

Si depuis de nombreuses années la photographie aérienne est couramment utilisée comme moyen d'acquisition de données dans les domaines variés, la notion de télédétection des Ressources Terrestres n'est véritablement apparue qu'avec la mise en service en 1972 du premier satellite spécialisé baptisé ERTS : Earth Resources Technology Satellite, satellite technologique des ressources de la Terre au sens planétaire du mot.

Lors du lancement, en janvier 1975, du deuxième satellite de cette série, les responsables américains de ce programme jugèrent beaucoup plus approprié le nom de Landsat, restreignant le rôle de ces satellites à l'étude des terres émergées.

Devant les documents quelque peu spectaculaires obtenus à partir des données Landsat, d'aucuns avaient, en effet,

Les données acquises de cette manière sont alors corrigées de leurs défauts radiométriques et géométriques, et transformées, soit en photographies destinées à être étudiées par des photo-interprètes, soit en informations numériques destinées à être traitées à l'aide d'ordinateur.

Les informations acquises grâce à ce système permettent de caractériser la nature et l'état du sol, de la végétation ou de la surface de l'océan. De nombreux domaines de la connaissance peuvent donc profiter de cet outil : géologie et les ressources minérales, agriculture, hydrologie et ressources en eau, océanographie et les ressources marines; l'impact des activités humaines : aménagement des régions, constructions diverses, pollution.

Nous nous intéresserons ici plus particulièrement à la télédétection par satel-

La télédétection des ressources naturelles

Michèle Chevrel et Aline Chabreuil*

considéré que la solution infaillible à de grands problèmes (faim, pollution, etc.) était trouvée. En fait, l'un des grands enseignements que les 300 expérimentateurs, retenus par la NASA pour exploiter les centaines de milliers d'images obtenues par Landsat 1, ont pu retirer de leur expérience était, qu'il était indispensable de revoir un certain nombre de nos méthodes de pensées et de travail pour utiliser au mieux ce flot d'informations.

En quoi consiste la télédétection ?

D'une manière générale, on peut dire qu'il y a télédétection lorsqu'on acquiert des informations sur un objet à la surface de la Terre, sans qu'il y ait contact physique entre cet objet et l'opérateur. Cette technique s'appuie sur un principe fondamental : chaque objet absorbe, émet, diffuse et réfléchit des rayonnements que l'on peut enregistrer et qui lui sont spécifiques. Ainsi, le sens de la vue est un moyen de télédétection malheureusement limité à l'acquisition d'informations « visibles » par définition.

Plus précisément, la télédétection est un système complet d'acquisition, de traitement et de restitution d'information qui met en œuvre trois techniques complémentaires :

- les capteurs permettant d'enregistrer les rayonnements;
- les véhicules permettant d'éloigner les capteurs de la surface du sol;
- les systèmes de traitement et de restitution de l'information permettant de transformer les données en informations exploitables.

Les progrès de la technologie mettent à notre disposition une panoplie de capteurs (chambres photographiques, radiomètres, radar, qui nous permet de dépasser les limites de l'œil, en captant les rayonnements dans une large gamme spectrale, depuis l'ultra-violet jusqu'aux ondes radio, et d'acquérir ainsi des informations supplémentaires sur les objets (température, constante diélectrique, ...).

Ces capteurs peuvent être embarqués sur différentes plates-formes d'observation que l'on peut classer en fonction de l'altitude à laquelle ils évoluent : les avions entre 5.000 et 10.000 m, les ballons stratosphériques à 30 km, les satellites entre 400 et 36 000 km.

lite, sans oublier que, pour une étude donnée, les images satellites devront être combinées avec des données acquises à l'aide d'autres véhicules.

L'intérêt spécifique de l'observation de la terre à partir d'un satellite découle essentiellement du caractère synoptique, répétitif et global des prises de vue.

Un énorme flot de données

En effet, l'échelle des images satellitaires, beaucoup plus petite que sur les images aériennes, permet de rassembler des unités géographiques complètes sur un seul document, réalisé dans les mêmes conditions. C'est ainsi que des particularités, des relations entre différentes structures difficiles à appréhender sur des photos aériennes, apparaissent sur les images spatiales. La contrepartie de cette caractéristique est évidemment qu'il n'est pas possible de déceler les détails.

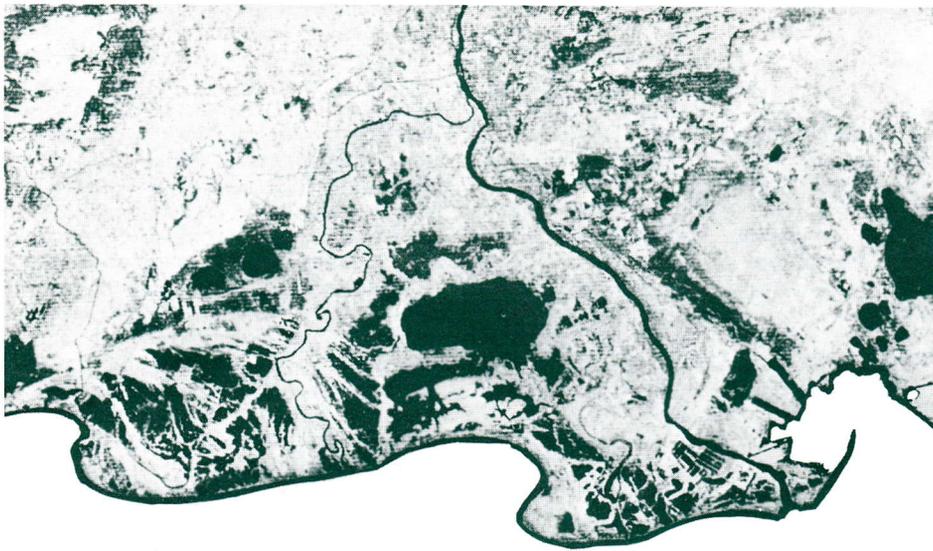
Par ailleurs, le satellite repassant périodiquement au-dessus d'une même zone géographique permet la répétitivité des observations, essentielle pour suivre, puis prévoir des phénomènes évolutifs comme la production végétale, les ressources en eau, les conditions de navigation, etc... Enfin, le satellite survolant toutes les régions du globe, permet de recueillir des informations en des régions inaccessibles. En fait, c'est l'exhaustivité dans le temps et dans l'espace des observations à partir des véhicules spatiaux qui fonde leur intérêt par rapport à des méthodes plus conventionnelles : mesures in situ ou à partir de capteurs aéroportés.

Mais c'est également cette exhaustivité qui conduit à un flot énorme de données nécessitant pour certaines applications du moins la mise en œuvre de méthodes automatiques de dépouillement. Ainsi, à la complexité et la variété des capteurs utilisables en télédétection, s'ajoute le recours inévitable à de puissants moyens informatiques susceptibles de comprimer, filtrer et exploiter des masses énormes de données.

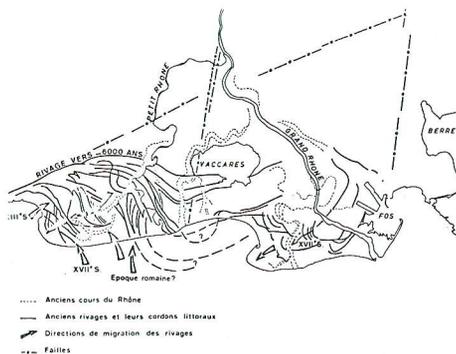
Où en est la télédétection spatiale ?

En matière de télédétection spatiale des chercheurs de tous les pays font leur apprentissage depuis 1972 sur les données ac-

* Chargées de recherches au Centre National d'Études Spatiales (CNES) - France. (Décembre 1975)



Le delta du Rhône : les photos prises par le satellite ERTS montrent les rivages successifs dus à la progression du delta au cours des derniers huit millénaires.



quises par les satellites LANDSAT 1 et 2, mis en orbite par la National Aeronautical and Space Administration (NASA), et largement diffusée à la Communauté Scientifique Mondiale. Ce satellite observe la Terre depuis une orbite à 900 km d'altitude, et en fait des prises de vue dans quatre couleurs simultanément (le vert, l'orange, le rouge et le proche infrarouge) de l'ensemble du globe terrestre. Sur ces images de 180 km de côté, il est possible de distinguer des détails de 100 m de côté environ. Un satellite survole une même zone géographique tous les 18 jours. L'ensemble des deux satellites permet donc d'obtenir un délai de 9 jours entre deux prises de vue.

Deux modes de transmission des données au sol sont prévus. Soit il existe une station d'écoute du satellite dans la région où sont faites les prises de vue et, dans ce cas-là, le satellite transmet à cette station les données au fur et à mesure qu'il les acquiert, soit il n'existe pas de telle station et alors les informations sont enregistrées à bord du satellite et transmises lorsque le satellite survole une des trois stations d'écoute implantée aux États-Unis.

Tous les pays ont donc la possibilité d'avoir accès à ces données, soit en achetant des documents à l'EROS (Earth Resources Observation System) Data Center, implanté à Sioux Falls dans le Dakota, où le Département de l'Intérieur des États-Unis centralise toutes les données, spatiales et aériennes concernant les ressources terrestres, soit en s'équipant d'une station de réception des données spatiales après accord avec la NASA. Il est évident que la première possibilité est suffisante pour des recherches, mais que seule la seconde permet une utilisation opérationnelle dans la mesure où on obtient les données en temps réel.

Outre les trois stations implantées aux U.S.A., le Canada, le Brésil possèdent également cet équipement; d'autres stations sont en cours de construction au Zaïre, en Iran, au Chili, ou en projet en Haute-Volta.

La station installée par la firme italienne Telespazio à Fucino près de Rome, est opérationnelle depuis Décembre 1975. La France, par l'intermédiaire du GDTA (Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale), a

passé un contrat pour l'achat des images concernant le territoire métropolitain.

Au Kenya et en Colombie

La finalité de l'utilisation de la télédétection est différente selon qu'elle est destinée à des pays développés ou destinée à des pays en voie de développement.

Dans le premier cas, il s'agit de pays comme la France qui ont déjà, depuis longtemps, mis en place des organismes chargés des différents domaines d'activité et ayant à leur disposition un certain nombre de moyens. La télédétection constitue pour eux un moyen de gestion beaucoup mieux adapté à la dimension des problèmes actuels : pollution, ressources agricoles, aménagement du territoire...

Pour les pays en voie de développement, le facteur temps est capital dans la mesure où le nombre d'années qui leur seront nécessaires pour acquérir un certain développement, conditionné, parfois d'une façon dramatique, leur avenir.

Seul un système de télédétection constitue la solution à la dimension de leurs problèmes. D'abord, il est le seul à pouvoir leur fournir un inventaire de leurs ressources naturelles et les aider à lutter contre la nature (désertification, inondation) en leur apportant une parfaite connaissance de leur territoire.

Ainsi le Kenya utilise les images LANDSAT pour la gestion des pâturages. La FAO fait de même pour ses études d'utilisation des sols dans divers pays : détermination des types de végétation (Botswana), études de l'utilisation des terres et sylviculture (Colombie), établissement de cartes pédologiques, de cartes géomorphologiques et de cartes de la végétation (Soudan).

Ceci étant précisé, il est d'ores et déjà possible, au stade actuel, de faire le point de ce que la télédétection a déjà apporté et peut apporter dans l'avenir.

A la recherche de matières premières

C'est dans ce domaine que les résultats obtenus à partir de LANDSAT sont les plus spectaculaires.

Les compagnies minières et pétrolières possèdent déjà un certain nombre de méthodes pour la recherche de nouveaux gisements. C'est par le biais de la géologie que la télédétection peut constituer un nouveau moyen d'investigation. On sait, en effet, que les dépôts de minéraux par exemple sont associés à des conditions géologiques particulières. Donc, la première tâche est d'obtenir des documents géologiques très complets. Déjà les photos LANDSAT ont permis à de nombreux pays de constituer des mosaïques sur lesquelles apparaissent des failles ou des structures circulaires qui n'étaient pas visibles ni au sol, ni sur les photographies aériennes classiques. Or, les structures circulaires peuvent être l'indice d'intrusion de subsurfaces auxquelles sont souvent liées des minéralisations et l'interprétation des failles est capitale car ce sont des interstices dans lesquels peuvent être piégés des gîtes minéraux. Ainsi, une compagnie pétrolière américaine vient d'implanter un forage en Géorgie sur une anomalie circulaire détectée sur une photo LANDSAT après vérification par photogéologie classique et par des méthodes conventionnelles; au Pakistan, cinq gisements miniers importants (cuivre, etc...) ont été

découverts par classification numérique automatique à partir des données multi-spectrales. Les contrôles au sol ont été positifs, la photographie aérienne classique ne révèle rien de particulier à ces endroits; enfin, en France, pays qui semblait bien « connu », les images LANDSAT ont permis de « voir » que la faille de St-Étienne se prolongeait vers l'Est dans les sédiments de la Vallée du Rhône et de la Saône, et de mettre en évidence des structures circulaires en bordure Nord du Massif des Coirons.

Dans l'avenir, des capteurs dans l'infrarouge et les hyperfréquences devraient permettre d'améliorer la discrimination des roches. D'ailleurs, ce sera une des missions du satellite américain Heat Capacity Mapping Mission, dont le lancement est prévu en 1977, et qui effectuera une cartographie thermique du sol.

Inventaire des récoltes : en trois jours?

Aux États-Unis les exemples d'utilisation des images LANDSAT dans ce domaine sont nombreux; ainsi dans le Nébraska, la quantité de fourrage, qui devait être disponible fin 1974 dans la région de Sandhills, a été évaluée à partir d'images LANDSAT; en Californie, une firme agricole a utilisé, avec l'aide de General Electric, des données de télédétection aéroportées pour gérer en temps réel les opérations agricoles et les données LANDSAT pour l'inventaire des récoltes. D'autres expériences ont été réalisées sur des régions de différentes dimensions, pendant des durées plus ou moins longues sur des thèmes bien précis tels que détection expérimentale des dommages subis par les récoltes et les forêts à la suite d'attaques parasitaires, de sécheresse, d'incendie ou d'inondation, contrôle de l'avancement des moissons sur de petites zones expérimentales, ou estimation toujours sur de petites zones expérimentales, des superficies, du rendement et de la production du blé à partir des données spatiales en conjonction avec un modèle de rendement tenant compte des données météorologiques.

Ces différents résultats ont été obtenus, soit à partir de simples études visuelles des documents LANDSAT, soit après différents traitements photographiques ou informatiques aboutissant à un document synthétique et statistique fournissant un maximum d'informations.

Selon les utilisateurs américains, les progrès futurs devront essentiellement porter sur une réduction du délai entre la réception des données et la fourniture d'un document utilisable. Un délai de 3 à 5 jours semble correct. Une procédure encore plus rapide devra évidemment être envisagée pour les événements exceptionnels, inondation par exemple.

Par ailleurs, une très importante expérience se déroule actuellement aux États-Unis, baptisée LACIE (Large Area Crop Inventory Experiment), elle est menée conjointement par le Département de l'Agriculture, la NASA et la NOAA*. Il s'agit pendant trois ans et à partir des données des LANDSAT, d'observations in situ et de données météorologiques, de parvenir à la définition des modalités de mise en place et des implications entre autres,

financière (coût/bénéfice), des futurs systèmes opérationnels de télédétection des ressources terrestres. Dans ce cadre, depuis l'été 1975, a commencé une tentative d'inventaire d'une fraction significative de la surface terrestre cultivée en blé.

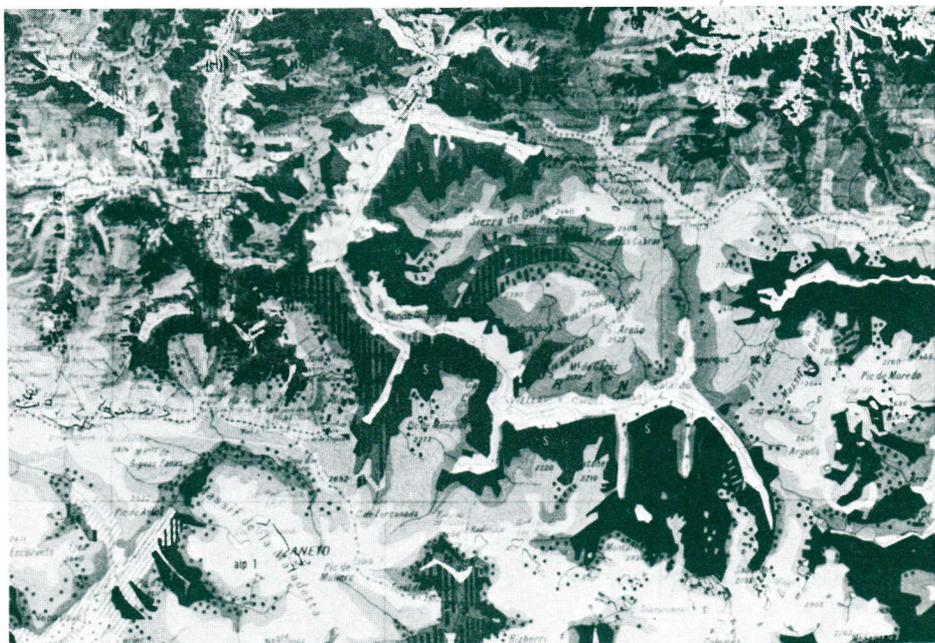
En France, une certaine expérience a pu être acquise dans le cadre du programme ARNICA (Aménagement des Ressources Naturelles par Inventaire Cartographique Automatique), sélectionné par la NASA pour LANDSAT-1. Il s'agissait, à partir des images spatiales des Pyrénées et du Sud-Ouest de la France :

- d'établir un code de correspondance entre les images spatiales et la vérité-sol,
- d'exploiter l'information sous forme numérique pour transcrire automatiquement les signatures spectrales des ressources naturelles des régions tempérées. Le projet AGRESTE, actuellement en cours, proposé pour LANDSAT-2 par les Communautés Européennes auxquelles sont asso-

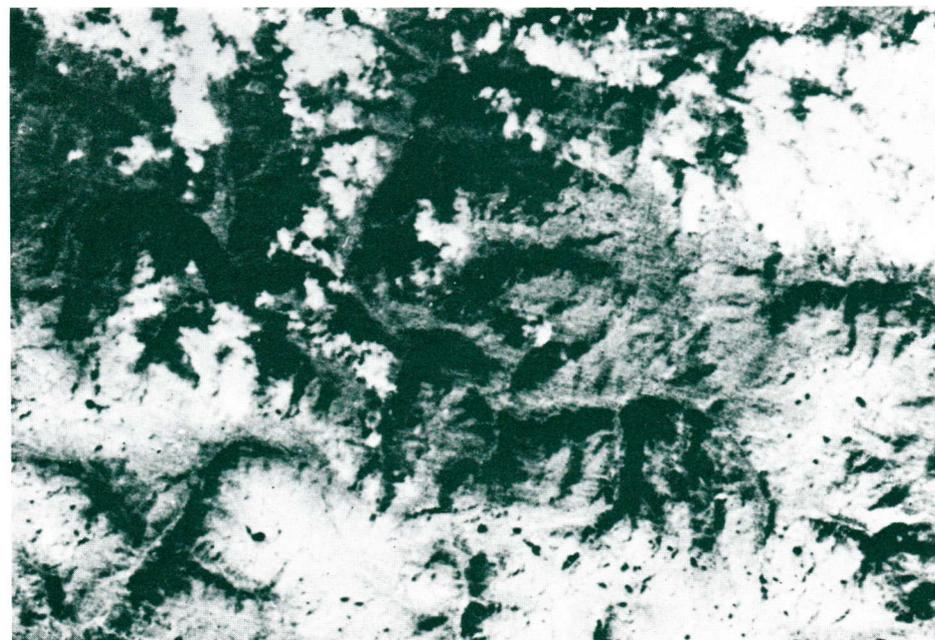
ciés des organismes spécialisés italiens et français, s'applique à différents secteurs de l'agriculture : cultures irriguées (rizières), forêts et hydrologie de différentes régions de l'Italie du Nord et du Sud de la France.

Mais le parcellaire français, et le parcellaire européen de façon générale étant nettement plus petit que le parcellaire américain, la résolution spatiale de LANDSAT est trop grossière pour aboutir à une utilisation opérationnelle de ce satellite dans ce domaine.

Par ailleurs, la répétitivité des prises de vie joue un grand rôle puisque il est indispensable de suivre la progression phénologique des cultures. C'est pourquoi les techniques hyperfréquences semblent prometteuses car elles permettent d'avoir des informations, même à travers une certaine couverture nuageuse, ce qui n'est pas le cas dans le domaine spectral visible et infrarouge.



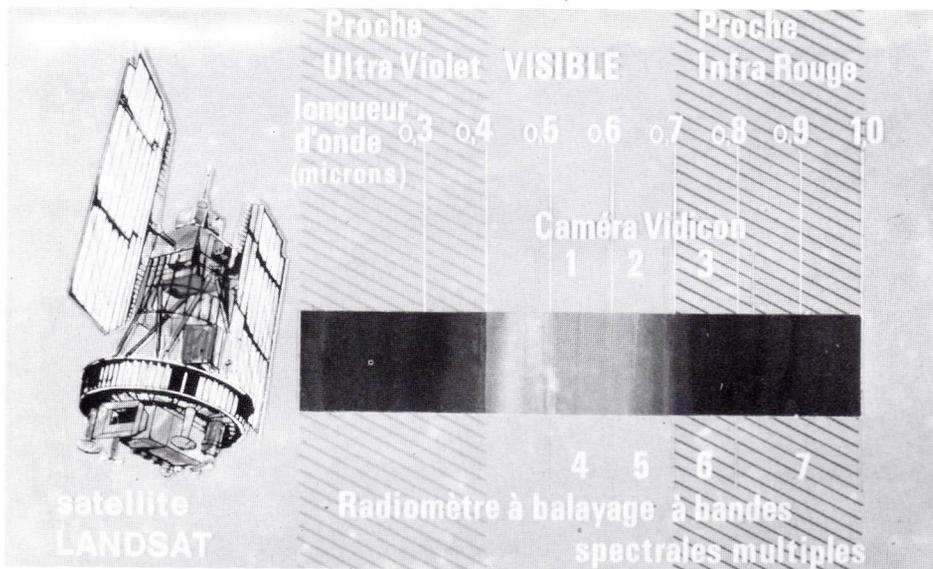
Programme Arnica : les photos prises par Landsat 1 sont comparées à la carte de la végétation (France).



* National Oceanic and Atmospheric Administration.

Gestion de l'eau douce par satellite

Dans la plupart des pays, il y a déjà de nombreuses années que des organismes chargés des problèmes de l'eau, ont été mis en place. Mais un satellite pourrait avoir un double rôle, d'une part, en facilitant des études de recensement général des étendues recouvertes en eau, de l'estimation des surfaces neigeuses et, d'autre part, en collectant des données, fournies par des capteurs au sol, qui sont ensuite retransmises vers un centre spécialisé chargé de la gestion et du contrôle des ressources en eau au niveau national ou régional. Un tel système, réseau sol plus satellite, permettrait, en effet, d'avoir pratiquement en temps réel des données sur le niveau des fleuves ou des lacs, sur l'épaisseur des couvertures neigeuses, ou le degré d'humidité des sols. Il semble également adapté à une reconnaissance puis, à une surveillance de la pollution des eaux.



Landsat : sur le spectre électromagnétique, sont indiquées les bandes dans lesquelles travaillent ses instruments.

Dans ce domaine, un capteur thermique permettrait d'améliorer grandement les résultats.

Pour une planification de l'occupation des sols

On sait combien est difficile l'implantation d'une activité humaine en un lieu donné : où installer la zone industrielle? Quelles terres faut-il laisser en culture? Où créer un centre de loisirs? Quelles seront les conséquences sur le site d'une concentration humaine?... Beaucoup d'erreurs ont été faites dans ce domaine par suite d'insuffisance d'informations, ou d'informations erronées ou incomplètes.

Depuis une quinzaine d'années, des administrations ou des autorités gouvernementales ont recours à des photographies aériennes pour prendre ce genre de décisions. Bien que constituant une amélioration, ce système est aléatoire dans la mesure où sur de grandes étendues (états ou pays) une couverture aérienne est très coûteuse.

Un satellite est également coûteux, mais il faut tenir compte qu'une fois en orbite, il fournira, pendant une durée qui atteindra des années, des données toujours prises dans les mêmes conditions garantissant ainsi une homogénéité des informations.

L'expérience acquise dans ce domaine avec les LANDSAT ne porte pas encore sur

une durée suffisamment longue pour nous permettre de conclure comment les données spatiales, aériennes et sol se complètent.

Toutefois, les données LANDSAT sont déjà suffisantes pour l'établissement de cartes d'occupation des sols à l'échelle d'une région ou d'un état. Les responsables des États de la Floride, du Wyoming, du Michigan, ont déjà utilisé de tels documents. Pour des zones de la dimension d'une ville, il sera nécessaire, d'une part, que les capteurs placés à bord des satellites aient une résolution de l'ordre d'une dizaine de mètres, d'autre part, que les méthodes de traitement soient, là aussi, automatisées au maximum et les équipements simplifiés et relativement peu coûteux.

Il ne fait aucun doute que c'est dans ce domaine que la télédétection démontre le mieux son caractère multidisciplinaire. Aussi est-il nécessaire que les progrès soient le résultat d'une concertation entre tous les spécialistes ou toutes les administrations concernées. Une importante expérience en ce sens se déroule en France. Il s'agit d'une opération interministérielle ayant pour objectif la mise au point des méthodes opérationnelles d'exploitation de données de télédétection à des fins de gestion globale de l'espace national. S'étendant sur quatre ans, elle s'appuie sur un programme détaillé d'enregistrement et d'analyse portant sur différentes régions pour permettre de tenir compte des diversités climatiques, végétales, parcelaires, topographiques (littoral, plaine, montagne) et socio-économiques (campagnes et villes, agriculture et industrie, pollution et environnement). En 1975, c'est le département des Bouches-du-Rhône qui avait été retenu en raison, d'une part, de la diversité des thèmes d'étude : urbanisation et progression des infrastructures d'équipement, aménagement du littoral, textures urbaines, ouverture et suivi des chantiers, pollution de l'air et eaux continentales et littorales (Fos) ... et, d'autre part, de ces limites administratives bien connues autorisant la comparaison avec d'autres sources d'information. Les données ont été fournies par des capteurs placés à bord d'avion, et de mesures faites au sol. Il est prévu ultérieurement d'utiliser les données satellites et d'expérimenter divers capteurs, entre autres des radars et des radiomètres.

Océanographie : SEASAT en 1978

De grands spécialistes ont déjà, à maintes reprises, insisté sur l'urgence d'entreprendre des opérations de sauvegarde des océans et des mers. Plusieurs des expériences retenues pour LANDSAT avaient précisément pour objectif de déterminer l'aide que pouvait apporter ce type de satellite.

Ainsi, du 27 août au 7 septembre 1975, une expérience s'est déroulée au large des Bahamas. Le but était d'évaluer les possibilités offertes par les capteurs de LANDSAT, d'une part pour mesurer la profondeur de l'eau dans la mer de hauts fonds et, d'autre part, pour cartographier le relief sous-marin. Les données spatiales étaient fournies, outre par les LANDSAT-1 et 2, par quatre satellites météorologiques (SMS-1, NOAA 3 et 4, ESSA 8), six satellites de navigation du système Transit de l'US NAVY et transmises au Centre Goddard

de la NASA via le satellite géostationnaire ATS-3 où elles étaient traitées immédiatement puis envoyées aux deux navires qui, sur place, procédaient à un certain nombre de mesures directes. Il s'agissait de la Calypso du Commandant Cousteau et du Beayondan, bateau de recherches de l'Université John HOPKINS.

Avec l'expérience française FRALIT (French Atlantic Littoral), sélectionnée pour LANDSAT 1 et 2, c'est le domaine particulier du littoral qui est étudié. Ce programme porte exclusivement sur les milieux littoraux : eaux littorales, plages, vasières, et zones continentales bordant la côte (falaises, etc...).

L'un des buts est de mettre au point des méthodes de cartographie automatique des données LANDSAT en vue de fournir aux divers utilisateurs une cartographie explicite correspondant à leurs besoins. En effet, un traitement numérique approprié peut mettre en évidence un phénomène particulier tel que turbidité des eaux, diffusion des eaux d'un fleuve dans l'océan (problème de pollution), ou niveau et forme de pénétration des marées.

Des documents comportant des informations de ce type peuvent être utilisés pour déterminer les conséquences entraînées par une opération d'urbanisation, la mise en place de nouveaux parcs à huitres ou d'installations industrielles.

La NASA vient d'attribuer à l'industrie américaine des contrats pour la construction de satellites dont la mission doit être en tout, ou partie, consacrée à l'étude des océans. Il s'agit de SEASAT et de NIMBUS G, dont les lancements sont prévus pour 1978. Le premier fournira des données sur le géoïde, l'action du vent sur la surface de l'eau, la localisation et cartographie des frontières des courants, la cartographie des glaciers; le second mesurera la température et la teneur en phytoplancton, ces deux derniers paramètres permettant de situer les zones potentielles de pêche. Devant les premiers résultats que nous venons d'énumérer, chercheurs et utilisateurs ont instauré entre eux un dialogue afin de déterminer comment doivent être améliorés les différents composants d'un système de télédétection.

Les deux satellites de télédétection, dont le lancement est prévu dans les cinq ans à venir, comporteront des capteurs qui, d'une part, couvriront une plus longue gamme spectrale, en particulier dans le domaine des hyperfréquences qui, comme nous l'avons vu précédemment, autorisent des observations tout temps et, d'autre part, auront une résolution spatiale plus fine, de l'ordre de quelques mètres.

Un système opérationnel devra comporter un nombre suffisant de satellites en orbite afin d'augmenter la répétitivité des observations.

Enfin, une bonne répartition des stations de réception de données sur l'ensemble du globe, une automatisation des moyens de traitement et un développement des méthodes d'interprétation permettront de réduire considérablement le délai entre l'acquisition et l'utilisation des données. Il est, par ailleurs, évident que cette optimisation intervenant à chaque stade devra s'accompagner d'une réduction progressive des coûts de développement dans un premier temps et de fonctionnement dans un second temps.

A. C. et M. C.

Expériences françaises de télédétection aérienne (Juin 1972)

Le territoire national est un espace fermé à l'intérieur duquel s'exercent des pressions dues à toutes les activités socio-économiques humaines, toutes consommatrices d'espace. C'est pourquoi il est apparu à un groupe interdisciplinaire et interorganismes de télédétection où la D.A.T.A.R., l'Agriculture, l'Environnement, l'École des Hautes Études en Sciences Sociales et l'O.R.S.T.O.M. étaient représentés ainsi que le Centre National d'Études Spatiales et l'Institut Géographique National, qu'il était nécessaire :

- de ne plus raisonner à un seul niveau sectoriel mais sur l'ensemble des différentes catégories de répartition du territoire et à un niveau géographique et administratif significatif; le département des Bouches-du-Rhône a été choisi pour cette expérience pilote;

- de montrer que la télédétection pouvait être opérationnelle dans d'autres secteurs que ceux dans lesquels elle avait été spécialement étudiée à ses débuts et qu'elle était apte à satisfaire à un coût raisonnable aux besoins d'administrations gestionnaires du territoire;

- de ne pas figer l'information sur une année donnée, mais de suivre aussi les évolutions au cours des années, voire des saisons;

- de rediffuser l'information le plus rapidement possible sous une forme généralisée et pratique pour les utilisateurs : données chiffrées brutes et de synthèse, zonages et cartes thématiques.

Cette opération de recherche interdisciplinaire diffère d'autres programmes par deux traits : elle réunit les contraintes auxquelles il faut satisfaire en phase opérationnelle d'une part, elle crée et permet d'exploiter d'autre part des données semblables à celles qui seront régulièrement recueillies par les satellites d'observation de la terre pendant les années 1980.

Les administrations locales ont été consultées et ont appuyé l'opération.

Les vols ont été effectués sur deux jours vers la mi-juin et ont été accompagnés d'investigations vérité-terrain. L'avion se déplaçait à 7 000 m et était équipé :

- d'une caméra Wild RC 8 équipée en émulsion infra rouge couleur;

- d'un scanner multispectral MSS Daedalus enregistrant en 9 canaux de longueur d'onde du visible au proche infra rouge (pouvoir de résolution au sol d'environ quinze mètres, alors que celui du satellite américain actuel Landsat II n'est que de 60 à 80 m).

Outre l'orientation méthodologique portant sur l'élaboration de techniques d'observation continue et d'évaluation périodique ainsi que sur la mise en œuvre de processus de traitement, d'interprétation et de communication des données et la mesure des changements d'occupation de l'espace, les thèmes d'application retenus étaient :

- l'étude des transformations qualitatives et quantitatives de l'occupation de l'espace (agriculture, urbanisation, environnement) dans leurs composantes physiques et socio-économiques,

- l'étude des ressources en eau (eaux libres continentales, eaux littorales, humidité des sols et irrigation) quant à leur qualité et quantité.

Dans ces deux domaines il s'agissait d'inventorier régulièrement les stocks, de mesurer les flux, de comprendre les mécanismes et d'analyser l'évolution en regard de la conservation du patrimoine, de la gestion des biens renouvelables, du cadre de vie et des espaces sociaux.

Lors de l'expérience on a pu constater que les recherches supposent la mise en œuvre coordonnée de moyens importants afin d'obtenir l'optimisation des dépenses consacrées à l'amélioration des procédés de saisie et de traitement des données.

C'est pourquoi le Gouvernement envisage de placer, pour la période 1976-1980, le développement du nouveau système d'information constitué par la télédétection dans un cadre interministériel associant les producteurs et les utilisateurs de données.