utilisation du sol - Principales expérimentations menées par l'OPIT, M. Bied-Charreton,
Actes du colloque-ESA/CNES/Conseil de l'Europe
Paris, pp. 89-95

- OST 78 : Télédétection et ressources en eau
Cl. Valério, Y. Vuillaume
Actes du colloque ESA/CNES/Conseil de l'Europe, Paris,
pp. 97-102.
- Audition parlementaire Européenne 78 - Aménagement du Territoire
M. Bied-Charreton, Strasbourg, Conseil de l'Europe,
1978, pp. 38-41.
- GDTA 79 : Etude des besoins des administrations françaises en
cartographie par Télédétection
M. Bied-Charreton, Ph. Fournier, P. Gonfreville,
B. Susplugas. Paris, Annales des Mines, Avril-Mai 1980,
pp. 36-43

Principales conclusions de la mission OPIT d'Avril 79
en Amérique du Nord
A. Couzy. Paris, Annales des Mines, Avril-Mai 80, pp.14-20.
- L'opération Pilote Interministérielle de Télédétection
Journées d'étude sur la Télédétection, INSA-Lyon.
A. Couzy. Lyon, CAST-INSA, 1969, pp. XVIII
- La Télédétection : une nouvelle source d'information pour le sta-
tisticien
S. Etienne, Ph. Fournier, M. Lenco. in Courrier des
Statistiques n°10, INSEE, Paris, Avril 1979, pp. 20-25.
- L'Espace pour la Vie : le Languedoc-Roussillon vu de satellite
Délégation à la Qualité de la Vie, 1979, 12 p,
3 cartes h.t.
- Télédétection et comptabilité patrimoniale
A. Couzy. Paris, Futuribles, Juin 1980, pp. 59-68.
- L'Opération Pilote Interministérielle de Télédétection
Quinzième journée de l'hydraulique, Société hydro-
technique de France.
A. Couzy. in La Houille Blanche, Mars 1978.
- Cartographie et statistique de l'occupation du territoire de la
Haute-Vienne
J.P. Denardou, G. Flouzat, M. Vauzelle. Cahiers du
SCEES N°2, Mars 1980, 34 p, Paris, Ministère de
l'Agriculture.
- Les techniques et les fonctions de la Télédétection spatiale
J.L. Piton, Ph. Touyarot, M. Wohrer. in Cahiers du
SCEES N°2/6, Mars-Avril 1980, pp. 25-39, Ministère
de l'Agriculture, Paris.
- La Télédétection, une nouvelle vision du Monde
Compte-rendu du Séminaire OPIT de Trégastel, Paris.
Y. Rebeyrol, in Le Monde, 24 mai 1978, une page.
- Nos travaux sur les satellites qui photographient la Terre : Emission
Libre Appel (N. Strotzky). A. Couzy. France Culture, 12 octobre 78.

- Photographie aérienne et espace rural :
J.P. Gilg in Etudes rurales, Juillet-Décembre 1978, Paris, 49 pages.
- Application de deux types de traitement aux images Landsat de la forêt de Fenétrange :
M. Hotyat in Recherche Géographique en France Tokyo 1980, Comité National de Géographie Paris 1980, 6 p.
- Extraction de l'information d'une image Landsat contenue dans un contour artificiel :
G. Flouzat et alii in Les Annales des Mines, Avril-Mai 1980, Paris, 11 p.
- Approche cartographique à partir des images spatiales. Connaissance de l'humidité des sols :
M.C. Girard, J.P. Rogala in Les Annales des Mines, Avril-Mai 1980, Paris, 8 p.

5 - LES CAHIERS DE L'OPIT

- N° 0 - Sommaire p. 116 - Paris, AUT, Octobre 1979, 36 p.
- N° 1 - Sommaire p. 116 - Paris, AUT, Hiver 1980, 36 p.
- N° 2 - Sommaire p. 117 - Paris, AUT, Printemps 1980, 36 p.
- N° 3 - Sommaire p. 117 - Paris, AUT, 3ème trimestre 1980, 36 p.
- N° 4 - Sommaire provisoire p. 118 - Paris, AUT, à paraître fin 1980

6 - TRAVAUX DIVERS DES COLLABORATEURS DE L'OPIT : THESES, MEMOIRES

- Méthodologie d'analyse d'un milieu biogéographique par Télédétection spatiale - Exemple de la forêt de Fénétrange
G. Selleron. Paris, Maîtrise de l'Université Val de Marne/OPIT, 1979, 127 p, fig, cartes, photos, bibliographie
- La Télédétection par satellite - Présentation de l'outil - Apport dans le secteur agricole
A. Ferté, J.B. Guyonnaud. Paris, OPIT-Rapport de stage de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'Institut agricole de Beauvais, 1980, 116 p, fig, bibliographie
- Environnement et Télédétection - Un exemple d'application : tracé routier en pays d'Auge
A. Boémare, CETE Rouen/OPIT, Mémoire de l'EHESS, 1980, 108 p, 22 fig + annexes.
- Rapport de stage effectué à l'OPIT
T. Charpentier. Paris, OPIT, 1978, 85 p.
- Analyse de données du satellite "Landsat" sur l'agglomération parisienne (11 juillet 1976)
A. Ballut. IAURIF/OPIT, 1979, Thèse de 3è cycle, 95 p.
- Géomorphologie, paysages et télédétection en Limousin
M. Vauzelle. OPIT, 1980, Thèse de 3è cycle (à soutenir)

- Méthodes et moyens informatiques pour le traitement d'images : extraction de contour par une méthode du gradient sur une image digitalisée
G. Bonnet. CTGREF, Novembre 1980, Thèse d'ingénieur directeur Université Paul Sabatier de Toulouse - 86 p.
- D.E.A. de Géographie. Université de Rennes.
M.A. Lozac'h. 1980 (en cours).

7 - OUVRAGES AYANT BENEFICIE D'UN SOUTIEN FINANCIER DE L'OPIT

- Séminaire Européen "Aménagement du Territoire et Télédétection".
Conférence Européenne des Ministres responsables de l'Aménagement du Territoire - Conseil de l'Europe, Toulouse, ASE, CNES, OPIT, DATAR, Juin 1977, 316 p.
- Région Parisienne et Télédétection, Document pédagogique à l'usage des professeurs de géographie et de sciences naturelles. Paris, CRDP, CNES, OPIT, IGN, 1980 (en cours de publication), 30 p, 10 croquis, 16 diapositives.

8 - CARTES IMPRIMEES

- Département de la Haute-Vienne : Occupation du sol en 4 postes
1/250.000, 48 x 60 cm, 1978, CESR-OPIT.
- Région Vosges-Alsace : Cartographie des essences forestières (14)
1/500.000, 40 x 50 cm, 1978, CTAMN Ecole des Mines-OPIT.
- Département de l'Indre et Loire
 - . Composition colorée 1/100.000, 100 x 130 cm, 1979, IGN-OPIT.
 - . Occupation du sol-13 postes, 1/100.000, 100 x 130 cm, 1980, IGN-OPIT.
- Région Méditerranéenne : Feux de forêts 1979
1/150.000, 80 x 115 cm, 1980, IGN-OPIT
- Bassin versant de la Moselle : Occupation du sol :
 - . Plateau Lorrain :
6 classes - 1/100.000, 50 x 80 cm, 1979, ORSTOM-OPIT
 - . Région Sarrebourg :
6 classes - 1/50.000, 45 x 85 cm, 1979, ORSTOM-OPIT
 - . Nancy, St Dié, Epinal :
5 classes - 1/250.000, 40 x 65 cm, 1979, ORSTOM-OPIT
 - . Metz - Pont à Mousson - St Avold :
5 classes - 1/250.000, 40 x 65 cm, 1979, ORSTOM-OPIT
- Sologne - Eau libre - 6 classes
1/50.000, 65 x 80 cm, 1980, ORSTOM-OPIT
- Dombes - Eau libre - 6 classes
1/50.000, 67 x 115 cm, 1980, ORSTOM-OPIT

SOMMAIRE du N° 0

Editorial : J.M. de LAMARE, Président du GIT

Dossier TREGASTEL :

Une recherche commune	4
par André Jahan	
L'OPIT, pour quoi faire?	7
par Jean Hossenlopp	
Le point de vue d'un scientifique	8
par Charles Goillot	
Conclusions des ateliers	
1 Forêts	9
2 Agriculture	11
3 Utilisation du sol	12
4 Environnement	13
Conclusions du GIT :	
Jean Max de Lamare	14
Robert Foulhouze	15
Jean Pasquet	16
Joseph Leddet	17
Alain Bréau	17
Conclusion du président du GIT	18
Le programme de l'OPIT	19
Images de télédétection	20
Notre prochain numéro	25
Météosat et la pêche au thon	26
par Jacques Noël	
Carrefour	29
Journées hydrotechnique	30
par Jean Rodier	
Une audition parlementaire	31
par Michel Nault	
Liste des participants à Trégastel	32
Sigles et significations	34

Fiches des opérations :

Cévennes	6
Vosges	8
Incendies de forêts	10
Val de Loire	11
Languedoc-Roussillon	13
Limousin	15
Arles-Huveaune	24

SOMMAIRE du N° 1

Editorial de Jean Coulomb, Président de l'Académie des Sciences	3
-----------------------------------------------------------------------	---

Dossier l'Opération « Limousin » :

L'OPIT et le territoire rural de la Haute-Vienne	5
par Gérard Carnis	
Télédétection de l'occupation du sol de la Haute-Vienne	7
par Jean-Paul Denardou	
Landsat et le bocage limousin	15
premières conclusions de l'OPIT	
Portrait spatial d'un département	16
par Robert Fontanillas	
Nomenclatures, instruments de dialogue	19
par Guy Le Hégarat	
Les Opérations SURPOLMER	24
par Jean-Marie Massin	
EARTHNET : le réseau européen d'images spatiales	28
par Livio Marelli	
EARSel : l'association européenne de laboratoires de télédétection	29
par Francis Cambou	

Rubriques :

Comment dire ? Un vocabulaire français de télédétection pour quoi faire ?	31
par Serge Paul	
Satellites : nouvelles des satellites de télédétection	32
Lu pour vous : Principes physiques et mathématiques de la télédétection	35
par François Becker	

sommaire du N° 2

Éditorial de Jean-Noël Poulin 3
 Sous Ministre des Forêts du QUEBEC

Dossier : La télédétection en Amérique du Nord :

Une enquête de l'OPIT en Amérique 4
 où en sont-ils? 6
 les raisons de poursuivre 9
 les moyens du succès 10
 conclusions 12

La télédétection au Canada : un modèle pour la France ?
 par Jean de Montgolfier 13

De LACIE au programme de six ans
 par Pierre Rimkine 15

La NASA et le transfert de technologie
 par Pierre Gonfreville 19

La télédétection au Mexique
 par Michel Wohrer 21

La politique d'observation spatiale des États-Unis
 par Michèle Chevrel 22

Rubriques :

Satellites :

Les utilisations des satellites météo :

La conférence de Trégastei
 par Jacques Cruette 26

Une télédétection sans nuage
 par Marc Bied-Charreton 27

Un fichier de la nébulosité pour la France
 par Henri Augustin
 et Raoul Lasbleiz 28

Nouvelles de Landsat :

Les enregistrements RBV 32
 Autres nouvelles de Landsat 32

Colloques :

L'évaluation géotechnique du terrain des projets routiers dans les pays en développement
 OCDE Paris, septembre 79 :
 par Gérard Champetier de Ribes 34

L'exploitation cartographique des images spatiales
 GDTA Toulouse, juin 79 :
 par Bernard Rond
 et Christian Laverlochère 35

Lu pour vous :

Un ouvrage de vulgarisation : « Exploration de la terre par les satellites »
 par Aline et Marc Chabreuil 35

sommaire 3^e trimestre 1980 - N° 3

Éditorial de Jean Gadant 3

Dossier : La télédétection des forêts 3

La télédétection des forêts
 par Pierre Bazire 4

L'apport de la télédétection à la connaissance de la forêt : l'exemple des massifs de Haguenau et de Fénétrange
 par Philippe Fournier et
 Gilles Selleron 6

Les incendies de la forêt méditerranéenne
 par Alexandre Jacques Seigue et
 Jean de Montgolfier 14

Télédétection des incendies de forêt en région méditerranéenne
 par André Husson 17

La cartographie des forêts à partir du satellite Landsat
 par Jean-Claude Lummaux 23

Télédétection et forêts tropicales
 par Jean-Paul Lanly 25

Une application forestière de la télédétection bientôt opérationnelle : Le projet FRIS de la St-Regis Paper Company
 par Pierre Rimkine 28

La télédétection pour la forêt d'Aquitaine ?
 par Paul Caquet 30

Forêt landaise et télédétection
 par Jacques Riom 31

Où en sont les géologues en télédétection ?
 par Jean Yves Scanvic 33

Rubriques

Nouvelles des Landsats 35

Sommaire provisoire du n° 4 des CAHIERS DE L'OPIT
(à paraître fin 1980)

Editorial : Les suites données à l'OPIT et leurs motivations.

Dossier : Bilan des travaux de l'OPIT

- 4 ans d'activité
- Utilisation de la télédétection pour la détermination des charges en bétail admissibles pour des pâturages de Camargue
par E. Coulet Directeur de la réserve de Camargue et F. Gagnier, chargé d'étude à l'OPIT
- Recherche des cultures sur le département d'Indre et Loire
par Y. Lepage, IGREF à la DDA d'Indre et Loire
L. Lesbaupin, Statisticien départemental Agricole et M. Bied-Charreton, Directeur Adjoint de l'OPIT
- Etablissement par télédétection d'un fichier hydropluviométrique sur le bassin versant de la Moselle
par B. Foliot, IGREF Directeur Adjoint de l'Agence de Bassin Rhin-Meuse, J.F. Zumstein et S. Pieyns ORSTOM et M. Bied-Charreton, Directeur Adjoint de l'OPIT
- Revue des autres opérations :
 - Eau : Sologne, Dombes, Brene
 - Céréales : Loire et Cher, Aisne
 - Urbain : Arles, Paris
 - Environnement : Pays d'Auge

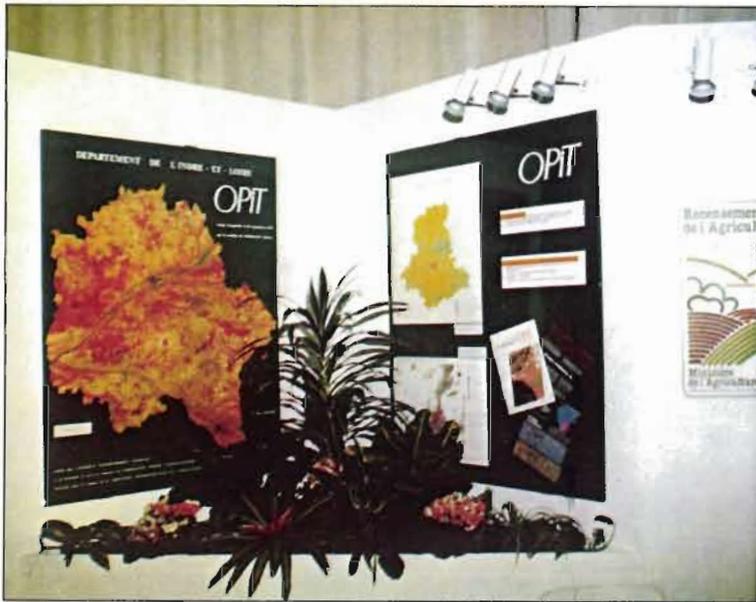
Conclusions du Séminaire de Sophia Antipolis avec des contributions de :

- G. Le Hegarat Chef du SCEES
- P. Bazire Chef de l'inventaire national forestier
- C. Gleize s Chef du service de l'eau
- J. Camus Service de l'Espace et des Sites à la DUP

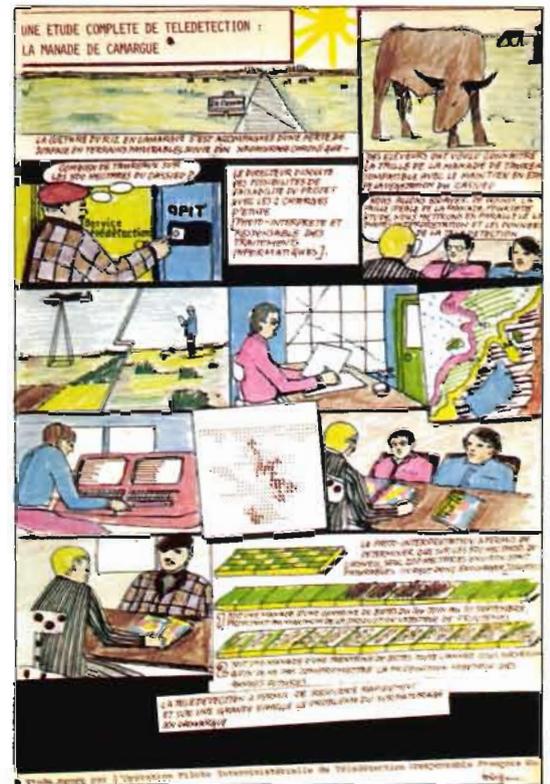
Nouvelles de l'OPIT : nouvelles des deux fonctionnaires du Ministère de l'Agriculture en stage aux Etats-Unis.

Bibliographie : plaquette CRDP aidée par l'OPIT

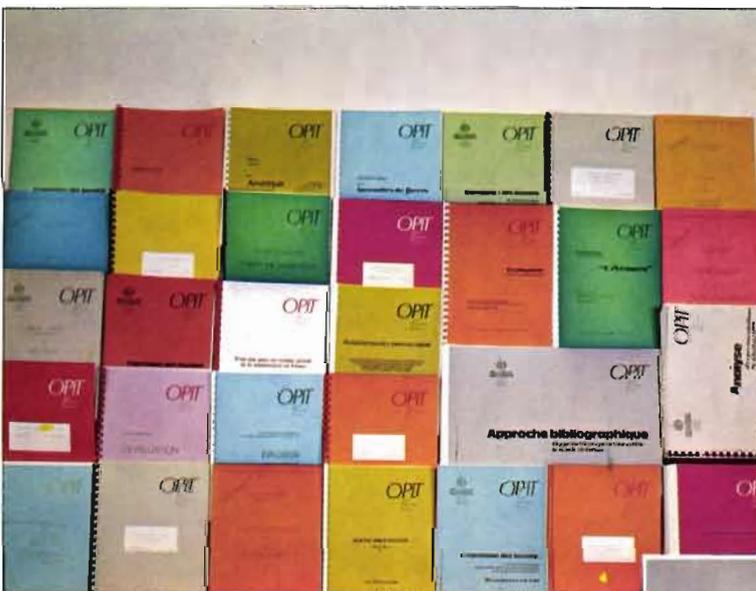
LES ACTIONS DE L'OPIT DANS LE DOMAINE DE L'INFORMATION



L'OPIT était au Salon de l'Agriculture en 1980



Sensibilisation du public scolaire : l'exposition itinérante MIDIST Ministère Education : l'un des panneaux réalisés à partir d'une expérience de l'OPIT



Des publications techniques : quelques unes parmi plus de 100 titres

Des publications à grande diffusion.



Extrait de la double page de la Tribune d'Albert Ducrocq dans AIR et COSMOS du 1^{er} mars 1980

... "Or à l'heure actuelle, force est de constater que la doctrine d'exploitation reste largement à définir, et ce n'est sans doute pas un problème d'ordinateur mais beaucoup plus d'esprit de finesse.

Il faut, en l'occurrence, attacher une extrême importance à la parution de la revue « les cahiers de l'OPIT » (OPIT étant le sigle de Operation Pilote Interministérielle de Télédétection) spécialement consacrée à la télédétection telle que la conçoivent les chercheurs français, la télédétection n'étant, comme le dit fort judicieusement le professeur Coulomb, ni un gadget ni une panacée, mais un outil dont il faut apprendre à se servir.

Le numéro 1 de cette revue est remarquable, à la fois par l'esprit très original avec lequel sont abordés les problèmes de la télédétection et par le caractère concret des exposés qui sont présentés, ces exposés concernant tout naturellement le territoire français"...

LES ACTIONS DE L'OPIT DANS LE DOMAINE DE L'INFORMATION

Sensibilisation du grand public par :
la presse écrite... ... et parlée

nice-matin

LE GRAND QUOTIDIEN D'INFORMATIONS DU SUD-EST ET DE LA CORSE

LES INCENDIES DE FORÊT EN 79 DANS LE VAR

Le satellite Landsat corrige les données humaines : 7.200 hectares (et non 10.000 ha) ont brûlé au cours de l'été dernier

L'été 1979 fut pour le Var et la Provence un été « rouge ». Tout au long de la période estivale les sepeurs-pompiers, les forestiers, les haras, des éléments de l'armée, les pilotes de « Canadair » ont été sur la brèche.

Lorsque les feux cessèrent, ce fut le temps des bilans. En retenant que les feux qui avaient parcouru plus de 50 hectares de terrain, la direction départementale de l'Agriculture estime à 10.298 hectares la superficie brûlée. Pour sa part le service régional d'aménagement forestier évaluait la superficie brûlée à 10.335 hectares.

Ces données furent ramenées à 9.312 hectares par l'opération « Prométhée ».

Sous ce nom de code se trouvait une opération montée par la préfecture de la région. Elle avait pour but de recenser les superficies affectées par le feu en travaillant sur de nombreuses sources d'informations. Outre celles des villes, les sepeurs-pompiers et les gendarmes donnèrent leurs propres estimations. Un nouveau chiffre est sorti.

Mais, en étudiant chaque feu, on se rend compte que les chiffres donnés étaient parfois assez éloignés. Il est vrai qu'il est difficile d'estimer une surface affectée par le feu, surtout dans les régions montagneuses, difficiles d'accès, coupées de bencs rocheux, ou des secteurs entiers (vallons par exemple) ont été préservés de l'incendie », ainsi que l'écrit M. André Husson, conseiller de l'O.P.I.T. (opération pilote interministérielle de télédétection).

Il est apparu alors intéressant de disposer d'une statistique et d'une carte de localisation homogènes. Seule la détection spatiale pouvait permettre de réaliser une telle étude dans un délai assez bref.

Ce travail a été mené par l'O.P.I.T., en collaboration avec l'I.G.N. (Institut géographique national) et le C.E.T.E.G.R.E.F. d'Aix-en-Provence (Centre technique du génie rural des eaux et des forêts) auquel appartiennent André Husson.

Pour le réaliser, on a utilisé les données du satellite Landsat.

Bien sûr, il présente quelques inconvénients. Seuls les feux de plus de 10 hectares sont traités. Au-dessous, le lancement peut être assuré. Elle pourra l'être en 1983 avec le lancement du satellite français Spot.

Les images qui ont été visionnées par le satellite américain ont été visualisées par un système informatique qui a permis de dresser une carte précise (fort belle d'ailleurs) des zones incendiées.

Alors, c'est l'aspect intéressant de l'étude, les scientifiques qui ont travaillé sur celle-ci ont constaté que les superficies brûlées étaient beaucoup moins importantes que celles annoncées par les différents services de l'administration.

Le tribut payé par le Var restait lourd, certes, mais il se trouvait ramené à 7.200 hectares, soit près de 30% de moins que les premières données diffusées (1).

Enfin, sur certains feux (voir tableau), les estimations pouvaient atteindre des taux d'erreur de plus de 50%. Le système Landsat après différents tests réalisés par les services de l'O.P.I.T., de l'I.G.N. et de l'Agriculture, ne laisse apparaître qu'une faible erreur puisqu'elle est inférieure à 7,5%.

On conçoit l'intérêt d'un tel travail pour les forestiers, les services de l'Agriculture qui, dotés de meilleures statistiques, pourront mener d'une manière plus rigoureuse leurs programmes de reboisement.

Enfin, en cette période d'inflation, cela n'est pas négligeable, le prix d'un travail semblable à celui exécuté en 1979 ne reviendrait aujourd'hui qu'à 31.000 F hors taxe pour les deux départements du Var et des Bouches-du-Rhône.

Philippe ISSALIS.

(1) Sur ces 7.200 hectares, 8.800 proviennent d'incendies ayant dévasté plus de 50 ha.

(2) Voir un tableau qui montre par les feux les estimations des différents services de l'administration et les résultats obtenus par le satellite américain Landsat. Des chiffres qui se suffisent à eux-mêmes.

LOCALISATION	SUPERFICIE - FEUX DE PLUS DE 50 HA			
	PROMETHÉE	D.O.A.	S.R.A.F.	LANDSAT
Le Sevens - Six-Fours	150	211	300	184
Six-Fours	100(1)	90	80	30
Draguignan	107	200	105	108
Vidauban	150	105	150	50
Pourrières - Pourcieux	105	107	500	280
Saint-Raphaël	400	303	1000	381
Cognac	800	800	1900	605
Ginasservis	1200	1200	700	450
Forcalquier - Besse	800	800	5000(2)	4017
Les Maures	5000	5800	600	130
Sottilès-Toucas	500	800-800		

(1) Dans Prométhée, ce feu est situé, par erreur, à Sittes-la-Cascade.
(2) L'erreur du S.R.A.F. indique pour ce feu 8.800 ha

R JEUDI
12 OCTOBRE

France-Culture

De 14.47 à 17.30
APRES-MIDI DE FRANCE-CULTURE
présenté par Claude Hurlimbert
● A 14.47 DEPARTEMENTAUX, AULOGNES, Barbey d'Aurevilly à VA.
● A 16.50 LIBRE APPEL A Nicolas Chopin et M. ESCOFFIER, directeur de l'opération internationale de l'IFA, d'Alger : les travaux sur les satellites qui photographient la terre.
17.32 Libre parcours récital
1 France-L'ENFANCE d'Alger : Cilla

Des séminaires permettant un véritable dialogue



Le Monde

Page 23 - LE MONDE - 24 mai 1978

LE MONDE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

La télédétection : une nouvelle vision du monde

Un dialogue sur la télédétection sera organisé par l'Association française pour l'étude des applications spatiales (A.F.E.A.S.) et l'Association française pour l'étude des applications spatiales (A.F.E.A.S.) et l'Association française pour l'étude des applications spatiales (A.F.E.A.S.)...

La télédétection est une technique qui permet de recueillir des informations sur la surface de la Terre à distance, à l'aide de satellites ou d'avions. Elle est utilisée dans de nombreux domaines, notamment l'agriculture, la météorologie, l'océanographie et l'écologie.

Les données obtenues par la télédétection sont analysées et interprétées pour fournir des informations précieuses sur l'état de l'environnement et les activités humaines. Cette technologie est en constante évolution et ouvre de nouvelles perspectives pour la recherche scientifique et l'application pratique.



L'OPIT : La voix reconnue des utilisateurs : audition parlementaire - Conseil de l'Europe - Mars 1978

Le Monde

Page 20 — LE MONDE — 24 mai 1978 ·

LE MONDE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

La télédétection : une nouvelle vision du monde

Un colloque sur « la télédétection face aux besoins des utilisateurs » a rassemblé récemment à Trégastel-Plage (Côte-du-Nord) quelque cent cinquante personnes venues d'horizons très différents (organismes publics, collectivités locales, sociétés privées...).

Cette réunion était organisée par l'Opération pilote Interministérielle de télédétection (OPIT). L'OPIT est une structure interministérielle née en 1976 d'un regroupement du ministère de l'agriculture, du ministère de la culture et de l'environnement, du ministère de l'équipement, de la délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale et de la délégation générale à la recherche scientifique et technique, tous responsables, à des titres divers, de la gestion des ressources et de l'aménagement du territoire dans le but

d'« aider à la conception et au développement d'un projet de système de télédétection qui réponde très exactement à leurs futurs besoins ».

Effectivement, ce colloque a cherché à mieux faire comprendre, d'une part, aux utilisateurs potentiels ce que la télédétection peut déjà faire et ce qu'elle pourrait faire dans les prochaines années — pour autant qu'on puisse le savoir — et, d'autre part, aux techniciens (fabricants et interpréteurs) quels sont les besoins actuels et futurs de ces utilisateurs. De telles rencontres sont indispensables, si on veut être en mesure d'adapter à ces besoins les satellites (SPOT par exemple) qui seront construits et lancés et les techniques qui seront développées, dans les quelques années à venir.

Des images reconstituées

Depuis Nadar, qui avait inspiré l'ironie de Daumier en montant en ballon pour prendre des photos aériennes, et depuis le siège de Richmond (pendant la guerre de Sécession), où la photo aérienne fut utilisée pour la première fois à des fins topographiques, on a compris l'intérêt qu'il y a à voir la Terre d'en haut. Le développement de l'aviation et de la photo aérienne, en permettant de voir d'un coup d'œil des zones locales ou régionales, a marqué le début de la télédétection. Mais depuis une quinzaine d'années, cette nouvelle façon de voir le monde a extraordinairement progressé avec les satellites et avec les techniques de radiométrie.

Les satellites ont donné un « recul » de plusieurs centaines, de plusieurs milliers et même de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres, grâce auquel l'homme a eu, pour la première fois, non seulement une vision partiellement ou entièrement globale de sa planète, mais encore une vue dynamique de celle-ci, étant donné que, pendant plusieurs années, les satellites repassent à intervalles réguliers au-dessus des mêmes régions ou sont géostationnaires (dans ce cas ils restent en permanence au-dessus du même point de la Terre).

Les techniques radiométriques mesurent la *reflectance*, c'est-à-dire la lumière solaire réfléchie par la Terre et les différents « objets » portés par celle-ci aussi bien dans le spectre visible que dans l'invisible. La lumière visible n'occupe qu'une toute petite partie du spectre des ondes radio-électriques, de 0,45 à 0,72 microns (1). Mais de la *reflectance* des ondes micro-métriques on peut passer, grâce aux hyperfréquences et aux radars, à celle des ondes millimétriques, centimétriques et même décimétriques. Les hyperfréquences ont l'avantage de pénétrer les 10 ou 20 premiers mètres des sols désertiques — d'épouvus d'eau — et elles peuvent donner des informations intéressantes sur l'eau contenue dans le sol, mais plus il y a d'eau, moins elles sont pénétrantes. Quant aux ondes émises par les radars, elles ont servi lors de l'expérience américaine Radam pour essayer de détecter le relief caché par la forêt amazonienne. Hyperfréquences et radars ont l'avantage de « voir » à travers les nuages et pendant la nuit.

Mais les unes et les autres soulèvent encore de très grands problèmes dans l'interprétation des informations ainsi collectées.

Les techniques radiométriques mesurent aussi l'*émittance*, c'est-à-dire les rayonnements émis (à partir de 3 microns et au-delà) par les sols, les plantes, les eaux, les agglomérations, etc., en fonction de la température propre à chacun de ces « objets » : d'est ce qu'on appelle l'infrarouge thermique, qui, lui aussi, peut être utilisé pendant la nuit (2).

Il y a donc la télédétection par photographies et la télédétection par images. Les mesures radiométriques, en effet, ne reproduisent pas tout ou partie de la Terre comme le font les pellicules en noir et blanc ou en couleur. Les radiomètres envoient pour chaque « point » dont les dimensions varient de quelques mètres carrés à quelques kilomètres carrés, selon l'altitude du satellite et les caractéristiques de chaque instrument de mesure, des signaux codés qui transmettent chaque mesure sous forme d'ondes radios. Captés par des récepteurs terrestres au moment où le satellite passe en vue directe du cône des antennes, ces signaux sont décodés et traités éventuellement sur ordinateur pour augmenter les contrastes ou mettre en valeur telle information. Et ce sont eux qui, ligne par ligne et colonne par colonne, reconstituent les images (assez comparables en cela aux images de télévision) qui serviront aux spécialistes de la télédétection.

La télédétection est un outil relativement nouveau. On sait déjà qu'elle permet de voir beaucoup de choses et on s'en sert effectivement pour la prospection géologique et géophysique, pour les études océanographiques, pour les prévisions météorologiques, pour l'agriculture, pour le repérage des pollutions (entre autres par rejets d'hydrocarbures ou par effluents chauds), etc. Même dans ces cas, de nombreux problèmes d'interprétation subsistent encore qui ne pourront être résolus que par des vérifications sur le terrain. Mais la télédétection en est encore au stade expérimental dans de nombreux domaines : assistance à la pêche, surveillance de l'état sanitaire des cultures, mécanismes atmosphériques, évolution dynamique des côtes, etc. En outre, elle doit pouvoir apporter quantités d'informations qui ne sont pas probablement encore soupçonnées et qu'il s'agit donc de... détecter. Cela suppose une réorganisation de la vision dont l'homme a pris l'habitude pendant les trois ou quatre millions d'années où il est resté sur la Terre et s'est contenté des seules données de son œil.

Les congressistes de Tregastel-Plage s'étaient répartis en quatre ateliers (problèmes forestiers ; problèmes agricoles ; problèmes d'aménagement et d'urbanisme ; environnement, milieu naturel et eau) qui sont parvenus à des conclusions assez semblables.

Les techniques hautement sophistiquées de la télédétection sont encore assez mystérieuses pour les utilisateurs. Faudra-t-il que ceux-ci se recyclent — se « cyclent » même parfois ? Ou sera-t-il nécessaire que les techniciens de la télédétection se spécialisent dans une branche donnée d'application ? La solution de ce problème sera probablement trouvée dans la formation d'équipes pluridisciplinaires qui réuniront télédétecteurs et utilisateurs.

● On a encore besoin de nombreuses et minutieuses opérations « vérité-terrain », c'est-à-dire de vérifications au sol ou en mer. Seules, celles-ci pourront lever les incertitudes actuelles de l'interprétation des images.

● Il faudra adapter les futurs outils de la télédétection à des besoins spécifiques. Des équipements « omnibus » risqueraient, en effet, d'être « monstrueux » — selon la formule employée par un représentant de l'Institut national de la recherche agronomique — et donc parfaitement inutilisables.

● La rapidité de la transmission des images aux utilisateurs est parfois capitale. Si le géophysicien ou le géologue peuvent en général attendre ces images pendant quelques semaines ou quelques mois, le détecteur de pollutions, l'agriculteur ou le pêcheur ont un besoin impératif de recevoir les données de la télédétection en temps réel ou en un jour ou deux.

Ce problème, capital pour l'avenir de la télédétection, a été illustré par des chercheurs de l'Office de recherche scientifique et technique outre-mer (ORSTOM). Depuis janvier dernier, le satellite européen Météosat (géostationnaire à 36 000 kilomètres d'altitude au-dessus du point 0° de longitude, 0° de latitude) envoie des images des côtes occidentales de l'Afrique dont les données brutes permettent déjà de reconnaître les *upwellings*. Ceux-ci sont des remontées d'eau froide riche et constituent donc des zones de pêche particulièrement fructueuses. Des mesures radiométriques, certes, étaient faites depuis 1972 dans le golfe de Guinée par l'avion d'Interthon (un groupement d'armateurs) et interprétées par les chercheurs de l'ORSTOM. Mais ces vols sont insuffisants pour suivre avec précision l'évolution d'une situation changeante : à certaines saisons, par exemple, l'*upwelling* venu d'Angola se déplace vers l'équateur à la vitesse de 55 kilomètres par jour. Météosat, lui, envoie toutes les trois heures des images de la structure thermique des eaux superficielles.

YVONNE REBETROL

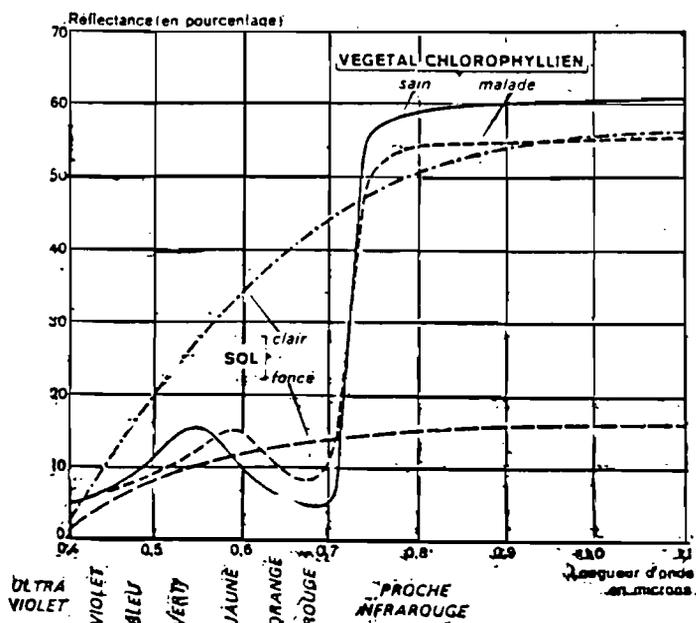
(1) Le micron est la millionième partie du mètre (ou la millième partie du millimètre). Le terme « micron » a tendance actuellement à être remplacé par « micromètre ».

(2) La principale bande du spectre utilisée par l'infrarouge thermique est située entre 8 et 14 microns parce que l'atmosphère n'est transparente que dans ces limites.

L'application aux cultures

L'estimation des récoltes est l'une des applications les plus récentes et les plus spectaculaires de la télédétection. Elle permet, en effet, d'éviter... ou de préparer des « coups de bourse » sur les cours mondiaux des céréales.

Toutes les surfaces naturelles et végétales réfléchissent la lumière solaire. Mais chaque sol et chaque espèce végétale altèrent cette réflexion d'une manière qui leur est propre. Les mesures radiométriques mettent donc en évidence les « signatures » de chacun d'entre eux (bien que la télédétection permette encore rarement l'identification, espèce par espèce, des cultures).



Pour la couverture végétale, la réflectance dépend à la fois de l'espèce et de l'état de santé des végétaux. C'est ainsi qu'une forêt de sapins ne réfléchit que 25 à 30 % du proche infrarouge (0,8 à 1,1 microns), alors que, dans la même bande de longueur d'onde, un gazon anglais aura une réflectance d'environ 70 %, celle d'un gazon banal ou d'une prairie n'étant approximativement que de 60 %.

Pour tous les végétaux, la réflectance de la bande verte est très importante, car elle est la réflectance maximum du spectre visible. C'est d'ailleurs pour cela que l'œil voit la végétation verte. Si le même végétal est malade, il prend une couleur particulière, jaune en général : sa réflectance devient alors maximum dans le jaune. Dans la plupart des cas, cependant, la maladie « vue » par la télédétection n'est pas identifiable.

De même, les sols ont une réflectance variant avec leur nature. Mais pour tous, comme pour les deux exemples montrés par le graphique, la réflectance croît régulièrement depuis l'ultra-violet jusqu'au proche infrarouge.

Si un sol est couvert de végétation, plus celle-ci est dense, plus la courbe de réflectance se rapproche de la courbe particulière à ce type de végétation. Si, au contraire, la végétation est clairsemée, rabougrie, la courbe de réflectance sera plus proche de la « signature » du sol en question.

Les altérations de la réflectance des terres cultivées peuvent ainsi donner une idée de la densité et de l'état de santé des cultures.

Depuis 1970, l'Institut national de la recherche agronomique et l'Institut national agronomique travaillent sur les applications de la télédétection à l'agriculture.

7.581 600 PIXELS
PAR IMAGE

Pour le moment, les satellites Landsat sont, sans conteste, les outils privilégiés de la télédétection spatiale. Trois satellites Landsat ont été lancés par les Américains en 1972, en 1975, en 1978. Le premier (d'abord baptisé ERTS) a arrêté ses émissions en 1978 et le deuxième est en train de le faire. Le troisième, identique aux deux premiers, a trois canaux de télévision (dans le bleu, le rouge et le vert) qui « travaillent » dans le spectre visible, et quatre canaux de radiométrie (de 0,5 à 0,6, de 0,6 à 0,7, de 0,7 à 0,8 et de 0,8 à 1,1 micron). Toutefois il a, en plus, un huitième canal pour l'infrarouge thermique (8 à 14 microns) qui n'existait pas dans les deux premiers Landsat mais qui semble avoir des problèmes pour le moment.

Les orbites des trois Landsat sont, elles aussi, identiques : orbite presque circulaire (à environ 900 kilomètres d'altitude) et presque polaire. Les trois satellites ont été lancés de façon que les deux en service simultanément soient, au même moment, aux antipodes l'un de l'autre. Ils sont héliosynchrones, c'est-à-dire qu'ils sont toujours situés au-dessus de la face éclairée de la Terre. Chaque Landsat repasse aux mêmes endroits tous les dix-huit jours.

Chaque image de Landsat « voit » un carré de 185 kilomètres de côté. Prise en 27,6 secondes, elle se compose de 7 581 600 points ou pixels répartis sur 2 340 lignes et 3 240 colonnes. Chaque pixel représente un petit carré de 57 sur 79 mètres (c'est-à-dire qu'il couvre environ 40 ares) et il est la plus petite unité « visible » sur chaque image.

Le troisième Landsat est un satellite commercial : il suffit de payer 4 000 francs pour obtenir de la NASA les images prises dans les quatre canaux radiométriques enregistrées sur bande magnétique. Les images « visuelles » sont moins coûteuses, seules, permettent le traitement des informations sur ordinateur. Lorsque l'infrarouge thermique marchera, on pourra acheter une cinquième image moyennant un supplément. De même, on peut se procurer les images des trois canaux de télévision moyennant un autre supplément. Notons que la couverture totale de la France (continent et Corse) nécessite cinquante images.

A charge pour l'acheteur d'interpréter et d'exploiter ces images avec le maximum d'astuce et de technique dont il est capable. Mais à charge aussi pour la météorologie d'être suffisamment favorable pour que l'image soit exploitable. Ainsi, pour la France dont chaque carré est « vu » 20,77 fois par an, on ne compte guère, en moyenne, toujours par an et par carré, que 2,6 images valables, c'est-à-dire avec moins de 20 % de nuages. C'est encore mieux que la Grande-Bretagne dont, en 1973, chaque carré a été « vu » d'une façon utilisable une seule fois. Mais cela diminue singulièrement les possibilités d'études répétitives... — Y. R.

CHAPITRE VI - LA FORMATION

Dans le cadre de la mission qui lui était confiée, l'Opération Pilote Interministérielle de Télédétection devait conduire un ensemble d'expériences destinées à estimer les capacités de la télédétection à répondre aux problèmes posés par les utilisateurs. Ceux-ci doivent être étroitement associés aux expériences, de la conception à l'évaluation finale des résultats obtenus. Un tel principe est essentiel et son application suppose qu'ils soient formés aux techniques qu'ils vont avoir à juger et qu'ils bénéficient d'une assistance scientifique pendant toute la durée des travaux.

Ces considérations ont conduit l'OPIT à prendre en compte les étapes théoriques suivantes :

- a) la définition de la meilleure pédagogie pour conduire les partenaires de l'OPIT à la compétence nécessaire et suffisante pour qu'ils prennent une part active et essentielle à la conception des projets, au suivi des opérations, à l'évaluation des résultats obtenus ;
- b) l'organisation, en fonction des critères retenus à l'issue de la phase précédente, de courtes sessions expérimentales de formation, afin d'en mesurer l'impact sur les participants ;
- c) la mise au point d'interventions de type assistance technique aux équipes qui opèrent sur le terrain ;
- d) la conception et la fabrication d'un matériel pédagogique adapté à ces sessions de formation.

L'OPIT a par ailleurs engagé des actions concrètes de formation et d'assistance. Elle a enfin été consultée sur des formations dispensées par des organismes divers. Ces différentes phases se sont en réalité déroulées en parallèle. Les analyses qui en sont faites ci-après retiennent cependant l'ordre théorique de présentation.

I. Elaboration méthodologique :

Il ne s'agissait pas de fournir aux fonctionnaires bénéficiant d'une collaboration de l'OPIT, une formation théorique que dispensent des organismes spécialisés ou universitaires.

L'évaluation des résultats suppose connus les principes et méthodes des traitements mis en oeuvre. Elle nécessite aussi la disponibilité d'un ensemble d'informations de référence : observations sur le terrain, cartes, statistiques, etc... Ces informations elles-mêmes doivent être rassemblées et organisées de façon à se prêter à une évaluation locale et à une évaluation générale. Un recueil exhaustif n'étant guère envisageable sur le terrain, il est important que les partenaires de l'OPIT recourent aux méthodes de sondage spatial, mais en satisfaisant aux paramètres de variabilité de la télédétection. L'évaluation elle-même doit satisfaire à des règles statistiques; sinon aucune conclusion probante ne saurait être tirée d'une expérience.

Le suivi des opérations nécessite une bonne connaissance de la chaîne de télédétection. Mais il faut également que les partenaires de l'OPIT sachent à quels moments doivent se situer leurs interventions, quelles formes elles peuvent revêtir et quels effets l'intervention peut avoir à l'aval. Une telle pratique dépasse le strict cadre technique ; elle renvoie aux problèmes du dialogue "homme-machine".

Il convient alors de mieux analyser les avantages et limites des outils techniques, à partir de l'acquis, et de bien préciser les fonctions de l'intervention humaine.

Il résulte de cette brève analyse que les partenaires de l'OPIT doivent acquérir trois familles de connaissances, ou du moins réinterpréter des connaissances acquises, en vue d'une application de la télédétection :

- la méthode expérimentale : il s'agit moins d'un rappel que de l'application de la méthode expérimentale à la télédétection et plus particulièrement encore des techniques particulières telle que l'analyse spatiale. Ici, il faut que l'utilisateur sache quels paramètres influencent la nature et la qualité de l'information télédéteectée et qu'il les applique à la région d'étude pour choisir les zones d'expérimentation. A ce niveau également doivent être posés les problèmes d'échantillonnage (nombre de zones, de parcelles, par exemple) et de répartition géographique des individus.

- les techniques et méthodes de la télédétection. Par-delà la présentation des systèmes techniques, l'accent doit être mis sur les facteurs de variabilité des mesures radiométriques, sur les différentes méthodes de lecture, traitement et interprétation des données. Dans la présentation des modules techniques, il importe de bien distinguer ceux sur lesquels l'utilisateur ne peut guère agir de ceux où des solutions alternatives lui sont offertes. Ces derniers étant définis, les éléments de choix doivent être explicités, et les capacités de chaque technique analysées à travers des cas concrets.
- la réinterprétation des connaissances thématiques. Elle doit intervenir à deux niveaux. Le premier renvoie au choix du couple (r_i, t_i) , et à la phase conception de l'expérimentation, le second aux compatibilités entre informations télédétectées et nomenclatures habituellement utilisées et aux méthodes de traitement et d'interprétation des données. D'un côté, l'utilisateur doit être capable de réaliser un zonage géographique reposant sur les variables influençant les mesures radiométriques et de choisir le (ou les) date(s) la mieux adaptée à l'obtention des informations recherchées. De l'autre côté, l'utilisateur doit être averti des différences existantes entre "nomenclatures de télédétection" et "nomenclatures classiques" ; l'accent doit alors notamment être mis sur la dimension qualitative, en même temps que quantitative, de l'information télédétectée, ainsi que sur le fait que la télédétection ne fournit qu'un instantané.

Parmi ces trois familles de connaissances, celles qui ont trait à la télédétection sont essentielles. En effet l'application de la méthode expérimentale suppose assimilés tous les paramètres intervenant dans l'acquisition et le traitement des données de télédétection. Et l'analyse thématique renvoie à un examen du contenu informationnel des données radiométriques, non seulement par rapport à différentes techniques d'acquisition ou de traitement, mais aussi en fonction des paysages et de dates différents.

Ces deux contraintes exigent que l'enseignement de la télédétection concilie deux approches, celle des systèmes techniques et celle des langages.

1.2. Les deux approches de la télédétection

L'examen que l'on peut faire des enseignements portant sur la télédétection, dispensés dans les universités ou dans des organismes spécialisés révèlent deux approches. L'une repose essentiellement sur des développements techniques, l'autre s'appuie sur les méthodes de la sémiologie.

a) Les systèmes techniques

La forme la plus commune de présentation de la télédétection - comme celle des phases successives de recherche expérimentale - consiste à exposer, selon une progression linéaire, les principes et fondements physiques, les techniques d'acquisition (capteurs-vecteurs), les méthodes de traitements et visualisation, enfin l'interprétation. Généralement les différentes options possibles de chaque module technique et les relations entre eux sont analysées. Mais les problèmes d'interprétation sont peu développés - pour des raisons parfaitement compréhensibles - : ils restent pour beaucoup à résoudre.

Ce type d'approche, lié aux conditions historiques de développement de la télédétection, est surtout le fait des spécialistes de la technologie, de la physique du rayonnement et des mathématiques soucieux de fournir aux spécialistes des thèmes d'application tous les éléments de connaissance nécessaires à l'interprétation (y compris la capacité à réaliser la critique des "sources").

b) L'analyse sémiologique

Plus récente, infiniment moins développée, elle a été introduite par un certain nombre de thématiciens (en particulier géologues, archéologues et géographes) formés aux techniques de la télédétection.

Leur approche s'articule autour de trois familles de langages :

- langages d'acquisition et contenu informationnel de la télédétection : à ce stade on recherche la nature et la qualité de l'information véhiculée par la donnée de télédétection (en fonction des longueurs d'ondes, de la résolution spatiale ou de l'échelle, du support d'enregistrement et de visualisation, de la date de prise de donnée) ; on recherche aussi les descripteurs d'images auxquels correspond chaque nature d'information et la variabilité spatiale et temporelle de cette relation. En bref, il s'agit à la fois de comprendre le "signal" et l'information qu'il véhicule et de reconnaître les formes sous lesquelles les informations thématiques sont présentées dans les images de télédétection.
- langages de traduction ou méthodes d'extraction systématique des informations recherchées. S'appuyant sur les acquis de la sémiologie graphique et des méthodes d'apprentissage de la lecture (méthodes globale et analytique) d'une part, sur les critères nécessaires et suffisants pour reconnaître et extraire des images les informations recherchées, la démarche tend à étudier la capacité des techniques disponibles (méthodes visuelles, photographiques, optiques, statistiques) à traduire de manière fiable les données de télédétection en informations thématiques. La démarche ne se limite pas à un examen indépendant de chaque technique ; elle recherche aussi les complémentarités nécessaires, s'efforçant ainsi de mieux fixer les fonctions respectives de l'interprète humain et des aides automatiques et les moments de chaque type d'intervention.

- informations télédétectées - informations thématiques. A ce niveau sont posés, sur un plan à la fois précis et général, les problèmes liés aux concepts et aux méthodes. Ainsi sont abordés les rapports entre les nomenclatures conventionnelles physiques et fonctionnelles, l'approche taxonomique et chronologique, la complémentarité des méthodes de création de l'information en fonction des niveaux de mesure, de la continuité de l'observation dans l'espace et le temps, de l'exhaustivité et de l'échantillonnage.

Ces deux approches de la télédétection et de l'interprétation ne sont pas opposées. Au contraire, elles sont complémentaires. Aucune application ne peut ignorer la manière dont les données sont acquises, prétraitées, visualisées, voire traitées. Et inversement, tout spécialiste de la technologie doit pouvoir comprendre les problèmes et les méthodes des interpréteurs et thématiciens.

Toutefois il ne paraît pas indispensable, ni même souhaitable de donner aux interpréteurs une formation aussi approfondie en matière de techniques de la télédétection qu'à ceux qui sont chargés de mettre ces techniques en oeuvre. Il convient d'abord d'admettre que l'utilisateur - sauf à faire appel aux moyens-avion - ne peut guère intervenir sur les paramètres de l'acquisition et du prétraitement : ce sont des caractéristiques qu'il lui faut simplement connaître. Par contre en matière de traitement et d'exploitation, un large éventail de possibilités s'offrent aux thématiciens : il est essentiel alors qu'ils maîtrisent les techniques de traitement pour choisir le mieux adapté au problème posé, éventuellement pour les améliorer, nécessairement pour les guider et en évaluer les résultats.

Mais le choix, quant à la formation, de l'une des deux approches de la télédétection, dépend surtout de la qualification et des fonctions des partenaires de l'OPIT. Cela au moins à court terme. Des formations différentes doivent être envisagées, à plus long terme, tenant compte de la politique des ministères en vue d'intégrer la télédétection dans les services chargés de produire régulièrement les informations nécessaires à la gestion des ressources et du territoire ou de les analyser et interpréter. Une telle politique sera elle-même définie par les résultats d'expériences et par les garanties de continuité que la technologie offrira.

1.3. Les qualifications et fonctions des "partenaires"

Indépendamment de toute considération de statut, les ministères membres de l'OPIT réunissent généralement deux catégories de services : ceux qui ont pour mission de créer les informations et ceux qui ont pour tâche de les analyser, interpréter et présenter en vue de la prise de décision. Chaque catégorie comporte elle-même, schématiquement deux groupes : les responsables de la conception, du suivi et de l'étude des actions, les personnels chargés de l'exécution des différentes actions.

A ces différences de fonction s'ajoutent des niveaux de formation initiale variable (du technicien à l'ingénieur) et des champs de compétence thématique divers, parfois extrêmement précis, parfois beaucoup plus large et synthétique.

On ne peut d'emblée tenir compte, dans le cadre de la formulation d'un programme de formation, d'une telle diversité aux qualifications et fonctions. Cependant, une pédagogie uniforme et un contenu de formation homogène pour tous ne seraient pas non plus satisfaisants. Aussi avait-on proposé des formations à la télédétection adaptées à chacun des grands domaines d'application, à savoir :

- ressources végétales : agriculture, forêt, landes examinées sous l'angle production, gestion, potentialités, etc...
- aménagement et urbanisme : utilisation et gestion du sol, infrastructure, environnement et études d'impact, urbanisation et urbanisme, etc...
- ressource en eau : formes, quantités, qualités de l'eau ; constitution et évolution : utilisation, etc...

Une telle approche, même si elle implique des modules communs (par exemple, en matière d'acquisition et de prétraitement) permet de mieux aborder les problèmes spécifiques à chaque thème (notamment quant aux contenus informationnels des données de télédétection) et de mieux analyser la complémentarité des méthodes.

On s'est interrogé ensuite sur l'opportunité de prévoir pour chaque thème, des formations séparées pour les créateurs d'informations et les analyses et interprètes. Elle paraît actuellement inopportune, d'une part à cause de l'état de la technologie, d'autre part à cause de la connaissance, que doivent avoir les analystes des méthodes utilisées pour créer l'information et des analystes, des méthodes utilisées pour créer l'information et des potentialités de la télédétection (nature et qualité, localisation possible).

Par contre, il paraît essentiel d'adapter la formation en télédétection à la compétence acquise par les partenaires de l'OPIT et au rôle que l'on souhaite les voir assumer dans le cadre des projets d'expérimentation. En clair, cela signifie que la formation doit varier en fonction d'une part des connaissances statistiques, informatiques, cartographiques ou thématiques des partenaires, d'autre part des tâches d'observation sur le terrain, de choix d'échantillons de contrôle, de l'évaluation systématique, etc... L'OPIT, ayant en particulier comme objectif d'évaluer la télédétection, et cet objectif ne pouvant être atteint sans références au terrain et sans connaissance des zones d'investigation, le programme de formation doit, à certains moments, privilégier les personnels (techniciens, ingénieurs, thématiciens) locaux, départementaux et régionaux.

Il résulte de cette analyse que trois types de formation, pour chaque domaine d'application, doivent être organisés :

- pour les responsables (conception, suivi, bilan) des études et de la création des informations (échelons centraux et départementaux) ;
- pour les personnels des services chargés de la création de l'information et de son élaboration ;
- pour les personnels locaux et départementaux auxquels une participation active aux projets d'expérimentation sera demandée (à ce niveau, l'action peut être multidisciplinaire).

Il va de soi que chacun de ces types de formation doit avoir une durée, un contenu, une pédagogie spécifiques.

II. Les sessions de Formation :

a) Séances d'initiation

Reprises ici essentiellement pour mémoire, elles sont décrites dans le chapitre suivant qui traite de l'information. De telles séances d'une demi-journée ou d'une journée complète ont systématiquement été réalisées dans le cadre des différents projets d'expérimentation par des réunions interservices et dans les divers services des Ministères. Elles avaient essentiellement pour but de produire une sensibilisation minimum, nécessaire à des développements plus importants des actions d'expérimentation et de formation.

b) Assistance technique

Là aussi nous renverrons au chapitre qui traite des expérimentations en nous bornant à signaler l'importance pour le bon déroulement de celles-ci, d'une assistance technique toujours prête à intervenir sous une forme adaptée à chaque cas particulier.

c) Sessions de formation

Intéressant des groupes d'une vingtaine de personnes rassemblées soit par une même localisation, soit par une unité d'intérêt ou de fonction, des séances de formation de 3 jours ont été organisées par l'OPIT au début de sa mission. Comportant un mélange équilibré de notions théoriques et d'exercices pratiques, elles avaient pour objectif d'amorcer un premier degré de formation pratique.

Elles ont intéressé :

- les chargés d'étude du Parc National des Cévennes et des fonctionnaires de l'Agriculture (statisticiens départementaux de Lozère et Inventaire Forestier National) du 15 au 18 novembre 1977 à Florac.
- 19 fonctionnaires départementaux et régionaux de la Statistique agricole et du SCEES du 6 au 8 décembre 1977 à Paris.
- Enfin des personnels de l'Equipement (Service Régional de l'Equipement de l'Ile de France) pour lesquels une séance avait été prévue des 12 au 14 décembre 1978 à Vincennes. Le programme de cette session est fourni page et permet de juger des sujets proposés dans ce genre de séance. Celle-ci était, lorsque c'était possible, l'occasion de manipuler sur le matériel de traitement d'un centre opérationnel (ici l'IGN à Saint-Mandé .)

S'agissant de cette dernière session, il faut noter qu'en définitive elle n'a pas eu lieu par insuffisance d'inscriptions. On doit donc s'interroger sur les raisons ayant conduit à cette situation. On peut penser que ces sessions n'auraient dû être proposées qu'après un minimum d'information et de sensibilisation qui n'avait en l'occurrence pas été donné dans les services intéressés de l'Equipement (Ile de France et Normandie). Ce point est important.

A compter de cette date, mi 78 et en fonction des enseignements apportés par les sessions tenues et l'évaluation qu'on en avait faite, des propositions ont été faites aux représentants des Ministères membres de l'OPIT (GIT et Conseil Exécutif) pour organiser de nouvelles séances selon la note figurant ci-après.

Aucune réponse n'étant parvenue, en dépit des relances faites, ce type de sessions fut abandonné au bénéfice d'une formation plus approfondie mais intéressant un moins grand nombre de personnes.

OPÉRATION PILOTE INTERMINISTÉRIELLE DE TÉLÉDÉTECTION
O. P. I. T.

DIRECTION
LE CONSEILLER

78/1065

Paris, le 2 octobre 1978

F O R M A T I O N

NOTE à l'attention de MM. .Les Représentants des Ministères membres de l'OPIT
.Les Conseillers Scientifiques de l'OPIT
.Les Responsables de projets de l'OPIT

Messieurs,

L'action de formation que m'a confiée le Directeur de l'OPIT peut revêtir trois formes :

1. Séances ou conférences de sensibilisation et d'information, d'une durée ne dépassant pas une journée. Ces séances peuvent être organisées selon les finalités suivantes :

- faire connaître la télédétection aux personnes non informées ;
- informer les personnels déjà initiés à la télédétection de progrès récents, ou encore approfondir avec eux certains aspects ;
- présenter un ensemble de démarches et de résultats obtenus dans le cadre d'une ou plusieurs expériences ;
- inviter un "spécialiste" ou une "équipe" à exprimer leur avis et exposer leurs travaux.

2. Sessions de formation pratique et théorique de plusieurs journées.

Il ne s'agit pas de dispenser une formation complète et approfondie, dispensée dans des organismes spécialisés (OFET, Universités, Grandes Ecoles), mais de donner aux ingénieurs et techniciens exerçant dans les différents services à la fois, les connaissances indispensables et la pratique d'utilisation de la télédétection. L'expérience acquise conduit à souhaiter que ces sessions soient organisées de manière à satisfaire aux conditions suivantes :

- être orientées vers un thème d'application précis ;
- être liées à un projet (la moitié au moins des participants doivent être associés à la réalisation d'une expérience) ;
- être interdisciplinaires.

3. Assistance pédagogique et scientifique aux projets.

S'adressant aux utilisateurs et thématiciens associés aux expérimentations, elle est conçue comme :

- un "suivi pédagogique" des personnes ayant participé à des sessions de formation ;
- une aide scientifique donnée sous la forme par exemple, de documentation et de présentation d'études similaires et de méthodes utilisées dans d'autres contextes, d'aide à la conception et à la mise en oeuvre de démarches d'analyse de résultats obtenus par télédétection.

La réussite des diverses actions de formation est liée à :

1/ Existence d'une documentation pédagogique.

Pour ses différentes actions de formation, l'OPIT a en 1977/78, mis sur diapositives et sur "typons", une centaine d'images, schémas, cartes, etc .. ; constitué et remis aux participants des sessions de formation, des dossiers d'exemples ; choisi et diffusé des textes de "références".

Nous vous proposons maintenant de développer la documentation pédagogique autour de trois axes.

1.1/ Documents audiovisuels :

- collection de diapositives, "typons" (pour utilisation en rétro-projection) : à actualiser régulièrement et organisée en fonction des modules des systèmes de télédétection et des domaines d'application ;
- réalisation de montages adaptés aux besoins de l'OPIT.

1.2/ Exemples pédagogiques :

Il s'agit de dossiers se composant d'un ensemble de données de télédétection (données brutes, visualisées, données traitées selon différentes méthodes, informations de références, textes d'accompagnement..)

Choisis et préparés en fonction de buts pédagogiques préalablement définis, ces dossiers doivent se prêter à :

- des manipulations pratiques dans le cadre de sessions de formation ;
- de l'auto-formation ;
- des analyses nécessaires dans le cadre de l'assistance scientifique aux projets.

1.3/ Textes de référence :

Il s'agit, pour les différentes composantes techniques des système de télédétection et les thèmes d'application, de sélectionner, mettre en forme et diffuser trois familles de textes :

- documents d'information technique et méthodologique nécessaires à la compréhension de la partie technologique de la télédétection ;
- documents dressant le bilan des systèmes et des applications ;
- documents se rapportant à des expériences précises (études de cas).

2/ Planification des actions de formation

Deux contraintes majeures imposent l'établissement d'un plan d'actions et d'un calendrier :

2.1/ La mobilisation des personnes compétentes

Relativement peu nombreux, le plus souvent accaparés par d'autres travaux, le concours de spécialistes - qui nous est, à priori acquis - ne peut être garanti et judicieux que dans la mesure où :

- les dates d'intervention peuvent être fixées longtemps à l'avance ;
- l'objet de leur intervention et la durée de celle-ci, être définis avec précision.

2.2/ La préparation matérielle

L'acquisition de données, la constitution de dossiers, la préparation de manipulations nécessitent parfois une longue préparation. De ce fait, une session de formation ne peut être organisée "instantanément" : un délai de 2 à 3 mois entre la date de décision et le moment de réalisation s'impose.

A cela s'ajoutent les préparatifs matériels : lieu, hébergement, etc ...

3/ Disponibilité de moyens matériels et financiers

L'OPIT a acquis, au cours des exercices précédents, un équipement de base (projecteur, rétroprojecteur, etc ...) et rassemblé un certain nombre de documents. Ces moyens doivent être complétés.

Mais l'OPIT est aussi conduite à faire appel à des moyens extérieurs et à prendre en charge certains frais de conférenciers et participants.

Son budget n'étant pas élastique, et pour que le meilleur parti puisse être tiré des possibilités existantes, une évaluation des coûts est indispensable et une programmation des dépenses souhaitable.

*

*

*

Pour me permettre de répondre au mieux, au cours de l'année 1979, aux objectifs de formation de l'OPIT et satisfaire aux conditions de réussite énoncées ci-dessus, je vous saurai gré de me retourner dûment remplies les fiches ci-jointes. Elles tendent à dresser le bilan des demandes en matière de formation et de documentation pédagogique .

1/ Actions de formation

En les classant selon les 3 types proposés page 1, vous voudrez bien préciser : objectif (thématique, technique, ...), les personnes auxquelles elle s'adresse (niveau de formation, nature de l'activité), le ou les projets auxquelles elle se rattache ; la date et durée souhaitée ; le lieu éventuel ; et toutes observations et suggestions que vous aurez à formuler.

2/ Documentation pédagogique

Il s'agit des documents projetables, ou de documents à exemplaire unique, que vous souhaitez voir utilisés ou pouvoir utiliser. Et cela par type de problèmes liés à la télédétection et à ses applications. Vous voudrez bien, en particulier, m'indiquer les documents liés à des expériences OPIT, qui doivent être transformés en diapositives, accompagnées d'un bref commentaire.

3/ Dossiers pédagogiques

Il s'agit de dossiers concernant les aspects de la télédétection et ses applications et pouvant être utilisés au cours de sessions de formation ou dans le cadre de "suivi pédagogique" ou encore d'autoformation. Là encore, veuillez m'indiquer quelles expériences OPIT devraient être présentées sous la forme d'un dossier pédagogique.

4/ Textes de références

Par thèmes et aspects techniques, quels sont les exemples méritant de retenir l'attention et les textes de bilan à diffuser régulièrement.

Je vous remercie par avance de vos réponses. Après leur dépouillement, je vous inviterai à une séance de travail au cours de laquelle nous pourrons arrêter le plan précis d'action pour 1979.

III. Les actions de formation interne : L'accueil de stagiaires.

Faute de personnels suffisamment nombreux pour sensibiliser puis former systématiquement dans les services ou dans les départements et les régions, l'OPIT s'est orientée, à partir de la troisième année vers des actions de formation interne.

Elle avait d'abord dispensé une formation fondamentale à ses personnels dès le démarrage de ses travaux : fonctionnaires du conseil de direction et chargés d'étude permanents. Ce sont là près d'une dizaine de personnes qui ont reçu au cours des quatre années de sa mission une formation sur le tas, franchement orientée vers les aspects pratiques et concrets, mais à qui la durée suffisante et la présence de hautes compétences dans les domaines théoriques et fondamentaux ont permis de se compléter par tous les approfondissements théoriques souhaitables.

Au cours de ses deux derniers exercices elle a reçu une dizaine de stagiaires pour des séjours de l'ordre d'une année scolaire ou a collaboré de façon particulièrement étroite avec certains personnels extérieurs.

<u>STAGIAIRES</u>		<u>Durée</u>
S. DELALANDE	Géographe	3
T. CHARPENTIER	Ingénieur des travaux géogr. IGN	6
BASLE	Ingénieur civil des Mines de Paris	2
BOULANOIR	IRIA	1
J.L. PITON	Ingénieur du corps des Mines	6
Ph. TOUYAROT	Ingénieur des Télécommunications	6
M. WOHRER	Ingénieur du corps des Mines	6
G. SELLERON	Géographe Université de Paris	12
A. FERTÉ	Ecole d'Agriculture de Beauvais	10
J.B. GUYONNEAU	Ecole d'Agriculture de Beauvais	12
M.A. LOZAC'H	Géographe Université de Rennes	6

Ces stagiaires, pour la plupart ont pris part de façon pratique à des actions de l'OPIT, qui ont alimenté leurs réflexions et sont souvent à la source des travaux académiques qui leur ont permis d'obtenir certains grades universitaires. Une liste de ces travaux est fournie ci-après.

G. Selleron	Mémoire de maîtrise de géographie. Université de Paris Val de Marne.	Méthodologie d'analyse d'un milieu biogéographique par télédétection spatiale. Forêt de Fénétrange.
A. Ferté J.B. Guyonnaud	Rapport de stage de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme d'ingénieur de l'Institut Agricole de Beauvais.	La télédétection par satellite. Présentation de l'outil. Apport dans le secteur Agricole.
A. Boëmare CETE Rouen	Mémoire de l'EHESS.	Environnement et télédétection : un exemple d'application : tracé routier en pays d'Auge.
T. Charpentier IGN	Mémoire de fin d'étude du cycle des ingénieurs des travaux géographiques.	Rapport de stage à l'OPIT.
A. Ballut IAURIF	Thèse de 3ème cycle de l'Université de Paris.	Analyse de données du satellite "Landsat" sur l'agglomération parisienne.

M. Vauzelle	Thèse de 3ème cycle de l'Université de Paris.	Géomorphologie, paysages et télédétection en Limousin.
J.J. Piton Ph. Touyarot M. Wohrer	Dossier long de 3e année Ecole des Mines.	Mythes, réalités et perspectives de la télédétection spatiale.
G. Bonnet CTGREF	Thèse d'ingénieur-docteur Université P. Sabatier de Toulouse.	Méthodes et moyens informatiques pour le traitement d'images : extraction de contour par une méthode du gradient sur une image digitalisée.
M.A. Lozac'h	DEA de Géographie Université de Rennes.	Climatologie et Télédétection.

On signalera enfin qu'un certain nombre d'étudiants ou d'élèves de grandes écoles ont eu avec l'OPIT de nombreux contacts à l'occasion de travaux sur la télédétection. L'OPIT leur a largement ouvert sa documentation et leur a parfois fourni des éléments importants dans l'orientation de leurs travaux. Cela a notamment été le cas pour 3 élèves ingénieurs de l'Ecole Nationale du Génie Rural et des Eaux et Forêts en cours de "microthèse" en 1980.

Par ailleurs des exposés sur les travaux de l'OPIT ont régulièrement été faits dans les sessions de formation de l'ORSTOM.

Stages au USA

Enfin, nous indiquerons encore dans cette rubrique l'action menée par l'OPIT auprès du Département US de l'Agriculture qui a conduit à l'organisation en 1980 de deux stages d'une année pour des fonctionnaires français du Ministère de l'Agriculture dans les services de l'USDA qui mettent au point les futures applications intéressant l'Agriculture en étroite liaison avec la NASA :

- l'un à Washington dans le Statistics Economies and Cooperative Service sur les problèmes de production agricole,
- l'autre à Houston au Forest Service sur les problèmes liés à la gestion forestière.

IV. Les expertises de l'OPIT en matière de formation

En tant que représentant des utilisateurs potentiels de la télédétection et en raison également de sa compétence technique, l'OPIT a été sollicitée à plusieurs reprises en vue de l'évaluation de programme de formation :

- par le GDTA dans la conception de ses programmes d'enseignement,
- par le Ministère de la Coopération pour participer à une mission tripartite (France, Canada, USA) d'évaluation de l'enseignement dispensé dans le cadre du Centre Régional de télédétection d'Ouagadougou en Haute-Volta. Cette mission, outre un séjour à Ouagadougou a comporté des auditions d'anciens élèves revenus dans leurs pays et organismes d'origine pour mesurer l'apport pratique que leur passage par le centre leur avait donné,

- par le Conseil de l'Europe en Juillet 1979 pour participer à une semaine de travail à Enschede (Hollande) pour élaborer des modules d'enseignement de la télédétection. L'OPIT dans ce groupe également avait pour vocation d'apporter à l'élaboration de ces enseignements le point de vue des utilisateurs,
- les Communautés enfin l'ont conviée à participer à une réunion qu'elles organisent en Septembre 1981 dans leur centre d'ISPRA.

V. Conception et fabrication de documents pédagogiques

Dans la perspective des diverses sessions de formation qu'elle avait à conduire, l'OPIT s'est trouvée devant la nécessité d'élaborer, parce qu'un tel matériel n'existait pas encore, tout un ensemble de documents pédagogiques à destination des participants à ces sessions ou à des groupes collaborants à ses expérimentations.

Il s'agissait en effet de pouvoir mettre à la disposition de ces personnels, un matériel bien adapté :

- à leur profil (niveau préalable de formation, domaine de préoccupation professionnelle)
- à leur rôle dans les expérimentations proposées et ultérieurement dans une mise en oeuvre routinière éventuelle de la télédétection dans leur service.

Un tel matériel n'existait pas. Il devait donc être mis au point à partir de documents techniques dans lesquels une sélection soignée devait être opérée.

Un premier tri a ainsi été réalisé visant à rendre disponible un petit nombre des meilleurs textes permettant aux utilisateurs, dans la perspective d'une formation pratique :

- de bien comprendre les relations thème/signal
- de choisir les données adaptées à leurs problèmes
- de connaître l'état de l'art dans leur domaine en matière de traitement et de résultats.

Parallèlement à ce choix, fortement guidé par l'aspect concret et pratique, une iconographie a été réalisée à partir notamment des travaux exécutés par l'OPIT et susceptible de servir de support à des exercices pratiques, ou à des exposés audiovisuels.

On signalera enfin dans le même ordre d'idée que l'OPIT a apporté un soutien financier important, et la compétence pédagogique de certain personnel à l'élaboration et l'édition d'une plaquette pédagogique destinée au professeur du secondaire, en liaison avec le CNES et le CRDP de Paris.

Elle a ainsi contribué de façon importante à la constitution d'un matériel pédagogique qu'elle a par ailleurs mis à la disposition des services utilisateurs qui souhaitent pouvoir en disposer.



centre de formation de vincennes

34 rue mirabeau - 94300 vincennes

LA TELE DETECTION

--

Principes et Méthodes, Applications à l'Aménagement et à l'Urbanisme
Actions de l'Administration dans ce domaine : l'OPIT

--

DUREE : 3 jours (dont 1 journée à Saint-Mandé)
DATES : 12 - 13 et 14 décembre 1978
GROUPE CIBLE : Agents des catégories A et B
LIEU : Centre de formation de Vincennes - 34 rue Mirabeau

--

OBJECTIF : Présenter la télé détection, les techniques mises en oeuvre et les méthodes d'interprétation. A travers une expérience concrète, (une journée entière sera consacrée à des traitements concrets sur le système 101 de l'IGN à Saint Mandé) faire comprendre les méthodes de traitement et d'interprétation des données de télé détection.

SCHEMA DE PROGRAMME

Introduction : La télé détection comme système de création d'informations - l'Action de l'Administration - Missions de l'OPIT (Opération Pilote Interministérielle de Télé détection).

I - Fondements de la télé détection et technologie d'acquisition : les principes physiques, l'interaction rayonnement - matière ; les techniques de saisie.

II - Nature des informations recueillies par télé détection et méthodes de traitement : de la démarche de l'interprète humain à l'analyse automatique.

III - Réalisation d'un traitement sur système interactif. Système 101 de l'IGN à Saint-Mandé

IV - Problèmes d'interprétation des résultats des traitements et élaboration de l'information .

Date limite des candidatures : 9 NOVEMBRE 1978

SERVICE REGIONAL DE L'EQUIPEMENT D'ILE DE FRANCE

CHAPITRE VII - LE PROGRAMME INFORMATIQUE DE L'OPIT

Introduction

Si l'informatique a absorbé une part importante des moyens de l'OPIT (26% du budget total, soit 3,3 M Frs) c'est que l'informatique est elle-même un maillon essentiel de l'utilisation de la télédétection multispectrale.

L'information de télédétection arrive, après tous les prétraitements, comme un fichier informatique contenant plusieurs mesures par point. Ces mesures n'ont, pour les utilisateurs du type de ceux impliqués à l'OPIT, aucun intérêt en soi.

Par contre, il existe des informations sur le terrain qui sont "utiles". Par "utiles" nous entendons qu'elles intéressent les administrations membres de l'OPIT. La nature de ces informations a été répertoriée (voir le chapitre "Besoins des administrations"). On y trouve, par exemple, un inventaire avec des postes bien définis. Le cas le plus simple ne comportant que quelques postes : Forêt, surface agricole utile, urbain , eau.

Si un ensemble de mesures radiométriques sur un point du sol n'intéresse pas, en revanche, savoir s'il s'agit d'un point de forêt, de surface agricole utile, d'eau ou d'urbain, intéresse.

Les mesures radiométriques sont l'information brute d'un point ; sa nature (forêt, surface agricole utile ou urbain dans cet exemple) est l'information utile.

La nature et la qualité des mesures d'origine sont bien entendu essentielles. L'OPIT a fait des expériences à partir de deux sources :

- Données avion, radiomètre Daedalus
- Données Landsat.

L'essentiel des résultats, si ce n'est du travail, a porté sur les données Landsat.

La transformation du fichier informatique des données brutes en une information utile est le traitement. Ce traitement peut se concevoir comme une simple photo-interprétation d'une visualisation du fichier des données brutes. Dans ce cas, il n'y a pas de fichier informatique en sortie. Dans tous les autres cas, le fichier des mesures brutes est traité par un système informatique, interactif ou non, pour donner des informations utiles.

On peut donc voir le traitement informatique comme une photo-interprétation, automatique ou semi-automatique, d'images multispectrales.

Il y a ici deux questions essentielles :

Quelles informations "utiles" la télédétection peut-elle offrir ?

A quel coût et avec quelle fiabilité ?

C'est, à partir du fichier de mesures, de la capacité du traitement de créer une information véritablement utile, que dépend l'avenir industriel de la télédétection.

De même, pour les administrations, la question essentielle est :

A quel coût, avec quelle fiabilité, la télédétection permet-elle d'obtenir les informations nécessaires à l'accomplissement des missions qui leurs ont été confiées ?

C'est par une réponse précise à cette question que doit passer la décision de créer des services de télédétection dans les administrations, c'est aussi sur cette question qu'a travaillé, pendant 4 ans, l'OPIT.

1. Informatique et télédétection

Nous ne considérons ici que l'informatique "traitement d'interprétation", et non toute l'informatique incluant les fonctions de prétraitement radiométrique et géométrique.

L'existant

Le point sur ce qui existait en 1977 a été fait à l'OPIT et publié sous le titre "Etat de l'art". Ce document, bien qu'un peu vieilli, reste d'actualité dans ses grands traits.

De manière très générale, on trouve des systèmes interactifs et de traitement par lots.

- Les systèmes interactifs sont des consoles de visualisation en terminal d'un mini ou d'un gros système. Ils disposent toujours d'une périphérie importante (disque grande capacité).
- Les systèmes de traitement par lot sont des logiciels spécifiques installés sur de gros systèmes. La visualisation est souvent assurée par une imprimante (électro statique ou ordinaire).

Ces systèmes utilisent des algorithmes :

- . d'amélioration d'image monospectrale (essentiellement lissage et seuillage),
- . de classification supervisée gaussienne ou non supervisée de type Nuées Dynamiques.

Les temps de réponse sont longs pour les classifications, ce qui limite leur utilité, tant par leur coût pour de gros systèmes, que par l'impossibilité pratique de les utiliser pour les systèmes interactifs : en effet, on se décourage vite lorsqu'il faut attendre 20 mn entre chaque interaction.

Les perspectives

- Sur le plan de la recherche, des méthodes nouvelles apparaissent :
 - . classement non paramétrique,
 - . utilisation simultanée des données spectrales et spatiales.On procède en deux temps :
 - .. découpage de l'image en parcelles à partir de l'information spatiale,
 - .. classification de chaque parcelle à partir de toutes les radiométries qu'elle contient. Chaque parcelle (et non plus chaque pixel) est donc affectée à une classe.
- Sur le plan industriel, de nouveaux types d'ordinateurs sont apparus :
 - . les Array Processeurs qui permettent des calculs beaucoup plus rapides
 - . les machines à calcul bit-parallèle (Staran développé chez Goodyear sur commande NASA, Propal 2 développé en France par Thomson CSF)
 - . les machines câblées pour traitement d'image (Picab du Pr. Kruse, Suède).

Tous ces calculateurs cherchent à diminuer d'un ordre de grandeur les temps d'exécution. Ceci est indispensable pour obtenir des systèmes interactifs utilisables avec des fonctions assez complexes (classement de Gauss par exemple).

Cette évolution des systèmes de traitement d'image est tout à fait naturelle. La conclusion essentielle de l'expérimentation de l'OPIT est double :

- les systèmes actuels ne sont pas suffisants, la fiabilité des résultats est trop faible,
- on obtient une bonne fiabilité seulement lorsqu'après avoir essayé plusieurs systèmes, on choisit le meilleur.

Ceci implique que les systèmes interactifs devraient être dix fois plus rapides, au moins, que ceux d'aujourd'hui et disposer d'une large palette de traitement. Actuellement chaque système ne permet en général qu'un seul traitement (supervisé gaussien ou Nuées Dynamiques le plus souvent).

Ces nouveaux systèmes laisseront la possibilité, dans le temps imparti actuellement à un traitement (20 mn environ pour une image Landsat 512 x 512 de faire entre 10 et 20 traitements pour pouvoir choisir le meilleur.

Il faut attendre encore environ deux ans pour que ces systèmes en arrivent à un stade industriel final.

2. Evaluation et développement des traitements de télédétection.

Les principes.

La mission de l'OPIT avait plusieurs aspects distincts :

- Tester les possibilités dont disposaient les laboratoires et organismes qui font de la télédétection.
- Faire connaître leurs activités et possibilités aux administrations.
- Evaluer la valeur et l'intérêt que les administrations peuvent trouver dans les résultats obtenus.
- Obtenir une amélioration des traitements.

L'action informatique de l'OPIT s'est donc concentrée sur trois points :

- . Effectuer des traitements et les diffuser aux utilisateurs. C'est l'activité "traitements".
- . Evaluer objectivement les résultats du point de vue de l'utilisateur. C'est l'activité "évaluation".
- . Financer une étude sur de nouveaux traitements. C'est l'activité "nouveaux algorithmes".

Le premier point a été partagé entre une action entièrement sous-traitée à des organismes de compétence (IGN, CNES, IFP, CESR, ARMINES, ORSTOM, SFERES, ...) et des travaux faits sous contrôle direct de l'OPIT (sur le système GICS).

Il a été traité en tout plus de 64 millions de pixels, dont 63% en sous-traitance, et 37% sur le système GICS.

Le deuxième point, l'évaluation, a été entièrement, pour des raisons d'éthiques évidentes, sous contrôle direct de l'OPIT. On ne pouvait en effet demander à un laboratoire ou un organisme d'évaluer l'apport de son travail à l'administration, encore moins comparer l'intérêt des résultats de son travail avec ceux des autres laboratoires.

Le troisième point, les nouveaux algorithmes, a été sous-traité à l'AUT mais réalisé dans les locaux de l'OPIT en relation avec les utilisateurs.

Le coût global de l'informatique a été de 3,3 M de Frs répartis entre :

2 millions Frs de sous-traitance
1,3 million Frs d'activité propre.

Le premier poste, sous-traitance, comprend le traitement complet d'images, y compris l'interprétation.

Le deuxième poste comprend :

- des traitements (non compris l'interprétation faite par des chargés d'études de l'OPIT)
- toute l'évaluation
- le développement des nouveaux algorithmes.

a) Les traitements

Nous ne considérerons ici que les traitements faits directement à l'OPIT. Ils ont été faits dans le cadre du système GICS installé en deux centres de calcul : le CIRCE (CNRS), le CERIT (Ministère de l'Agriculture).

Le système, dans son principe, n'est pas différent des systèmes standard de traitements par lot. Son avantage essentiel a résidé pour l'OPIT dans sa rapidité d'exploitation contrairement à ce qu'impliquait le travail sous-traité, générateur de délais parfois prohibitifs.

b) L'évaluation

La méthodologie de l'évaluation n'est pas immédiate. Plusieurs solutions étaient en effet possibles.

Une première direction envisagée a été de faire une étude purement théorique. En effet, prenons le cas particulier des traitements supervisés purement spectraux. Dans ce cas, toute l'information concernant une classe est contenue dans sa densité de probabilité. Etant donné les

densités de probabilité de chaque classe, et un algorithme donné, il est en principe possible de calculer la probabilité de bon classement, donc la fiabilité des résultats d'un tel algorithme sur de telles données.

Soit $(\psi_i)_{i=1,2}$ l'ensemble des densités de probabilité des classes. L'algorithme estime ces densités pour $(\hat{\psi}_{i,N_i})_{i=1,2}$ (N_i est le nombre de pixels des parcelles d'initialisation de la classe i). Si les hypothèses statistiques sont adaptées, $\hat{\psi}_{i,N_i} \rightarrow \psi_i$ lorsque $N_i \rightarrow \infty$ et les probabilités de mauvais classement convergent vers le minimum possible, sinon il n'y a pas convergence. Néanmoins, il est possible dans tous les cas, au moins en principe, de calculer les probabilités de classement. En effet, à partir des $\hat{\psi}_{i,N_i}$ on calcule les zones C_{i,N_i} d'attribution à chaque classe (par maximum de vraisemblance par exemple), puis les probabilités de classement :

$$\left(\begin{array}{c} \text{pixel classifié} \\ \text{en classe N}^{\circ} i \end{array} \middle| \begin{array}{c} \text{pixel en} \\ \text{classe N}^{\circ} i \end{array} \right) = \int_{C_{i,N_i}} \psi_i$$

L'objection est qu'on ne connaît pas les (ψ_i) , les densités de probabilité exactes. La seule chose possible est de les estimer. Or si l'on avait une bonne méthode d'estimation, on l'utiliserait d'abord pour avoir le meilleur algorithme, donc la meilleure fiabilité des résultats, au coût maximum, quitte ensuite à essayer des hypothèses simplificatrices pour réduire les coûts. Mais ce n'est pas le cas. Si les densités de probabilité ne sont pas d'une forme paramétrique ou semi-paramétrique connue, on ne sait faire l'estimation d'une densité de probabilité à quatre dimensions (l'histogramme comporte environ 4.10^9 valeurs).

Une deuxième direction envisagée a été une comparaison des résultats présentés sous forme de visualisation avec des informations recueillies sur site (vérités terrain de contrôle). Deux objections apparurent très vite :

- la méthode est longue à mettre en oeuvre, à cause des déformations géométriques
- le calcul des pourcentages est très long : il faut compter manuellement les pixels à l'intérieur des parcelles.

Nous nous sommes donc dirigés vers la troisième solution, informatisation complète des vérités-terrain de contrôle. C'est d'ailleurs cette méthode d'évaluation qui allait se développer aux Etats-Unis.

Dans le cas d'une nature donnée de vérité-terrain (forêt par exemple), la vérification manuelle était parfois compétitive, dans le cas de bons résultats. Mais dès qu'il fallait tester plusieurs possibilités, comme ce fut le cas la plupart du temps, seule la méthode informatique restait possible.

Il a donc fallu développer un logiciel de gestion d'images pour faire cette évaluation. Ce système, le GICS, devrait servir à d'autres tâches également.

c) Les nouveaux algorithmes

Devant la faiblesse des résultats obtenus par les systèmes standard d'une part, par la facilité de tester directement des algorithmes sur le système GICS d'autre part, il a été conclu une étude de réalisation de nouveaux algorithmes. Les interfaces avec le système GICS étant standard (fichier informatique), le seul travail a été l'implémentation des algorithmes eux-mêmes, qui se sont intégrés immédiatement dans la chaîne GICS, transformant le système d'évaluation en un système de traitement.

3. Les réalisations du programme informatique de l'OPIT

Nous ne parlerons ici que des travaux faits sous le contrôle direct de l'OPIT, non des travaux sous-traités.

Pour les besoins de l'évaluation, l'OPIT a créé un premier noyau de logiciel, le GICS. Ce dernier permet de croiser un résultat de traitement et des informations de contrôle prises sur le terrain. Le GICS est donc, ici, essentiellement un système de gestion d'image.

C'est sur ce noyau que, pour un coût négligeable, l'OPIT a ajouté des traitements classiques (classement gaussien, Nuées Dynamiques) pour obtenir plus de souplesse dans ses expérimentations. En effet, si un traitement standard demande toujours plusieurs mois d'exécution en sous-traitance (passation du contrat, lenteurs administratives), en interne le résultat est obtenu à un coût minime, en quelques jours. De plus, le contrôle exigé sur la nature exacte du traitement effectué est beaucoup plus facile.

Les nouveaux algorithmes écrits sous contrat à l'OPIT ont été intégrés à cette chaîne.

Le travail informatique propre de l'OPIT, évaluation, traitements, développements de nouveaux algorithmes, s'est donc centré sur le logiciel GICS dont nous donnons ci-dessous une description.

a) Le GICS - Noyau initial

Description

Nous ne donnerons ici qu'une description fonctionnelle. Une description plus technique est en annexe. Une description complète est dans le manuel d'utilisation.

En entrée on dispose :

- d'une part d'une bande magnétique "résultat de traitement" venant d'un contractant. Ce fichier comprend, pour chaque pixel, un numéro de classe.
- d'autre part, un fichier de "parcelles de contrôle" levé par l'OPIT en collaboration avec les administrations membres (DDA, chargés de mission, conseiller scientifique). Ce fichier comprend des noms de parcelles,

avec en face :

- ses coordonnées dans l'image, c'est-à-dire sa localisation,
- des observations relevées en allant voir sur le terrain.

Le premier travail du système, est de lire les coordonnées des parcelles de contrôle, et, à l'aide de la bande magnétique "résultat de traitement", de calculer le nombre de pixels de chaque classe du traitement dans chaque parcelle. Ceci donne un tableau de la forme :

Nom de la parcelle	classe n° 1	classe N° 2	...	classe N° j	...	classe N° m
XXX ₁	a _{1,1}	a _{1,2}	...	a _{1,j}	...	a _{1,m}
XXX ₂	a _{2,1}	a _{2,2}		a _{2,j}		a _{2,m}
.
.
XXX _i	a _{i,1}	a _{i,2}	...	a _{i,j}	...	a _{i,m}
.
.
XXX _n	a _{n,1}	a _{n,2}	...	a _{n,j}	...	a _{n,m}

où a_{i,j} est le nombre de pixels de la parcelle XXX_i qui ont été classifiés par le système de traitement de télédétection dans la classe N°j.

D'autre part, le système connaît, par son fichier de "parcelles de contrôle", la "véritable nature" des parcelles. C'est-à-dire qu'il dispose d'un tableau, issu des observations sol, de la forme, dans le cas le plus simple :

Nom de la parcelle	Occupation du sol	
XXX ₁	L ₁	où L est une variable logique; de modalité, par exemple : urbain, forêt, surface utile agricole (SAU) ...
XXX ₂	L ₂	
.	.	
.	.	
XXX _i	L _i	
.	.	
.	.	
XXX _n	L _n	

On trouve donc, par exemple :

Nom de la parcelle	Occupation du sol
XXX ₁	Forêt
XXX ₂	Forêt
⋮	⋮
XXX _i	SAU
⋮	⋮
XXX _n	Urbain

Le système croise ces deux types d'informations pour donner des tables de contingence de la forme, par exemple :

Traitement \ Contrôle	FORET	SAU	URBAIN
FORET	p _{1,1}	p _{1,2}	p _{1,3}
SAU	p _{2,1}	p _{2,2}	p _{2,3}
URBAIN	p _{3,1}	p _{3,2}	p _{3,3}

$$(\sum p_{i,j} = 1)$$

Ces tables permettent de donner une mesure de la fiabilité des résultats de télédétection.

Par exemple, p_{2,3} est la probabilité qu'un pixel soit à la fois :

- de la SAU
- classifié en urbain.

Une étude standard de cette table de contingence permet de calculer les fiabilité du système de télédétection.

Par exemple, un tableau de la forme

Traitement Contrôle	FORET	SAU	URBAIN
FORET	. 40	0	0
SAU	0	. 50	0
URBAIN	0	0	. 10

signifierait une fiabilité de 100%
alors que le tableau

Traitement Contrôle	FORET	SAU	URBAIN
FORET	. 16	. 20	. 04
SAU	. 20	. 25	. 05
URBAIN	. 04	. 05	. 01

signifie une fiabilité nulle.

Exploitation

Toutes les tables exprimant la fiabilité des résultats des différents traitements ont été obtenues par ce système. Elles sont publiées dans les différents rapports "évaluation" de l'OPIT.

Comme tout système, l'exploitation a été assez lourde au départ. En effet, le cycle complet se décompose en :

- obtention d'un fichier "résultat" du contractant qui soit sous le bon format
- prise des observations de contrôle (contacts avec les DDA, voyage, etc ...)
- informatisation de ces informations, avec les problèmes classiques impliqués (erreurs de codage, frappe des cartes, etc ...)
- calage des parcelles sur l'image (fait du laboratoire LAEP de l'Université Louis Pasteur à Strasbourg)
- intégration des fichiers.

En dehors des problèmes de personnel, difficiles à gérer dans une opération qui ne dispose pas de main d'oeuvre permanente, l'exploitation s'est révélée sans surprise après une période de mise en route.

b) Première extension . Traitements standards

Description

Les programmes de traitements suivants ont été implantés,

- Traitement supervisé de Gauss
- Traitement non supervisé des Nuées Dynamiques séquentielles.

Le premier a été entièrement écrit, le deuxième a été adapté du programme général de la SNCF. Leur description précise est donnée dans le manuel d'utilisation du GICS. Du point de vue fonctionnel, ces programmes sont essentiellement standards. Seules innovations :

- pour le programme de Gauss, en dehors du fait que l'on y a intégré la bien connue "distance de Manahanobis", on s'est réservé une possibilité de calcul des moyennes et matrices de variance-covariance des classes en donnant le même poids à chaque parcelle, et non plus, comme d'habitude, à chaque pixel ; cela bien entendu pour essayer de lutter contre la corrélation spatiale, rarement non négligeable. De fait, cette estimation s'est révélée meilleure.
- le programme des Nuées Dynamiques séquentielles s'est révélé converger, mais lentement. On "paye" donc bien le faible encombrement machine de cet algorithme.

Exploitation

Il a été traité de l'ordre de 20 millions de pixels, soit environ 30% de tous les pixels traités par l'OPIT (sous-traitance comprise). Après une période de mise en route, le temps d'attente pour la sortie d'un traitement était très court (de l'ordre de un à deux jours).

c) Deuxième extension. Les nouveaux algorithmes

Raison d'être

L'état de l'art avait montré, dans le domaine civil et "ouvert", très peu de sophistication réelle des traitements. Devant la faiblesse des premiers résultats obtenus, il est apparu intéressant de savoir si les résultats étaient mauvais pour des causes intrinsèques à la prise de données, ou au manque de possibilité des traitements. En effet, dans le premier cas, la technique possède un avenir limité, dans l'autre un développement technique peut la rendre utile, dans le sens économique du terme.

Le temps était trop court pour se lancer dans une véritable étude théorique large. On s'est contenté de réécrire des algorithmes déjà utilisés aux USA dans des sociétés (pétrolières) qui ne donnent pas comme l'université, leurs produits.

Description

Une description technique complète est en annexe.

- . Un premier aspect est de pouvoir utiliser des "signatures" arbitraires. Soit, x_1, \dots, x_n les mesures faites sur un pixel. Il existe des fonctions de ces n variables, indices de végétation par exemple, qui doivent comporter une meilleure information que les données initiales pour tout traitement subséquent. Par exemple, on remplace x_1, x_2, x_3, x_4 par $(x_3 + x_4) / (x_1 + x_2)$.
- . Il existe ensuite des programmes de classement supervisé : classement bayésien (ou par maximum de vraisemblance) à partir d'une estimation des densités de probabilité par un histogramme. Ce programme fonctionne pour des données à une ou deux dimensions. Pour les plus grandes dimensions, il est donné un classement supervisé (bayésien ou maximum de vraisemblance) à partir d'une estimation des densités de probabilité par "pseudo-orthogonalisation", c'est-à-dire pour chaque classe :
 - on estime le plan propre,
 - dans le plan propre, la densité est estimée par un histogramme
 - en-dehors du plan propre, l'estimation est gaussienne.

Exploitation

Ces logiciels ayant été opérationnels assez tard à l'OPIT, n'ont pas été exploités systématiquement comme les traitements standards. Ils ont été exploités surtout dans le cadre des expériences sur l'Aisne. Une mauvaise connaissance par les chargés d'études de l'OPIT des propriétés statistiques de ces algorithmes a rendu leur exploitation non significative.

d) Produit final - Caractéristiques

Après avoir permis à l'OPIT de réaliser son évaluation, puis environ un tiers des traitements, le GICS reste à la disposition des administrations de tutelle.

Il s'agit d'un logiciel de traitement et d'évaluation de télédétection, réalisé sur gros calculateur.

Sa description complète est sur le manuel d'utilisation. Les caractéristiques essentielles sont :

- Logiciel très général fonctionnant sur gros calculateur IBM 370 sous O.S. 37.0.
- Logiciel écrit largement en Fortran, ce qui facilite largement la transportabilité. Ce système a d'ailleurs été installé au CERIT du Ministère de l'Agriculture à Toulouse.
- Logiciel relativement peu performant en temps d'exécution CPU, ceci dû à l'écriture en Fortran et à la généralité exigée.
- Logiciel contenant :
 - des algorithmes classiques supervisé gaussien, Nuées Dynamiques
 - des algorithmes non standards.

D'autre part, le CERIT a développé d'autres logiciels originaux.

4. Conclusions

Dans le domaine de l'informatique l'apport de l'OPIT est essentiellement dans l'exécution, même partielle, d'un programme d'évaluation d'une part, et dans l'écriture d'un système de traitement d'autre part.

L'évaluation

C'est la première fois en France qu'une étude de la fiabilité des résultats de télédétection est faite. Aux Etats-Unis, de telles études ont été faites, sur le même principe, mais sur un seul thème. L'aspect interministériel de l'OPIT lui a permis, au contraire, une évaluation globale sur de nombreux thèmes simultanément. On sait d'autre part que les résultats obtenus aux Etats-Unis ne sont pas généralisables à la France.

Bien que trop limitée, l'expérimentation de l'OPIT a montré qu'en France, cela pouvait et devait se faire, avec la collaboration des utilisateurs. Elle a de plus donné une méthodologie et des premiers résultats.

Diffusion du GICS

L'OPIT laisse à la disposition des administrations un logiciel de traitement d'image, assez bien transportable, comprenant outre des algorithmes standard, des algorithmes récents et inconnus jusqu'alors en France, bien qu'utilisés aux Etats-Unis. Ce système, très général, pouvant tourner sur tout gros ordinateur, n'est pas très performant. Néanmoins, il permet, pour un coût très minime*, à une administration qui dispose d'un gros calculateur - cas fréquent - de se familiariser à la télédétection, et de se faire une opinion sur son utilité.

Par son exploitation faite à l'OPIT, le GICS a permis de se faire une meilleure idée de ce qu'il faut attendre de la télédétection. Par sa diffusion, il doit familiariser, pour un coût négligeable, les administrations avec cette technique.

Il constitue ainsi une base pour le transfert de technologie nécessaire au développement d'applications opérationnelles.

* cf. page 261

ANNEXE I

LOGICIELS DE LA CHAÎNE GICS

=====

- Classification non supervisée
 - Nuées dynamiques Distance du KHI2
 - Distance de Sebestien
 - Distance Euclidienne

- Classification supervisée Gaussienne

- Analyse en composante principale

- Analyse linéaire (classement)

- Méthode des histogrammes (HIST 1 et HIST 2)

- Dépouillement d'enquête parcellaire pour les méthodes supervisées

- Combinaison d'image de dates différentes

- Transformations locales

- Extraction de contour

- Formatage, extraction et compression d'image au format <S>

- Visualisation (imprimante standard ou électrostatique)

- Classement à partir des composantes principales basées sur un histogramme à 2 dimensions (c PHT 2)

- Classement par distance à un plan

- Signatures (Combinaison de Canaux) (HST BR 1)

ANNEXE I I

DESCRIPTION DU SYSTEME "GICS" *:

Le système GICS a pour fonction la gestion des données dans un double objectif : la comparaison de résultats de traitements (comparaison entre résultats par rapport à des données de référence) et les traitements proprement dits.

Pour ce faire, les fonctions suivantes doivent être remplies au préalable :

1. réception, lecture, copie et stockage des bandes
2. mise au format des données
3. création d'un fichier de données "terrain"

Le GICS accepte, en entrée :

- . des données radiométriques (Landsat, Daedalus, Bendix, NOAA, ...)
- . des données "terrain" codées et repérées
- . des résultats de traitements conservés sur bande
- . des cartes "paramètres" pour actionner les différents programmes que l'on veut utiliser.

Les sorties sont :

- . des listings comprenant, soit des résultats de traitement, soit des comparaisons de résultats de traitement
- . des visualisations soit de données radiométriques, soit de résultats de traitement sur une imprimante électrostatique ou sur une imprimante classique
- . des bandes pour conserver les résultats ou préparer d'autres visualisations sur d'autres systèmes (VIZIR, VISUMAT, table traçante, écran).

*

*

*

* GICS : Gestion des données Images et Comparaison avec des points de référence au Sol.

1 . Réception, lecture, copie, stockage des bandes

Fonction propre à tout système informatique - pas de remarques particulières. On distinguera :

1/ des données radiométriques dites "données brutes" :

- des données Landsat en format "Sioux Falls"
- des données Landsat en format "Telespazio"
- des données Daedalus des campagnes "Bouches du Rhône"
- des données Bendix
- des données NOAA

2/ des données "terrain" :

Celles-ci sont issues du codage et du repérage des informations de référence recueillies sur le terrain à l'occasion d'expérimentations.

3/ des résultats de traitement,

provenant des divers contrats. Il est en effet demandé à chaque contractant de livrer les résultats acquis sur bande magnétique. On parlera alors de "bande résultat" ou de "données classifiées".

2 . Mise au format

La diversité des techniques d'enregistrement et les origines multiples des images impliquent inévitablement des fournitures à des formats différents. On a adopté pour le GICS l'option de convertir en un format commun les données acquises (données brutes comme données classifiées) afin de normaliser les interfaces d'accès des modules de traitement du GICS. Compte tenu de l'objectif essentiel de comparaison des résultats, on a créé un format qui permet un accès direct à une ligne d'enregistrement ou à un groupe de lignes consécutives pour pouvoir extraire une zone précise de l'image. Ce format est dit format "S". Le cahier des clauses et conditions spéciales annexé à chaque contrat passé par l'OPIT à un façonnier, stipule que les résultats fournis par ce contractant doivent être livrés sur bande en format "S". Ce format a la caractéristique de stocker les données radiométriques (ou classifiées) ligne par ligne, et, sur chaque ligne, les valeurs des différents canaux pixel après pixel.

3 . Création d'un fichier de données "terrain"

A partir des informations de référence recueillies sur le terrain, on va créer un fichier "données terrain".

Ce fichier se compose :

- . de l'ensemble des descriptions des parcelles : pour chaque parcelle, c'est une succession de variables, chacune d'elle étant décrite par une valeur numérique. Ces valeurs numériques proviennent d'un codage des différentes variables observées sur le terrain : nature de l'occupation du sol, stade végétatif, pourcentage de couvert, humidité de surface, porosité de surface, nature du sol et du sous-sol, etc ... Sont également enregistrées les coordonnées des sommets des parcelles de référence. Il s'agit là de coordonnées "images" dans le référentiel de la scène traitée ; c'est une passerelle obligatoire pour passer des données "terrain" aux données radiométriques ou classifiées. L'ensemble des variables forme le fichier des données "DATA".
- . de la description de ce fichier, qui sert aux programmes de traitements ultérieurs et que l'on appelle le "dictionnaire", "DICO".

Le fichier des données est comparable à une matrice : en ligne les parcelles, en colonne les variables. La matrice pourra être explorée ligne par ligne jusqu'à satisfaction des critères indiqués. Chaque parcelle a le même format et comporte un identifiant puis les variables codées (les coordonnées "images" de chaque parcelle sont comprises dans les variables).

4 . Gestion des données (traitements et comparaison des résultats)

Avant de passer aux traitements proprement dits ou aux visualisations des données brutes ou des données classifiées, un certain nombre d'opérations sont nécessaires.

Celles-ci sont destinées à faciliter les travaux tant du point de vue du manipulateur que de celui d'une utilisation rationnelle des capacités d'un ordinateur.

L'option choisie est celle d'une manipulation la plus aisée possible ne nécessitant pas de connaissance particulière de l'informatique. Le manipulateur pourra être un utilisateur quelconque de la télédétection, connaissant bien le problème qu'il veut traiter, c'est-à-dire, les types de données de télédétection à gérer, les données terrain à sa disposition, les divers résultats disponibles : le système GICS a été écrit pour que cet utilisateur n'ait plus qu'à entrer les cartes de contrôle nécessaires et suffisantes.

L'assistance technique, nécessaire au début, est appelée à se réduire, du moins pour les opérations de routine.

Le GICS a été écrit pour fonctionner sur IBM 370-168 et a été ensuite transféré sur IRIS 80.

4.1. Les programmes préparatoires

ZONEFS (sélection de zones)

Si l'utilisateur ne travaille que sur une ou quelques parties d'une ou plusieurs scènes, le programme ZONEFS va permettre de créer la zone étudiée, c'est à dire sa collection de sous-scènes en format "S". Deux cartes de contrôle sont utilisées : pour donner un nom à la zone créée et pour indiquer les coordonnées des sous-scènes que l'on veut sélectionner.

PSELEC (sélection de parcelles)

Ce programme permet l'extraction de parcelles sur lesquelles on possède des informations de références ainsi que leurs coordonnées. On utilise en entrée les fichiers DATA et DICO et des critères choisis par l'utilisateur pour extraire les parcelles désirées (par exemple toutes les parcelles portant telle culture). Ces critères sont numérotés et constitueront autant de "classes de vérités-terrain". Les cartes de contrôle indiquent le "nom" des parcelles, ou les coordonnées des sommets, ou les variables désirées. On obtient en sortie un fichier de parcelles extraites (enregistrement de longueur fixe comprenant les coordonnées "images" des parcelles extraites), COORD, destiné au programme d'extraction des valeurs radiométriques ainsi que des listings indiquant le nombre de parcelles sélectionnées et leurs coordonnées .

4.2. Les programmes principaux

AEXPP

Ce programme va transformer les données telles qu'elles se présentent, c'est-à-dire dans la géométrie de l'image, en une matrice afin de pouvoir exécuter facilement les traitements numériques.

A l'aide du fichier COORD des parcelles extraites grâce à PSELEC, d'une scène en format "S" sélectionnée par ZONEFS et de cartes de contrôle, le programme AEXPP va construire un fichier MAT et son fichier associé FMAT (1) :

- un fichier MAT est la matrice des données : chaque ligne représente un pixel, les valeurs radiométriques des canaux sélectionnés figurant en colonne. C'est une succession d'enregistrements de longueur fixe.

- un fichier FMAT, format de MAT, contenant les informations de contrôle.

(1) Remarque : un sous programme spécial, EXTL, permet d'extraire la radiométrie de tous les pixels inscrits à l'intérieur d'un polygone quelconque (parcelle) décrit par les coordonnées de ses sommets. Le nombre maximum de sommets est fixé à 50.

GEORES

Le rôle de GEORES est de reconstituer la géométrie des parcelles à l'aide du fichier FMAT et d'un fichier MATP qui est la matrice des pixels classifiés (voir § CONFUS). Les fichiers FMAT et MATP ont le même nombre de lignes :

	Matrice MAT		Matrice MATP	
pixel K	valeur dans canal 1	...	valeur dans canal i	numéro de la classe après traitement

FMAT contrôle le format de MATP et son contenu va permettre à GEORES de reconstituer chaque parcelle et créer pour chacune d'elle un fichier en format "S" contenant les numéros de classe des pixels dans les positions géométriques d'origine.

On l'assimile à une scène ne contenant qu'un seul canal. GEORES range ces parcelles les unes à la suite des autres dans un fichier unique appelé MULTI "S".

CONFUS

Ce programme travaille sur la matrice des pixels classifiés, c'est à dire un fichier MATP associé à son fichier FMAT, pour construire des tableaux de classement des pixels.

Le fichier MATP peut provenir :

- soit d'un traitement sur la matrice MAT produite par AEXPP
- soit d'une bande "résultats" contenant des données classifiées en format "S" et provenant d'un autre système de traitement.

Ce fichier est constitué d'enregistrements contenant chacun un numéro de pixel et un numéro de classe.

Le fichier FMAT associé permettra de délimiter, dans MATP, l'ensemble des pixels de chaque parcelle et d'inventorier les numéros de classes affectés aux pixels par les programmes de classement/classification effectués précédemment.

CONFUS produit un résultat sur listing comprenant par traitement et par zone d'expérimentation :

- un tableau du classement des pixels, parcelle par parcelle

N° Parcelle	Classe du traitement						Nombre de pixels
	1	2	3	j	n		
1	N %						
2							
i				N _{ij} %			

- un tableau permettant de comparer, de façon globale sur l'ensemble des parcelles d'évaluation, la répartition des pixels selon les classes du traitement et les catégories de vérité-terrain (ou postes de nomenclature recherchée).

A partir de ces tableaux de base (un par traitement et par zone) comprenant des nombres de pixels, on calcule les pourcentages en ligne, les pourcentages en colonne et les pourcentages normalisés (plusieurs normalisations sont possibles).

Tableau du traitement T_1 sur l'expérimentation α

Catégorie de VT	Classe du traitement	1	2	j		Nombre de parcelles	Nombre de pixels
		N % ligne % colonne					
1					100		
2							
i				$q_{i,j,\alpha}^N$	100		
		100		100	100		

N = nombre de pixels classés par le traitement dans la classe j et appartenant à la catégorie "terrain" i .

La matrice des pourcentages en lignes $q_{i,j,\alpha}$, α étant l'indice de l'expérimentation donne pour chaque poste i de la nomenclature (vérité-terrain) la répartition en pourcentage des pixels des parcelles d'évaluation de ce poste dans les différentes classes j du traitement.

Si l'on dispose de plusieurs expérimentations réalisées avec le même traitement, on pourra estimer la stabilité de celui-ci en prenant comme estimateur de la probabilité d'avoir des pixels du poste i dans la classe j la moyenne arithmétique des $q_{i,j,\alpha}$

$$\frac{\sum_{\alpha=1}^m q_{i,j,\alpha}}{m}$$

(Le nombre de parcelles d'évaluation doit être équivalent d'une zone à l'autre sinon on prend le barycentre).

On calcule ensuite les variances de l'estimation pour chaque zone

$$V_{i,j,\alpha} = \frac{q_{i,j,\alpha}(1 - q_{i,j,\alpha})}{n_{\alpha,i}}$$

(n nombre de parcelles du poste i)

Pour une expérimentation, on prend pour intervalle de confiance :

$$(q_{i,j,\alpha} - \epsilon_{i,j,\alpha}, q_{i,j,\alpha} + \epsilon_{i,j,\alpha})$$

si un des pourcentages $q_{i,j,\alpha}$ sort de son intervalle de tolérance, on rejette l'hypothèse de stabilité des résultats.

Le même traitement est ensuite appliqué aux pourcentages en colonne. La matrice des probabilités en colonne donne la répartition des pixels d'une classe i du traitement dans les différents postes de la nomenclature.

4.3. Les programmes de sortie

EXREENT

Ce programme travaille avec en entrée le fichier MULTI "S" produit par GEORES où sont rangés les pixels classifiés dans leur position géométrique. Il permet d'obtenir en sortie des bandes magnétiques en format "S" contenant une ou plusieurs zones selon les utilisations ultérieures possibles. C'est également une sauvegarde des résultats sur bande.

VISUALISATION

Plusieurs méthodes de visualisation sont possibles. Si l'on visualise sur écran, ou grâce à des reconstituteurs type VIZIR, VISUMAT ou sur table traçante, on prendra les bandes issues de EXREENT pour effectuer les visualisations de résultats là où se trouvent les appareils de restitution, ou les bandes "données brutes" si l'on désire visualiser tel ou tel canal.

Le programme VISUALISATION permet d'effectuer, sur le système GICS, des visualisations rapides sur imprimante classique ou sur l'imprimante électrostatique VERSATEC. Il accepte en entrée :

- . un fichier en format "S" pour la visualisation de tel ou tel canal d'une scène brute
- . et/ou un fichier MULTI "S" construit par GEORES
- . le fichier des caractères spéciaux pré-établis pour la VERSATEC
- . le fichier des cartes "langage de commande".

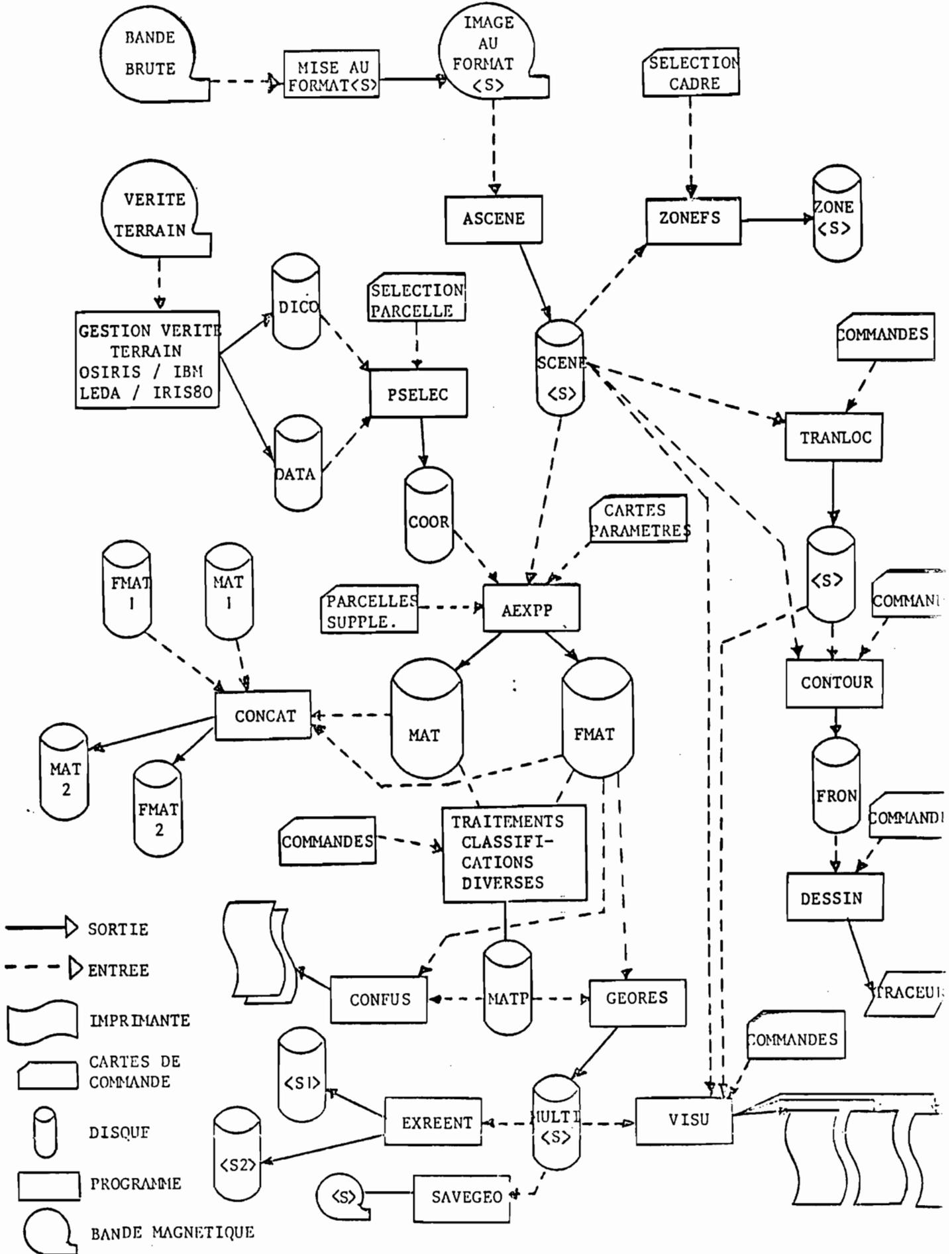
En sortie : listings d'imprimante normale ou papier (ou calque) électrostatique de la VERSATEC. Le programme génère automatiquement le nombre de lés à produire.

4.4. Les programmes de classification/classement

Dans l'optique de tester des programmes de traitement de données de télédétection afin de comparer leurs résultats en regard des thèmes étudiés, des programmes de classement (traitement supervisé) et de classification (traitement non supervisé) ont été implémentés sur le système GICS. Les algorithmes correspondants étaient disponibles par ailleurs et leur installation sur GICS n'a pas posé de problèmes particuliers.

Ont été implémentés un classement gaussien (supervisé) et des classifications de type nuées dynamiques en séquentiel sous hypothèse gaussienne (en utilisant trois distances mathématiques), analyse en composantes principales, traitement par borne, traitement linéaire, calcul de signatures (combinaisons de canaux).

ARCHITECTURE DE LA CHAINE GICS



ANNEXE III

DESCRIPTION DES NOUVEAUX ALGORITHMES

Les programmes décrits sont :

HSTBR1 - Classement à partir des histogrammes, sur un canal de chaque classe.- classement par maximum de vraisemblance au bayésien.

HIST1 - Le même que HSTBR1, mais agissant sur une signature arbitraire.

HIST2 - Le même que précédemment, mais en deux dimensions.

CPHT2 - Programme classant à partir des densités de probabilités, par maximum de vraisemblance ou technique bayésienne. Les densités de probabilités de chacune des classes est estimée des classes est estimée par :

$$H (P_1(X)) \cdot G(P_2(X))$$

où P_1 est la projection sur le premier plan propre de la classe.

P_2 est le projecteur orthogonal de P_1 .

H est un estimateur de type histogramme.

G est un estimateur gaussien.

*

*

*

HSTBR1

Classement - partir d'histogramme et maximum de vraisemblance.

. Le programme a en donné un numéro de canal.

Dans la suite, toutes les lectures de données radiométriques seront des lectures de ce canal.

En entrée : UPAR - Variable logique

UPAR = 1 - Utilisation du parcellaire

= 0 - non utilisation du parcellaire

Cette variable n'affecte que la subroutine EVAL.

SB. EVAL

INPUT NBCL : Nombre de classes
UPAR
Vérité terrain
VT₁ VT_k VT_{NBCL}
(x_i,1) (x_i,k) (x_i,NBCL)

OUTPUT ARRAY H(256, NBCL)

Remarque : x_i,k est la valeur radiométrique dans le canal choisi,
du i^{ème} pixel de la classe vérité terrain n°k.

Cas UPAR = 0 (non utilisation parcellaire)

Pour chaque k :

H (i, k) Histogramme de VT_k

$$H (j, k) = \frac{\text{Nb. of } (x_i, k) \text{ de valeur } j}{\text{Nb. of } (x_i, k)}$$

Cas UPAR = 1 (utilisation du parcellaire)

Pour chaque k :

Pour chaque parcelle (d'indice q)

$A_q(i,k)$ - histogramme de cette parcelle

$$A_q(j,k) = \frac{\text{Nombre de } (x_i,k) \text{ de la parcelle } q \text{ de valeur } j}{\text{Nombre de } x_i,k \text{ de la parcelle } q}$$

$H(j,k)$ = Moyenne des $A_q(j,k)$

Remarque : Vérifier que l'ensemble des parcelles (i.e. sur les indices q)

$$\sum_{j=1}^{256} H(y_1,k) = 1$$

SB TABLE

INPUT - $H(256, NBCL)$

OUTPUT - $NUCL(256)$ Tableau entier

$NUCL(j)$ = indice NB i.e. $H(j,NB) \Rightarrow H(j,k)$

$\forall k \in (1, NBCL)$

MAIN

Après calcul $NUCL()$, le classement se fait : tout pixel de valeur j, est affecté à la classe $NUCL(j)$.

PROGRAMME HIST 1

Classification par :

- Histogramme
- Maximum de vraisemblance pour le cas d'une signature, c'est-à-dire les données radiométriques sont un nombre par pixel.

Notations

- Nombre de classes NBCL
- Nombre d'intervalles de l'histogramme : $M = 2^k$ c'est-à-dire ce nombre est choisi comme une puissance.

Le programme :

Lit k
calcule $M = 2^k$
ensuite M est supposé connu de tous les sous-programmes

On peut prendre $K \leq 8$

VCPAR est une variable logique
VCPAR = oui, on utilise le parcellaire
VCPAR = non, on n'utilise pas le parcellaire

HIST 1

Sous-programme BORNES

Calcule les bornes de l'histogramme

INPUT : $\alpha, \beta, NBCL, VT$ (lues sur MAT)

(α = % de points avant la première borne)

(β = % de points après la dernière borne)

OUTPUT : Tableau de dimension M-1 : A(M-1)

soit $(N_j)_{j=1, NBCL}$ le nombre de pixels vérité-terrain par classe.

$N = \sum_{j=1}^{NBCL} N_j$ est le nombre total de pixels vérité-terrain

- on prend les VT de toutes les classes
- on ordonne, soit $(x_i)_{i=1,N}$ le résultat

n = partie entière de αN

\bar{n} = partie entière de $(1-\beta)N$

- $A(1) \leftarrow X_n$

$A(M-1) \leftarrow X_{\bar{n}}$

$$h = \frac{A(M-1) - (A-1)}{M-2}$$

$A(i) = A(1) + (i-1) h$, pour $i = 2, M-2$

Sous-programme HISTO

INPUT - Tableau A
VT (lue sur MAT)
NBCL, VCPAR

OUTPUT - Tableau
H(M, NBCL)

VCPAR = NON (non utilisation du parcellaire)

Pour NB = 1, NBCL

$$h(i, NB) = \frac{\text{Nombre de VT}_{NB} \text{ dans } (A_{i-1}, A_i)}{\text{Nombre total de VT}_{NB}}$$

avec $A_0 = -\infty$
$A_M = +\infty$

VCPAR = OUI (Utilisation du parcellaire)

Pour NB = 1, NBCL

Pour chaque parcelle de la classe, HP(M) = tableau inter-médiaire

$$HP(i) = \frac{\text{Nombre de VT}_{NB} \text{ de cette parcelle dans } (A_{i-1}, A_i)}{\text{Nombre de VT}_{NB} \text{ de cette parcelle}}$$

H(i, NB) = Moyenne des HP(i)

Dans les deux cas, vérifier :

$$\sum_{i=1}^M H(i, NB) = 1. \quad NB = 1, \dots, NBCL$$

Sous-programme TABLE

INPUT H(M, NBCL)

OUTPUT NUCL(M)

NUCL(i) est la classe attribuée si la valeur radiométrique est comprise entre A_{i-1} et A_i .

Pour $i = 1, M$

- Trouver l'indice k tel que :

$H(i,k) \geq H(i,1)$ pour $l = 1, NBCL$

- NUCL(i) \leftarrow k

Main program

Lit k, α , β , NBCL, VCPAR

M $\leftarrow 2^k$

M supposé connu de tous les sous-programmes

call Bornes (α, β , NBCL, A)

call HISTO (VCPAR, NBCL, A)H

call TABLE (H, NUCL)

Classement

- Lit pixel, soit x sa valeur

- Trouve k tel que : $A_{k-1} \leq x \leq A_k$

- NU \leftarrow NUCL (k)

- écrit sur MATP NU comme classe attribuée au pixel

On n'a pas noté les échanges d'informations avec MAT et FMAT

PROGRAMME HIST 2

Classification par :

- Histogramme
- Maximum de vraisemblance pour le cas de deux signatures par pixel, c'est-à-dire les données radiométriques sont deux nombres par pixel, noté (x,y).

Notations

Nombre de classes NBCL
Nombre d'intervalles de l'histogramme

$$\text{en } x \quad M1 = 2^{K1}$$

$$\text{en } y \quad M2 = 2^{K2}$$

avec $K1 + K2 \leq 10$

c'est-à-dire le nombre maximum de cases de l'histogramme est 2^{10} .

Le programme :

Lit K1, K2

calculé $M1 = 2^{K1}$, $M2 = 2^{K2}$

ensuite M1 et M2 sont supposés connus de tous les sous-programmes.

VCPAR est une variable logique (idem HIST 1)

VCPAR = OUI, on utilise le parcellaire

VCPAR = NON, on n'utilise pas le parcellaire

Sous-programme BORNE 2

Calcule les bornes de l'histogramme

INPUT : $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \text{NBCL}, \text{VT}$ (lue sur MAT)

$\left(\begin{array}{l} \alpha_1, \beta_1, \text{idem BORNES de HIST 1 pour } x \\ \alpha_2, \beta_2, \text{idem BORNES de HIST 1 pour } y \end{array} \right)$

OUTPUT : 2 tableaux

A de dimension M1-1

B de dimension M2-1

Soit N le nombre total de pixels V.T.

On considère d'abord la première composante $(x_i)_{i=1,N}$.

Par l'algorithme BORNES de HIST 1, on calcule le tableau A, avec pour input : $\alpha_1, \beta_1, M1$.

On considère ensuite la deuxième composante $(y_i)_{i=1,N}$

On fait le même travail, i.e. on calcule le tableau B par l'algorithme BORNES DE HIST 1, avec pour input $\alpha_2, \beta_2, M2$.

Sous-programme HISTO 2

INPUT - Tableaux A, B
VT (lue sur MAT)
NBCL, VCPAR

OUTPUT - Tableau
H(M1, M2, NBCL)

on pose : $A_0 = -\infty$ $B_0 = -\infty$
 $A_M = +\infty$ $B_M = +\infty$

VCPAR : NON (non utilisation du parcellaire)

Pour NB = 1, NBCL

$$H(i,j,NBCL) = \frac{\text{Nombre de } \check{V}T_{NB}(x,y) \text{ telles que } x \in [A_{i-1}, A_i] \text{ et } y \in [B_{j-1}, B_j]}{\text{Nombre total de } VT_{NB}}$$

VCPAR : OUI (utilisation du parcellaire)

$$\left[\begin{array}{l} \text{Pour NB = 1, NBCL} \\ \left[\begin{array}{l} \text{Pour chaque parcelle de la classe HP(M1,M2) : tableau inter-} \\ \text{médiale} \\ \text{HP}(i,j) = \frac{\text{Nombre de } VT_{NB}(x,y) \text{ de cette parcelle telles que } x \in [A_{i-1}, A_i] \text{ et } y \in [B_{j-1}, B_j]}{\text{Nombre total de } VT_{NB} \text{ dans cette parcelle}} \\ \text{H}(i,j,NBCL) : \text{Moyenne des HP}(i,j) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Dans les deux cas, vérifier :

$$\sum_{i,j} H(i,j,NB) = 1 \quad (NB = 1, \dots; NBCL)$$

Sous-programme CLAS 2

INPUT H(M1, M2, NBCL)

OUTPUT NU(M1, M2)

NU(i,j) est la classe attribuée si les deux valeurs x,y sont

$$x \in [A_{i-1}, A_i] \quad \text{et} \quad y \in [B_{j-1}, B_j]$$

Pour $i = 1, M1$
 $j = 1, M2$

- Trouver l'indice k, tel que :

$$H(i,j,k) \geq H(i,j,l) \quad \text{pour } l = 1, \text{NBCL}$$

- NU(i,j) \leftarrow k

Main Program

Lit K1, K2, $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2,$

NBCL, VCPAR

$M1 \leftarrow 2^{K1}$ $M2 \leftarrow 2^{K2}$

M1 et M2 supposés connus de tous les sous-programmes

call BORNE2 ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \text{NBCL}, A, B$)

call HISTO2 (VCPAR, NBCL, A, B, H)

call CLAS2 (H, NU)

Classement

- Lit pixel, soit (x,j) sa valeur

- Trouve le couple d'indices (k,l), tel que :

$$\begin{cases} A_{k-1} \leq x \leq A_k \\ B_{l-1} \leq y \leq B_l \end{cases}$$

- NUCL \leftarrow NU (k,l)

- Ecrit sur MATP NUCL comme classe attribuée au pixel.

On n'a pas noté les échanges d'information avec MAT et FMAT.

PROGRAMME CPHT2

Ce programme estime, pour chaque classe, à partir des vérités-terrain (V.T.)

- son plan propre
- la projection de sa densité de probabilité sur ce plan propre. Cette estimation est faite par un histogramme. Soit H_j cette fonction pour la classe j .

Un point est classé par :

- calcul de sa projection X_j sur chacun des plans propres.
- attribution de ce point à la classe qui maximise $H_j(X_j)$.

Notations

NBSG - Nombre de signatures. Lorsque l'on utilise les valeurs radiométriques brutes, c'est le nombre de canaux

NBCL - Nombre de classes

$M1 = 2^{K1}$ - Nombre de cases des histogrammes sur première composante principale

Les tableaux principaux sont :

C (NBSG, NBCL)
V (NBSG, NBCL)
W (NBSG, NBCL)
A (M1-1, NBCL)
B (M2-1, NBCL)
H (M1, M2, NBCL)

C (NBSG, j) : Vecteur moyenne de la classe $N^{\circ}j$. Il sera noté C_j ou $C(j)$.

V (NBSG, j) : Vecteur première composante principale de la classe $N^{\circ}j$. Il sera noté V_j ou $V(j)$. Vérifier que sa norme euclidienne est unité $\|V_j\| = 1$, sinon le renormaliser.

W (NBSG, j) : Vecteur deuxième composante principale de la classe $n^{\circ}j$. Il sera noté W_j ou $W(j)$. Vérifier que sa norme euclidienne est unité $\|W_j\| = 1$, sinon le renormaliser.

A (M1-1, j) : Bornes de la première composante de l'histogramme de la classe j , dans son plan propre.

B (M2-1, j) : Bornes de la deuxième composante de l'histogramme de la classe j dans son plan propre.

H (M1, M2, j) : Histogramme de la classe N°j, dans son plan propre.

ALPHA (NBCL) } : Pourcentage de coupure inférieur et supérieur pour les
BETA (NBCL) } histogrammes de chaque classe.

ALPHA (j) est noté α_j .

BETA (j) est noté β_j .

De plus il y a un tableau de travail, TB (NBCL). Il n'a pas besoin d'être initialisé.

DESCRIPTION GENERALE

1ère partie : Lecture des paramètres du programme.
Impression des commentaires généraux (titre, valeur des paramètres, etc...)

2ème partie : Calcul des tableaux : C, V, W, A, B, H.

3ème partie : Classement

1ère PARTIE .- Lecture de :

NBSG
NBCL
K1
K2
VCPAR (Variable logique : utilisation du parcellaire)
 $(\alpha_j, \beta_j)_{j=1, \dots, \text{NBCL}}$

calcul de $\begin{cases} M1 \leftarrow 2^{K1} \\ M2 \leftarrow 2^{K2} \end{cases}$

Les paramètres : NBSG, NBCL, M1, M2 sont supposés connus de TOUS les sous-programmes.

2ème PARTIE - On utilise les sous-programmes

. MOYVCP
. BORNESS
. HTCL2

Sous-programme MOYVCP

Calculer pour chaque classe, le vecteur moyen, les vecteurs propres, les 2 plus petites valeurs propres. Ce programme est pratiquement déjà écrit. Voir le programme PLAN.

INPUT : VCPAR (Utilisation du parcellaire)
Les autres données sont sur MAT et FMAT

OUTPUT : C (NBSG, NBCL)
V (NBSG, NBCL)
W (NBSG, NBCL)
V3 (NBSG, NBCL)
V4 (NBSG, NBCL)
 σ_3 (NBCL)
 σ_4 (NBCL)

NOTE : Les matrices de variance covariance ne sont calculées que pour obtenir V, W, V3, V4, σ_3 , σ_4 . Elles ne sont pas gardées.

Signification : V3 (*, ICL) 3ème vecteur propre de la classe ICL
V4 (*, ICL) 4ème vecteur propre de la classe ICL

Les valeurs propres des matrices de variance-covariance sont notées $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ avec $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 > \sigma_4$

σ_3 (ICL) 3ème valeur propre de la classe ICL
 σ_4 (ICL) 4ème valeur propre de la classe ICL

Avec les notations du programme PLAN :

V3 (*, ICL) = VCP (*, NBSG - 2)
V4 (*, ICL) = VCP (*, NBSG - 3)
 σ_3 (ICL) = VP (NBSG - 2)
 σ_4 (ICL) = VP (NBSG - 3)

Sous-programme BORNESS

Ce sous-programme calcule les bornes des histogrammes

INPUT $(\alpha_j, \beta_j)_{j=1, \dots, \text{NBCL}}$ Tableaux $\left\{ \begin{array}{l} C (\text{NBSG}, \text{NBCL}) \\ V (\text{NBSG}, \text{NBCL}) \\ W (\text{NBSG}, \text{NBCL}) \end{array} \right.$

OUTPUT Tableaux $\left\{ \begin{array}{l} A (M1-1, \text{NBCL}) \\ B (M2-1, \text{NBCL}) \end{array} \right.$

Notation : N_j = Nombre de pixels V.T. de la classe $N^{\circ}j$.

$(X_i)_{i=1, \dots, N_j}$: Données V.T. de la classe $N^{\circ}j$.

Pour $j = 1$, NBCL

Pour $i = 1, N_j$

$$a_i \leftarrow (X_i - C_j, V_j)$$

$$b_i \leftarrow (X_i - C_j, W_j)$$

On ordonne les (a_i) , soit (\bar{a}_i)

On ordonne les (b_i) , soit (\bar{b}_i)

On calcule $\alpha_j N_j$, on prend sa partie entière n , i.e.

$$n \leftarrow \alpha_j N_j$$

On calcule $(1 - \beta_j) N_j$, on prend sa partie entière \bar{n} , i.e.

$$\bar{n} \leftarrow (1 - \beta_j) N_j$$

$$A(1, j) \leftarrow \bar{a}_n$$

$$A(M1 - 1, j) \leftarrow \bar{a}_{\bar{n}}$$

$$B(1, j) \leftarrow \bar{b}_n$$

$$B(M2 - 1, j) \leftarrow \bar{b}_{\bar{n}}$$

$$h \leftarrow \frac{\bar{a}_n - \bar{a}_{\bar{n}}}{M1 - 2}$$

→ Pour $k = 1, M1 - 1$

$$A(k, j) \leftarrow A(1, j) + (k - 1) * h$$

$$h' \leftarrow \frac{\bar{b}_{\bar{n}} - \bar{b}_n}{M2 - 2}$$

→ Pour $k = 1, M2 - 1$

$$B(k, j) \leftarrow B(1, j) + (k - 1) * h'$$

Sous-programme HTCL2

INPUT VCPAR

Les tableaux C (NBSG, NBCL)
 V (NBSG, NBCL)
 W (NBSG, NBCL)
 A (M1-1, NBCL)
 B (M2-1, NBCL)

OUTPUT Le tableau H(M1, M2, NBCL)

Le programme utilise les V.T. de MAT.

Notation : N_j = Nombre de pixels V.T. de la classe $N^{\circ}j$.

$(X_i)_i = 1, N_j$: Données V.T. de la classe $N^{\circ}j$

Pour $j = 1, NBCL$

$$\left[\begin{array}{l} \text{Pour } i = 1, N_j \\ a_i \leftarrow (X_i - C_j, V_j) \\ b_i \leftarrow (X_i - C_j, W_j) \end{array} \right.$$

L'on note $Z_i = \begin{pmatrix} a_i \\ b_i \end{pmatrix}$

On obtient N_j vecteurs Z_i à deux dimensions

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{On note, dans cette boucle :} \\ A_k = A(k, j) \text{ pour } k = 1, M1 - 1 \\ A_0 = -\infty, A_{M1} = +\infty \\ B_l = B(l, j) \text{ pour } l = 1, M2 - 1 \\ B_0 = -\infty, B_{M2} = +\infty \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{VCPAR} = \text{NON} \\ H(k, l, j) = \frac{\text{Nombre de } Z_i \text{ tels que :} \\ a_i \in [A_{k-1}, A_k] \text{ et } b_i \in [B_{l-1}, B_l]}{N_j} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{VCPAR} = \text{OUI} \\ \text{HP} (M1, M2) : \text{Tableau de travail} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Pour chaque parcelle :} \\ \text{HP} (k, 1) = \frac{\text{Nombre } Z_i \text{ tels que :} \\ \quad a_i \in [A_{k-1}, A_k] \text{ et } b_i \in [B_{l-1}, B_l]}{\text{Nombre total de } Z_i \text{ de cette parcelle}} \\ \text{H} (k, 1, j) = \text{Moyenne des HP} (k, 1) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Schématiquement, la deuxième partie :

```
call MOYVCP (VCPAR, C, V, W, V3, V4, V3, V4)
call BORNESS ( $\alpha_j, \beta_j$ )j=1, NBCL, C, V, W, A, B)
call HTCL2 (VCPAR, C, V, W, A, B, H)
```

3ème PARTIE - Classement

On dispose des tableaux :

C, V, W, V₃, V₄, V₃, V₄, A, B, H

T (NBCL) est un tableau de travail

On décrit le classement d'UN Pixel.

Lit pixel - on obtient le vecteur X

Pour $j = 1$, NBCL

$$X1 \leftarrow (X - C_j, V_j)$$

$$X2 \leftarrow (X - C_j, W_j)$$

$$X3 \leftarrow (X - C_j, V3_j)$$

$$X4 \leftarrow (X - C_j, V4_j)$$

Trouver les indices k et l , tels que

$$A(k - 1, j) < X1 \leq A(k, j)$$

$$B(l-1, j) < X2 \leq B(l, j)$$

$$\text{avec } A(0, j) = -\infty, A(M1, j) = +\infty$$

$$B(0, j) = -\infty, B(M2, j) = +\infty$$

$$T(j) \leftarrow \text{Log } H(k, l, j) - \text{Log } [\sigma_3(j) * \sigma_4(j)]$$

$$- \frac{1}{2} \left[\frac{X3 * X3}{\sigma_3(j)} + \frac{X4 * X4}{\sigma_4(j)} \right] + \text{Log BAYES } (j)$$

Calculer indice NU, tel que :

$$T(NU) \geq T(j) \quad j = 1, \text{ NBCL}$$

Ecrire sur MATP l'entier NU comme classe attribuée au pixel.

CHAPITRE VIII - LE PROGRAMME D'EXPERIMENTATION DE L'OPIT

1 - PRINCIPES

Le programme d'expérimentation de l'OPIT a pour but de tenter de répondre à une série de questions, compte tenu des connaissances actuelles dans les domaines de la physique du rayonnement, du traitement des données, et des systèmes existants :

- la télédétection est-elle capable de résoudre les problèmes posés par les utilisateurs et les futurs utilisateurs ?
- avec quelle fiabilité et dans quelles limites de généralisation ?
- à quel prix ?

Il trouve son origine dans les constatations expérimentales suivantes :

- un même traitement peut donner des résultats différents (au sens de la fiabilité de la réponse donnée à une même question) dans des zones à caractéristiques naturelles différentes ;
- des traitements différents, appliqués aux mêmes données de télédétection, peuvent donner des résultats différents (toujours en terme de fiabilité).

Pour ces raisons on ne peut a priori généraliser valablement à l'ensemble du territoire et pour l'ensemble des traitements existants des résultats obtenus par un traitement particulier sur une région particulière. Il faut donc réaliser des expérimentations réparties de façon

statistiquement significative de la variabilité géographique du territoire au regard de la télédétection et basées sur les différents autres paramètres qui influent sur les résultats : essentiellement date d'enregistrement et type de traitement.

Afin de pouvoir comparer valablement les résultats entre eux et donner une estimation de la fiabilité des résultats, il est nécessaire d'évaluer ceux-ci par rapport à une base "terrain".

Le deuxième volet du programme d'expérimentation de l'OPIT est donc l'évaluation des résultats. Celle-ci comporte deux aspects :

- l'un, purement objectif, vise à mesurer la fiabilité des méthodes testées dans leur réponse à des questions posées (nomenclatures a priori, indépendantes de la télédétection) ;
- l'autre explore le contenu original des résultats fournis par la télédétection, éventuellement utilisable dans l'accomplissement des missions qui incombent aux utilisateurs.

La mesure objective est obtenue par la comparaison systématique de chaque résultat obtenu par traitement avec la réalité observée au sol ; cette comparaison est permise par l'existence d'un logiciel conçu à cet effet (1). D'autres méthodes d'évaluation des résultats ont également été employées, on en trouvera la description en annexe.

Que ce soit au plan de la définition des questions à poser à la télédétection comme à celui de l'évaluation des résultats qu'elle obtient, la participation des utilisateurs est essentielle. Ils définissent les besoins qui sont ensuite traduits en termes de nomenclature à rechercher et de précision à obtenir, ils connaissent le terrain et participent à son observation, ils donnent leur avis sur l'utilisation ou non des produits obtenus.

C'est donc dans un esprit délibérément pragmatique, expérimental et statistique que s'est engagé le programme de l'OPIT alors que par ailleurs une approche par les aspects physiques de base de la télédétection est en cours.

Ces deux approches, apparemment contradictoires, devront nécessairement se rencontrer afin de mettre en relation les modèles théoriques et les paramètres mis en évidence par l'approche expérimentale.

(1) GICS - cf. chapitre précédent.

2 - DEFINITION

Il était bien évidemment hors de proportion des moyens tant financiers qu'en hommes de l'OPIT de considérer l'ensemble complet des systèmes à expérimenter et des questions possibles. On s'est donc limité aux paramètres et aux questions suivantes :

- dans un système de télédétection on peut distinguer trois groupes de paramètres :
 - . le vecteur et le capteur
 - . le traitement et l'interprétation
 - . la région et la date de prise de données
- les questions qui intéressent les utilisateurs vont du général au particulier et concernent en premier lieu l'occupation du sol. On ira d'une nomenclature simple à peu de postes (qui sont les variables recherchées) à des nomenclatures de plus en plus complexes.

Les questions traitées sont donc tout d'abord :

- forêt - non forêt
- terres agricoles - autres
- eau - non eau
- urbain - non urbain

puis résineux-feuillus-mixte, puis essences dominantes et/ou mode de traitement de la forêt ; prairies-céréales, dont maïs ; ensemble de l'occupation du sol en 4 à 12 postes et étude de quelques problèmes particuliers.

La connaissance de l'état de l'art permet de se situer d'emblée dans un champ de possibilités réelles. Par exemple on ne recherchera pas l'habitat rural dispersé avec Landsat.

- pour une variable discrète comme une nomenclature, les mesures de fiabilité sont issues de probabilités P_{ij} , probabilité de trouver un point au sol qui soit du poste i de la nomenclature et classé par télédétection dans le poste j de la nomenclature. On estimera les P_{ij} ou leur distribution par sondage. Ce dernier est fait par parcelles, sur lesquelles on observera la valeur des variables d'occupation du sol ; on localisera ensuite ces parcelles dans l'image traitée et on pourra alors comparer les résultats avec les observations terrain.

Pour des raisons de coûts et de disponibilité, le paramètre capteur-vecteur n'a pas varié puisque l'on a choisi d'expérimenter les données Landsat essentiellement. Il a fallu ensuite localiser les expérimentations sur le territoire français. Ce dernier a été partitionné en "unités physiques" homogènes en fonction de paramètres d'ordre biophysiques (altitude, pente, climat, géologie, sol, occupation dominante du sol, ...), à l'intérieur desquelles on a émis une hypothèse de stabilité des résultats, donc de généralisation possible. Les expérimentations sont réparties à raison d'au moins trois par unité physique.

On note cependant que faute de temps et de moyen, certaines unités n'ont fait l'objet d'aucune expérience. Par ailleurs les régions trop montagneuses ont été exclues en raison de problèmes non résolus et dûs au relief.

Enfin, il aurait fallu faire varier le paramètre "date" de prise de données.

Pour des raisons également de temps et de moyens, cela n'a pas été possible, d'autant plus que la couverture nuageuse étant une des contraintes majeures du système Landsat, il est rare de disposer de la ou des dates que l'on a estimé optimales pour discriminer telle ou telle famille d'objets.

La dernière famille de paramètres à prendre en compte est le traitement et l'interprétation. Les critères de choix sont l'état de l'art, l'existant et sa facilité d'utilisation, un ordre logique de complexité des traitements.

Pour chaque expérimentation, on s'est en général efforcé de réaliser des tirages noir et blanc des canaux bruts et de faire des compositions colorées (canaux 4, 5 et 7) afin d'une part de se familiariser avec ces documents et d'avoir une première estimation de la faisabilité du traitement et d'autre part de voir, avec les utilisateurs si ces documents ne répondent pas, en eux-mêmes, à des questions qu'ils se posent. On a tenté, dans des cas limités, de réaliser des améliorations d'images (de type composantes principales par exemple), soit restituées sur film soit examinées à l'écran.

Enfin, on a testé un certain nombre d'algorithmes de traitement numérique.

Le choix de ces algorithmes est sous-tendu par des impératifs budgétaires, de temps d'interprétation et d'évaluation et par le principe suivant : il faut tester un système assez complexe pour avoir des chances de succès ou pour pouvoir conclure en cas d'insuccès, à la nécessité d'utiliser des systèmes plus sophistiqués. Aussi bien du point de vue théorique que du point de vue coût, le système gaussien est à une charnière. On a recherché jusqu'où on pouvait aller, sans avoir recours aux signatures de texture ou au filtrage spatial.

Les traitements les plus utilisés ont été :

- des non supervisés par utilisation d'algorithmes de type nuées dynamiques sous hypothèse gaussienne, avec utilisation de diverses distances ;
- des supervisés gaussien ;
- des algorithmes par borne ;

Pour des raisons à la fois pratiques (dimensions des visualisations, nombre de pixels à traiter) et de représentativité spatiale, les zones d'expérimentations ont une dimension qui tourne autour de 20 x 20 km , soit environ 80.000 pixels.

Les expérimentations rentrant dans le cadre strict du programme sont notées sur la carte jointe par le signe * et un numéro d'identification. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau général.

On notera que ce tableau, ainsi que la carte, révèlent deux catégories d'expérimentations :

- celles dont nous venons de parler, qui ont donné lieu à une évaluation selon une méthode spécifique grâce au logiciel GICS ;
- des expérimentations plus générales, correspondant à des questions très précises d'utilisateurs mais rentrant dans le cadre du programme et ayant des contraintes particulières comme celles de raisonner à l'intérieur de cadres géographiques définis ; enfin trois essais à des scènes entières ont été effectués.

Ces expérimentations générales sont les suivantes :

- test des données Landsat sur la région parisienne et liaison avec un référentiel géographique ;
- traitement de deux scènes entières pour cartographier les massifs forestiers : Vosges-Alsace et Vivarais-Cévennes ;
- traitement d'une scène entière (occupation du sol et zones humides : Languedoc) ;
- statistique et cartographie de l'occupation du sol (en 12 postes) et du maïs sur le département de l'Indre et Loire (images de 1979) ;
- statistique et cartographie de l'occupation du sol en 4 postes sur le département de la Haute-Vienne (image de 1976) ;
- recherche d'une nomenclature maximale de l'occupation du sol sur un périmètre d'action forestière (PAF) et un plan d'aménagement rural (PAR) en Limousin ;
- statistique et cartographie de l'occupation du sol du bassin versant de la Moselle, en 6 postes ; fabrication d'une banque de données d'occupation du sol selon un maillage de 5 x 5 km destiné à faire fonctionner un modèle d'écoulement hydro-pluviométrique ;
- cartographie et statistique des incendies de forêt en région méditerranéenne (1976, 1979) et en Corse (1977) ;
- cartographie et statistique de l'occupation du sol en 4 postes des communes du littoral du département du Var.

En plus de ces deux catégories d'expérimentations, l'OPIT a mené ou a accordé son soutien à des opérations plus typiquement orientés vers la recherche, en particulier sur des problèmes concernant les utilisateurs mais encore peu abordés (humidité dans le sol) ou sur des données autres que Landsat, soit NOAA dans un cas, soit des données avion dans les autres cas (Daedalus), simulant les moyens futurs.

3 - MOYENS - ETAPES

Comme il a été dit précédemment le programme général d'expérimentation n'a pas été réalisé complètement. Aussi au chapitre des bilans, on ne pourra pas tirer de conclusions générales sur l'ensemble du territoire mais des conclusions partielles sur un nombre limité d'unités physiques, de dates, de traitements, sur les grands thèmes ainsi que sur les systèmes.

Les expérimentations spécifiques ont accaparé une part de plus en plus importante des moyens limités de l'équipe d'hommes attachée aux expérimentations et par ailleurs absorbée à d'autres tâches concurrentes : recensement des besoins, suivi de l'état de l'art, sensibilisation, rédaction et préparation de publications, de conférences, de séminaires.

La première étape des expérimentations de l'OPIT a concerné l'acquisition et le traitement de données avion (capteur Daedalus) sur les Bouches du Rhône. Puis une étape de définition menée en parallèle avec l'étude des besoins s'est concrétisée par le lancement de trois grandes opérations de traitement de données Landsat en liaison avec les utilisateurs régionaux et départementaux de l'Agriculture et de l'Environnement (statistique agricole, forêt, eau, aménagement), des organisations professionnelles (Chambres d'Agriculture, CRPF), des thématiciens chercheurs ou universitaires :

- sur l'ensemble du département de la Haute-Vienne et sur le PAR et le PAF ;
- sur une image entière (Languedoc) ;
- sur trois zones-test du Val de Loire (ZT1, Petite Beauce, ZT2 Chinon, ZT3 Plateau de Touraine).

Puis furent entamées des expérimentations plus spécifiquement consacrées à la forêt, en zone méditerranéenne, dans les Cévennes, en Vosges-Alsace.

Dans le même temps furent définies et mises en application les méthodes d'évaluation des résultats, méthodes qu'il a fallu entièrement créer et qui ont nécessité de longs mois de recherches (relevés terrain, codification des variables, repérage des parcelles dans les enregistrements Landsat, technique de comparaison, interprétation) et d'écriture d'un logiciel spécifique, capable également de réaliser des fonctions simples de gestion d'images et des traitements numériques.

En 78 et 79 furent lancées des expérimentations spécifiquement agricoles (Aisne, Languedoc, à nouveau Val de Loire), puis consacrées à la recherche de l'eau libre (Brenne, Sologne, Dombes en 1980).

Des expérimentations tournées vers l'aménagement (occupation des sols pour étude d'impact en Sologne et pays d'Auge, urbanisme Paris et Arles) et la gestion des ressources en eau (occupation du sol pour modèle d'écoulement sur le bassin versant de la Moselle) se déroulèrent également en 78-79.

Fin 79-80 eurent lieu deux expérimentations menées dans des conditions que l'on voulait quasi-opérationnelles : questions posées de manière précise, produit à livrer défini, délai court, étude des prix et des temps passés :

- cartographie et statistique de l'occupation du sol et mise en évidence du maïs sur le département de l'Indre et Loire en 1979, pour la DDA et la Chambre d'Agriculture ;
- localisation et statistique des incendies de forêt 1979 pour le SRAF Provence-Côte d'Azur.

Une autre opération, méthodologique, a eu pour but de donner une statistique de l'occupation du sol des communes du littoral du département du Var, en relation avec l'Inventaire du Littoral et en utilisant la banque de données de limites communales de l'IGN.

La fin du programme d'expérimentation de l'OPIT s'est donc enrichie par une problématique propre aux utilisateurs : raisonner à l'intérieur de limites administratives, se raccorder à des banques de données, fournir des produits finaux utilisables.

Le partage des tâches pour la réalisation du programme se décompose ainsi :

- conception de projet, expérimentation par expérimentation : choix des objectifs, définition des zones : action de l'équipe d'animation de l'OPIT en liaison avec les utilisateurs ; approbation par le Conseil exécutif de l'OPIT.
- acquisition des données
 - . données de télédétection acquises par l'OPIT auprès du GDTA ;
 - . données terrain d'évaluation acquises et mises en forme par les chargés d'études de l'OPIT en liaison avec les utilisateurs locaux ;
- traitement des données
 - . définition par l'OPIT
 - . réalisation soit par un contractant soit par l'OPIT sur son logiciel
- évaluation des résultats réalisée par l'OPIT avec les utilisateurs.

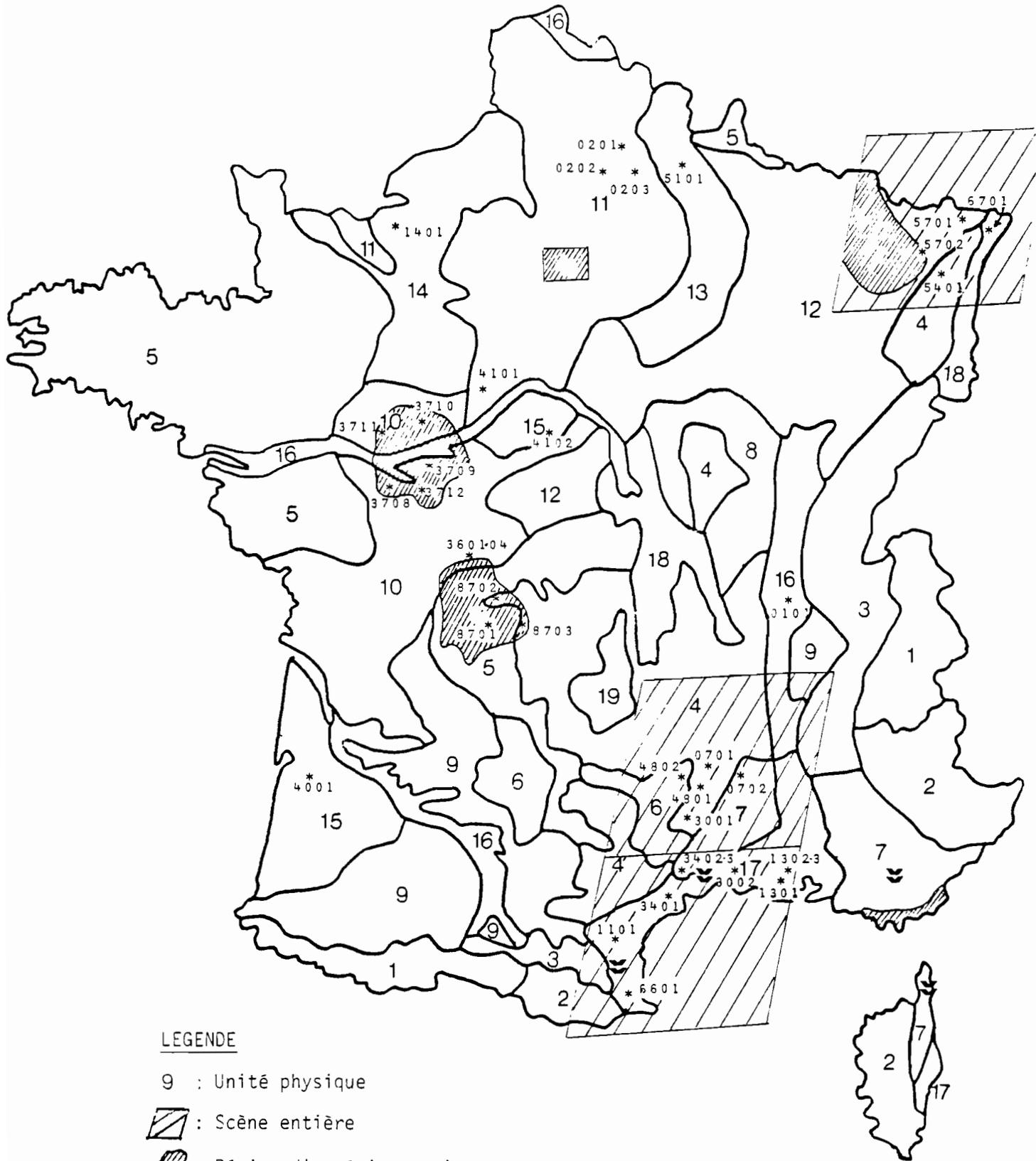
L'équipe "expérimentation" de l'OPIT a connu un certain nombre de fluctuations en nombre et en qualité. Elle s'est composée ainsi :

- un mathématicien-statisticien, spécialiste des traitements, responsable scientifique du programme : deux ans
- un agronome-télédétecteur, responsable de la conduite du programme, par ailleurs adjoint du directeur de l'OPIT : trois ans
- un analyste-programmeur : trois ans
- un pupitreur-programmeur : trois ans
- cinq chargés d'études responsables de l'exécution des expérimentations : levés terrain, codification, repérage, interprétation, évaluation, liaison avec les utilisateurs locaux, rédaction, ... (géographes, phyto-écologue, géologue, hydrologue) : 3 sur trois ans
2 sur un an
- trois stagiaires (géographes, agronomes) : un an chacun
- le responsable des moyens généraux de l'OPIT (agronome-statisticien) l'équipe de la documentation et le secrétariat : pour partie pendant trois ans
- le responsable de la formation à l'OPIT : -"-
- des collaborateurs extérieurs des services centraux, régionaux et départementaux des ministères membres de l'OPIT pour la définition des expérimentations, les contrôles terrain, l'interprétation et l'évaluation
- enfin les contractants dont on trouvera le décompte par ailleurs (GDTA, IGN, IFP, ORSTOM, Ecole des Mines, INRA, INA, SFERES, EHESS, IRIA).

4 - REALISATION

Les expérimentations réalisées figurent dans les tableaux I et II ; leur localisation est repérée sur la carte de France selon divers figurés :

- en hachures les scènes entières traitées
- en hachures serrées les régions ou départements (Moselle, Paris, Indre et Loire, Haute-Vienne, Var)
- chaque astérisque suivi d'un numéro correspond à une zone d'expérimentation dont le contenu est décrit dans le tableau



LEGENDE

- 9 : Unité physique
-  : Scène entière
-  : Région d'expérimentation
- *⁰¹⁰¹ : Zone d'expérimentation
-  : Incendies de forêt

LOCALISATION DES EXPERIMENTATIONS
DE L'OPIT

Ech. : 1/5.000.000

Les tableaux mentionnent successivement :

- le nom et le numéro de la zone d'expérimentation
- le thème prioritaire
- l'unité physique
- l'identification des données de télédétection (pour Landsat n° de scène et date)
- le nombre de pixels traités
- les images utilisées, essentiellement compositions colorées sur transparents ou papier ou tirages noir et blanc des canaux bruts, à diverses échelles
- les traitements non supervisés exécutés : ils se décomposent en deux parties :
 - soit nuées dynamiques, avec la référence à la distance utilisée et au nombre de classes
exemple : E8 signifie distance euclidienne - 8 classes
 - soit traitements de type "valley seeking" sur les deux premières composantes principales
- les traitements supervisés, interactifs ou non, en distinguant :
 - . les traitements exécutés sur le logiciel OPIT (gaussien avec nombre de classes, HIST sur canaux bruts ou sur signature
 - . les traitements interactifs sur le système TRIAS de l'IGN
 - . les traitements réalisés au CTAMN - Sophia Antipolis
 - . les traitements de type "loterie" (bornes) effectués à l'ORSTOM-Bondy
 - . le traitement par bornes du CESR
 - . le traitement réalisé sur une station MDAS à l'ERIM
 - . en divers, des supervisés gaussien de l'IFP, des traitements à l'INA-Paris Grignon et au CERGA-Montpellier, un traitement au CETE de Rouen
- les évaluations réalisées, indiquant :
 - . s'il s'agit d'une évaluation réalisée sur le logiciel GICS, le nombre de parcelles et de pixels d'évaluation
 - . les autres méthodes d'évaluation, c'est-à-dire :
 - / par comptage de points à partir d'une grille sur le résultat et sur un document de référence (carte, photo aérienne)
 - / par comparaison avec des calculs de superficie faits sur cartes ou photos aériennes
 - / par comparaison avec des statistiques classiques
 - / par comparaison avec des cartes ou des photos aériennes
 - / par comparaison avec une banque de données après raccord de celle-ci avec le maillage Landsat
- le type de produit issu de l'expérimentation, soit
 - . un rapport, décrivant l'expérimentation, ses résultats et leur évaluation
 - . des statistiques, sous forme de tableaux ou conservés sur bandes magnétiques
 - . des photo-interprétations d'images
 - . des sorties de travail sur imprimante classique
 - . des sorties sur imprimante électrostatique
 - . des sorties sur traceur Benson
 - . des photos d'écran
 - . des restitutions sur film (Vizir ou Semio)
 - . des cartes imprimées

EXPERIMENTATIONS			JOURNÉES D. D.		IMAGES	TRAITEMENTS NON SUPERVISES		TRAITEMENTS SUPERVISES					DIVERS	EVALUATION				TYPES DE PHOTIES				Restitution sur film (échelle)						
Nom de la zone - N°	Thème principal	Unité physique	Séance	Date		Nombre pixels	MISES DYNAMIQUES	AUTRES	GICIS	IGN	CIAMM	ORSTOM		CEFR	M. HAS	Autres	Manuelle	Manuelle	Stat.	Cartes	Bandes		Tableau	B.N.	IM	PH	PH	PH
			N°			distance E:Euclid et S:Sebestien	en clair	type de traitement et absc. de classes	TRIAS	Supervisé	Totaux	Normes	Supervisé	Remarques	par grille	par grille	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison
Besmer	3603	Eau	10	215 27 03/09/76	65000			G3																				
Besmer	3604	Eau	10	215 27 06/01/79	65000			G3																				
Sologne	4102	Eau/Dec. sol	15	215 27 16/09/79	130000																							
Dombes	0101	Eau/Dec. sol	16	211 26 17/09/76	262140																							
Pays d'Auge	1401	Dec. sol	14	216 26 15/10/77	99600																							
Hesperan	6701	Forêt	18	211 26 13/06/76	92315			G13 - MISE 13cl.																				
Lezouange	5202	Forêt	12	211 26 13/06/76	79401																							
Alsace	1302	Hébaln	17	211 30 26/06/75	8480																							
Lambert	4001	Forêt	15	216 29 19/06/79	109700																							
Reculville	5401	Forêt	9	211 26 13/06/76	129150																							
Blitche	5701	Forêt	12	211 26 13/06/76	119260																							

Paris	Hébaln	11	211 26 13/06/76	254036																									
Forêt Vosges Alsace	Forêt	4 12 18	211 26 13/06/76	7500000																									
Forêt (Pennes)	Forêt	4 6 7	212 29 19/09/76	7500000																									
Jouze L'empire	Zones hum. Dec. sol	4 6 7 17	212 30 06/07/75	7500000																									
Imber et Loin	Dec. sol/mont.	10 16	215 27 16/09/79	1175204																									
Humidité du sol	Agri.	11	215 27 27/02/75	40000																									
Val de Loire	Dec. sol	4 5	214 26 30/04/76	1713931																									
L'Amont PAR PM	Dec. sol	4 5	214 28 30/04/76	385870																									
Bas vers l'ouest	Dec. sol	4 12	211 26 13/06/76	7613001																									
Inondées Forêt 76	Forêt	7 7 17	211 30 11/01/76	1963520																									
Inondées Forêt 76	Forêt	7 17	212 29 19/09/76	597000																									
Victorial Var	Dec. sol	7	210 30 19/06/76	35200																									
Inondées Forêt	Forêt	7	208 30 14/06/77	1170000																									

EXPERIMENTATIONS			JOURNÉES D. D.		IMAGES	TRAITEMENTS NON SUPERVISES		TRAITEMENTS SUPERVISES					DIVERS	EVALUATION				TYPES DE PHOTIES				Restitution sur film (échelle)							
Nom de la zone - N°	Thème principal	Unité physique	Type de capteur	Date		Nombre pixels	MISES DYNAMIQUES	AUTRES	GICIS	IGN	CIAMM	ORSTOM		CEFR	M. HAS	Autres	Manuelle	Manuelle	Stat.	Cartes	Bandes		Tableau	B.N.	IM	PH	PH	PH	PH
						distance E:Euclid et S:Sebestien	en clair	type de traitement et absc. de classes	TRIAS	Supervisé	Totaux	Normes	Supervisé	Remarques	par grille	par grille	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	par comparaison	
Alsace	1301	Hébaln	17	Haedalus 06/75	61200			G 11																					
Comarque	Agri	17	Haedalus 06/75	150000				G 11																					
Joue rôtire méditerranéenne	Eau		Cyclope					G 1 petit																					
France entière			MIRA	29/04/76	2 x 163040																								

TABLEAU DES EXPERIMENTATIONS DE L'OPIT - II

5 - RESULTATS

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 et enfin synthétique.

5.1 Analyse des expérimentations

Chaque expérimentation, ou groupe d'expérimentations de par ses caractères spécifiques (thème, région, images, utilisateurs concernés, ...) nécessite une courte description venant en complément du tableau et de la carte. L'ordre de présentation est celui du tableau.

5.1.1 Expérimentation "AISNE" (0201,0202,0203,5101)

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 les unités physiques 10 et 11 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 porté 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 groupes 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.

5.1.2. Expérimentations "Limousin" et "Haute Vienne".(8701,8702,8703)

Ces expérimentations ont été conduites dans un double objectif:

- recherche des nomenclatures possibles par essais de traitement sur un paysage type Limousin (unité 4 essentiellement) et 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 Sébastien 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,...) 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 classé 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° E

1° 30

HAUTE - VIENNE

TELEDETECTION DE L'OCCUPATION DES TERRES

Scene Landsat I du 30-04-1976



46°
20

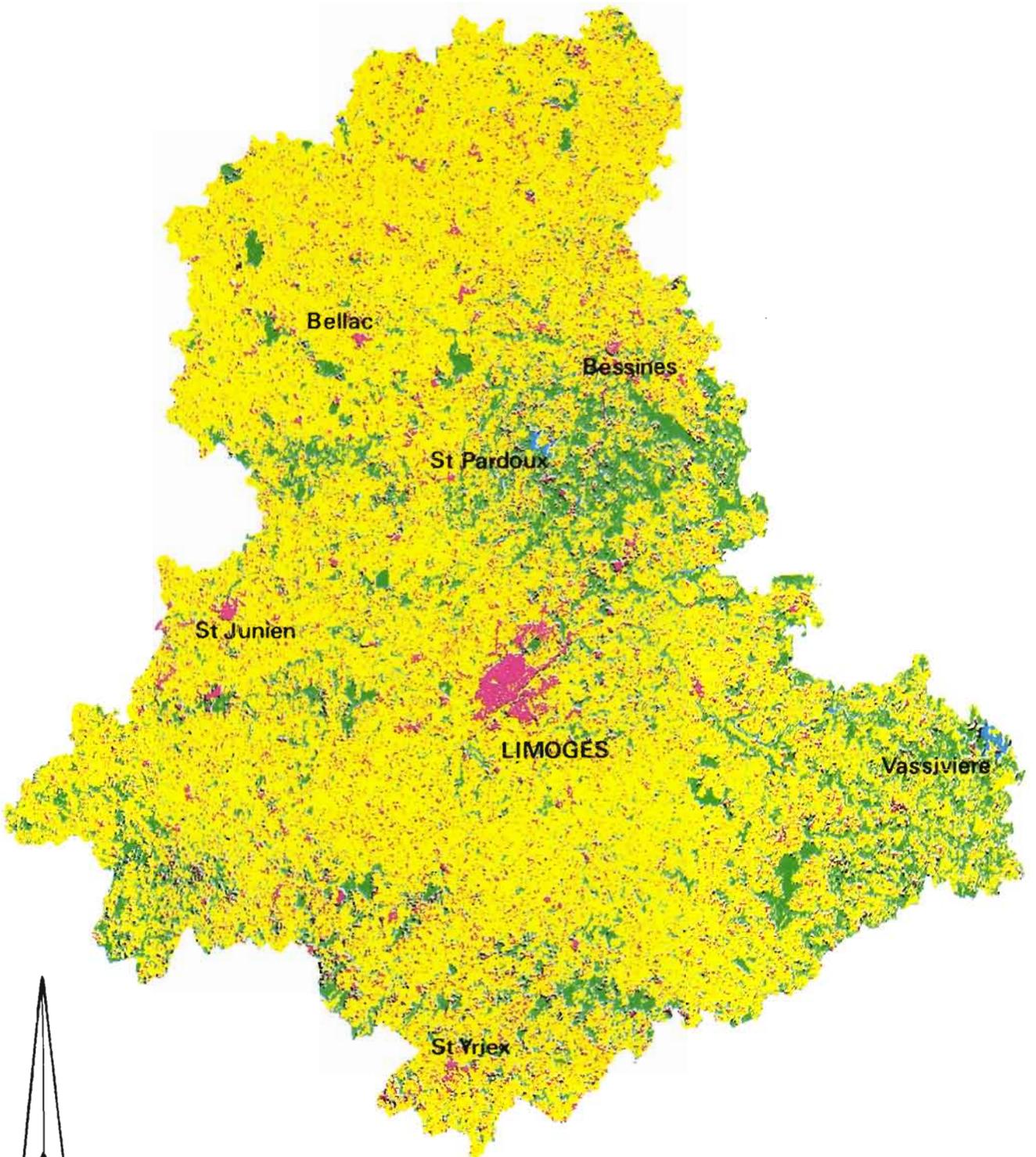
46°
20

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.

5.1.3 Expérimentations "Cevennes" (0701,0702,3001,4801,4802,3402,3403)

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

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.
l'unité physique 4 est homogène.

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 Cevennes (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.

5.1.4. Expérimentations "Languedoc-Roussillon"(1101,1301,3002,3401,6601)

La première expérimentation conduite sur cette région (unité physique 17 essentiellement) 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 couverture 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,...). 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,...) 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-test d'initialisation représentatif des diverses situations physiques;
- des limites ont pu être incorporées afin de sortir des résultats par entités conventionnelles (département, bassin versant,...);
- 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 l'unité physique 17 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 à 14% près selon les zones. Le meilleur résultat est obtenu par un supervisé gaussien bien initialisé sur une zone géographique limitée à l'intérieur de l'image (20X20 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.

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

LITTORAL DU LANGUEDOC-ROUSSILLON

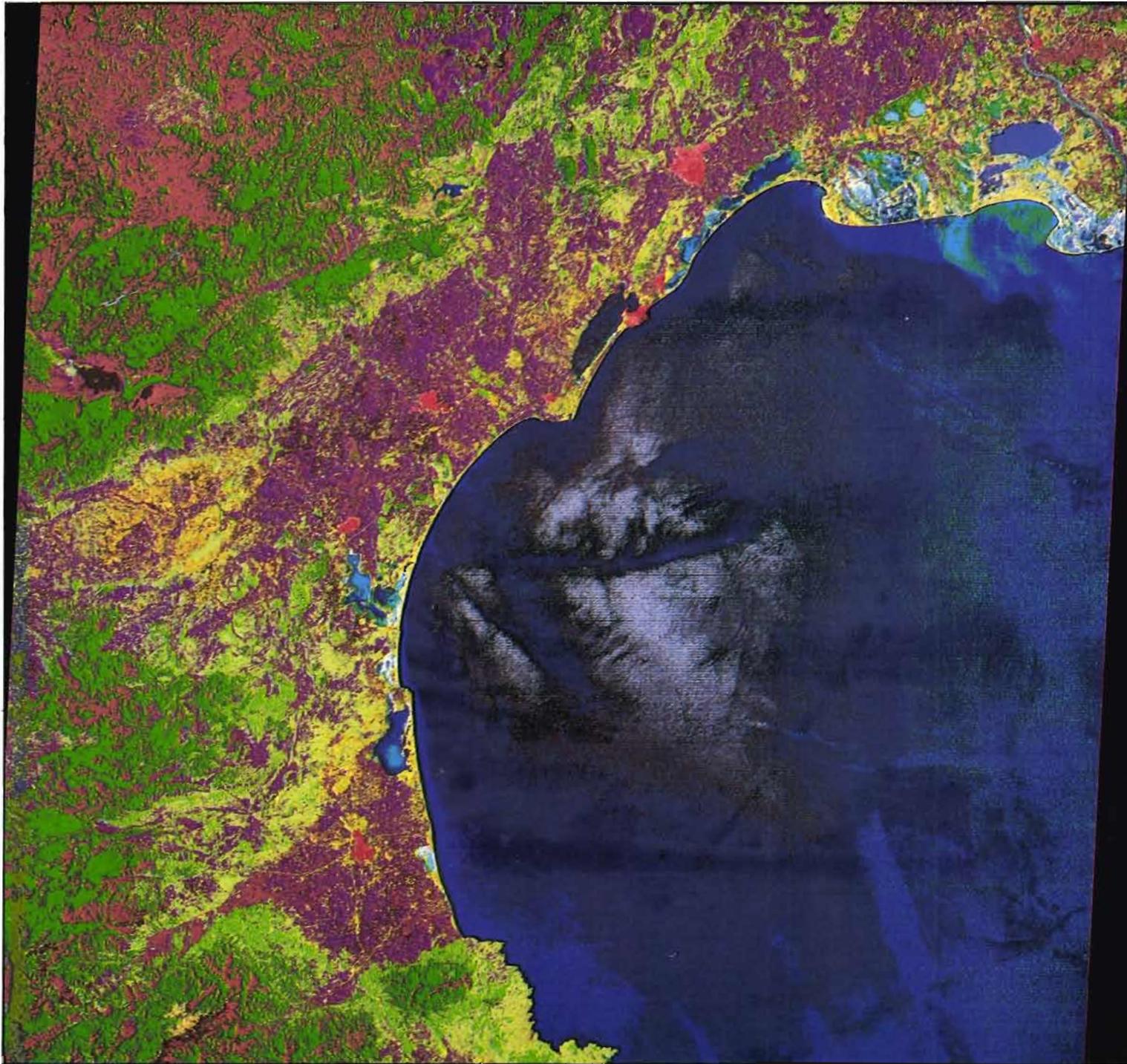
Réduction de la carte au 1/250 000^e

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.



- 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 feuil-
lus 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.

5.1.5. Expérimentations "Val de Loire" et Indre et Loire

Cette vaste région recouvre des plateaux de grandes cultures et des zones à polyculture (unités 10 et 11).

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 manie- ment 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^e avec légende et éléments de toponymie et d'infrastructure routière) a été largement distribué.

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 %.

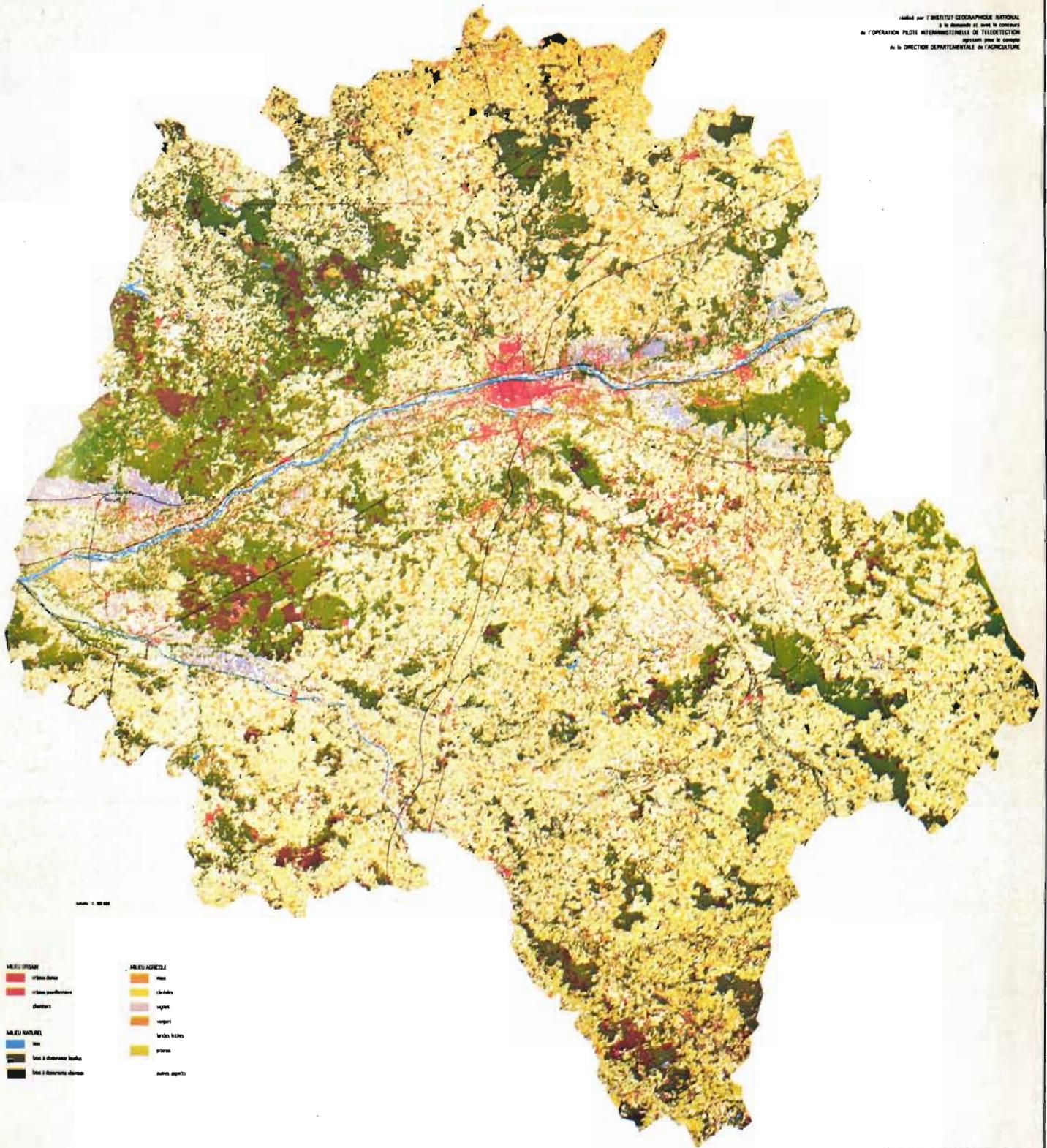
Le travail a été effectué en quatre mois (non compris les délais d'impression de la carte) et a coûté environ 220 000 F, comprenant de nombreux tests de méthodes. En routine, il faudrait tabler sur 50 à 100 000, le coût devant s'abaisser si les temps de corrections géométriques et de calcul diminuent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

CARTE D'OCCUPATION DU SOL

DEPARTEMENT DE L'INDRE ET LOIRE

Élaborée par l'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL
à la demande et avec le concours
de l'OPÉRATION PLEIDE INTERMINISTÉRIELLE DE TÉLÉDETECTION
approuvée pour le compte
de la DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE



échelle 1 : 50 000

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| MILIEU URBAIN | MILIEU AGRICOLE |
| ■ zones denses | ■ maïs |
| ■ zones peu denses | ■ céréales |
| ■ diversifiés | ■ vignes |
| MILIEU NATUREL | ■ vergers |
| ■ eau | ■ verges, hêtres |
| ■ bois à dominante feuillue | ■ prairies |
| ■ bois à dominante résineuse | autres aspects |

Cartographie automatique réalisée après traitement informatique
des images reçues et analysées par le satellite LANDSAT
(orbite 274 827 des 13 mai et 16 septembre 1982)

OPT

5.1.6. Expérimentations "Brenne - Sologne - Dombes" (3601 à 04,4102,0101)

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 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

5.1.7. 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).

5.1.8. Forêts Vosges-Alsace (zones 6701-5702, Hagueneau 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-test, et l'ONF, grâce aux moyens et méthodes du CTAMN.

Les résultats obtenus sur le massif d'Hagueneau ont été évalués par deux méthodes: la méthode spécifique de l'OPIT et des comparaisons établies à l'aide de grille, d'une part sur le plan de gestion ONF, d'autre part sur le résultat de traitement. Les deux méthodes ont donné les mêmes résultats.

- 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 répétables 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.

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.

5.1.9. 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 5x5 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 liés 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 "loterie" 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 5x5 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 1/25000, 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 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 probant 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 traite-

ment 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.

5.1.10. 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 verger 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.

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

OCCUPATION DU SOL SUR LE BASSIN VERSANT DE LA MOSELLE

Réduction des cartes au 1/100 000 et au 1/50 000

Afin de simuler correctement le comportement dynamique des eaux de la Moselle dans la perspective de l'équipement de son bassin versant, les responsables de la gestion des eaux de l'Agence de Bassin Rhin-Meuse font fonctionner un modèle d'écoulement hydro-pluviométrique mis au point par le Service Hydrologique de l'ORSTOM.

Ce modèle demande, en entrée, outre des paramètres purement climatiques et de pente et perméabilité des sols, des données d'occupation des sols en six postes : feuillus, résineux, prés-prairies, cultures, eau, surfaces imperméabilisées (villes, carrières...). Ces données doivent être rassemblées par « carreaux » de 5 × 5 km.

L'ensemble du bassin versant de la Moselle est ainsi découpé en carreaux, et, sur un fichier informatisé, on dispose des superficies occupées par chacun des six postes sur chaque carreau. Ce fichier a été établi dans un premier temps par l'Université de Metz (département de géographie) par interprétation des documents existants : cartes IGN au 1/25 000^e ; photos aériennes, etc. Le principal problème réside dans l'hétérogénéité des documents de base et de leur date d'établissement (parfois 20 ans d'écart entre 2 documents jointifs), le second, dans le temps très long nécessaire pour ce type de travail manuel. D'où l'idée de recourir à la télédétection pour mettre au point une méthode rapide d'actualisation du fichier et capable de fournir des données homogènes car établies toutes à la même période.

En liaison avec l'agence de Bassin, l'Université de Metz, la Direction Départementale de la Moselle, l'OPIT et le bureau de télédétection de l'ORSTOM ont réalisé cet inventaire de l'occupation des sols, carreau par carreau, et livré le résultat sur une bande magnétique qui porte les superficies occupées par chaque poste et établies par traitement numérique des données Landsat d'août 1976.

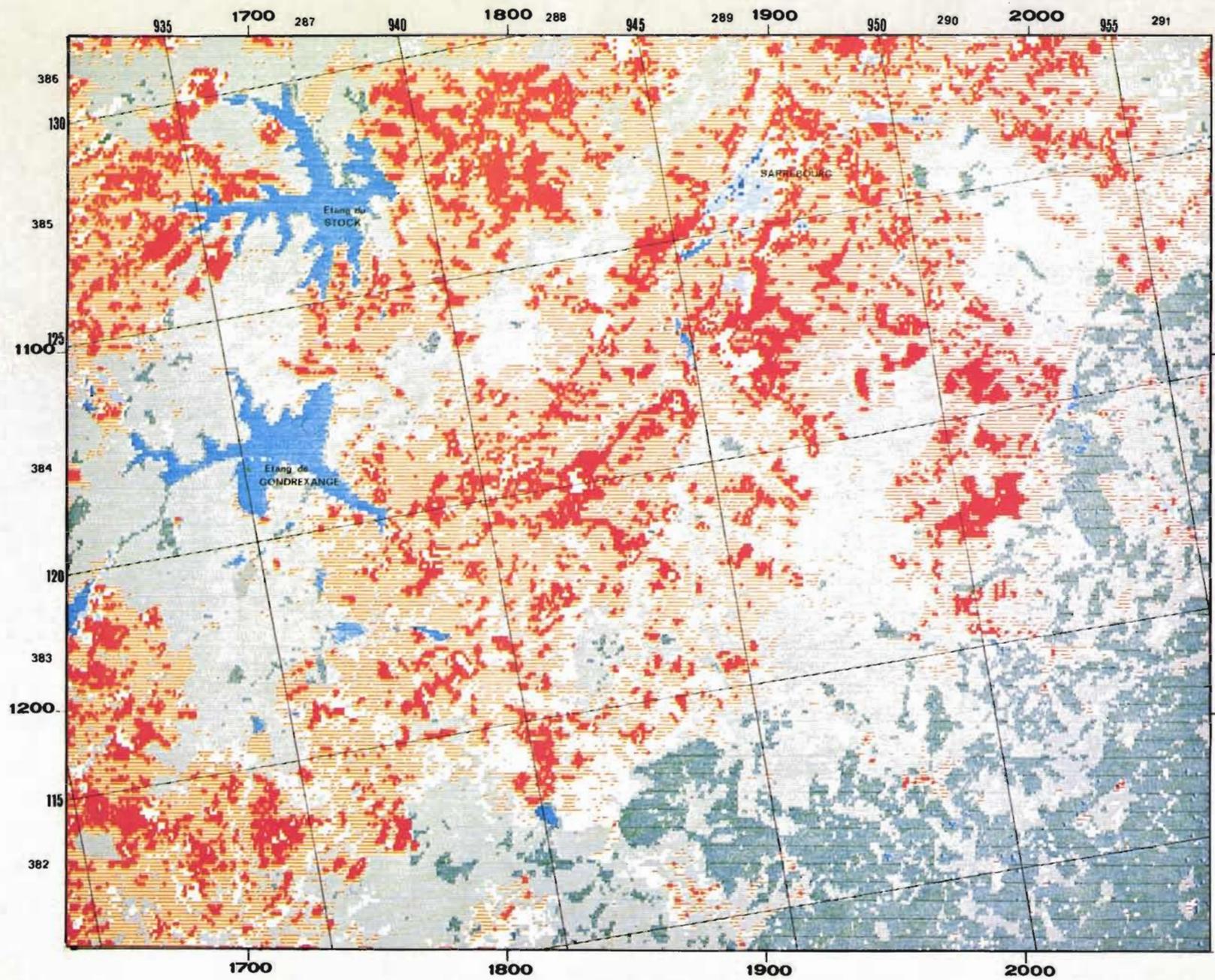
La méthode utilisée repose sur un algorithme « par bornes » qui procède par seuillage interactif sur les différents canaux de longueur d'onde enregistrés par Landsat et développé à l'ORSTOM. Un calage du carroyage 5 × 5 km sur Landsat a été nécessaire.

Les résultats obtenus ont été ensuite comparés aux données du fichier ainsi qu'à des données terrain et des cartes fournies par les différents services locaux et régionaux.

Les écarts enregistrés sont les suivants : 95 % des points classés « eau » sont de l'eau ; le traitement donne 0,5 % de surface en eau sur 60 carreaux, contre 0,8 % au fichier établi classiquement : feuillus et résineux sont approchés à 5 et 10 % près ; les prairies sont surestimées d'environ 10 %, les cultures sous-estimées de 10 à 15 % ; les zones urbanisées sont classées entre 30 à 10 % près. Ces chiffres ont été estimés suffisamment précis pour entrer dans le modèle d'écoulement.

Ce travail a demandé un an, comprenant la formation d'un hydrologue à la télédétection et la conduite du projet, il a coûté environ 100 000 F.

Au verso figure une carte réalisée en visualisant au traceur Benson les résultats obtenus par le traitement et utilisés par l'Agence de Bassin sous forme de fichier sur bande magnétique.



D'après les données
 LANDSAT 211-026 du
 13-8-1976

LEGENDE

-  Eau libre
 parenté (- 45 - 40)
 (- 27 - -)
-  Zones urbanisées
 parenté (- 47 78 57)
 (- 37 57 35)
-  Résineux
 parenté (- 28 - 60)
 (- 33 - 60)
 (- 27 - 40)
-  Feuillus
 parenté (- 34 94 -)
 (- - - 61)
-  Prairies et vergers
 parenté (- 40 - -)
 (- 35 58 41)
-  Cultures
 parenté (- 70 - -)
 (- 41 58 41)

1200 Lignes et colonnes
 LANDSAT
 290 Numéro du carreau
 hydrologique
 955 Coordonnées LAMBERT I
 zone Nord



OPIT



OCCUPATION DU SOL SUR LE BASSIN VERSANT DE LA MOSELLE

5.1.11. Expérimentations "Paris" et "Arles". Problèmes de raccordement de plusieurs référentiels.

Des tests de traitement ont été effectués sur deux secteurs urbains: Paris et une ville moyenne, Arles. Dans le premier cas, on a, de plus, raccordé les données Landsat à une banque de données d'occupation du sol établie par l'IAURIF (le plan MOS de la région Ile de France) afin de comparer automatiquement les résultats et d'étudier le passage rationnel d'un système à l'autre.

On a pu constater que ce passage ne pose aucun problème, dès lors que l'on a établi une loi de passage des coordonnées Landsat de l'image traitée aux coordonnées du système de référence : grille MOS sur Paris, carroyage 5x5 km de l'Agence de Bassin Rhin-Meuse, Lambert II et limites administratives pour l'Indre et Loire et les communes du littoral du Var. On doit rappeler que cette loi est à établir image par image. Dans le cas où on doit travailler sur plusieurs images de la même scène, il y aurait intérêt à minimiser l'effort que cela représente en pratiquant une correction géométrique systématique de toutes les images à traiter afin de les rendre superposables entre elles et raccordées à un référentiel de base, le plus usuel étant le Lambert II, qui doit permettre, par la suite, des raccords avec d'autres référentiels plus spécifiques.

Cette considération devra être prise en compte quand on étudiera systématiquement les changements d'usage des sols à l'aide des données satellites. L'introduction de données terrain d'initialisation et d'évaluation sera ainsi facilitée, des vérifications plus systématiques seront possibles, les résultats obtenus seront immédiatement transférables d'un système à l'autre et les restitutions cartographiques seront précises et permettront une bonne localisation et une comparaison point par point avec des cartes classiques et à des échelles usuelles.

Le coût des corrections géométriques doit considérablement diminuer avec l'arrivée des array-processors, il faut donc prévoir dès maintenant un redressement systématique des images intéressantes.

Sur le plan des thèmes urbains proprement dit, les résultats obtenus par traitement des données de télédétection sont tout au plus encourageants. Le bâti diffus sort mal, seul l'urbain dense et l'urbain moins dense mais de taille suffisante (plusieurs dizaines de pixels) sortent nettement. Les villages, bourgs et petites villes ne sont discriminés que lorsque les contrastes le permettent. Les grandes aires artificialisées ou minéralisées sont également décelables quand les conditions de contrastes s'y prêtent (parking, emprises autoroutières et ferroviaires, zones industrielles, carrières, gravières, sablières). Leur envahissement par la végétation naturelle ou par des plantations rendra difficile leur identification et ces catégories d'utilisation de l'espace rejoindront d'autres catégories tout aussi physiquement hétérogènes comme les landes, maquis, garrigues, friches, jachères, jeunes plantations ou dunes avec couverture végétale discontinue.

De longs travaux d'initialisation sont nécessaires pour séparer ces objets. La résolution grossière, à cet égard, des Landsat actuels ne permet pas de résoudre tous les problèmes de séparation. Il en est de même du phénomène dit de "mitage" qui se situe aux limites actuelles de la résolution.

La télédétection fera une percée décisive sur les thèmes urbains quand les aspects physiques seront mieux appréhendés et que de meilleures passerelles entre nomenclatures fonctionnelles et nomenclatures physiques auront été instaurées, en attendant l'amélioration de la résolution spatiale (LandsatD et SPOT) .

5.1.12. Incendies de forêt en zone méditerranéenne.

A la demande des principales administrations concernées par ce problème (DDA, SRAF, Intérieur, pompiers,...), l'OPIT a fait une étude méthodologique du Var aux Pyrénées Orientales pour les feux de l'été 76, sur le 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-test 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.

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

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 (châtaigniers, 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.

INCENDIES DE FORÊTS 1979



Echelle 1:150 000



OPT

Document réalisé en application de la directive communautaire de l'Union Européenne relative à la cartographie
 "Service Régional d'Aménagement Forestier Provence Alpes Côte d'Azur"
 1ère édition: 1980
 2ème édition: 1981
 3ème édition: 1982



IGN Département de Télé-Interprétation
 IGN OPT

5.2. Résultats par thèmes

Comme on a pu le constater à la lecture des commentaires par groupes d'expérimentation, certains thèmes ont été abordés 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 abordée 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 à 75-80 % près;
- la statistique du maïs a pu être abordée 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 abordée 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 postes;
- . 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 (voir annexe évaluation) 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 normalisés 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".

6 - CONCLUSIONS

On a ainsi classé les couples "expérimentation-traitement" du plan d'expérimentation de façon à composer les résultats obtenus par plusieurs traitements sur une même zone ainsi qu'entre les zones. Le nombre d'expérimentations n'étant pas suffisant, on ne dispose pas de suffisamment de couples pour tirer des conclusions d'ensemble sur les unités physiques et les traitements de manière statistiquement significatives.

On a pu constater que 19 couples approchent la forêt avec moins de 10% d'erreurs (et 14 avec moins de 5%), dans les unités physiques 4, 11, 13. Les traitements supervisés sont plus performants que les autres mais on ne peut tirer de conclusion sur le type de traitement supervisé lui-même. Neuf couples approchent la SAU avec moins de 10% d'erreur, dans les unités 10 et 11 essentiellement. Là aussi les traitements supervisés se comportent globalement mieux que les autres. Concernant les unités physiques, on peut dire que des découpages plus fins que celui en 19 unités prévus par l'OPIT sont nécessaires car on constate trop de variations internes dans les unités élémentaires testées. En particulier, les grandes plaines agricoles (10, 11, 12, 13) sont à découper plus soigneusement en fonction de critères pédo-géologiques (% d'argile et hydromorphie, % de pierrosité et sols calcaires) pour bien initialiser les traitements supervisés à l'intérieur de chaque unité ou sous-unité si cela s'avère nécessaire, par exemple à certaines dates. Les unités de moyenne montagne (4, 5, 6, 7) sont plus stables ; le substratum y joue un rôle important ; le facteur le plus limitant étant la pente si l'élévation du soleil au moment de la prise de vue est trop faible. C'est pour ces motifs qu'aucune expérimentation n'a été tentée en montagne (unités 1, 2, 3). Le zonage est donc indispensable pour assurer une bonne initialisation et pour pouvoir généraliser valablement les résultats.

ANNEXE

METHODES D'EVALUATION DES RESULTATS

Deux phases d'évaluation sont à distinguer :

- une évaluation intervenant en cours de traitement afin d'améliorer celui-ci
- une évaluation en fin de traitement, qui a pour but de donner d'une part une précision objective du résultat obtenu par rapport à la nomenclature que l'on s'est fixé du départ et d'autre part d'estimer les apports supplémentaires de la télédétection

Dans le premier cas, on effectue des évaluations successives qui reposent sur des interprétations rapides au fur et à mesure du déroulement des diverses étapes de traitement sur la base de la connaissance que l'on a du terrain.

Cette connaissance doit être à la fois implicite et explicite :

- implicite : l'opérateur intègre ce qu'il connaît du terrain sous ses divers aspects : sol, sous-sol, végétation spontanée, cultures, hydromorphie, bâti, etc..., appuyé par une série de documents complémentaires, s'il en existe : cartes topographiques, cartes thématiques, photographies aériennes classiques, visualisations ou compositions colorées interprétées venant en soutien du traitement numérique ;
- explicite : l'opérateur dispose de connaissances plus précises sur un certain nombre de parcelles levées à cet effet, qu'il retrouve dans ses résultats de traitement et dont il vérifie, à l'oeil, le bon classement.

Dans le second cas, plusieurs méthodes sont possibles et sont décrites ci-dessus. Elles ne sont pas exclusives les unes des autres et leur choix repose souvent sur ce qui est disponible.

C'est à ce niveau qu'intervient, outre la vérification que ce qu'on a initié se trouve bien classé, la connaissance implicite du terrain ; en particulier, c'est sur des visualisations que l'on fait intervenir la répartition spatiale des objets, puisque l'utilisation de la texture dans la phase de traitement numérique n'est pas encore introduite. Les techniques de photo-interprétation des résultats permettent donc de se rendre compte de la qualité de la localisation des résultats attendus.

1) une première méthode consiste à comparer les résultats statistiques obtenus par traitement à des statistiques établies sur le même espace par des sources classiques. Plusieurs obstacles se heurtent à l'application systématique de cette méthode :

- les nomenclatures résultant des méthodes classiques ne sont généralement pas adéquates à celles obtenues par traitements, même si on a orienté ces derniers vers l'obtention de celles-là ;
- les dates ne sont pas forcément comparables et il n'est pas toujours aisé de trouver une concordance entre date d'acquisition de données de télédétection et date d'établissement de statistiques classiques ;
- les espaces ne sont pas non plus toujours équivalents ; les statistiques classiques sont obtenues en général sur des périmètres administratifs (région, département, bassin versant) qui ne correspondent guère à la géométrie des images de télédétection.
La comparaison ne peut être valablement effectuée que si on a traité de tels périmètres dans leur ensemble.

2) une seconde méthode consiste à comparer visuellement le résultat à des documents cartographiques classiques ou des photos aériennes.

Les mêmes remarques sont à effectuer concernant l'adéquation des nomenclatures et des dates pour les diverses cartes.

En ce qui concerne la photographie aérienne, ce peut-être un outil de comparaison efficace si on dispose d'une bonne concordance de date entre la mission aérienne et la prise de données télédétection et si l'on effectue une photo-interprétation spécifique à la comparaison que l'on veut faire.

Cette méthode permet une bonne estimation de la qualité de la localisation géographique des résultats obtenus.

- 3) une troisième méthode consiste à comparer les résultats avec d'autres enquêtes statistiques comme l'enquête TERUTI du Ministère de l'Agriculture français. Cela pose le problème du calage des grilles de points TERUTI sur les documents de télé-détection, celui des dates et des nomenclatures déjà évoqué et celui de la validité de la représentation spatiale du point TERUTI.
- 4) une quatrième méthode consiste à comparer les résultats avec des banques de données existantes pour peu que l'on ait effectué le raccordement automatique entre la géométrie Landsat et celle de la banque de données et le raccord des nomenclatures.
- 5) une cinquième méthode consiste à faire des comptages sur une visualisation des résultats selon une grille de points et à les comparer à des comptages effectués dans des conditions semblables (même maillage) sur des photographies aériennes compatibles au point de vue des dates.
- 6) toutes ces méthodes sont manuelles et l'OPIT a développé une méthode spécifique, informatisée, qui permet des comparaisons automatiques de résultats de traitement grâce au logiciel GICS (voir annexe II).

CHAPITRE IX - LES ACTIONS DE SOUTIEN A LA RECHERCHE

Dès le début des travaux de l'OPIT, une certaine confusion a existé dans l'esprit de certains de ses interlocuteurs quant à son rôle dans l'aide à la recherche. De nombreux chercheurs télédétecteurs ont eu tendance, en effet, à attendre de ce nouvel organisme qu'il distribue les subventions leur permettant d'entreprendre ou de poursuivre les recherches qu'ils souhaitaient mener, alors que les créateurs de l'OPIT en dépit des formulations parfois ambiguës du protocole de création, ont très vite insisté sur l'importance primordiale à accorder à l'aspect opérationnel des réalisations attendues de l'OPIT, aussi modestes qu'elles apparaissent dans un premier temps.

Dès ses premières interventions officielles et ses premiers contacts, l'OPIT s'est donc attachée à bien préciser cet aspect, ce qui déçut d'ailleurs nombre de chercheurs.

Néanmoins, il apparut au fur et à mesure que se précisait le programme des expérimentations, que certaines recherches, proches de l'aboutissement, méritaient d'être encouragées, que d'autres enfin, apparaissaient susceptibles d'apporter des éléments fondamentaux, nécessaires à la poursuite du programme propre de l'OPIT.

Des propositions furent alors faites aux instances décisionnelles de l'OPIT qui acceptèrent, au coup par coup, d'apporter des aides limitées à certains laboratoires de recherche, en fonction de l'intérêt de leurs travaux.

De telles opérations, qui concernent 11 % en nombre des contrats de l'OPIT, ne représentent que 6 % du montant des crédits totaux de l'OPIT. On en trouvera ci-dessous la liste, suivie d'une courte fiche décrivant les travaux ainsi encouragés et les résultats obtenus. On notera toutefois que, dans cette liste, ne figurent pas les travaux à caractère de recherche intéressant le domaine des logiciels informatiques. Ceux-ci ont en effet fait l'objet d'une attention et d'une démarche particulières de la part de l'OPIT. Pour cette raison, ils sont examinés dans le chapitre 7 qui traite de l'informatique.

Organismes	Nom du responsable scientifique	Importance de l'aide apportée par l'OPIT	Fiche descriptive page
GDTA	Y. VUILLAUME	50 000	233
CEGERNA	R. DARRIDO	120 000	234
INA. P.G.	M.C. GIRARD	50 000	237
CERGA	N. ARMANGAU	70 000	240
INRA - FORET	J. RIOM	85 000	241
INRA - Pédologie	B. NAERT	95 000	243
IAURIF	A. BALLUT	100 000	247
LAEP - Strasbourg	M. WENDEL	30 000	249
ARMINES	J.M. MONGET	50 000	254



GROUPEMENT pour le DÉVELOPPEMENT
de la TÉLÉDETECTION AÉROSPATIALE

C.N.E.S. - I.G.N.
B.R.G.M. - I.F.P.
B.D.P.A.

(Groupement d'intérêt économique régi par l'ordonnance du 23 septembre 1967)

EMPLOI DU DETECTEUR MULTISPECTRAL A BALAYAGE POUR
L'EVALUATION REGIONALE DU RAYONNEMENT NET

RESUME

L'évaluation du rayonnement net par télédétection a été examinée dans le cadre du bassin hydrologique d'investigation de l'Orgeval (Seine et Marne), à la suite des campagnes d'expérimentation menées de 1975 à 1977, conjointement entre le G.D.T.A. et le C.T.G.R.E.F. d'Antony.

Avec les données thermiques et multispectrales du détecteur Daedalus, par ciel clair et pour un certain nombre de points de la région considérée, nous calculons par une méthode de bilan, l'énergie utilisable dans le processus d'évapotranspiration. A cette fin nous développons un "modèle" de la surface terrestre faisant appel à la théorie du rayonnement, électromagnétique, et à l'étude des bilans énergétiques de cette surface. L'un de ces bilans (atmosphère/espace) rend compte de la mesure thermique effectuée par avion, l'autre (sol/atmosphère) est associé au rayonnement net. Moyennant certaines hypothèses simplificatrices concernant les propriétés de l'atmosphère, ces deux bilans sont combinés afin d'atteindre le rayonnement net à partir des données télédétectées.

Les résultats obtenus avec ce modèle, sont en accord avec ceux produits par la méthode "conventionnelle" de Brunt faisant appel aux données météorologiques locales. Il ont été vérifiés sur des données du satellite Nimbus 5 acquises en région semi-aride.

L'étude réalisée avec les données Daedalus a conduit à l'information de ce modèle et à son adaptation pour y introduire les valeurs d'albédo et celles de vérité-sol.

Centre d'Études
pour
la Gestion des Ressources Naturelles
(CEGERNA)

Paris, le 28 Octobre 1976

19, avenue du Maine, 75015 PARIS

Le programme de recherche était ainsi défini :

ARTICLE 2 : PROGRAMME DE TRAVAIL

Le programme de travail comportera les phases suivantes :

1 - Bilan critique des méthodes et des systèmes graphiques et cartographiques nécessaires à une visualisation des données de la télédétection :

- Recensement des moyens utilisés et des travaux exécutés ;
- Evaluation de ces moyens et de ces travaux ;
- Conclusions prospectives sur les axes de recherche.

Dans ce bilan seront observées les trois étapes nécessaires à la visualisation ou à la communication : préexamen des données, production de documents de travail, présentation des résultats. Dans chaque cas, on tiendra compte des contraintes particulières liées à chacun des thèmes de l'O. P. I. T., notamment les comptages, les lissages, l'intégration de limites et de tracés de contours.

2 - Recherche, parallèlement à l'exploitation des données de la campagne 1975, des meilleurs moyens de communication.

3 - Recherche et mise en oeuvre de formules graphiques automatisables permettant, en se fondant sur les acquis de la sémiologie graphique de produire, à partir d'un contenu informationnel, des cartes d'inventaire, de traitement et de communication, qualitatives ou quantitatives.

La première phase a bien été réalisée. Elle a fourni les conclusions suivantes :

CONCLUSIONS PROSPECTIVES ET AXES DE RECHERCHE.

Il apparaît, au terme de cette étude critique des moyens, que les spécialistes français disposent des principaux moyens techniques pour transcrire les résultats de leurs recherches. Mais ce bilan des moyens a aussi montré l'absence d'une méthodologie générale de la communication, dans le domaine de la télédétection, qui soit fondée sur l'utilisation rationnelle d'un langage graphique cohérent devant satisfaire une hiérarchie de besoins aussi nouveaux que variés. Dans un premier temps, ce sont les constructeurs, qui, au travers de leurs machines, ont dicté leurs méthodes, et qui, méconnaissant la rigueur du langage graphique, ont d'abord imposé leurs contraintes techniques. Cependant, si grande était la nouveauté de la télédétection que les méthodes utilisées, nées dans l'improvisation, furent un pis-aller nécessaire.

Très récemment, un pas décisif a été franchi avec l'introduction dans les centres de calcul de consoles graphiques interactives qui marquent un premier essai de formalisation logique. Encore serait-il souhaitable, pour que les besoins des utilisateurs soient satisfaits, que les constructeurs optimisent ces matériels en dotant le système des six variables visuelles, en améliorant la résolution des tubes et en prévoyant des processus (entre autres par l'interconnection de périphériques graphiques) de copie d'image restituant des documents utilisables pour le décideur.

.....

Dans l'espace immuable $x y$, la vertigineuse extension de la colonne des indicateurs recensés et sa problématique spécifique caractérisent la cartographie thématique. Les données de la télédétection accentuent cette tendance et rendent d'autant plus nécessaires l'élaboration de systèmes visuels automatisés et contrôlés, non par la logique des moyens, mais par la logique des méthodes.

D'autre part, si la diversité des domaines de la télédétection, la multiplicité de ses utilisateurs, la rapidité de sa mise en oeuvre automatisée, tendent à s'accommoder de moins en moins de la centralisation, il serait éminemment souhaitable que les unités autonomes de traitement disposent d'un langage de restitution unifié et logique.

Nous distinguerons 7 actions à entreprendre pour que, pendant la phase pré-opérationnelle de l'OPIT, soit élaborée une méthodologie opérationnelle de la communication visuelle des données de la télédétection. Ces actions concernent :

- La documentation sur les réalisations concrètes en France mais aussi dans les pays les plus avancés.
Et entre autres :
 - L'analyse des niveaux de lecture
 - L'analyse de l'information à transcrire
 - L'automatisation des systèmes graphiques
 - La conception de la formulation graphique.
 - La fabrication des cartes et graphiques
 - Les échanges avec les constructeurs
- . L'identification des thèmes et des utilisateurs.
. L'identification des besoins en termes de produits.
. L'identification des contraintes après adaptation sur les matériels.

Les actions et leurs objectifs sont développés en annexe.

Enfin, nous insistons pour qu'au cours d'une mise au point de méthodes visuelles, aucun des moyens de restitution ne soit négligé. Les traitements numériques. Les trois principaux moyens de restitution et de traitement de l'image (traitements photographiques, optiques et numériques), d'ailleurs bien connus, ne doivent pas être mis en concurrence.

.....

Quant aux deux dernières phases, seule la définition de formule graphique automatisable a pu être faite, les résultats nécessaires à sa mise en oeuvre n'ayant pas été disponibles.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON

Centre de Paris
16, rue Claude-Bernard
75231 PARIS CEDEX 05
Tél.: 570-15-50

Centre de Grignon
78850 THIVERVAL-GRIGNON
Tél.: 056-45-10

ANALYSE DES PAYSAGES RURAUX

Depuis Juillet 1972, on peut disposer en France de données satellite sur l'ensemble du territoire. Ces données peuvent être traitées de différentes façons et, entre autres, visualisées sur papier photographique, donnant des images dont un codage coloré permet de faire ressortir les éléments importants.

Sur de telles "compositions colorées", on peut individualiser des éléments texturaux à caractères bien définis. Ces caractères sont : le ton, la taille et la forme.

Les éléments texturaux sont assemblés suivant des structures différentes. Ces structures sont définies par le contraste, l'abondance et le mode de combinaison des éléments texturaux.

L'interprétation d'une image se fait en trois phases. Elle passe par :

1) L'identification des éléments de paysage.

De sont des unités ayant divers éléments texturaux mais une seule structure.

2) La détermination des unités de paysage.

Celles-ci regroupent plusieurs éléments de paysage et ont plusieurs structures, mais le contraste entre les éléments de paysage n'est pas très fort. Elles possèdent une structure parcellaire (taille, forme) homogène.

3) La reconnaissance des paysages ruraux.

Ils sont constitués d'unités de paysage rassemblées en fonction de l'occupation du sol et des contrastes, les contrastes étant les plus forts entre les paysages ruraux et servant à les délimiter.

Selon les images étudiées, l'interprétation se fait en commençant par les éléments de paysage ou par les paysages ruraux.

Les couleurs observées sur les codages colorés correspondent aux radiances des éléments texturaux et permettent de reconnaître les grands types d'occupation du sol :

Forêts { feuillus
résineux

Cultures : céréales, plantes sarclées, prairies temporaires et permanentes

Sols nus - Eau libre.

Les ombres portées dues à la morphologie ainsi qu'aux réseaux hydrographiques interviennent dans la structure.

Les réseaux hydrographiques et les types de parcelles constituent deux autres critères de description des paysages ruraux.

De façon à ce qu'elle soit uniforme, la description des paysages ruraux se fait à l'aide de fiches rassemblant les différents critères de description.

Cette technique d'interprétation visuelle de compositions colorées d'images LANDSAT a été appliquée à plusieurs images et plusieurs scènes d'une même image. Les résultats et leur comparaison conduit à formuler les remarques suivantes :

- sur chaque scène, on peut distinguer des unités de paysage et des paysages ruraux et les cartographier ;

- sur deux scènes de la même image, correspondant à des saisons différentes, on a une bonne similitude de contour pour les éléments quasi invariants (forêts, prairies, réseaux hydrographiques). Par contre, les contours diffèrent, et cela est dû à une différence de contraste entre les éléments texturaux, en fonction des stades phénologiques des cultures selon les saisons.

On possède par cette méthode de description visuelle normalisée des images LANDSAT, un mode de cartographie rapide et peu coûteux de paysages ruraux, et qui peut être facilement réactualisé.

Ces cartes de paysages ruraux pourraient constituer un bon outil de synthèse, précieux en aménagement, car elles traduisent les plus objectivement possible les modes d'utilisation actuels de l'espace rural en inter-relation avec les principales caractéristiques du milieu.

- : -

Le problème du drainage est en cause actuellement, la question se pose de savoir où l'on peut envisager d'effectuer de tels travaux. Les images satellites peuvent-elles aider à déterminer les zones à drainer ?

On peut trouver une relation entre la radiance et l'humidité des sols si ces derniers sont nus et s'ils comportent les mêmes taux de matière organique, fer, calcaire. L'humidité ainsi détectée ne correspond qu'à celle d'une couche de quelques mm d'épaisseur.

Il est clair que cette voie n'est pas satisfaisante pour répondre à la question initiale. Il est nécessaire d'appréhender l'humidité sur toute l'épaisseur du sol. Pour cela, on utilise les plantes, en considérant qu'une des causes de leur implantation est due au comportement hydrique des sols. Il faut donc en premier lieu, déterminer des zones dans lesquelles l'occupation du sol par les végétaux peut être considérée, à un certain niveau, comme en relation avec l'humidité des sols. Cela signifie qu'on travaille dans une même unité de paysage et que les interprétations se feront à l'intérieur de ces dernières. Le plus souvent, il faudra changer de système d'interprétation quand on changera d'unités de paysage.

Dans les paysages favorables, on peut déterminer les zones :

- qui seront sûrement améliorées par un drainage,
- qui n'ont pas besoin de drainage,
- qui nécessitent des travaux plus élaborés, pour prendre une décision.

Les images satellites peuvent servir à dégrossir le problème de l'humidité des sols. On peut dresser des cartes à l'échelle du 1/250 000ème. Pour aller plus loin, il vaut mieux utiliser les photographies aériennes au 1/100 000 en fausse couleur.

L'interprétation de l'humidité des sols dans les cas favorables se fera de la façon suivante :

- Interprétation des unités de paysage.
- Dans une unité de paysage, recherche de la relation entre l'occupation du sol et le comportement hydrique des sols.
- Traitement de la bande magnétique de manière à déterminer les diverses occupations du sol.
- Exécution d'une image correspondant au traitement précédent.
- Interprétation visuelle de l'image.

Fondation C.E.R.G.A.

Centre d'Études et de Recherches de la Géologie et de ses Applications

Institut de Géologie - Université de Montpellier II
Place E. Bataillon - 34060 MONTPELLIER-CEDEX

TÉLÉPHONE (67) 63.39.93

C.C.P. MONTPELLIER 666-66 - CRÉDIT LYONNAIS MONTPELLIER CTS 800-110 F

Dans le cadre des études menées au CERGH pour l'utilisation de la télédétection aéroportée par moyen léger, un certain nombre de documents thermographiques étaient disponibles (documents acquis au cours des missions s'étalant entre 1972 et 1975-76).

Une convention a alors été passée avec l'OPIT pour tirer de ces documents des conclusions sur les possibilités effectives d'emploi de cette technique pour des cas concrets dans le domaine de l'étude des eaux superficielles, marines, cotières principalement.

Il s'agissait de montrer les avantages et les limites de cette technique mais aussi de situer le savoir acquis par rapport à ce qui se faisait ailleurs.

L'étude proprement dite a duré plus longtemps que prévu initialement par suite de divers retards dans la mise à disposition des crédits, ce qui a en réalité entraîné pour le CERGA des dépenses supérieures aux rentrées prévues (principalement par suite de l'étalement dans le temps de l'utilisation de Monsieur Burkhalter, spécialiste formé à Montpellier et actuellement responsable du seul système léger de thermographie aéroportée fonctionnant en France). Ce surcroît de dépenses a été rendu possible par l'évaluation des résultats obtenus dans la soutenance de la thèse de spécialité de Monsieur Burkhalter.

Le montant global des conventions d'études au cours desquelles les documents utilisés ont été obtenus dépasse largement 600 000 Frs.

L'utilisation des crédits OPIT a été essentiellement la prise en compte :

- d'une partie du salaire de Monsieur Burkhalter (55 000 F environ)
- d'une bourse d'étude attribuée à Monsieur Olivon pour une enquête bibliographique aux USA (12 000 F environ)
- des frais de déplacements inhérents aux recherches bibliographiques en France ou aux contacts avec l'OPIT (6 000 F)
- le reste ayant servi à la réalisation matérielle du rapport.

Il est regrettable que la lenteur de mise en place des fonds d'aide à des opérations de valorisation de la télédétection aéroportée par moyen léger freine le développement de cette technique qui pourrait rendre les plus grands services tant aux scientifiques qu'aux organismes publics ou para-publics capables de supporter financièrement des opérations de télédétection opérationnels à coût raisonnable.



LABORATOIRE DE SYLVICULTURE
ET D'ÉCOLOGIE DE LA PINÈDE
LANDAISE
RECHERCHES FORESTIÈRES
Domaine de l'Hermitage - PIERROTON
33610 CESTAS - BORDEAUX - FRANCE
Téléphone (56) 30.63.06

LETTRE DE COMMANDE 74-79

- Code I.N.R.A. 651352 -

Caractérisation par télédétection des accidents phyto-
sanitaires en Agriculture et en Forêt.

Les accidents phytosanitaires constituent une variable imprévisible de la production de nombreuses cultures : la dimension spatiale de la télédétection doit permettre un suivi des attaques, et dans certains cas permettre une estimation des pertes de production.

L'objet du programme est dans un premier temps après avoir recueilli la vérité terrain, de mettre en oeuvre des moyens d'acquisition en vol avec des capteurs photographiques ou radiométriques. Dans un deuxième temps, non prévu dans ce projet, il s'agit d'exploiter numériquement les données afin de préparer une banque de données sur les accidents phytosanitaires et définir les possibilités de discrimination de divers cas.

Le programme d'acquisition a porté sur les zones et les problèmes suivants :

JUILLET 1979 :

- Castelnaudary (I.R.C. et Daedalus 10 canaux)
maladies sur céréales.
- Charentes (I.R.C.)
maladies et attaques de nématodes sur diverses cultures/
- Bordelais (couleur)
cartographie d'attaques de noctuelles sur maïs.

MAI 1980 :

- Castelnaudary (I.R.C. et Daedalus)
maladies sur céréales.

AOUT 1980 :

- Forêt de Lyons (I.R.C.)
dépérissement de la hêtre.

AOUT 1980 :

- Pyrénées Atlantiques (I.R.C. et couleur)
dépérissement du chêne.

Les études sur les céréales et sur le pin maritime ont été complétées par des mesures de propriétés optiques dans le visible et le proche infrarouge, au Laboratoire.

Ce type d'études se heurte à de nombreuses difficultés provenant :

- de la disponibilité des porteurs et des capteurs.
- de la faible résolution spatiale des capteurs radiométriques.
- du coût relativement élevé des acquisitions.
- de l'impossibilité de pouvoir prévoir le lieu et l'époque exacte des agressions parasitaires.

Les acquisitions aériennes effectuées dans le cadre de ce projet sont très variées (agriculture et forêt) et devraient permettre, après analyse des données, de définir une politique de recherche en ce domaine.

Actuellement, peu d'équipes travaillent sur ce sujet, qui ne peut être abordé, à un niveau régional ou national, que par les techniques et méthodes de la télédétection.

CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES

LABORATOIRE DE RECHERCHES
DE LA CHAIRE DE GÉOLOGIE - SCIENCE DU SOL

SERVICE D'ÉTUDE DES SOLS

Ecole Nationale Supérieure Agronomique
Place Viala
34060 MONTPELLIER CEDEX

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
DÉPARTEMENT SCIENCE DU SOL

Bilan relatif à l'utilisation de l'aide OPIT au S.E.S. de l'INRA par B. Naert

Le Service d'Etude des Sols de l'INRA à Montpellier, a obtenu en 1977, une aide de l'OPIT de 88 000 F qui s'inscrivait dans le cadre des travaux de sa cellule de Télédétection dont les objectifs tendaient à définir, dans un but de cartographie des sols et d'aménagements ruraux, les conditions optimales de saisie et de traitement des données aérospatiales.

Ce programme méthodologique sousentend la résolution préalable des trois problèmes spécifiques suivants :

. Acquisition des données de télédétection susceptibles de répondre à la fois aux besoins de la recherche méthodologique et à leur exploitation opérationnelle.

. Développement des moyens de recherche sur le traitement des données propres aux besoins de la cartographie par télédétection.

. Inventaire des éléments de référence au sol et définition des normes de cartographie.

Les applications concrètes de ce programme visent à étudier la faisabilité de cartes et de zonages à l'échelle du 1/100 000 officiellement choisie en France pour l'inventaire des sols.

Compte-tenu de la nouveauté de l'approche par télédétection, de l'ampleur de la tâche et de l'importance du financement à mettre en oeuvre, la concentration des moyens provenant de différentes sources a été effectuée sur un même secteur (feuille 1/100 000 de Millau et axes de références) et sur des actions complémentaires. En résumé les moyens du CNES ont été affectés pour l'essentiel à la saisie et au prétraitement des données, ceux de la DGRST et de l'OPIT à l'inventaire des éléments de référence et à l'équipement de recherche sur le traitement des images, enfin ceux de l'INRA et de la CEE aux équipements "lourds" et plus spécifiques à la cartographie.

Très schématiquement, à l'heure actuelle, la phase d'acquisition des données est terminée, le développement de l'appareillage de recherche sur le traitement de l'image est en cours d'achèvement. L'inventaire des éléments de référence est réalisé. Celui des normes cartographiques nécessitant la collaboration de services opérationnels semble plus difficile à coordonner que prévu.

Dans ce programme, l'aide de l'OPIT a été initialement envisagée pour permettre la participation aux relevés de références et pour la location de matériel de traitement rapide de l'image photographique par voie T.V. Elle a permis notamment :

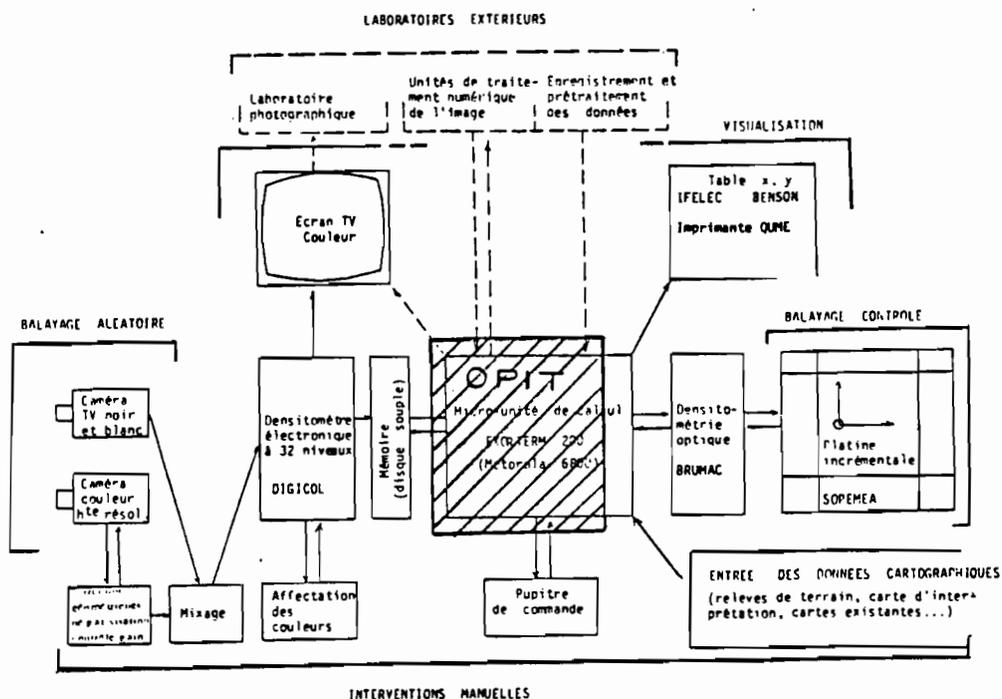
a) - un premier inventaire bibliographique des travaux sur le sujet (A. PEYRONEL - S.E.S. n° 335) : actuellement le service dispose de plus de 5000 références bibliographiques ;

b) - l'évaluation sur le terrain, sur la coupure 1/50 000 du Caylar (F. CLEAC'H - S.E.S. n° 337), de la faisabilité à moyenne échelle de la cartographie factorielle pratiquée jusqu'alors à grande et très grande échelle (Collines de la Moure, secteur pilote de Sylvanes, Domaine de la Fage) ;

c) - d'aborder le stade opérationnel à 1/100 000 sur la coupure IGN de Millau (F. CLEAC'H - S.E.S. n° 457 et A. LAURENT - S.E.S. n° 464 et 465) ;

d) - parallèlement A. PEYRONEL, boursier CNES entreprenait l'inventaire des problèmes à résoudre pour passer de l'interprétation ponctuelle à la généralisation spatiale cartographique.

De ces travaux et des travaux connexes (voir liste bibliographique) engagés dans le cadre d'opérations complémentaires, il est apparu qu'une conception globale de l'équipement de traitement des données était souhaitable; Ainsi compte-tenu de ces conclusions et des difficultés administratives qui ont considérablement retardé la location du matériel, la seconde partie des crédits OPIT a été affectée à la réalisation de l'unité de traitement numérique des données. Ces crédits ont servi de "ferment" pour le développement de l'ensemble. L'unité dont la configuration est représentée ci-contre est en cours d'installation et la participation OPIT y est figurée par des hachures.



Lorsque cette phase technique sera achevée, il importera de confronter de façon critique et systématique, les données de référence à celles de la télédétection. Pour que cette confrontation soit fructueuse, il conviendrait que les besoins des cartographes soient parfaitement recensés et hiérarchisés. Compte-tenu de l'expérience acquise et de ce que j'ai pu voir récemment aux Etats Unis, il semble raisonnable de rechercher plus particulièrement un développement de la cartographie dans une conception du sol élargie à l'ensemble de l'environnement.

P.J.

- Bibliographie sommaire sur le thème de la Télédétection appliquée à la Cartographie des Sols - A. PEYRONEL - S.E.S. n° 335

- Méthodologie de la carte pédologique à 1/100 000 de Millau :

. cartes monofactorielles du quart sud-est de la feuille Occupation des sols actuelles et anciennes - F. CLEAC'H - S.E.S. 338

. cartes monofactorielles du quart sud-est de la feuille Végétation et cartographie - B. LATOUR - S.E.S. 337

- Inventaire des éléments du milieu intervenant dans la cartographie des sols et l'étude de leurs potentialités : coupure 1/100 000 de Millau. Cartes photo-interprétatives sur le thème :

1 - Occupation agricole des sols et implantation humaine
F. CLEAC'H - S.E.S. n° 457

2 - Modélé du paysage
A. LAURENT - S.E.S. n° 464

3 - Végétation
A. LAURENT - S.E.S. n° 465

- Télédétection et Pédologie. Identification et cartographie des sols calcaires et salés - A. PEYRONEL - S.E.S. 463

- Liste bibliographique des travaux menés au S.E.S. sur le thème de la télédétection.



INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME DE LA RÉGION D'ILE-DE-FRANCE
Fondation reconnue d'utilité publique par décret du 2 Aout 1960
21 22 RUE NICOLLS - 75 032 PARIS CEDEX 15 - TEL 567 55 03

Conception d'une étude analytique des données Landsat en région Ile-de-France en utilisant le MOS - Paris, IAURIF, 1978. 18p. tabl. graph. (Etude faite pour le compte de l'Opération Pilote Interministérielle de Télédétection).
Consultable au Service de documentation de l'IAURIF. Cote 11 529.
A. Ballut - G. Montastier - Division aménagement de l'espace.

L'expérience a pour but de mieux connaître les possibilités offerts par l'imagerie satellite Landsat pour l'analyse du milieu urbain en recherchant la relation qu'il peut y avoir entre les données radiométriques de cette imagerie et l'occupation du sol.

Contrairement au milieu rural, qui a été relativement bien étudié à partir des images satellites tant en France qu'à l'étranger à travers un certain nombre d'expériences, les villes sont restées souvent en dehors des préoccupations des expérimentateurs. Il est vrai que les satellites Landsat ont été lancés pour l'analyse des ressources terrestres et beaucoup moins pour celles des activités humaines.

L'idée initiale de la présente expérience consiste à croiser des mesures radiométriques enregistrées sur un territoire avec des informations portant sur l'occupation du sol de ce même territoire, non pas seulement sur de petites zones échantillons mais sur l'ensemble d'une grande zone de 1 200 km² environ.

L'agglomération de Paris est un terrain favorable pour ce type d'expérimentation en ce sens que l'étude MOS (1) existante fournit une connaissance

(1) Etude sur les "modes d'occupation du sol" réalisée par l'IAURIF en 1975.
- Atlas de l'occupation du sol en région parisienne, Tome 1, numéro spécial des Cahiers de l'IAURIF - Avril 1976
- L'occupation du sol en région Ile-de-France - Cahiers de l'IAURIF, n° 48-49 - Décembre 1977.

relativement fine de l'occupation du sol en 19 postes de légende et surtout, dans un référentiel géographique.

En superposant, dans un même référentiel géographique, les données des mesures radiométriques Landsat et la connaissance de l'occupation du sol (représentant la "vérité terrain") de l'étude MOS, il devient possible d'analyser pour chaque objet (habitat, industrie, forêt ...) son rayonnement mesuré et surtout sa répartition statistique.

L'image Landsat retenue est la 214-26 du 11 juillet 1976 qui ne présente pas de couverture nuageuse sur la zone d'étude.

Les limites géographiques de l'expérimentation ont été fixées à 30 x 40km essentiellement pour des raisons pratiques : ce sont les limites de l'écran de visualisation du "système 101" de l'IGN (512 lignes x 512 colonnes). Il n'était pas souhaitable d'avoir une image plus grande qu'il aurait fallu visualiser en plusieurs fois sur l'écran cathodique. Ce rectangle de 30 x 40 km est exactement centré sur Paris (Notre-Dame). L'exploitation a été faite sur une partie seulement (environ 1/30) de l'image Landsat qui couvre en totalité 34 225 km².



UNIVERSITÉ LOUIS PASTEUR
Laboratoire d'application
électronique et physique

43, rue Gœthe
67000 STRASBOURG
TÉL. (88) 35 43 00

La nécessité de repérer de nombreuses parcelles de vérité-terrain a conduit l'OPIT à rechercher des systèmes automatiques permettant de réaliser ce "repérage".

Dans ce but une aide a été donnée au Laboratoire des applications électroniques et physiques de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg pour la mise au point d'un système permettant la superposition d'une image géométriquement corrigée aux points correspondants de l'image de télédétection.

I - DESCRIPTION DU SYSTEME ET FONCTIONNEMENT

1/ Système

Le système se compose de deux ensembles :

a. un ensemble comportant un mini ordinateur Hewlet-Pakard couplé à une console couleur de visualisation, à un lecteur de bandes et à un curseur pour pointer les parcelles.

Cet ensemble est destiné à la visualisation, au repérage et au calcul des coordonnées images.

b. un ensemble comportant comme base un flying-spot relié à la console de visualisation de l'ordinateur, et à un pupitre de commande des anamorphoses.

Le flying-spot est un système électronique à balayage permettant de déformer électroniquement l'image d'un négatif placé dans son champ d'analyse.

Les anamorphoses possibles sont multiples (élongation en x/y, agrandissement, réduction, rotation, déformation en "trapèze").

2/ Principe de fonctionnement

Le principe reposant sur la déformation de la carte et non de l'image Landsat, il faut disposer d'une réduction de la carte topographique sur laquelle les parcelles de vérités-terrains, ont été portées.

En principe l'opération de repérage se décompose comme suit :

a. une phase préparatoire des documents

- report sur fond de carte topographique au 1/25.000e (pour une précision plus grande des contours).

- réalisation de transparents à partir de la carte topographique, avec le positionnement des parcelles et le positionnement des amers linéaires (lacs, routes, massifs forestiers caractéristiques, fleuves, ...). Le pochage complet est nécessaire. L'épaisseur des traits est fonction de la réduction photographique qui sera effectuée par la suite. Pour une réduction en 24 x 36 d'éléments à l'échelle du 1/25.000e, l'utilisation de normographe 2 mm est recommandée.

- réduction photographique des transparents précédents à la taille d'un négatif 24 x 36 qui sera placé dans le champs d'analyse du flying-spot.

Pour éviter un trop grand nombre de manipulations/recalages ultérieurs, il est souhaitable d'effectuer des transparents de telle façon qu'il y ait un regroupement maximum des parcelles sur chaque transparent.

Cette phase d'élaboration du document de travail est primordiale pour un bon recalage et repérage, puisque l'anamorphose est effectuée à partir de ce document.

b. Recalage sur l'image Landsat

L'utilisateur dispose d'un programme simplifié qui permet sans connaissance informatique importante, d'effectuer l'ensemble des opérations.

Le recalage est l'opération primordiale et première :

- . détermination des coordonnées lignes colonnes et appel de la portion d'image à visualiser à partir d'un canal du MSS Landsat laissé au choix de l'utilisateur (pour le Limousin, le canal 7 a été utilisé) en fonction de la thématique et des amers utilisés. La visualisation est faite sur la console couleur selon une matrice de 256 x 256 points images.
- . mise en superposition sur la même console à partir du flying-spot, de la réduction photographique (négatif 24 x 36) comportant les amers et les parcelles à repérer.
- . choix ou non d'un agrandissement de l'image pour une plus grande précision dans le recalage et le repérage.

- . Recalage par anamorphose du négatif, à partir des amers linéaires, en superposant parfaitement le même objet sur l'image Landsat et sa représentation cartographique.

c. Repérage des parcelles

Le recalage effectué, il suffit de pointer les sommets des parcelles, à l'aide d'un spot que l'utilisateur déplace sur l'écran de visualisation à l'aide d'un curseur.

Chaque sommet pour chaque parcelle est mise en mémoire de l'ordinateur afin que l'ensemble soit restitué sur listing en fin de travail. Il est donc nécessaire que chaque parcelle soit affectée d'une étiquette.

II - EVALUATION ET PROPOSITIONS

1/ Evaluation

a. Temps

Le temps le plus long, mais qui conditionne la fiabilité du résultat, est celui du recalage. Ce temps est fonction de la bonne connaissance, du terrain et de l'image Landsat, par l'utilisateur, de la qualité de l'image Landsat utilisé, de la possibilité de retrouver des repères significatifs en fonction de la résolution spatiale du MSS Landsat. Il faut estimer 1/2 heure à 45 minutes entre l'appel de la portion d'image, son affichage sur l'écran et le recalage fini.

Le temps de repérage est ensuite fonction de la complexité des parcelles et du degré de précision souhaité dans le contour des parcelles.

Dans le cas où l'agrandissement n'est pas nécessaire, on travaille sur une image 256 x 256, soit au sol 14,5 km x 20,2 km, contenant de 10 à 20 parcelles selon les régions.

En tenant compte de l'appel de l'image, du temps d'affichage, du changement éventuel de l'image, du fait d'un mauvais cadrage initial de la zone choisie, du temps de recalage et enfin du repérage, il faut compter après rodage sur une première journée, une moyenne de 120 parcelles sur 2 jours.

Si le parcellaire est vraiment petit et imbriqué, il est nécessaire d'effectuer un agrandissement à l'aide d'un zoom. L'image affichée est alors de 128 x 128 (zoom 2), réduisant d'autant la superficie traitée en une seule opération, donc réduisant aussi le nombre de parcelles repérées pour un même temps de manipulation.

b. Précision du repérage

Sans effectuer de zoom, la précision est de 1 à 2 pixels, précision acceptable dans le cas des forêts, des Landes, et des grandes prairies.

L'utilisation du zoom augmente la précision (1 pixel), ce qui dans le petit parcellaire est nécessaire (prairies bocagées et terres de culture), mais multiplie par deux le temps de travail et nécessite un plus grand nombre d'amers pour recalcr correctement.

Il faut noter que la précision diminue avec la fatigue visuelle de l'opérateur après 4 à 5 heures passées devant l'écran de visualisation.

2/ Remarques et propositions

La préparation du document de départ est primordiale.

Le recalage est pratiquement parfait en utilisant comme point de départ un transparent au 1/25.000e, réduit en négatif 24 x 36.

La précision est acceptable au regard des résultats obtenus avec l'autre méthode (cf "Cartographie régional du Marais Poitevin par télédétection" in "Journées de télédétection du GDPA 1977, et rapport "Inventaire Forestier des Vosges et du Vivarais par télédétection spatiale").

Le programme mis au point pour l'utilisateur est très facilement utilisable. Il demande seulement quelques modifications, afin de ne pas sortir du programme en cas d'erreur en cours d'exécution ; ce qui oblige à "sauvegarder" les résultats déjà obtenus, et à recommencer au départ la manipulation.

Pour un parcellaire petit et compliqué, il est nécessaire de zoomer, mais le temps du travail double.

Dans l'ensemble, les opérations manuelles (validation des coordonnées, pointage de sommets surtout dans le cas de parcelles complexes) sont encore trop longues et le taux d'erreurs augmente avec la fatigue à l'écran.

Propositions de l'équipe WENDEL après remarques et expériences en conditions opérationnelles :

L'équipe propose une automatisation complète du repérage. Seuls le choix et le recalage sont effectués par l'utilisateur qui connaît bien le terrain.

Pour l'automatisation complète, il est proposé d'utiliser un algorithme d'analyse des contours à partir du système électronique. La totalité des contours sera digitalisée, il sera donc nécessaire d'adjoindre un algorithme pour la détermination des sommets par analyse des ruptures de ligne.

La rapidité de l'extraction des coordonnées des parcelles sera alors sans commune mesure avec le temps nécessaire actuellement.

Par le même procédé, la détermination de frontières administratives est parfaitement réalisable.

Le système de recalage permet encore d'effectuer la comparaison de deux traitements à dates différentes sur une même zone, en vue de l'évaluation des résultats.

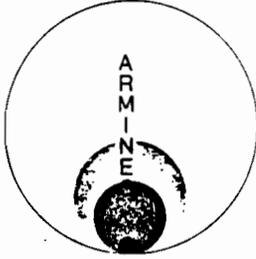
Si l'automatisation est réalisée, l'équipe WENDEL se propose de fournir les coordonnées parcelles directement sur bande magnétique compatible avec le GICS. Cela permettrait d'éliminer la phase de transcription manuelle à partir des listings fournis, qui reste actuellement nécessaire et qui est source d'erreurs au moment du codage.

Le repérage pourrait alors être une opération de routine sans intervention importante de l'utilisateur (sous réserve que les parcelles ne soient pas trop dispersées sur le territoire à analyser). La préparation du document à fournir pour le flying-spot restera la phase fondamentale qui conditionnera toute la détection et le repérage ultérieurs

CONCLUSION

Il apparaît qu'il existe ainsi une méthode souple et facilement utilisable par l'utilisateur, qu'elle apporte une solution en particulier dans les régions à petit parcellaire et occupation du sol hétérogène.

Cette méthode possède un inconvénient : toute nouvelle expérience doit refaire le recalage et déterminer le repérage des parcelles alors que dans le cas d'une correction géométrique de l'image Landsat, une fois réalisée, cette correction est réutilisable pour n'importe quelle nouvelle expérience, mais la radiométrie a été corrigée.



ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT
DES MÉTHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS

déclarée sous le régime de la Loi du 1^{er} juillet 1901

Traitement diachronique des données NOAA

JM. Monget
Contrat OPIT 154/77

L'objectif du présent travail était de développer des traitements diachroniques dans la perspectives des études hydrologiques et du suivi de la couverture neigeuse. Les images utilisées sont du 29 avril 1976 et 5 Août 1976 et devaient permettre de chercher les modifications paysagiques en fonction de l'évolution de la sécheresse de l'année de 1976.

Moyens utilisés

Système de traitement du Centre de Traitement de Sophia Antipolis avec utilisation d'algorithmes développés pour l'équipe Fralit et adaptation au problème posé des sous-programmes du traitement CLAMS.

Limites de l'étude

L'étude a été limitée du fait de la qualité médiocre des données sur la partie Sud des images.

29 avril 1976 : Infra-rouge thermique (10-12 mm) de bonne qualité
Canal thermique bruité

5 août 1976 : Infra-rouge thermique bruité
Canal visible bonne qualité

Par ailleurs l'absence de qualibrage des données NOAA en 1976 n'a pas permis d'effectuer la traduction des données brutes en température (cas de l'IR thermique) ou en brillance (cas du visible).

Méthodes utilisées

Trois approches ont été successivement menées :

1. Seuillage des histogrammes, canal par canal pour chaque date et visualisation des différentes classes obtenues pour le visible et l'IR thermique.
2. Analyse non supervisée multispectrale pour chaque date et cartographie.
3. Analyse multispectrale diachronique et cartographie.

1. Première méthode

L'analyse successive des seuillages aura deux dates pour chaque canal a menée à conclure qu'un certain nombre d'objets ne pourront être séparés malgré l'utilisation simultanée des deux dates.

Les confusions constatées sont les suivantes : eaux côtières et forêts.

La confusion n'aurait pu être levée qu'en employant une image hivernale, période pour laquelle les eaux sont plus chaudes que les continents.

2. Traitement multispectral non supervisé monotemporel

Il est impossible de faire une approche supervisée à l'échelle de la France, c'est donc une technique non supervisée qui a été employée.

La méthode utilisée repose sur la création d'un tableau croisé à deux dimensions (IR thermique et visible) sur lequel on applique successivement une analyse factorielle des correspondances pour réduire la dimensionalité des données puis une analyse hiérarchique descendante afin de regrouper en classes les valeurs présentant des associations préférentielles entre IR thermique et visible.

L'hypothèse de base sous-tendant la démarche étant que ces associations correspondent à des milieux homogènes du point de vue de leurs températures et de leurs albedos.

L'analyse sur les données du 29 avril 1976 aboutit à 16 classes regroupées après interprétation en 8 taxons :

- Taxon 1 : nuage et neige dans les parties hautes des montagnes.
- Taxon 2 : massif de moyenne montagne et bord des nuages.
- Taxon 3 : grands espaces agricoles (plaines et plateaux) et régions fortement urbanisées (Lyon-Paris).
- Taxon 4 : espaces agricoles traditionnels en faible altitude autres que plaines + région landaise.
- Taxon 5 : eaux de la Manche et versant du Massif Central (orientation ?)
- Taxon 6 : forêt du nord et de l'est de la France et paysage bocager du Massif Central.
- Taxon 7 : eaux de l'Atlantique dans le Golfe de Gascogne et Sud de la Bretagne et versants montagneux.
- Taxon 8 : eaux de la Manche, littoral atlantique et plateau ouest du Massif Central.

L'analyse des données du 5 août 1976, en pleine sécheresse, aboutit à 17 classes regroupées en 7 taxons :

- Taxon 1 : image et plaine champenoise.
- Taxon 2 : eaux de l'Atlantique et du Golfe du Lion, parties élevées du Massif Central.

- Taxon 3 : littoral atlantique et régions montagneuses et massif landais.
- Taxon 4 : eaux de la Manche (côtes anglaises), forêts du Nord et Ouest de la France, Limousin et Guyenne.
- Taxon 5 : eaux de la Manche et du Golfe du Lion. Parties basses des zones montagneuses.
- Taxon 6 : paysage bocager, du Nord et ouest du massif central, plaine de la Garonne et Languedoc
- Taxon 7 : espaces étant les plus réfléchissants et les plus chauds, nord et ouest de la France, plaine du Massif Central (Limagne)

3. Etude diachronique 26 avril et 5 août 1976

Les zones situées sur la mer ont été éliminées pour ne considérer que l'aspect sécheresse du milieu continental.

La méthode utilisée est un croisement des classifications des deux dates selon la technique utilisée par l'équipe Fralit.

Il en résulte les 10 taxons diachroniques suivants :

- Taxon 1 : (classes 1, 12 à 17, 22, 27, 32, 36 : Noir)
C'est une classe de rejet qui regroupe les nuages à l'une des deux dates ainsi que les massifs montagneux de haute altitude encore couverts de neige, le 29 avril 1976.
- Taxon 2 : (classes 25 et 26 : Bleu)
Cette classe se retrouve principalement dans le Massif Central, le Jura et les Vosges. Elle est associée à des paysages stables de montagne.
- Taxon 3 : (classes 20 et 21 : Vert)
On le trouve en majorité dans les zones montagneuses où il complète le taxon 2, mais à plus faible altitude. Il s'étend aussi des massifs plus petits tels la Montagne Noire, les Monts du Lyonnais ou le Morvan. En plaine, au nord du Massif Central, il intéresse surtout les massifs forestiers (Fontainebleau, Senlis etc...) qui peuvent parfois être détectés malgré leur faible surface (forêts de Mervent et de Chizé aux abords du Marais Poitevin, par exemple). Enfin d'autres espaces montrant aussi une stabilité spectrale sont repérés en Sologne, par exemple.
- Taxon 4 : (classe 29 : Violet)
Ces paysages sont aussi marqués par leur stabilité. Au nord et à l'ouest du Massif Central, ils intéressent des espaces bocagers (Nivernais, Marais Poitevin) de faible étendue. Au sud-ouest, cette classe prend une plus grande étendue en Saintonge et dans les

- plaines de la Garonne. Dans le sud, elle occupe les parties hautes des vignobles du Languedoc.
- Taxon 5 : (classes 18 et 19 : Marron)
Cette classe n'occupe que la partie sud de l'image et correspond à des espaces d'altitude moyenne en bordure du Massif Central et des Pyrénées. Elle recouvre aussi une grande partie des forêts des Landes. Elle est à considérer avec prudence car elle s'étend à la partie de l'image de mauvaise qualité dans le canal VIS, pour le 29 avril 1976.
 - Taxon 6 : (classes 30 et 31 : Rouge)
Celui-ci traduit une dynamique marquée par le passage d'un paysage bocager à un paysage agricole moins différencié. Cette dynamique se marque surtout sur la bordure nord du Massif Central (bocage Vendéen, Limousin, Berry, Bourbonnais) ainsi que sur les monts de Bourgogne.
 - Taxon 7 : (classe 35 : Rouge clair)
La dynamique se manifeste ici par le passage du paysage bocager aux espaces marqués par la sécheresse. Elle s'étend à la partie desséchée du Marais Poitevin, aux hauts et bas bocages vendéens, ainsi qu'aux plaines et plateaux bordant le nord du Massif Central (Berry, Nivernais). On la retrouve aussi le long de la vallée de la Saône, dans la plaine du Forez et la partie nord des plaines rhodaniennes.
 - Taxons 8 et 9 : (classes 23, 24, 28 et 33 : Jaune)
Cette classe marque une stabilité dans le paysage. Elle intéresse les zones les plus réfléchives aux deux dates, c'est-à-dire les grandes plaines agricoles du nord et du Bassin Parisien, les pénplaines de Bretagne nord et sud, ainsi que la plaine de Caen.
 - Taxon 10 : (classe 10 : Blanc)
C'est la classe qui marque le plus l'influence de la sécheresse par la transition qu'elle illustre, d'un paysage agricole à un paysage sec et chaud, présentant un albédo et une température exceptionnels. Elle s'étend à la plus grande partie du nord-ouest de la France, aux plaines calcaires de la Vendée et d'Aunis, ainsi qu'aux espaces agricoles des vallées de la Saône et du Rhône.

Le résultat a été fourni sous la forme de trois cartes couleurs (imprimante Benson) :

- 1 pour chaque classification individuelle des deux dates,
- 1 pour le traitement diachronique.

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.

NOAA

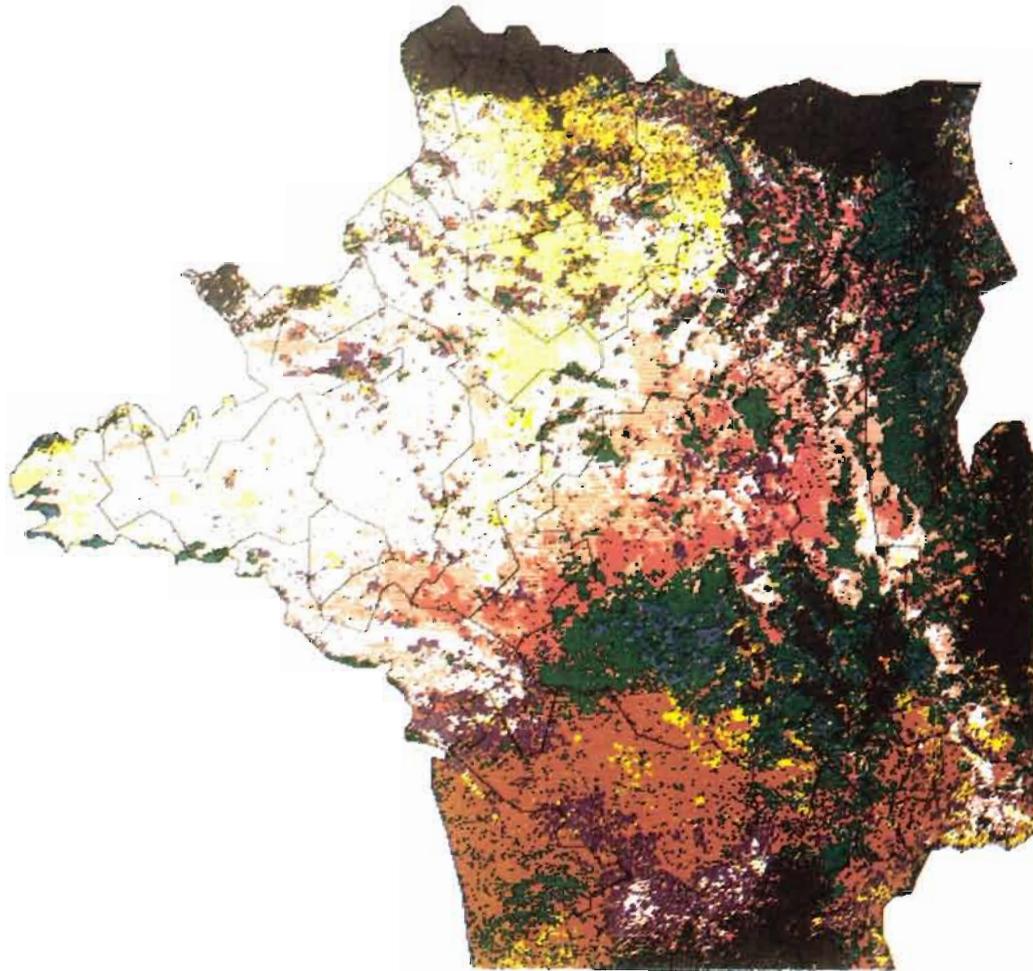


CENTRE DE TELE-DETECTION
ET D'ANALYSE
DES POLLUES ATMOSPHERIQUES
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
DES MINES DE PARIS
SOPHIA-ANTIPOLIS
CEDEX VALBOISNE
130 130020

OPERATION PILOTE
INTERMINISTERIELLE DE
TELEDETECTION

017-78

OPIT-OLACHRO-NOAA-ORNAURSAZUTIN
CARTOGRAPHIE ISS-LANESATO
PASSAGE DU 08/ 07/90 A 0 8 0 0 TU
ECHELLE 1/100000

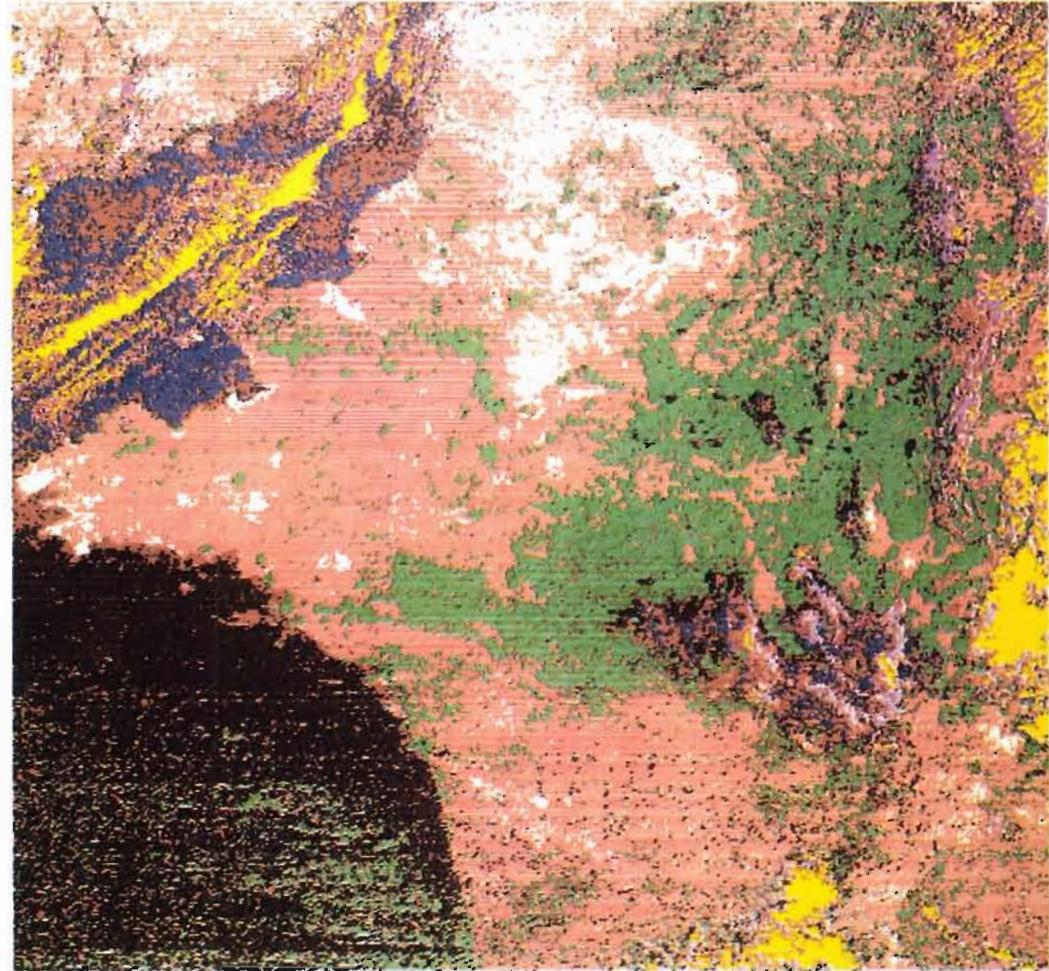


CENTRE DE TELE-DETECTION
ET D'ANALYSE
DES POLLUES ATMOSPHERIQUES
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
DES MINES DE PARIS
SOPHIA-ANTIPOLIS
CEDEX VALBOISNE
130 130020

OPERATION PILOTE
INTERMINISTERIELLE DE
TELEDETECTION

015-78

OPIT-NOAA 29 AVRIL 1976
CARTOGRAPHIE ISS-LANESATO
PASSAGE DU 08/ 07/90 A 0 8 0 0 TU
ECHELLE 1/100000



CHAPITRE X - EVALUATION ET AMELIORATION DES SYSTEMES

On rangera sous ce vocable les efforts entrepris par l'OPIT pour participer à l'amélioration de tel ou tel aspect spécifique de la chaîne télédétection ainsi que les observations faites au cours du déroulement des expérimentations sur la mise en oeuvre de l'ensemble de la technique: accessibilité aux données, aux systèmes de traitements, enchaînement des phases traitement-visualisation-interprétation, validation et restitution des résultats, impression et diffusion, rôle des divers acteurs successifs et degré de participation des utilisateurs.

1 - AMELIORATION DE CERTAINS ASPECTS SPECIFIQUES DE LA CHAINE TELEDETECTION

L'OPIT a mené avec d'autres partenaires des actions sur les segments suivants:

- probabilités d'obtenir des images satellites en fonction de la couverture nuageuse, avec le CMS-Lannion, l'Université de Haute Bretagne et le CNES;
- opportunité d'effectuer des corrections radiométriques pour comparer des images d'une scène prises à des dates différentes (IFP/BEICIP, dans le cadre de l'expérimentation Val de Loire);
- analyse des systèmes de repérage de coordonnées "images" et participation à la mise au point du système développé au LAEP de Strasbourg;
- introduction des limites administratives dans une image par programme spécifique ou à partir de banques de données;
- raccordement d'une image à un maillage quelconque.

1.1 - Probabilités d'obtenir des images en fonction de la couverture nuageuse.

Cette action a été décrite dans le cahier OPIT n°2. Un fichier de la nébulosité sur la France a été constitué en dépouillant dix années d'enregistre-

ments quotidiens NOAA selon une grille de 118 degrés carrés, en cotant la nébulosité en octas.

Les résultats montrent que la couverture nuageuse est l principal obstacle à l'obtention d'une couverture régulière en données satellite et à la fourniture d'images à des dates très précises. On note en effet de très fortes nébulosités en hiver sur toute la France, à l'exception des régions méditerranéennes, des faibles nébulosités pendant des périodes courtes au printemps et en été, avec de longues périodes dégagées en zone méditerranéenne, et des nébulosités moyennes (histogrammes à deux pics, un vers les faibles nébulosités, un vers les fortes nébulosités) qui sont les plus fréquentes. On observe également le caractère continu de la nébulosité : la nébulosité d'un degré carré est proche de celle de ses voisins immédiats. Il paraît difficile de mettre en évidence des ensembles homogènes et stables dans le temps, sauf dans le Sud-Est. Des études statistiques plus poussées seront faites au CNES et la Météo à partir de cette initiative prise par l'OPIT. Ce fichier a servi à deux autres utilisations :

- il a permis de connaître les zones dégagées sur lesquelles des images Landsat ont été prises au moment où le MSS marchait mal et où les dispositifs de fabrication des quick look fonctionnaient avec difficulté. On a pu acquérir ainsi des images RBV;
- il a servi à procéder à une étude de la variabilité de la nébulosité sur les zones côtières, par unités de 10 jours, dans une optique de détermination de périodes de "beau temps" en dehors des pointes estivales, ceci afin de préparer l'étalement des vacances. On se reportera à la publication: "Etude de la nébulosité des secteurs littoraux français par dépouillement des enregistrements NOAA" (M.A. Lozac'h, Paris, OPIT/AUT, 14p., 37 croquis, 25 cartes).

1.2. Opportunité d'effectuer des corrections radiométriques.

Dans le cadre du marché OPIT/GDTA - IFP/BEICIP consacré aux expérimentations "Val de Loire", une correction radiométrique relative a été effectuée en recalant une image du 30/7/76 sur une image du 27/7/75 afin d'obtenir des visualisations comparables d'une année sur l'autre tant en niveau de gris, canal par canal, que sur les compositions colorées résultantes. Ces corrections ont été réalisées sur la base d'objets invariants (ville de Tours et eau); elles ont mis en évidence des réflectances plus élevées en 76, année de sécheresse, qu'en 75; elles ont permis des interprétations d'images comparables au niveau de l'étude des paysages. Cette recherche méthodologique a été relatée au colloque GDTA de 1977: (Evaluation des corrections radiométriques des enregistrements Landsat pour des études multitemporelles, par Blanc, Fontanel, Lallemand, Wadworth). Les avis sont partagés sur leur opportunité pour des traitements numériques multitemporels; on ne peut à l'heure actuelle effectuer des corrections absolues en l'absence d'enregistrements dans l'IR thermique, contrairement à ce que l'on peut obtenir par ailleurs avec des enregistrements aéroportés de température sur lesquels F.Becker et le LMD ont montré que des corrections étaient possibles pour obtenir des températures absolues avec une précision de 1/10°.

1.3. Analyse des systèmes de repérage.

Chaque image radiométrique de télédétection (avion ou satellite) a son propre système de référence : elle est divisée en lignes et en colonnes

et chaque pixel est identifié par son numéro de ligne et son numéro de colonne dans l'image considérée.

Pour retrouver dans cette image les parcelles d'initialisation et d'évaluation, il faut donc introduire les coordonnées ligne-colonne des pixels qui correspondent aux sommets de ces parcelles. Actuellement, les images de télédétection ne sont pas systématiquement corrigées géométriquement ni recalées dans un système habituel de coordonnées.

Il faut donc repérer les sommets dans le référentiel ligne-colonne de l'image traitée. Plusieurs méthodes sont possibles, chacune présentant ses avantages et ses inconvénients que nous rappelons brièvement ci-dessous:

- le repérage manuel sur des visualisations imprimantes : opération possible sur des paysages bien contrastés et compatibles avec la résolution utilisée mais très onéreuse en temps d'opérateur; l'OPIT a utilisé cette méthode sur les zones de Camargue, Arles et Costières.
- le repérage manuel sur visualisation à l'écran, à l'aide d'un curseur-même remarque que précédemment; cette opération dépend de la qualité du curseur, de l'écran et de l'opérateur; elle ne peut être pratiquée dans les paysages complexes.
- le repérage sur une visualisation rectifiée géométriquement: on peut procéder à un calage des données Landsat sur feuille IGN au 1/50 000 en utilisant des points remarquables, facilement identifiables dits "amers". Ils sont repérés en ligne-colonne, c'est à dire en x-y et une interpolation permet de positionner tous les pixels par rapport à ces amers. Les coordonnées des sommets des parcelles sont ensuite repérées en coordonnées Lambert sur table traçante puis converties en Landsat connaissant la loi de déformation. Méthode utilisée pour les zones "Val de Loire".
- le système développé au LAEP de Strasbourg : l'OPIT a utilisé ce système pour trois zones d'expérimentation situées en Limousin, trois zones situées en Languedoc, six zones situées dans les Cévennes, deux zones situées en Vosges-Alsace et quatre zones en Aisne. Un peu plus de 2.000 parcelles ont ainsi été repérées.

Il repose sur le principe de la superposition à l'écran de l'image Landsat et d'une image du terrain sur laquelle on a poché au préalable les parcelles à repérer. Par déformations de l'image-terrain, on arrive à une superposition suffisamment exacte pour établir une correspondance entre les coordonnées images et les coordonnées géographiques des parcelles à repérer, sans toucher à la radiométrie. Cette méthode est compétitive pour relever un grand nombre de parcelles sur une même portion d'image. Mais elle demande beaucoup de soins à la préparation du document "terrain" (carte au 1/25 000) sur lequel on poche les parcelles et qui, après clichage sera analysé par un flying-spot et déformé à l'écran).

Si l'on doit traiter des parcelles permanentes dans plusieurs images successives, il vaut mieux repérer leurs coordonnées en Lambert et faire une

correction géométrique des images avec calage sur le référentiel géographique classique.

On notera donc sur ce problème, les conclusions suivantes :

La méthode la plus automatisée est la suivante:

- calage géométrique de ou des images traitées sur un fond topographique;
- repérage des coordonnées géométriques des sommets des parcelles localisées sur carte sur une table traçante;
- calcul des coordonnées "images" grâce à la loi de déformation utilisée pour le calage.

La méthode la plus simple est la suivante:

- visualisation à l'écran, en composition colorée ou d'un canal, du secteur à traiter;
- pointage sur l'écran des parcelles localisées sur carte;
- sortie automatique des caractéristiques radiométriques de ces parcelles et de quelques paramètres statistiques si nécessaire.

Elle suppose un bon écran et un paysage bien contrasté, elle induit qu'on choisira des parcelles bien typées, tandis que la première méthode permet de repérer un très grand nombre de parcelles, ce qui est nécessaire pour une bonne évaluation, et elle évite tout biais dû à une trop bonne connaissance du terrain pour l'opérateur et qui conduit à la définition de classe trop pure.

La méthode médiane est celle du LAEP de Strasbourg qui permet de repérer facilement plusieurs centaines de parcelles sur une image 512 x 512 points.

1.4. Introduction de limites administratives (ou d'un contour quelconque) dans une image.

Pour des tests de traitements, on découpe généralement les portions d'images à traiter en rectangles en donnant le numéro de la première ligne, le nombre de lignes, le numéro de la première colonne et le nombre de colonnes.

Dès que l'on veut découper l'image autrement, il faut procéder à une extraction plus complexe.

- Le logiciel GICS permet de sélectionner les pixels compris à l'intérieur d'un polygone de 50 sommets.
- A l'occasion du marché OPIT/CESR pour l'étude du département de la Haute Vienne, le CESR a procédé à l'extraction des pixels du département dans l'image traitée en identifiant des points de la limite départementale et en leur appliquant une transformation qui est le produit d'une rotation par une translation et de leurs affinités orthogonales définies par la résolution géométrique du capteur dans le sens de la trajectoire et dans le sens du balayage radiométrique.
Cette opération a été décrite dans le cahier OPIT n°1 (pp 7 à 13) et dans

une communication au colloque GDTA-1979 à Toulouse (pp100 à 110).

- Pour la recherche du maïs et de l'occupation du sol sur le département de l'Indre et Loire en 1979, on a utilisé la banque des limites départementales à l'IGN. Cet organisme dispose en effet d'une numérisation complète des limites départementales en France. On a donc raccordé cette banque avec les deux images Landsat utilisées pour le traitement pour obtenir une image multitemporelle résultante, rectifiée et superposable au référentiel Lambert II avec un rééchantillonnage à 56 m. Ce travail nécessite la recherche de points remarquables le long de la frontière dans les images Landsat que l'on veut rectifier, puis le calcul des lois de déformation enfin, le calcul des nouvelles coordonnées de chaque pixel. Le coût et la durée d'une telle opération, pour l'instant de l'ordre de 30 000 F pour un département devraient être considérablement abaissés dans les mois qui viennent par adoption de la solution "calculateur vectoriel" (ou array processor).
- Pour l'étude de l'occupation du sol des communes littorales du département du Var, on a utilisé cette fois selon les mêmes procédures une banque de données de limites communales afin de ne traiter que les pixels des communes littorales concernées et de donner les résultats directement commune par commune.

L'avenir réside donc dans des solutions de ce type si l'on veut donner des résultats à l'intérieur de périmètres habituels : régions, département, canton, commune.

Il va de soi que n'importe quel contour peut être isolé dans une image (bassin versant par exemple, comme pour l'étude Moselle) et qu'il s'agit là d'un travail de base à effectuer en préalable.

Une image géométriquement correcte possède en outre l'avantage que l'on peut y rechercher très rapidement la radiométrie ou le résultat de classement de n'importe quel petit périmètre ou de parcelles dès l'instant que l'on introduit les coordonnées des sommets des polygones que forment ces périmètres ou ces parcelles. On peut également faire apparaître ces limites sur écran, ce qui représente une aide puissante à l'interprétation et qui a été réalisé au système TRIAS lors de l'opération "Indre et Loire".

1.5. Raccordement d'une image à maillage quelconque.

Deux tests probants ont été effectués lors d'opérations OPIT; leur méthodologie a été exposée dans "Méthodologie de constitution d'une base de données d'occupation du sol par télédétection (Bassin Versant de la Moselle)", rapport OPIT/ORSTOM, de MM. Lointier et Pieyns et "Analyse des données du satellite Landsat sur l'agglomération parisienne, rapport OPIT/IAURIF, de MM. Ballut et Montastier.

Dans le premier cas, il s'agissait de fournir une statistique d'occupation du sol d'un bassin versant de 11 500 km² selon un carroyage de 5km x 5km, on a donc procédé à un raccordement de l'image Landsat au carroyage de l'Agence de Bassin Rhin-Meuse.

Dans le second cas, on a voulu comparer la radiométrie et les résultats de traitement d'une portion d'image Landsat sur la région parisienne avec le plan MOS dressé par photo-interprétation par l'IAURIF. Il s'agit d'un document cartographique en 19 postes numérisé selon un pas de 50 m compatible avec la résolution Landsat. Une passerelle entre le MOS et Landsat a été créée, montrant ainsi que l'on pouvait automatiquement passer d'une image à un référentiel existant.

La réussite de ces tests méthodologiques indique la voie à suivre pour toute présentation de résultats de télédétection y compris les cartes, dans des périmètres administratifs classiques ainsi que pour toute comparaison des données radiométriques avec des données terrain, de quelque provenance soient elles.

2 - MISE EN OEUVRE DE L'ENSEMBLE DE LA TECHNIQUE

Les problèmes posés par la mise en oeuvre, en vraie grandeur, de l'ensemble de la chaîne télédétection ont été exposés dans la publication OPIT n°80/1979 de Mai 1980: "Montage d'une opération de télédétection".

On insistera ici sur l'aspect "accessibilité" à des systèmes complets de traitement. Cet aspect comprend de prime abord la question suivante: L'utilisateur dispose-t'il en propre d'un système, ou, s'il n'en dispose pas, veut-il s'en monter un en propre, et si oui, quel type de système; et si non, existe-t'il des prestataires de services capables de résoudre ses problèmes? Quelle que soit la réponse à cette question, on est amené à se poser le problème de la définition d'un ou de plusieurs ateliers-types de télédétection. Il est clair dans cet ouvrage que cet atelier type a pour fonction essentielle de parvenir à des résultats fiables et non expérimentaux, d'exécuter des opérations renouvelables et des fonctions de pure routine destinées à résoudre les problèmes des utilisateurs conformément à leurs besoins et non des problèmes de recherche.

Les fonctions de pure routine sont celles de n'importe quel atelier de traitement photographique et numérique:

- tirage-contact, contretypes négatifs ou positifs, agrandissements, équidensité colorée, composition colorée;
- archivage et gestion de données, lecture des formats en usage, extraction des parties utiles des images, manipulations minimales de ces images et fonctions de traitement numérique selon diverses options possibles énumérées plus bas;
- visualisation des résultats de manipulation d'image et restitution des résultats.

Tout le monde s'accorde aujourd'hui pour dire que ces fonctions de base reposent sur l'existence d'un écran-couleur de visualisation, conversationnel, pouvant fonctionner en mode autonome pour l'élémentaire: visu et équidensité canal par canal, composition colorée, pointage de zones tests, algorithmes simples de combinaison de canaux et de traitement par bornes; et en "terminal intelligent" pour des fonctions de traitement plus complexes (non supervisés par composantes principales ou nuées dynamiques, supervisé gaussien par

maximum de vraisemblance ,...).

Le deuxième aspect fondamental, plus complexe, est celui de la restitution définitive des résultats. De nombreux systèmes donnent aujourd'hui satisfaction mais ils sont soit lents et peu satisfaisants pour l'oeil de l'utilisateur: c'est le cas des traceurs Benson, soit plus adaptés vers la production de documents de type cartographique classique mais alors complexes et onéreux: c'est le cas des restituteurs sur films type visumat, vizir, semio.

Il n'est pas essentiel qu'un atelier soit équipé de tels restituteurs; le résultat, fixé sur bande peut être visualisé ailleurs; on se heurtera alors à des problèmes d'accès, de délais, de priorité, de relations avec l'organisme détenteur de ce type d'appareil.

Pour en revenir à l'ensemble de la chaîne, il y a lieu de se référer à la situation actuelle du "parc" français pour envisager l'avenir. On distinguera plusieurs cas:

- les systèmes complets et lourds;
- les systèmes complets moyens;
- les systèmes incomplets;
- les potentialités sous réserves d'acquisition de matériels et de logiciels.

Les systèmes complets et lourds. On entend par là:

- . un ou plusieurs calculateurs puissants (type Cyber ou CDC 7600, CII 10070, IBM 370, Univac,...);
- . un ou plusieurs écrans couleur (type I2S, Trim, Pericolor,...);
- . un ou plusieurs systèmes de restitution des résultats (type Benson, visumat, vizir, semio);
- . un ou plusieurs systèmes d'entrée de données exogènes: données terrains, banque de données de limites administratives, banque de données quelconques raccordables à des images;
- . des logiciels de corrections géométriques;
- . des logiciels de manipulation d'image et de traitement.

De tels systèmes fonctionnent actuellement pour satisfaire prioritairement les besoins propres des organismes qui en disposent, secondairement pour travailler en façonniers pour une clientèle demandant des travaux qui sortent de leur compétence propre. Ils sont logés chez les organismes membres du GDTA et ont largement été décrits par ailleurs :

- * IGN à Saint Mandé
 - * IFP/BEICIP à Rueil
 - * CNES au Centre Spatial de Toulouse
- On peut également placer ici les moyens de la CGG.

Les systèmes complets moyens. On entend par là:

- . un ordinateur moyen (éventuellement un terminal d'ordinateur plus puissant), type Mini-6, H-P 21 MX, IRIS 80, Solar 16/65,...
- . un écran couleur (I2S, Trim, Pericolor)
- . un système léger de restitution des résultats (traceur Benson, imprimante électrostatique Versatec ou Gould,...)
- . des logiciels de traitement, non obligatoirement de corrections géométriques.

De tels systèmes se rencontrent à l'ORSTOM-Bondy, à l'Ecole des Mines-Sophia Antipolis, à l'Ecole Normale de Montrouge (moyens de calcul du CNRS), au CESR de Toulouse (avec terminal CNES). Comme les précédents, ils fonctionnent pour satisfaire les besoins internes de leurs détenteurs, c'est à dire des besoins de recherche, et sous contrat pour d'autres utilisations mais dans des conditions qui ne sont pas celles de "traiteurs-marchands".

Les systèmes incomplets. Il s'agit d'ateliers de traitement numérique qui ont implémenté des logiciels en vue du traitement des images mais qui ne disposent pas de moyens conversationnels ni de bons dispositifs de restitution des résultats. L'OPIT a été à l'origine de bon nombre de ceux-ci par l'installation du logiciel GICS:

- . sur les moyens lourds de calcul du CNRS, au CIRCE à Orsay;
- . sur les moyens "semi-lourds" des administrations françaises, à savoir l'IRIS 80 du Centre de Traitement de l'Information de l'Agriculture à Toulouse, l'IRIS 80 de l'Équipement de la région Ile de France, le centre de calcul du CETE de Rouen (également terminal d'IRIS 80) et le Centre marseillais de l'EHESS.

Ces systèmes doivent être valorisés par l'adjonction d'un écran couleur interactif sinon ils ne peuvent être opérationnels et ils doivent prévoir des moyens de restitution, en propre ou à l'extérieur.

Les potentialités. Elles découlent de l'examen précédent:

- . ou l'on décide d'acquérir une chaîne complète;
- . ou l'on décide de valoriser un acquis par l'adjonction de matériels complémentaires indispensables et de logiciels.

C'est dans cette optique que le CNES a soumis à l'Industrie un appel d'offre pour la définition d'un mini-système évolutif de traitement. Le mini-système, basé sur la notion de "terminal-intelligent", repose sur une partie autonome pour la réalisation de manipulations élémentaires d'images et de traitements numériques simples, lecteur de bande ou entrées disquettes et écran couleur, et sur une partie faisant fonction de terminal si l'on dispose d'un ordinateur (ou si l'on souhaite en acquérir un), reposant également sur le même écran pour la restitution des résultats.

Ce mini-système évolutif est en cours de finition à la Société Numélec (écran Péricolor). D'autres peuvent être envisagés sur la base de l'écran TRIM de CIT-Alcatel par exemple.

De tels systèmes, simples au départ mais pouvant aisément se compléxifier, n'ont cependant pas encore été testés "in situ", c'est à dire chez l'utilisateur ou chez un façonnier-traiteur-marchand.

Il s'agit là d'un des points essentiels à développer ces prochaines années pour faire progresser la télédétection. Pour le fonctionnement plus détaillé de ces ensembles, on se reportera à la publication citée en début de paragraphe.

3 - L'ASPECT ECONOMIQUE

L'évaluation des coûts

Dans la perspective d'opérationnalité qui est celle qu'elle a voulu privilégier pour répondre correctement à l'attente des utilisateurs, l'OPIT a cherché à réunir le maximum d'éléments qui permettent d'approcher une évaluation des coûts. Mais le stade actuel de développement de la technique et du marché est encore trop peu avancé pour que cette entreprise puisse donner des résultats fiables. On peut s'en rendre aisément compte au premier examen un peu attentif des marchés passés par l'OPIT avec les organismes techniques qu'elle a utilisés pour mettre en évidence une variation considérable dans les montants de prestations analogues qui lui ont été proposées : Il y a facilement un changement d'ordre de grandeur entre les extrêmes pris en compte et la même superficie, selon qu'elle est traitée par un organisme commercial ou au contraire un organisme de recherche, verra son coût varier de 10 à 1.

On a donc recherché à travers les expérimentations que nous avons conduites à bien répertorier tous les éléments de type "comptabilité analytique" que nous avons pu, afin de fournir des données permettant de se faire une idée relativement correcte de ce que l'on peut prévoir comme ordre de grandeur d'une opération dans l'état actuel de la technique. Ces chiffres sont fournis ci-après.

Enfin des éléments sont donnés concernant l'informatique, ci-après.

Le coût global en interne de l'informatique à l'OPIT a été de 1,29 MFrS (plus 160 KF de traitements apportés par le CERIT). La production a été de 24 Millions de pixels traités chiffre à rapprocher des 40 millions de pixels traités en externe pour 2 MFrS.

En réalité, on se gardera de tirer des conclusions du fait que le coût moyen du pixel traité s'établit dans les deux cas à 0,05 Frs. En effet, la prestation différant sensiblement dans les deux cas :

Pour l'informatique sous-traitée le coût recouvre une partie d'interprétation difficile à évaluer et qui n'a pas dispensé l'OPIT d'en fournir une autre pour l'évaluation.

En interne, le coût total recouvre :

- l'écriture du système GICS
- les développements d'algorithmes standards et nouveaux
- l'exploitation proprement dite qui comprend elle-même :
 - . l'évaluation
 - . les traitements

Le coût global de l'informatique interne se répartit comme suit (en KF et personnel et heures machines confondus) :

Evaluation :	écriture	195	} soit 425
	exploitation	230	
Développement d'algorithmes :	standards	35	} soit 355
	nouveaux	320	
Exploitation	OPIT (CIRCE)	510	} soit 670
	CERIT	160	

Si l'on ne considère que l'exploitation (sans amortir les investissements) le coût interne (heures machines et personnel) tombe de 0,05 F à 0,03 F par pixel.

QUELQUES EVALUATIONS DE COÛT D'OPERATION

Ces évaluations sont basées sur des coûts réels notés au cours de certaines expérimentations, en excluant les parts de recherches méthodologiques ou d'implantation de nouveaux logiciels et en tenant compte de coûts horaires de systèmes tels qu'ils sont pratiqués par des organismes à statuts différents.

Elles ne peuvent servir que de bases estimatives lors de la confection de budgets prévisionnels et ne constituent en aucun cas des devis d'opération.

- Occupation du sol des communes du littoral du département du Var

. achat bande Landsat	1.500 F
. traitement comprenant corrections géométriques , introduction des limites communales et des parcelles tests d'initialisation, sorties écran et listing, 25h de TRIAS à 1 200 F	30.000 F
. un demi-mois de thématicien formé à la télédétection	5.000 F
TOTAL	36.500 F HT
	pour 320 km de côte (soit 114 F/km de côte)

+ ne comprend pas de sorties cartographiques

- Incendies de forêt en région méditerranéenne
(Alpes Maritimes à Pyrénées Orientales et Corse).

. 6 images minimum	9.000 F
. découpage en 25 sous-images de 512X512, traitement numérique (1h30 chaque), 38h à 1.200 F (TRIAS)	45.000 F
. un mois de thématicien formé à la télédétection	10.000 F
TOTAL	64.000 F HT

+ ne comprend pas de sorties cartographiques mais simplement des photos d'écran et des tableaux statistiques.

- Incendies de forêts sur deux départements (Bouches du Rhône et Var)
(avec cartographie)

. achat deux images	3.000 F
. corrections géométriques - composition colorée et traitements	30.000 F
. sorties cromalin SEMIO avec sur- charge des feux	7.500 F
. habillage et impression	5.000 F
. un demi-mois de thématicien formé à la télédétection	5.000 F

TOTAL 50.500 F HT

- Occupation du sol (en 12 postes) sur un département - carte au 1/100 000e

. données:deux bandes minimum	3.000 F
. corrections géométriques-intégra- tion limites administratives et parcelles tests	29.000 F
. traitement (40h interactives à 1.200 F et 20h de calculateur à 200 F)	48.000 F 4.000 F
. sorties SEMIO composition colo- rée et résultats	10.000 F
. habillage - impression	5.000 F
. travaux terrain	10.000 F

TOTAL PARTIEL 110.000 F HT

. conduite du projet et réalisation des traitements avec équipe TRIAS un homme, quatre mois	40.000 F
---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

TOTAL 150.000 F HT

(soit 0,25 F:ha)

- Recherche de l'eau libre et de l'occupation du sol (4postes:eau,forêt,
agricole,artificialisé) en Sologne (sur 650 km2)

. achat image	1.500 F (au minimum)
. traitement et sorties BENSON à l'ORSTOM	2.600 F
. un mois de thématicien formé + terrain	10.000 F
. impression couleurs	2.000 F

TOTAL 16.100 F HT

- Recherche de l'eau libre en Dombes (1.300 km²)

. achat image	1.500 F	(au minimum)
. traitement ORSTOM et tracé BENSON	1.900 F	
. un mois de thématicien formé + terrain	10.000 F	
. impression	2.000 F	

TOTAL 15.400 F HT

- Occupation du sol (en 6 postes) et raccordement à une base de données pour un bassin versant (Moselle-11.500 km²).

. achat image	3.000 F	(au minimum)
. traitement comprenant raccord avec référentiel géographique et sorties BENSON (à l'ORSTOM)	25.000 F	
. conduite du projet, travaux ter- rain, réalisation des traitements avec équipe ORSTOM: un homme, six mois	60.000 F	
. impression carte	5.000 F	

TOTAL 93.000 F HT

(soit 0,08 F/ha)

CHAPITRE XI

LE DIALOGUE ET LES SEMINAIRES DE L'OPIT

L'un des moyens de parvenir à une bonne adéquation entre les composantes techniques de la télédétection et les utilisations auxquelles elle pourrait être appelée est l'organisation d'un dialogue très ouvert entre les deux communautés, utilisatrice et télédetectrice.

De ce dialogue peut naître un processus convergent d'adaptation mutuelle des uns aux autres, les techniciens télédetecteurs orientant leurs travaux vers une meilleure satisfaction des besoins des utilisateurs, tandis que ces derniers sont ainsi mieux à même de valoriser la télédétection dont certains résultats peuvent s'intégrer à des utilisations, pour peu que l'utilisateur consente parfois à en modifier l'économie habituelle ou la routine.

Il est vite apparu, à la lumière d'abord des tentatives faites à l'initiative des organismes techniques, que ce dialogue était difficile à lancer et difficile à conduire.

Des expériences avaient en effet été tentées notamment à l'initiative du CNES dans la constitution du groupe ad hoc "ressources terrestres". Si le bilan des travaux de ce groupe est indiscutablement positif, il faut noter en revanche que contrairement à l'idée de base, il n'a pratiquement pas comporté de participation réelle des utilisateurs finals. Seuls les utilisateurs scientifiques et les chercheurs ont apporté couramment leur participation.

Cette remarque vaut encore pour la plupart des réunions techniques organisées sur le thème de la télédétection, qui se caractérisent très généralement par une proportion écrasante de participations techniques conduisant ainsi la télédétection à n'être vraiment discutée

qu'entre spécialistes. Ces discussions portent alors sur des points précis de la technique et généralement les exemples analysés sont ponctuels s'ils sont en revanche profondément fouillés. En outre les aspects opérationnels, institutionnels et économiques sont très largement ignorés, ou, lorsqu'ils sont abordés ne le sont pas correctement : tout reste à ce stade théorie et généralité du fait principalement du manque de participation concrète des utilisateurs et d'expériences en vraie grandeur.

L'OPIT a sur ce plan délibérément voulu innover. Elle a dès l'abord affirmé la primauté des utilisateurs dans ses actions et son programme pour permettre le rééquilibrage nécessaire.

Cette attitude lui a progressivement permis de faire réellement participer des utilisateurs à son action expérimentale et documentaire. Mais cela a également conduit dans ce premier temps les organismes techniques à une attitude de réserve qui a rendu le dialogue difficile à démarrer par la suite.

Quoiqu'il en soit au bout de 12 à 18 mois la réelle mobilisation des utilisateurs qu'elle avait obtenue, alliée à une compétence technique certaine de ses techniciens, ont permis à l'OPIT d'engager un dialogue qui devait se révéler fructueux.

I - L'OPIT : La voix reconnue des utilisateurs

Quelques étapes particulières jalonnent ces années :

Juin 1977

L'OPIT * est interrogée sur les perspectives d'utilisation de la télédétection et leurs conséquences par des experts chargés de l'élaboration du rapport NORÅ-MINC sur "l'informatisation de la société".

Décembre 1977

- Intervention de M. René MAYER au Conseil des Applications Spatiales tendant à institutionaliser et à élargir l'OPIT pour lui donner pleine capacité de rassembler tous les utilisateurs finals de la Télédétection.
- Signature d'un protocole d'accord entre le Directeur Général du CNES et le Directeur de l'OPIT pour réaliser en commun sous la responsabilité de l'OPIT, un recensement des besoins des utilisateurs et organiser la concertation permettant de déboucher sur leur traduction en termes de télédétection. La réalisation de cette tâche fait l'objet du chapitre III.

Mars 1978

- L'OPIT est choisie par le Conseil de l'Europe (Comité mixte Européen des Coopérations Scientifiques) pour former la représentation française des utilisateurs de la télédétection à l'audition parlementaire qu'il organise pour la première fois en Europe à l'image des hearings du sénat américain, à Toulouse.

* voir document contributif n° 10 : "Les applications avancées de l'informatisation" (avec la participation de MM. Couzy, Leddet et de Montricher).

Mai 1978

- A l'invitation de l'OPIT 120 personnes, dont une majorité d'utilisateurs, se retrouvent 3 jours à Trégastel (voir ci-après II).

Mars-Avril 1979

- L'OPIT organise une mission d'enquête extrêmement importante sur les utilisations de la télédétection en Amérique (voir chapitre IV). Elle y invite des représentants de 3 organismes techniques appartenant au GDTA (CNES, IGN, BRGM).

Eté 1979

- L'OPIT est sollicitée pour deux opérations concernant la formation : d'une part une mission d'experts sur l'évaluation de la formation donnée par le centre de télédétection de Ouagadougou (Mission du Ministère de la Coopération). D'autre part participation à une réunion organisée par le Conseil de l'Europe à Enschede pour bâtir des enseignements de la télédétection. Il s'agissait d'y apporter le point de vue des utilisateurs.

Février 1980

- Nouvelle collaboration CNES-OPIT pour organiser, à l'initiative de l'OPIT, une réunion entre responsables administratifs (au niveau des chefs de service) et techniciens de la télédétection à Sophia Antipolis. Des décisions importantes, prévoyant notamment des collaborations renforcées entre les deux communautés et une plus grande participation des utilisateurs aux expérimentations y sont prises (voir ci-après II).

*

*

*

Ces différents éléments démontrent, qu'en dépit des difficultés du début, le dialogue entre techniciens et utilisateurs a pu enfin s'établir et produire des résultats positifs concrets.

Au rang de ces résultats on soulignera d'une part la réelle sensibilisation des utilisateurs prêts à tester les apports de la télédétection, d'autre part la nouvelle attitude des télédétecteurs enfin conscients de la nécessité de travailler avec et pour de vrais utilisateurs.

Mais on doit noter cependant que durant la période où a régné l'incertitude sur les suites qui seraient données à la mission de l'OPIT, cette dynamique a eu tendance à s'inverser. L'on a alors assisté à une prolifération d'initiatives en ordre dispersé, émanant d'organismes techniques cherchant à occuper le vide laissé par l'absence de l'OPIT et à rétablir à leur profit les liens qu'elle avait organisés.

II - Les séminaires de l'OPIT

A. Trégastel

Organisée du 8 au 10 mai 1978, la réunion de Trégastel avait comme principal objectif de montrer de façon concrète à une centaine d'utilisateurs potentiels de la télédétection les résultats obtenus par les premières expérimentations lancées un an avant par l'OPIT.

Ces démonstrations devaient le possible s'écarter des formes conventionnelles adoptées dans les symposiums techniques et revêtir au contraire la forme d'ateliers thématiques dans lesquels les utilisateurs auraient vraiment entre les mains les produits concrets des opérations exposées. En outre dans toute la mesure du possible les présentations devaient être faites à côté des techniciens concernés par des utilisateurs ayant eux-mêmes participé au déroulement des opérations techniques.

Cinq ou six expérimentations furent présentées dans chaque atelier, chacune étudiée principalement sous l'angle du thème de l'atelier (1), selon une même démarche :

- Présentation des conditions de réalisation et des résultats obtenus par les membres de l'équipe ayant participé à l'expérimentation.
- Discussion en groupe : les spécialistes présents répondaient aux questions.
- Evaluation des résultats et des applications possibles par les utilisateurs à l'aide de questionnaires.

Enfin, dans chaque atelier, les participants ont dégagé la synthèse de leurs évaluations personnelles en points forts et points faibles des résultats et présenté leurs souhaits d'utilisateurs.

Ces travaux d'atelier qui occupèrent toute la deuxième journée avaient été précédés par une première journée d'exposés techniques à caractère pédagogique destinés à fournir à l'ensemble des participants le minimum de connaissances de base et de vocabulaire commun afin de leur permettre de participer tous activement aux ateliers et aux discussions qui devaient prendre place la troisième journée.

Au cours de cette troisième journée différents rapporteurs ont livré à l'ensemble des participants les conclusions de chaque évaluation par atelier. Ensuite s'est déroulée une discussion générale au cours de laquelle utilisateurs et télédétecteurs ont pu approfondir leur discussion.

L'ensemble des participants a reconnu l'originalité et l'intérêt de cette réunion. Sans doute d'abord pour l'information qui a ainsi pu être diffusée, les échanges qui ont eu lieu et les collaborations ultérieures permises par les rencontres entre participants intéressés par un même problème.

(1) Agriculture, Forêt, Aménagement, Eau.

Mais ils ont également largement insisté sur l'intérêt de rééditer ce genre de rencontres originales et souhaité que l'OPIT prenne de nouvelles initiatives dans ce sens.

*

*

*

Les pages 283 et 284 donnent la liste des participants à ce séminaire.

B - Sophia Antipolis

Deux ans après Trégastel et 6 mois avant la fin de la première phase de sa mission, l'OPIT a estimé utile de procéder à une nouvelle réunion dont l'objectif serait de faire le bilan des travaux menés précédemment.

Au cours de ses trois premières années d'activité, l'OPIT a conduit en France un certain nombre d'expérimentations en vraie grandeur. Simultanément elle avait systématiquement réuni et critiqué les rapports relatant d'autres expérimentations. Elle se trouvait ainsi à la tête d'un ensemble de résultats critiques permettant une approche correcte de l'évaluation des applications actuellement possibles.

Le traitement contradictoire, par les spécialistes compétents, des éléments techniques ainsi réunis pouvait désormais permettre une première synthèse des possibilités concrètes de cette technique appliquée à une réalité française. Cette étape s'inscrit comme la deuxième phase d'une approche entreprise en collaboration par l'OPIT et le CNES.

Au cours d'une première phase, en effet, on recensé, avec la participation des administrations intéressées, leurs différents besoins en information. L'examen critique des applications opérationnelles de la télédétection à la satisfaction de ces besoins apparaissaient désormais comme le moyen de fournir une réponse claire à l'objectif premier poursuivi.

C'est cette confrontation qui a fait l'objet des travaux du séminaire fermé organisé conjointement par l'OPIT et le CNES à Sophia Antipolis du 25 au 29 février 1980.

La nécessité de dépasser le stade du simple constat technique pour atteindre celui de l'évaluation, du point de vue de l'utilisateur potentiel, a conduit à rechercher la participation à ce séminaire de responsables des services des administrations qui ont la charge de la gestion des domaines d'application concernés (1).

Ces personnalités avaient à l'évidence une bonne connaissance technique de l'ensemble des paramètres (d'information) que leurs fonctions les amène à utiliser. Elles avaient concurremment l'expérience de l'utilisation de ces paramètres dans les procédures actuelles de traitement de l'information et de la prise de décision quelles que soient les imperfections éventuelles de ces procédures. Cette double pratique est en effet nécessaire à la validité contingente du jugement que nous nous proposons de leur demander. En outre, il était nécessaire

(1) respectivement les 4 domaines suivants : Production agricole - Gestion de la forêt - Gestion des eaux - Aménagement, environnement, urbanisme.

que ces personnels aient une autorité incontestable de par leur fonction pour que le jugement auquel elles souscriraient ne puisse être remis en question par des techniciens éventuellement déçus. En plus, pour éviter que les débats ne s'égarer dans des discussions par trop théoriques, on avait demandé ces responsables d'assurer la direction de l'atelier traitant des applications relatives à son propre domaine de compétence. Ce rôle conduisait également à retenir, pour l'assumer, un niveau confirmé de responsabilité.

SEMINAIRE

Objectif : Obtenir la liste validée par les utilisateurs potentiels des applications actuellement possibles (opérationnelles) de la télédétection pour les domaines de l'Agriculture, (productions et forêts), de l'Aménagement et de l'Environnement et des Ressources en Eau.

Moyen : Passer au crible le détail des expériences actuellement disponibles. Tant du point de vue des conditions de la mise en oeuvre des techniques (fiabilité, répétitivité, précision, coûts, généralité, etc...) que la prise en compte des résultats dans des procédures et des routines existantes.

Participants : Ils étaient 14 parmi les meilleurs spécialistes de la télédétection en France, 12 utilisateurs dont 6 responsables et chefs de service des administrations utilisatrices potentielles et 4 experts étrangers en plus des équipes des organisateurs. (Voir liste p. 291-292).

Préparation : Une phase préparatoire s'est déroulée depuis la mi-septembre 79 confiée à 2 chargés d'études. Ceux-ci ont fait l'analyse détaillée sous l'angle de l'opérationalité de la technique, des rapports d'étude dont disposent l'OPIT et le CNES. Ils ont enquêté en outre auprès des laboratoires français et dépouillé la bibliographie étrangère existante.

Ainsi a été réalisée pour fin Janvier 80 un dossier analysant les différentes opérations concrètes significatives et amorçant à partir de ces analyses une première réponse de synthèse sur les possibilités de la télédétection en face des besoins exprimés par les utilisateurs potentiels.

Ces dossiers ont été diffusés aux participants 3 semaines avant le séminaire, afin qu'ils en prennent connaissance avant le début des travaux.

On a vu que les responsables administratifs invités à représenter les utilisateurs potentiels des thèmes d'application devaient diriger les travaux en ateliers. Ils ont bénéficié tout au long de la phase préparatoire, outre de la disposition des dossiers qu'ils ont pu ainsi faire étudier par leurs services; de l'assistance d'un chargé d'étude de l'OPIT. Lors des travaux du séminaire, en outre un rapporteur spécialiste de la télédétection et le chargé d'étude de l'OPIT ont été mis à leur disposition de Directeur des débats.

Déroulement : Le séminaire s'est déroulé selon une alternance de travail en :

- . ateliers thématiques (discussions entre utilisateurs et techniciens sur des cas concrets dans chacun des domaines d'application respectifs),
- . groupes fonctionnels (utilisateurs entre eux d'une part ; techniciens entre eux d'autre part),
- . séances plénières.

Cette méthode de travail devait permettre aux deux communautés (utilisateurs techniciens) d'établir un dialogue tout en leur laissant la possibilité de réfléchir séparément afin d'élaborer des propositions affirmant leurs points de vue respectifs.

La séquence des différentes formations de travail a été la suivante :

DEROULEMENT DES TRAVAUX

HORAIRE NORMAL : 8H30 à 13H00 et 14H30 à 18H00

		SEANCE PLENIERE	GROUPES FONCTIONNELS	ATELIERS THEMATIQUES
<u>LUNDI</u>	14H30	Ouverture du sémi- naire. Dernières informa- tions sur le dérou- lement et l'organi- sation		
	15H15		Discussion et mise au point de "position- papers". Qu'attend chaque groupe de la rencontre avec l'autre Discussion sur le con- cept : "opérationnel"	
	16H30	Présentation des con- clusions des groupes fonctionnels. Discussion générale et adoption d'un axe commun pour le sémi- naire.		
<u>MARDI</u>	08H30-13H00 et de 14H30-1800			Examen et discussion de cas concrets. Elaboration des ré- ponses au point A.
<u>MERCREDI</u>	08H30	Présentation des con- clusions des ateliers		
	10H45	Discussion du point B et conclusions		
	14H30		Discussion des points: C-D : Utilisateurs E-F-G : Télédétecteurs	
<u>JEUDI</u>	08H30	Présentation des conclusions des grou- pes fonctionnels. Discussion et syn- thèse		
	14H30		Examen des points H et I et conclusions des utilisateurs et des télédétecteurs	
	16H30	Discussion des con- clusions des groupes fonctionnels sur les points H et I		
<u>VENDREDI</u>	08H30-11H00	Présentation des syn- thèses générales. Discussion et adop- tion des conclusions du séminaire. Clôture		

ATELIERS THEMATIQUES : Agriculture/Forêts/Aménagement-Environnement-Urbanisme/Eau

GROUPES FONCTIONNELS : Les utilisateurs - Les télédétecteurs

Le schéma fait référence à un certain nombre de questions auxquelles les participants avaient été invités à apporter des éléments de réponse.

Ces réponses étaient les suivantes :

- A.- Au vu des expérimentations et informations présentées, quels sont les besoins susceptibles d'être plus ou moins satisfaits à l'aide de la télédétection (moyens existants ou envisagés) ?
- B.- Comment évaluer les résultats et les apports de la télédétection ?
- C.- Compte tenu d'une part de leurs importances économiques relatives, d'autre part des caractéristiques et performances des moyens traditionnels correspondants de recueil d'informations, quelle hiérarchie de priorités doit-on établir pour la prise en compte des besoins susceptibles de bénéficier de la télédétection ?
- D.- Pour les différents besoins prioritaires, quels sont les utilisateurs finals qui pourraient servir d'interlocuteurs à la mise en place de programmes de démonstration ? Quelles pourraient être les modalités de réalisation de projets avec ces interlocuteurs ?
- E.- Quelles sont les études méthodologiques à entreprendre en priorité pour utiliser de manière opérationnelle les données existantes ?
- F.- Convient-il de développer ou susciter certains programmes de recherche de base ?
- G.- Le développement de certains instruments d'observation serait-il souhaitable pour satisfaire les besoins prioritaires ?
- H.- Pour faciliter la phase d'évaluation et d'expérimentation préopérationnelle de la télédétection, est-il souhaitable de mettre en place en France un programme et un organisme ad'hoc ? (les participants pourront baser leurs réflexions sur l'annexe 1).
- I.- Dans quel contexte devront être réalisés les travaux opérationnels répétitifs (services centraux ou décentralisés, spécialisés ou banalisés, publics ou privés) ?

*

*

*

En conclusion du séminaire, l'unanimité des participants a adopté les conclusions que l'on lira à partir de la page suivante.

CONCLUSIONS DE LA REUNION DE SOPHIA ANTIPOLIS

adoptées le 4 mars 1980 à l'unanimité des participants (liste p.283).

Le séminaire réuni à Sophia Antipolis a donné lieu, pour la première fois à un tel niveau de qualité, à un dialogue entre utilisateurs finals et techniciens de la télédétection. Les deux communautés s'accordent à le qualifier de fructueux. Il a été rendu possible grâce à l'action constructive de l'OPIT et aux réalisations des organismes de recherche et de développement.

Il a été constaté qu'un certain nombre des études conduites dans le passé ont abouti à des méthodes déjà applicables qui mettent en évidence que la télédétection présente des avantages propres dont il serait regrettable de ne pas tenter de tirer profit.

Au stade de développement atteint par certaines applications, il est nécessaire de procéder à leur évaluation préopérationnelle sous la direction des utilisateurs.

Il doit cependant être souligné que la Recherche fondamentale conservera encore longtemps tout son intérêt eu égard au développement prévisible des techniques et aux lacunes importantes actuellement ressenties au niveau des méthodes.

Des utilisateurs nord-américains ont apporté une collaboration très appréciée de tous les participants ; elle a facilité la prise de conscience du rôle des différents acteurs et de l'articulation des phases successives de transfert de technologie. Ce transfert libèrera les chercheurs d'un certain nombre de leurs tâches actuelles, ce qui leur permettra de poursuivre leurs recherches dans de nouvelles voies en collaboration avec les utilisateurs.

1. ETAT DE L'ART

La première partie du séminaire a été consacrée à l'examen détaillé de quelques cas concrets ; cet examen a permis d'une part de faire un bilan des types d'informations qu'il est possible d'extraire des données de télédétection, d'autre part de tirer un certain nombre de conclusions relatives à l'organisation des divers maillons de la chaîne télédétection.

Les informations susceptibles d'être extraites de ce type de données sont précisées en annexe.

De manière générale, il est apparu que l'intérêt de la télédétection réside :

- . dans l'homogénéité et l'extension en surface des informations de couvert du sol fournies à un moment donné,
- . dans la localisation de données qui, en l'état des systèmes actuels de recueil d'informations, restent souvent brutes, agrégées et statistiques,
- . dans la répétitivité des enregistrements obtenus.

Cet intérêt, qui est néanmoins encore limité en l'état actuel des diverses techniques (résolution insuffisante compte tenu du parcellaire de certaines régions, problème de la couverture nuageuse), sera renforcé par la mise en service de SPOT dont la résolution spatiale sera mieux adaptée aux dimensions du parcellaire français et dont les possibilités d'accès à une région donnée sont plus grandes qu'actuellement.

Diverses actions devront être entreprises pour faciliter l'utilisation de ces informations :

- . révision de certaines nomenclatures,
- . compatibilité des matériels et des sources de données.

En ce qui concerne les problèmes d'organisation, il est apparu que :

- . les problèmes de délais sont mieux pris en compte aussi bien au niveau de la fourniture des données, qu'à celui des traitements, où des centres intégrant les diverses opérations ont été développés récemment,
- . au niveau des activités de R. et D. (Recherches et Développement), les études doivent être, dans la mesure du possible, pluridisciplinaires ; en effet, des résultats "secondaires" sont souvent obtenus au cours d'opérations visant un objectif précis (expérimentation Irrigation en Beauce par exemple),
- . la présence d'un intermédiaire (organisme de dialogue) entre les décideurs et les techniciens peut faciliter l'obtention de résultats pratiques, sa constitution au niveau interministériel peut en faciliter la diffusion,
- . la formation des utilisateurs aux méthodes de la télédétection, et des télédétecteurs aux préoccupations spécifiques des utilisateurs est difficile par absence de cours appropriés par leur contenu, leur durée et leur coût,
- . il est nécessaire de bien définir les objectifs visés afin de mettre en place des moyens appropriés de vérités-terrain en temps utile,
- . les rencontres entre utilisateurs et télédétecteurs, semblables à celles de Trégastel et Sophia Antipolis, sont nécessaires pour "faire passer le message".

3. PROPOSITIONS POUR L'ACTION DANS LES DOMAINES DE L'AGRICULTURE, DES FORETS, DE L'AMENAGEMENT ET DES RESSOURCES EN EAU.

Les utilisateurs, nonobstant les réserves exprimées sur les limitations dues aux parcellaires et à la nébulosité, considèrent que les expériences présentées leur ont montré que la télédétection est un outil capable de leur apporter des informations très utiles. Ils estiment cependant rester insuffisamment informés sur les modalités de mise en oeuvre de cet outil, pour leurs services. Un nouvel effort doit être fait, notamment dans le cadre d'opérations pilotes et d'actions de formation et d'information.

L'objectif général de ces opérations est de rendre réellement accessibles les méthodes qui se sont révélées efficaces lors des expériences précédentes. Cela suppose que soit étudié comment les fonctions de fourniture, analyse, interprétation des données doivent se répartir entre les spécialistes de la télédétection et les utilisateurs. Cela suppose également que différentes configurations d'utilisation de matériels soient considérées et qu'une évaluation sur les moyens, produits et bénéfices soit faite. Les possibilités de généralisation, sur de nouvelles zones, des résultats acquis doivent être démontrées.

Considérant leurs besoins et conscients qu'un nouveau pas doit être franchi, l'ensemble des participants conviennent que la responsabilité de ces opérations pilotes incombe aux utilisateurs. Au niveau de chaque atelier thématique, des propositions ont été faites (cf. annexe) prévoyant, dès le début, une participation active du personnel des services concernés.

Un nouvel objectif et une nouvelle démarche sont ainsi proposés aux fournisseurs de données, aux télédétecteurs et aux utilisateurs, afin de rendre effective l'utilisation de la télédétection.

Les utilisateurs, quant à eux, souhaitent que des dispositions appropriées facilitent l'interface entre les problèmes techniques, administratifs et financiers, cet interface paraissant seul susceptible de favoriser l'incitation et le bon déroulement des opérations pilotes proposées.

2. LES PERSPECTIVES

Pour la première fois de l'aveu général, un dialogue a pu s'établir à un bon niveau de compétence. Tous s'accordent à reconnaître l'utilité de cette rencontre, que ce soit pour l'information interne de chacune des deux communautés, ou pour leur information mutuelle.

Grâce au caractère concret et prolongé des discussions techniques qui ont eu lieu, un complément de formation des utilisateurs a pu être obtenu. En retour, cette formation a permis une meilleure expression de leurs besoins prioritaires et de leurs exigences quant aux propriétés de la télédétection.

Celles-ci concernent notamment :

- . Quant aux résultats : la fiabilité dans le temps, condition nécessaire aux suivis des évolutions et les possibilités de généralisation dans l'espace permettant des zonages.
- . Quant aux systèmes d'acquisition et de traitement : la rapidité et la permanence d'obtention des données, la compatibilité des systèmes, enfin des coûts compétitifs avec les méthodes traditionnelles.

A cet égard, ils ont noté, qu'alors que les coûts informatiques ont tendance à décroître, les coûts des enquêtes traditionnelles mobilisatrices de main-d'oeuvre et qui dérangent les interviewés deviendront de plus en plus difficiles à réaliser.

Si la télédétection apparaît la plupart du temps comme complémentaire des méthodes classiques, cette remarque laisse penser qu'elle pourrait se révéler à terme un substitut nécessaire de certaines de ces méthodes.

Une demande ferme de périodicité de telles rencontres s'est exprimée, tant à un échelon polythématique pour que chaque spécialité puisse bénéficier des découvertes des autres qu'au sein d'une spécialité pour permettre d'approfondir l'étude des cas qui la concerne. Dans cette fonction d'information nécessaire, le rôle de l'OPIT a été souligné.

Son rôle d'interface a également été évoqué dans la nécessaire action de transfert de technologie que suppose la prise en main par les utilisateurs de la conduite des applications qui peuvent leur être utiles.

La responsabilité des utilisateurs a été très largement affirmée comme nécessaire à l'évolution des applications vers l'opérationalité. Cette affirmation a été le point marquant des interventions des experts étrangers.

ANNEXE I

LES ACQUIS DE LA TELEDETECTION DEGAGES LORS DES ATELIERS

- . Statistiques et cartographie de l'occupation du sol en quatre à douze postes de nomenclature obtenus au niveau départemental et au niveau d'un bassin versant (Haute-Vienne, Indre-et-Loire, Moselle).
- . Raccordement des données de la télédétection spatiale avec les banques de données de limites administratives et les référentiels géographiques classiques (LAMBERT II) permettant la mise à disposition des statistiques au niveau communal ou à celui du maillage kilométrique LAMBERT.
- . Délai d'exécution considérablement amélioré par rapport aux situations antérieures 4 mois pour traiter un département (statistiques et cartographie) après réception de la bande.
- . Capacité à effectuer rapidement et au moindre coût des zonages de différents types (écologiques, paysages ruraux, régions forestières, pastorales, ...) à des échelles allant du 1/100 000 au 1/1 000 000.
- . Mise en évidence des irrigations de complément, alors que cette pratique échappe aux investigations classiques.
- . Actualisation possible par satellite des fichiers physiographiques des modèles d'écoulement hydro-pluviométrique.
- . Meilleure implantation des réseaux hydrométriques grâce aux cartes thermiques des fleuves.
- . Connaissance du manteau neigeux des massifs montagneux à relief moyen ou faible (Massif Central) deux jours par semaine. (avec les satellites météorologiques).

- . Possibilité d'inventorier des surfaces en eaux libres.
- . Capacité de cartographier les lignes de rivages et les estrans.
- . Possibilité de suivre les transports sableux dans les estuaires.
- . Suivi des grands émissaires.
- . Séparation forêt-non forêt et statistique et cartographie des espaces boisés.
- . Statistique et localisation des superficies incendiées.
- . Délimitation des zones urbaines denses et moins denses.

Il est apparu que les expérimentations ne recherchant qu'un thème étaient parvenues à un résultat plus rapidement et avec une meilleure fiabilité que celles consacrées au classement de l'ensemble des points d'une image ; exemples : mise en évidence du maïs, de la forêt, des incendies, de l'eau, et inventaire complet de l'utilisation du sol.

Des applications, toujours dans le domaine de l'occupation et de l'utilisation du sol, ont permis de constater que les délais et les coûts étaient très compétitifs par rapport à la photographie aérienne et à son interprétation.

Sur le plan technique, l'utilisation des techniques photo-chimiques, puis de photo-interprétation donne des résultats très rapides et à un très faible coût pour des zonages à petites échelles.

La mise en oeuvre des logiciels de traitement et de toutes les sorties (visuelles ou bande) a fait des progrès importants dans bon nombre d'organismes spécialisés.

L'organisation générale des phases d'acquisition-traitement-interprétation a également beaucoup progressé chez ces mêmes organismes, ce qui a permis de raccourcir les délais d'obtention des données et des résultats de traitement de plusieurs mois par rapport aux situations antérieures.

ANNEXE II

LES OPERATIONS NOUVELLES PROPOSEES

AGRICULTURE (opération pilote)

. Objectifs à atteindre

1. Suivi de l'évolution de la production agricole par l'intermédiaire de la classification de l'utilisation du territoire au niveau d'un département et d'un périmètre d'aménagement.
2. Suivi d'une culture particulière (statistique et localisation), maïs par exemple.
3. Etude de la modification des régions agricoles

. Région possible : grand Sud-Ouest, plus précisément les landes ou les côteaux de Gascogne.

. Moyens : mise à l'épreuve de divers systèmes de traitement dans une optique de décentralisation ; validation et généralisation des résultats obtenus par l'utilisateur final maître-d'ouvrage et d'oeuvre de la réalisation de l'opération.

AMENAGEMENT

. Objectifs à atteindre : Validation de la capacité de la TD à réaliser des actualisations régulières de l'inventaire du littoral (effectué tous les cinq ans) : production d'une cartographie au 1/100 000 et au 1/25 000, et d'une statistique pour les communes littorales, indiquant :

- les espaces urbains,
- les espaces agricoles, comprenant les cultures annuelles, les prairies, les cultures permanentes ligneuses, les friches,
- les espaces naturels, comprenant les forêts, les landes, les dunes,
- les espaces aquatiques, comprenant la mer, les étangs, les zones humides, les vasières, les tourbières,
- les éléments linéaires côtiers : plages, équipements, rochers.

- . Régions possibles : tests sur trois à quatre départements côtiers (Var, Landes, ...).

Contact à prendre par le STU et le Service de l'Espace et des Sites avec le Comité Directeur de l'Inventaire.

FORETS

1. Renouvellement, en routine opérationnelle, de la statistique et de la localisation des incendies de forêts dans les 14 départements méditerranéens, opération qui sera proposée au service des forêts.
2. Actualisation de la planche de vert de la carte au 1/100 000 de l'IGN (opération pilote).

- . Régions possibles :

- Lozère, bénéficie des travaux du CTAMN et d'une photo-interprétation complète,
- Pyrénées Orientales, photo-interprétation achevée, travaux au sol en cours, travaux IGN de télédétection.

- . Moyens fournis par l'IGN avec l'aide de l'IFN. Un ingénieur des travaux géographiques peut être accueilli à l'échelon IFN de Montpellier.

3. Opération d'expérimentation - recherche à des fins de gestion forestière en région landaise : zone de plaine, forêt monospécifique.

- . Objectifs :

- distinction forêt - non forêt ; discrimination des peuplements suivant leur âge,
- étude diachronique pour défrichement et urbanisation, coupes rases et coupes d'éclaircies,

opérations pouvant bénéficier des travaux IGN - INRA - CNES.

ANNEXE III

POSSIBILITES DANS LE DOMAINE DES RESSOURCES EN EAU

Compte tenu de l'état de la technique et d'une priorité à accorder, à importance économique égale, aux besoins pour lesquels aucune méthode n'est satisfaisante actuellement, des opérations pilotes à conduire avec les services compétents sont envisageables dans les cas ci-dessous. Une définition complète et précise de ces opérations est à effectuer cas par cas avec les services cités.

1 - Inventaire des surfaces irriguées, tant des points de vue "gestion de l'eau" qu' "agriculture" ; extension des études engagées à d'autres bassins que Seine-Normandie ; y associer le Service de l'Hydraulique (DIAM - Ministère de l'Agriculture).

2 - Etude de faisabilité de l'inventaire de la qualité des plans d'eau, dans la mesure où aucune décision n'est encore prise pour cette tâche. Interlocuteur : Service de l'Eau (Ministère de l'Environnement) - Etude antérieure : inventaire des plans d'eau de la Brenne.

3 - Etude d'hydrologie urbaine : inventaire des surfaces imperméabilisées, détermination des coefficients de ruissellement. Interlocuteur : Service Technique de l'Urbanisme (STU/DUP, Ministère de l'Environnement).

4 - Etablissement d'une carte d'aptitude à l'assainissement individuel ; interlocuteurs : Service de l'Eau, Agences de Bassin Seine-Normandie et Loire-Bretagne.

5 - Typologie des bassins versants par l'intermédiaire de fichiers physiographiques, pour les besoins de planification. Interlocuteurs : Service de l'Eau et Service de l'Hydraulique.

6 - Suivi des rejets polluants, en mer ou en grands fleuves ; interlocuteurs : Service de l'Eau, DPPN.

7 - Suivi de l'évolution des pratiques culturales (pollution par l'azote et le phosphore), à définir avec le groupe de réflexion ad-hoc (groupe HENIN).

LISTE DES PARTICIPANTS AU SEMINAIRE OPIT/CNES DU 25/02 AU 29/02/80

A SOPHIA ANTIPOLIS

Utilisateurs

P. BAZIRE, Ingénieur général du GREF, Chef du Service de l'Inventaire Forestier National
Ministère de l'Agriculture

G. BEDIOT
Agence Financière de Bassin Seine-Normandie

J.G. BOUREAU
Inventaire Forestier National

R. BREMOND
Direction de la Prévention des Pollution et Nuisances
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

P. CAQUET, Ingénieur en chef du GREF, Chef du Service Régional d'Aménagement Forestier - Aquitaine

L. CHABASON, représenté par J. CAMUS, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Administrateur Civil, Chef du Service de l'Espace et des Sites
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

R. CHALLINE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées
Service Technique de l'Urbanisme (DUP/STU)
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

C. GLEIZES, Ingénieur en chef du GREF, Chef du Service de l'Eau - DPP
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

G. LE HEGARAT, Inspecteur général de l'INSEE, Chef du Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques
Ministère de l'Agriculture

Y. LEPAGE, Ingénieur général du GREF
Direction Départementale de l'Agriculture d'Indre et Loire

D. LEPOUTRE
Ecole National du Génie Rural des Eaux et Forêts

C. MEYER-ROUX, Chef du Service Régional de la Statistique Agricole-Région Centre

J.F. ZUMSTEIN
Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse

Experts étrangers

H. AUDET, Chef du Centre Québécois de Coordination de la Télédétection
Ministère des Terres et Forêts - Québec-Canada

G. HART
US Department of Agriculture-Statistics Economics and Cooperative Service

J. JARMAN
Us Corps of Engineers

M. TANGUAY, Directeur des Inventaires Forestiers
Ministère des Terres et Forêts - Québec-Canada

Téledétecteurs

M. ALBUISSON
Centre de Télédétection et d'Analyse des Milieux Naturels

F. BECKER
Institut de Physique - Strasbourg

P. CLERGEOT
Université Paris I - Ecole Sainte Geneviève

J. CRUETTE
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

J. DENEGRE
Institut Géographique National

Ch. GOILLOT
Institut National de la Recherche Agronomique

M. LOINTIER
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

G. LONG
Ecothèque Méditerranéenne - CEPE Louis Emberger

J.C. LUMMAUX
Institut Géographique National

J.P. MONGET
Centre de Télédétection et d'Analyse des Milieux Naturels

J. RIOM
Institut National de la Recherche Agronomique

J.C. RIVEREAU
Institut Français du Pétrole/BEICIP

G. SAINT
Centre National d'Etudes Spatiales

Y.F. THOMAS
Ecole Normale Supérieure des Jeunes Filles

Liste des participants aux rencontres de Trégastel

R.	ABEHASSERA	École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris.	A.	COIC	Délégation à la Qualité de la Vie, Ministère de l'Environnement
N.	ARMANGAU	Centre de Recherche en Géologie-Hydrologie, Université de Montpellier	P.	CORDIER	Service Régional de la Statistique Agricole de Midi-Pyrénées
H.	ARPAJOU	Service Départemental de Statistique Agricole des Pyrénées-Orientales	C.	COSTE	Direction des Collectivités Locales, Ministère de l'Intérieur
D.	ARTUS	Direction Départementale de l'Agriculture de l'Aude	M.	COUDERC	Université de Tours
A.	BALLUT	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France	A.	COUZY	Directeur de l'Opération Pilote Interministérielle de Télédétection
J.-L.	BARNIER	Direction Départementale de l'Agriculture de l'Aveyron	J.	CRUETTE	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
G.	BAUDEZ	Atelier de Recherche et d'Études d'Aménagement, Paris	R.	DARTOUT	Agence Financière de Bassin Seine-Normandie
F.	BECKER	Professeur à l'Université de Strasbourg	R.	DEJEAN	Parc National des Cévennes
M.	BERTIN	Service Central des Enquêtes et Études Statistiques, Ministère de l'Agriculture	B.	DEMAGNY	Atelier Régional d'Études Économiques et d'Aménagement Rural de Marseille
M.	BERTRAND	Service Central des Enquêtes et Études Statistiques, Ministère de l'Agriculture	M.	DEMARCO	Station d'Étude en Baie de Somme, Université d'Amiens
M.	BIED-CHARRETON	O.P.I.T.	J.-P.	DENARDOU	Direction Départementale de l'Agriculture de la Haute-Vienne
Y.	BLOC'H	Service Départemental de Statistique Agricole du Finistère	A.	DERUNES	Délégation à la Qualité de Vie
M.	BLONDEAU	École des Hautes Études en Sciences Sociales	R.	DIZIAIN	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
J.-L.	BODIN	Direction des Bâtiments, des Travaux Publics et de la Conjoncture, Ministère de l'Équipement	G.	DUPAGNY	Service Régional de la Statistique Agricole de Bretagne
A.	BOEMARE	Centre d'Études Techniques de l'Équipement de Rouen	G.	ENGEL	Organisation Régionale d'Étude pour l'Aménagement des Aires Métropolitaines de Rouen
M.	BOUIX	Direction des Recherches et Études Techniques, Ministère de la Défense	S.-C.	ÉTIENNE	Direction des Bâtiments, des Travaux Publics et de la Conjoncture, Ministère de l'Équipement
G.	BOUR	Engins Matra, Paris	P.	FALAISE	Organisation Régionale d'Études et d'Aménagement de la Région Centre
A.	BREAU	Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale	H.	FARGUES	Délégation Régionale à l'Environnement, Ile-de-France
M.	BRUN	Institut Géographique National	G.	FLOUZAT	Centre d'Étude Spatiale des Rayonnements, Université de Toulouse
M.	BURKHALTER	CERGA Université de Montpellier	R.	FOULHOUE	Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
M.	CADENAT	Service Technique des Phares et Balises, Ministère de l'Équipement	Ph.	FOURNIER	O.P.I.T.
C.	CAMOU	Service Technique de l'Urbanisme, Ministère de l'Équipement	P.	FOUQUES DUPARC	Météorologie Nationale
M.	CANCEILL	Service des Problèmes de l'Eau, Ministère de l'Environnement	F.	GAGNIER	Centre Écologique de Camargue
M.	CAZENAVE	Centre National d'Études Spatiales, Toulouse	P.	GALMICHE	Inventaire Forestier National, Ministère de l'Agriculture
E.	CHANTRY	Service Central des Enquêtes et Études Statistiques, Ministère de l'Agriculture	J.-P.	GEAY	Direction Départementale de l'Agriculture de Vendée
P.	CHEDEVERGNE	Direction Départementale de l'Agriculture du Loir-et-Cher	M.	GEORGE	L'Express, Paris
O.	CHEVASSUS	Service Central Hydrologique, Ministère de l'Équipement	J.-P.	GILG	École des Hautes Études en Sciences Sociales
C.	CHIARAMONTI	Institut National de la Statistique et des Études Économiques	C.	GIRARD	Institut National Agronomique Paris-Grignon
			C.	GOILLOT	Institut National Agronomique, Laboratoire de Télédétection de l'INRA
			P.	GONFREVILLE	Centre National d'Études Spatiales, Paris

Liste des participants aux rencontres de Trégastel

C.	GOTH	Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques de l'Agriculture	B.	PECQUET	Direction de la Production et des Echanges, Ministère de l'Agriculture
D.	HENARD	AQUASCOP, Montpellier	R.	PERELMAN	Centre National d'Étude et de Recherche sur le Paysage
Y.	HEYMANN	Société Française d'Études et de Recherches Économiques et Statistiques	A.	PIALAT	Atelier Central de l'Environnement Ministère de l'Environnement
M.	HIEBLOT	Centre National d'Études des Télécommunications, Orléans	B.	PICON	Centre National de la Recherche Scientifique
J.	HOSSENLOPP	Institut National de la Statistique et des Études Économiques	P.	PILLET	Parc National des Cévennes
L.	HUMBERT	Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts	S.	PIYENS	Office de la Recherche Scientifique Technique Outre-Mer
A.	HUSSON	Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts	A.	PRÉVOT	Direction Départementale de l'Agriculture de l'Oise
A.	JAHAN	Quatenaire Éducation, Paris	A.	RAMADE	Mission Interministérielle, d'Aménagement de l'Espace Méditerranéen
M.	LACOMME	Institut Géographique National	Y.	REBEYROL	« Le Monde », Paris
J.-M.	de LAMARE	Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique	G.	RIETH	Office National Interprofessionnel des Céréales, Paris
D.	LARCENA	École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris	P.	RIMKINE	Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques, Ministère de l'Agriculture
G.	LARHANT	Direction Départementale de l'Équipement des Côtes-du-Nord	J.	RIOM	Institut National de la Recherche Agronomique, Bordeaux
J.	LEDDET	Direction des Bâtiments, des Travaux Publics et de la Conjoncture, Ministère de l'Équipement	G.	ROMAN	Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne, Orléans
J.-F.	LEENHARDT	Conservatoire National du Littoral	D.	SARRAT	École des Mines de Paris (Sophia Antipolis)
M.	LENCO	Délégation à la Qualité de la Vie, Ministère de l'Environnement	G.	SAVARY	I.B.M. France
L.	LESBAUPIN	Direction Départementale de l'Agriculture de l'Indre-et-Loire	L.	SEBIRE	Centre Régional de la Propriété Forestière de Bretagne
R.	LINDECKERT	Service des Forêts	M.	SERRIÈRE	Institut Géographique National
H.	MARCUS	Atelier Central d'Études et d'Aménagement Rural	L.	SIMLER	Bureau de l'Environnement, Préfecture du Bas-Rhin de Strasbourg
J.-M.	MASSIN	Service des Problèmes de la Mer et des Océans, Ministère de l'Environnement	J.	SUBRA	Direction de la Protection de la Nature, Ministère de l'Environnement
A.	MERAT	Service Départemental de Statistique Agricole de l'Hérault	B.	SUSPLUGAS	Centre National d'Études Spatiales, Paris
C.	MICHEL	Direction Départementale de l'Agriculture des Vosges	J.	TUTENUIT	Direction des Bâtiments, des Travaux Publics et de la Conjoncture, Ministère de l'Équipement
J.-M.	MONGET	École des Mines de Paris (Sophia Antipolis)	D.	VAULOT	AQUASCOP, Montpellier
J.	MONTANE	Direction Départementale de l'Agriculture du Lot	M.	VEILLAS	Centre National d'Études Spatiales, Paris
G.	MONTASTIER	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France	F.	VERGER	Professeur à l'École Normale Supérieure
J.	de MONTGOLFIER	Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Aix-en-Provence	F.	VIALET	Quatenaire Éducation, Paris
G.	de MONTRICHER	O.P.I.T.	C.	VIGNERON	Association Nationale des Centres Régionaux de la Propriété Forestière, Paris
B.	NAUDIN	Direction de l'Aménagement, Ministère de l'Agriculture	M.	VIOLLIER	Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Université de Lille
L.	NAVAZO	Sécurité Civile, Ministère de l'Intérieur	A.	WAUTERS	Centre d'Études Techniques et Technique Outre-Mer
J.	NOEL	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer	G.	WEILL	Centre National d'Études Spatiales, Paris
J.-M.	PASQUET	Délégation à la Qualité de la Vie, Ministère de l'Environnement			

ISBN 01811533

Imprimerie GRAPH'OFFSET
79, rue de Paris - 92110 CLICHY

Dépôt légal 1er trimestre 1981

Directeur de la publication : A. COUZY

Commission Paritaire No 1 505 AD