



MICROFICHE N°

05242

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

المركز القومي  
للتوثيق الفلاحي  
تونس

F 1

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE DES RECHERCHES EN SCIENCES DU SOL

DIVISION DES SOLS

CNDA 5242 1982

MICROFICHE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE DE DOCUMENTATION AGRICOLE

**SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR L'APPLICATION  
DE LA TELEDETECTION A L'ETUDE DE L'ENVIRONNEMENT  
ET SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA TELEDETECTION  
DES TERRES ARIDES ET SEMI-ARIDES**

17 - 18 et 19 - 25 Janvier 1982

LE CAIRE (EGYPTE)

**RAPPORT DE MISSION**

Par : **Abdel SOUSSI**, Ingénieur en Chef, Chef de la Division des Sols - D.R.E.S.  
**Ali HAMZA**, Géomorphologue Principal, Chef du Laboratoire de Télédétection  
à la Division des Sols - D.R.E.S.

ES 195

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTRE DE L'AGRICULTURE  
DIRECTION DES RESSOURCES EN  
EAU ET EN SOL  
DIVISION DES SOLS  
-----

 SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR L'APPLICATION  
DE LA TELEDETECTION A L'ETUDE DE L'ENVI-  
RONNEMENT ET SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR  
LA TELEDETECTION DES TERRES ARIDES ET SEMI-ARIDES

17 - 18 et 19 - 25 Janvier 1982

LE CAIRE (EGYPTE)  
RAPPORT DE MISSION

P a r

M. Ahmed SOUSSI  
Ingénieur en Chef, Chef  
de la Division des Sols  
- D.R.E.S. -

M. Ali HAMZA  
Géomorphologue Principal  
Chef du Laboratoire de  
Télétection à la Division  
des Sols - D.R.E.S. -

Le rapide accroissement démographique exige de l'humanité des efforts accrus pour le développement de nouvelles richesses naturelles. La connaissance exacte et approfondie des paramètres des différents écosystèmes terrestres se trouve à la base du succès de cette opération. Or depuis quelques années, la technologie a créé un nouveau système d'information qui permet de mieux saisir les phénomènes à la surface de la terre. Ce système est appelé "Télédétection". Le terme désigne tout un ensemble d'opérations et "de techniques mises en oeuvre pour acquérir de loin et traiter des informations relatives aux objets terrestres en utilisant les propriétés des ondes électromagnétiques émises ou réfléchies par ces objets".

Limitée au début à l'interprétation des photographies aériennes classiques, elle a vu son champ d'investigation s'élargir pour englober d'autres techniques plus sophistiquées telles que les images radar, thermographiques, multispectrales et spatiales. Toutes ces techniques n'ont cessé de montrer leur preuve à travers le monde aussi bien dans la cartographie de base que thématique. Consciente de l'intérêt de cette technique, la Tunisie s'est dotée depuis la fin de l'année 1977 de son laboratoire de télédétection créé à la Division des Sols (D.R.E.S.) dans le cadre d'un accord avec l'agence américaine de coopération internationale. Elle a pour objectif d'appliquer les plus récentes techniques de traitement et d'interprétation aux images prises par les satellites terrestres (Landsat) afin d'étudier et de cartographier les sols, la végétation, les affleurements géologiques, les manifestations de dégradation etc... Cette mission au Caire (Egypte) du 16 au 26 Janvier 1982 entre dans le cadre des activités du laboratoire de Télédétection. Son objectif était de participer aux 2 séminaires suivants.

- Le Séminaire international sur l'application de la Télédétection à l'étude de l'environnement, organisé conjointement par le Ministère Américain de l'Agriculture et l'Agence Américaine pour le développement international du 17 au 18 Janvier 1982.

- "Le Symposium international sur la télédétection de l'environnement, première conférence thématique sur la télédétection des terres arides et semi-arides" organisé conjointement par l'Institut de Recherche sur l'environnement du Michigan et le centre de télédétection de l'Académie égyptienne de la recherche scientifique et technologique, du 19 au 25 Janvier 1982.

L'assistance au premier séminaire était limitée seulement aux délégations et aux observateurs, en majorité des pays en voie de développement, désignés par le comité d'organisation du Séminaire. Celui-ci avait pour but de fournir des connaissances générales des techniques, méthodes et apports de la télédétection à l'étude de l'environnement.

Le principal séminaire sur la télédétection des régions arides et semi-arides, a été suivi par 300 personnes environ (d'après les organisateurs 1100 sont inscrits dont 600 égyptiens) venus de 40 pays différents dont 6 pays arabes. (Le Maroc, la Tunisie, l'Arabie saoudite, le Koweït, le Yémen, le Soudan). Il visait à travers ce grand rassemblement de techniciens en télédétection d'évaluer les recherches, favoriser les échanges de vue et développer les études de l'environnement dans les pays arides et semi-arides.

Les américains ainsi que les égyptiens ont déployé beaucoup d'effort pour organiser, dans les meilleures conditions ces deux séminaires qui sont, d'après tous les participants parmi les mieux réussis en matière de télédétection. Nous avons essayé de notre côté de tirer profit de notre participation aux travaux de ces deux séminaires et en compagnie de ce nombre important de techniciens. Nous évoquerons dans ce qui suit les thèmes qui nous ont retenu le plus.

#### 1) - UNE ORGANISATION EXEMPLAIRE :

Le programme était très chargé. Rien que pour le deuxième séminaire 122 communications étaient programmées pour les 5 jours de travaux. Elles étaient réparties en séance de travail de 7<sup>h</sup> environ et par thème d'étude (cf. programme ci-contre). Toutes les interventions d'intérêt général sont regroupées dans des séances plénières,

.../...

P R O G R A M M E D E S D E U X S E M I N A I R E S

	DIMANCHE 17 Janvier	LUNDI 18 Janvier	MARDI 19 Janvier	MERCREDI 20 Janvier	JEUDI 21 Janvier	VEDREDI 22 Janvier	SAMEDI 23 Janvier	DIMANCHES 24 Janvier	LELUNDI 25 Janvier
8 <sup>h</sup> ,30	Inscription	Visite de l'usine égyptienne de traitement des eaux	Inscription	Cartographie et études de terrain	Jeudi		Mise en valeur	Cartographie géologique	Hydrologie et hydrogéologie
10 <sup>h</sup>	Principes de la sédimentation		Opérations affiliées	Prologues			Les terres agricoles (irriguées et en sec)	Session d'affichage	Les études assises
14 <sup>h</sup>	Exploitation photogéologique et automatique en milieu des lieux	Traité de terrain et hydrologie géologique		Cartographie et l'interprétation des plans			Ecologie et végétation naturelle	Session d'affichage	Remarques culturelles et environnementales naturelles
2 <sup>h</sup> ,30	Les images Luchet dans les études d'interprétation des ressources	Travaux de terrain et études agricoles	Programme technique et réglementaire de la géologie	Session d'affichage			Session d'affichage	Exploration minière	Session d'affichage
5 <sup>h</sup>									Clôture

P R E M I E R S E M I N A I R E D E U X I E M E S E M I N A I R E

le reste est exposé au cours de séances d'affichage, par thème d'étude. Chaque auteur dispose d'un tableau de 2 x 1 m sur lequel il affiche les documents (plan, idées directrices, photos, cartes) lui permettant d'exposer son étude. Les organisateurs préparent à l'avance le titre ainsi que le nom d'auteur sur chaque tableau. Ce type d'organisation appelé "Poster" récemment apparu permet de résoudre deux difficultés rencontrées par tout organisateurs de séminaire à savoir le nombre très important de communication, et le désir de chaque participant de vouloir passer plus de temps sur les interventions qui l'intéresse. Sur les 122 communications du deuxième séminaire, 89 sont passées sous forme de "Poster", la reste en séance plénière. Le tableau suivant présente le total des interventions réparti par thème d'étude.

THEMES	NOBRE	%
Programme nationaux et régionaux.	9	6,5
Géomorphologie, pédologie, dégradation	60	32,7
Inventaire des ressources et occupation des terres	23	20,49
Cartographie géologique et recherche minière	20	24,3
Hydrologie et hydro-géologie	14	13,1
Génie Civil	3	2,4

En marge des séminaires, nous avons eu l'occasion de discuter du détail de l'organisation des symposia internationaux sur la télédétection qui continuent à se dérouler annuellement depuis 1961 dans plusieurs pays du monde. On peut citer à titre d'exemple, les

Philippines en 1978, U.S.A. 1979, Costa Rica 1980, U.S.A. 1981, Argentine 1982 etc... Il ressort que les instances américaines se chargent de la préparation scientifique et matérielle, le pays hôte s'occupe des lieux d'organisation et des déplacements à l'intérieur du pays, s'il y a lieu. La chose étonnante au Caire c'est que même les inscriptions se font en dollars, la monnaie locale n'est pas acceptée. A la lumière de ces données l'organisation d'un tel séminaire en Tunisie apparaît possible et profitable pour le pays. Elle est à programmer dans le cadre du développement de l'activité du laboratoire de télédétection.

## II) - UN COMPLÉMENT DE FORMATION ET D'INFORMATION EN TÉLÉDETECTION

### A - LES CONFÉRENCES GÉNÉRALES.

Particulièrement, le premier séminaire nous a permis d'acquiescer un complément de formation en télédétection. Toute la première matinée a été consacrée au rappel des principes de la télédétection (conférence de Mr. F.J. DUBOIS), les techniques d'acquisition des données et les différents capteurs (conférence de Mr. J.B. FURE) ainsi que les principes d'exploitation automatique et visuelle des données acquises (conférences de Mmes. C.F. OLICH, J.B. CURPIS, P. KHODIR, A. AFOM, C.L. VILSON). Le reste du séminaire a été consacré à la revue de l'utilisation des images Landsat dans les études d'inventaire des ressources naturelles, minérales agricoles, hydrologiques et d'environnement (conférences de Mmes. L. BRASLAV, E. NAUCY, N. DEUTON, M.D. CARTER, M.R. VICTOR, A. BUGH). Pour les conférenciers, à l'aide d'exemple précis repartis à travers le monde, ont essayé de montrer l'utilité des images Landsat dans leurs études.

La dernière conférence de ce premier séminaire a été faite par Mr. A. GAUBERT et a traité du satellite français S P O T (Système probatoire d'observation de la terre).

Analysé un coopération avec la Belgique et la Suède, le satellite

sera placé en orbite à 822 Km d'altitude par le lanceur Européen, ARIANE, en 1984. Il aura une période de 101 mn et un cycle de recouvrement de 26 jours. Il portera deux types de scanner, l'un opérera dans le visible avec 10 m de résolution et l'autre multispectral correspondant aux bandes 4,5 et 7 du système Landsat.

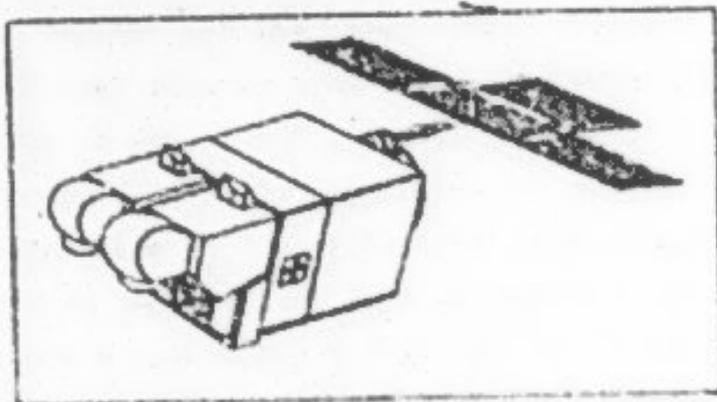


Fig 1 : Vue générale du satellite S P O T

Les images obtenues permettront la vue stéréoscopique. Elles seront distribuées par la Société " S P O T image " dont la station de réception principale sera à Toulouse. Les stations projetées sont celles du Canada, Brésil, Argentine, Bangladesh, Suède, Inde, Australie et Kenya.

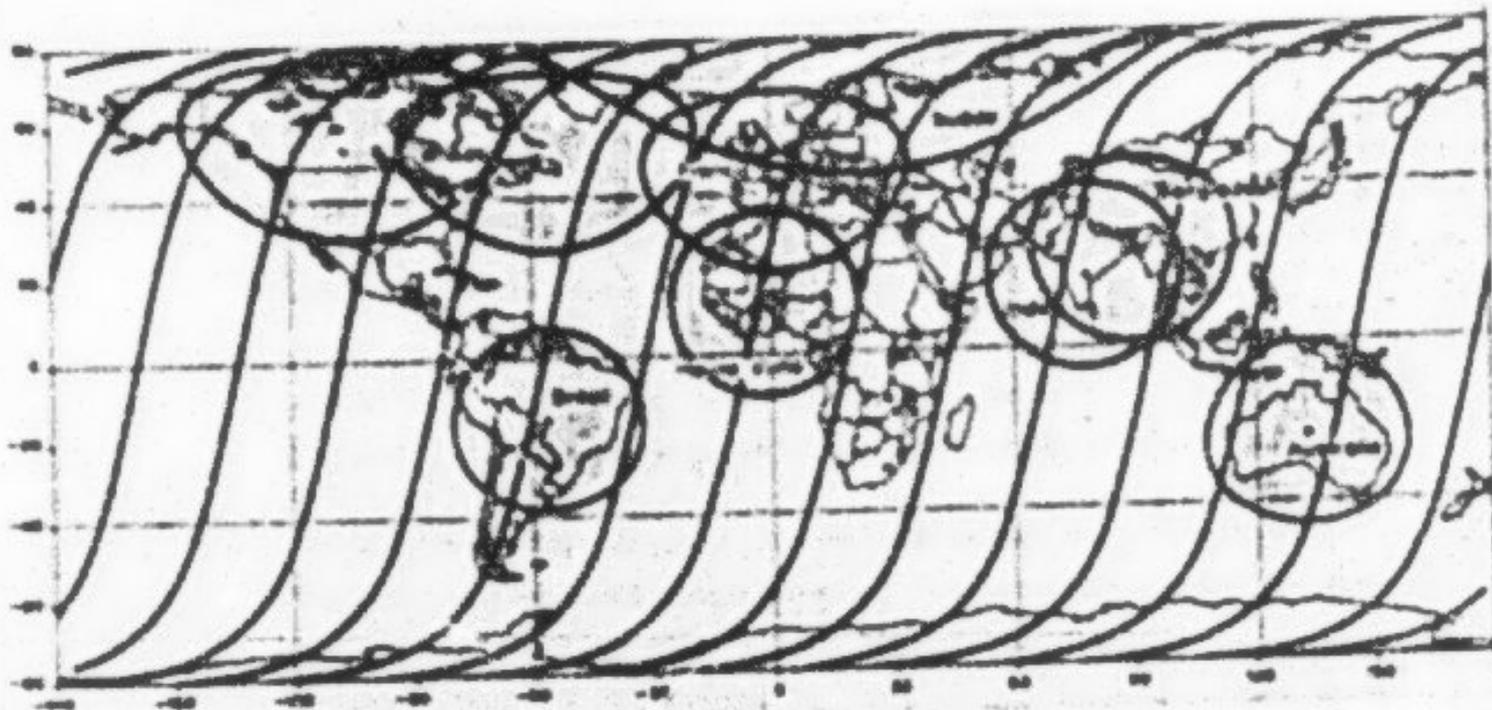


Fig 2 : Les stations de réception du satellite S P O T  
(La Tunisie dépendra de la station de Toulouse).

8 - L'EXPOSITION DE MATERIELS ET D'EQUIPEMENT.

L'exposition de matériels et d'équipement organisé en marge des séminaires par des sociétés de télédétection était fort utile. Le matériel allait du simple stéréoscope au miniordinateur en passant par les génératrices d'images et les zoom transfer scope. Nous avons profité de l'occasion pour ramasser toute sorte de prospectus qui nous seront utiles dans l'équipement de notre laboratoire, particulièrement ceux qui concernent la digitalisation et l'exploitation automatique des images Landsat. Nous avons vu que les prix vont de 110000 \$ pour un VIEWS 100 system à 174000 \$ pour le R T N V I E W S 2 system (Tous les deux fabriqués par la Société Logetromc). (Fig. ci-dessous).

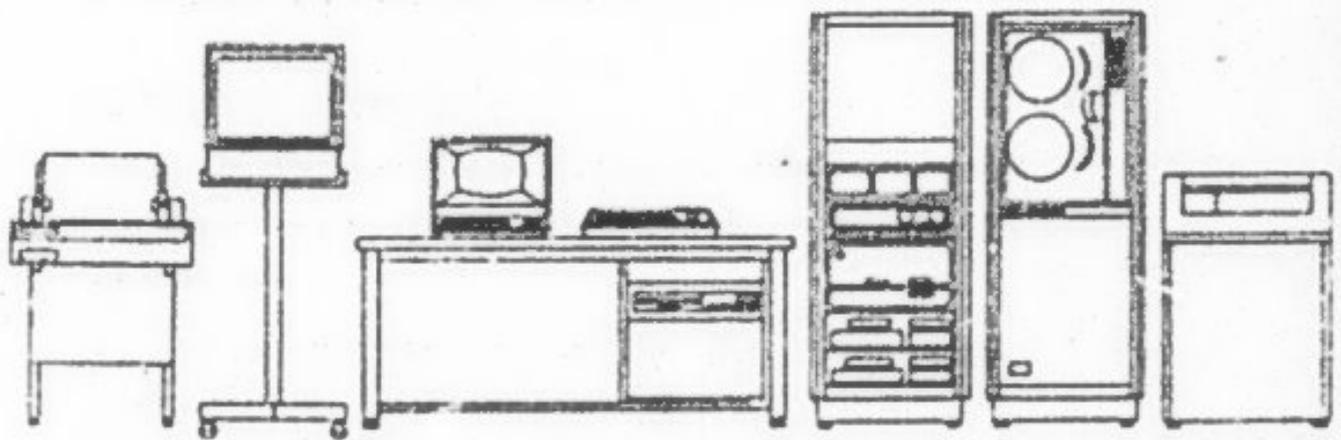


Fig. 3 Vue générale du système Earthviews 2 pour analyse automatique de document de Télédétection.

Il comprend de gauche à droite l'imprimante, la visionneuse, la table de travail avec console et écran de T.V., l'ordinateur, le lecteur de bande magnétique et le lecteur de disque.

Ce dernier permet toute sorte de traitement de produit de télédétection allant des améliorations des images (rapport de deux images, composition colorée, correction géométrique et radiométrique, somme et différence de deux images ou plus), au calcul statistique de superficie ou d'individu, et aux différentes catégories de classification automatique des images pour obtention de

cartes thématiques. Nous pensons que c'est le type d'équipement qui convient à notre laboratoire, une fois la phase d'exploitation automatique des images sera entamée. Les discussions en cours avec l'United States Geological Survey à travers l'U.S. A.I.D. auront pour objet de nous assister dans le choix de l'équipement qui nous conviendrait le mieux. (Réunions du 1 et 8/7/1981 à Tunis - lettre de l'U.S.G.S. n° R.S.T. 8/81 datée d'août 1981). Reste à signaler que tous les constructeurs insistent sur l'installation des équipements dans un endroit favorable sans excès d'humidité, de poussières ou de variation dans la tension électrique, quelques sociétés refusent de donner des garanties lorsque ces conditions ne sont pas vérifiées. Les locaux actuels de la Division des Sols Sis à l'Avenue de la République ne pourraient en aucun cas répondre à ces exigences techniques. Le démarrage de la construction du nouveau siège, annoncé à l'Ariana pour cette année, est vivement souhaité.

#### C - L'EXPOSITION DE TRAVAUX.

A côté de l'exposition de matériels, plusieurs centres de recherche connus en matière de télédétection ont exposé leur travaux en la matière.

1. - Notre attention a été retenue par les mosaïques (1) de pays à une échelle supérieure au 1/100.000<sup>e</sup> réalisées par l'E.R.T.I. (Michigan U.S.A.) et Logetronic (exemple Mosaïque de la Corse et du Sud de la France).

Oris le meilleur produit était obtenu par Logetronic pour le delta du Jil en combinant les images des systèmes N.S.S. et R.S.V. du satellite Landsat. Il serait souhaitable vu sa précision et sa grande résolution d'appliquer le même système à la mosaïque de la Tunisie que le laboratoire de Télédétection a prévu (vu son intérêt indéniable comme document de base) la réalisation au cours de cette première phase de projet de télédétection. Les discussions qu'on a eu avec le représentant de la Société Logetronic à ce sujet ont été concluantes. Il se chargera de nous envoyer toute la

---

1) La mosaïque d'un pays ou d'une région est un assemblage des images satellites (Landsat) corrigées géométriquement et radiométriquement. L'assemblage peut être manuel ou automatique.

documentation nécessaire ainsi qu'un essai de traitement de la scène de Gafsa avec la combinaison des produits M.S.S. et R.B.V.

2. - D'autres sociétés ont présenté un document appelé photo - carte qui n'est autre qu'une image Landsat corrigée géométriquement et portant la toponymie. En Arabie Saoudite, elles jouent avec satisfaction le rôle de carte topographique avec des coûts de réalisations nettement plus faibles. L'échelle peut aller jusqu'au 1/50.000°.

### III) - DES INTERVENTIONS ET DE RECHERCHES INTERESSANT LA TUNISIE :

Au total 138 communications ont été faites (16 au cours du 1er séminaire et 122 au cours du second). A part quelques unes, toutes ont concerné les apports de l'application des différentes techniques de télédétection à l'étude du milieu des régions arides et semi-arides et par conséquent elles ont intéressé le pays soit directement ou indirectement.

#### A - LES RECHERCHES AYANT INTERESSE LE PAYS INDIRECTEMENT.

Elles tournent autour des thèmes de recherche suivants : les programmes nationaux et régionaux, la géomorphologie, pédologie et dégradation des sols la cartographie de l'occupation des terres et l'inventaire des ressources, la cartographie géologique et la recherche minière, l'hydrologie et l'hydrogéologie :

##### 1. - Les programmes nationaux et régionaux :

La première séance de travail ainsi que quelques "pièces" ont été consacrés aux relatements des activités des centres de télédétection régionaux et nationaux.

.../...

a - Programmes régionaux.

+ Le programme S P O T : Au cours du second séminaire, une communication de Mr. C. VEILLAS a été consacrée au satellite français. Elle est venue reprendre celle de Mr. GAUMIER sur le même sujet donnée au cours du 1er séminaire. Il a de nouveau insisté sur les caractéristiques suivantes du système S P O T :

- Une haute résolution (10 m pour le J et B, 20 m pour le multispectral).
- Observation stéréoscopique.
- Accès facile à n'importe quel point de la terre.
- Un vaste programme de simulation des données S P O T a été établi avec différents utilisateurs dans différentes disciplines aussi bien en France qu'à l'étranger (en Afrique de l'Ouest).

Les discussions que nous avons eu avec Mr. JOUGET pédologue et technicien en télédétection au Bureau de Télédétection de l'ONSTOM à Paris ont probablement déboucher sur le choix du Sud est Tunisien dans le programme de simulation en matière de cartographie des sols.

+ Les recherches méxico-américaines sur l'aménagement des régions arides et le contrôle de la desertification : Ce thème de recherche a fait l'objet de la communication de Mrs. ELEONOR SABADEL et Mr. MIGUEL A. CADENA qui ont insistés sur les avantages d'une telle collaboration et sur les apports des images Landsat à l'étude des sols, de l'eau de la conservation et du contrôle de la desertification dans le cadre de thème de recherche en cours.

+ Les satellites terrestres et météorologiques américains, projet et applications par Mlle. A. HOGUJ. Elle a évoqué les satellites dépendant uniquement de N.O.A.A. (N.S.A.A., G.O.E.S.) qui couvrant régulièrement la terre d'images. Exploités, au départ, uniquement dans le domaine météorologique, ils sont de plus en plus employés dans l'étude des ressources naturelles des pays

.../...

arides et semi-arides tels que la detection des eaux, la cartographie geomorphologique etc...

+ Cartographie generale et thematique des regions arides a partir des images Landsat effectuee par l'I.G.N. etait l'objet de la communication du Mr. J. POULAIN de l'I.G.N. quelques exemples ont ete évoques. Ils concernent aussi bien la cartographie de base (production de photocarte au 1/250.000<sup>e</sup> pour le Niger et l'Arabie Saoudite) que la cartographie thematique (inventaire des rivets en Algerie septentrionale, etude hydrologique du delta du Niger).

b - Programmes nationaux.

+ En Egypte : Le Dr. Med. ABDELHADY, Directeur du centre de télédétection du Caire et Professeur à l'Université d'OKLAHOMA a présenté les conditions de création, les objectifs et les activités du centre de Télédétection Egyptien au Caire. Celui-ci a été crée en 1971 dans le cadre d'un projet avec l'OKLAHOMA State University pour tester les apports des images Landsat à la solution de certains problèmes se posant à l'Egypte. Le centre est passé par les 3 étapes suivantes : La formation de personnel, l'acquisition d'un équipement simple, avant de passer actuellement au matériel sophistiqué. Le centre comprend plusieurs services tels que la recherche, l'application, et les stages. Il possède ses propres avions, caméras et autres équipement nécessaires à l'acquisition des données. Administrativement il dépend de l'Académie égyptienne de la recherche scientifique et technologique et il entretient de très bonnes relations avec les utilisateurs. Le personnel technique du centre est multidisciplinaire et il s'est équipé d'un ordinateur (Bundix P.O.P.11/35) depuis quelques années. A la fin de son intervention le Dr. Med. ABDELHADY a présenté quelques études réalisées par le centre dans les domaines hydrologique, écologique, géologique et agronomique.

.../...

+ En Inde : le centre de télédétection est rattaché au premier ministère (département de l'espace). Il comprend 7 services couvrant tous les aspects de la télédétection. L'Inde dispose de sa propre station de réception des données Landsat et N.O.A.A.

+ En Argentine : 2/3 du territoire est semi-aride un programme d'utilisation des images Landsat est en cours de démarrage pour la réalisation de différentes cartes thématiques dans le domaine de l'érosion, de la désertification, de la localisation des zones irrigables (communication de Mr. MIGUEL SANCHEZ PERA ET AL).

+ En Roumanie : Les documents de Météosat sont exploités intensivement en hydrologie, météorologie et géologie de différentes régions du pays. Des études sur le contrôle de la pollution thermique du lac Mamasia due aux rejets des centrales thermiques est en cours. D'autres chercheurs dans la région orientale des plaines roumaines ont élaboré des cartes d'occupations des sols. Ils ont montré dans les plaines occidentales un accroissement de l'albedo au cours des 12 dernières années avec la formation d'une croûte denotant un accroissement de l'aridité (communication de Mr. P. IAGHESCU).

+ En Ethiopie, dans beaucoup de cas l'image Landsat est le seul document disponible. Un projet F.A.O. - U.N.D.P. permettra à l'Ethiopie (71 scènes Landsat) de se doter par exploitation manuelle des images satellites d'une mosaïque, d'une carte géomorphologique et d'une carte des sols nécessaires à une opération à petite échelle d'évaluation des ressources. (Communication de Mtrs. D.L. MENICISCI et S. TILINO).

.../...

\* Au Brésil, la télédétection a commencé depuis 1968 par une action de formation aux U.S.A. En 1971 un programme a été entamé avec la N.A.S.A. Le meilleur apport au Brésil de ce programme était le projet R.A.D.A.M. qui a permis la cartographie intégrée des ressources naturelles du Brésil (8,5 millions de km<sup>2</sup>). Il a ainsi doté le pays de cartes de base nécessaire à la conception de tous les projets.

2. - Géomorphologie, Pédologie et dégradation des sols  
(érosion, désertification).

Ce thème a accaparé 40 % des interventions au cours du deuxième séminaire. Plusieurs communications ont montré l'intérêt de la cartographie pédologique ou géomorphologique à petite échelle à partir des images Landsat. Il apparaît pour Mr. J. PITUNGA de l'institut des sciences de la terre du Brésil que les canaux 6 et 7 du système H.S.S. (Landsat) fournissent le plus d'informations géomorphologiques dans le cadre d'un travail sur la région de Raso da Catarina. La même méthode a permis à D. ANTUN (Université de Dhahran, Arabie Saoudite) de réaliser la carte géomorphologique au 1/2.000.000<sup>e</sup> et au 1/1.000.000<sup>e</sup> de l'Arabie Saoudite sur laquelle les dépôts éoliens, les alluvions quaternaires, les systèmes de paléo drainage et les générations de cônes correspondant aux variations climatiques antérieures apparaissent clairement. P. SARU a présenté lui aussi une carte géomorphologique du Bassin de Rajasthan en Inde dans laquelle il a essayé d'intégrer pour chaque unité les données géologiques et géomorphologiques.

En Ethiopie B.L. HENRICKSEN et SULTAN TILIMO ont réalisé par interprétation manuelle des 71 scènes Landsat couvrant le pays une carte géomorphologique ainsi qu'une carte pédologique à l'échelle 1/1.000.000<sup>e</sup>. Ces 2 cartes se trouvent à la base d'un

inventaire national des ressources du pays. D'autres exemples régionaux de cartographie des sols du Sinaï (Mr. H. ABDELHADY et al), de la dépression du Kharga en Egypte (F. el Baz et al), du Bahr el Jebel au Soudan (Mr. ABDELHADY et al), de la Haute Volta (R. NIHLFIELD et al) et des plaines occidentales de l'Inde (R. GUNSEER et al) ont été présentés. En plus de cette cartographie générale, quelques auteurs se sont intéressés à des faits précis pour lesquelles les images Landsat apportent un nouveau éclairage. La classification des dunes est reprise dans plusieurs communications. Les images Landsat, par leur vision d'ensemble, offrent des conditions idéales pour l'étude des "mers de sable". De nouvelles classifications "non génétiques et donc objectives se basant uniquement sur les formes géométriques externes" ont été présentées par C.S. BREED du Service géologique américain. F. el Baz a trouvé une corrélation entre l'âge des dunes et leur couleur sur les images Landsat. Celle-ci est d'autant plus rouge que les dunes sont âgées et éloignées de leur source d'alimentation. Un autre chercheur (R. ARVIDSON) a noté la similitude des zones dunaires sur Mars et sur la terre en étudiant les données Landsat, Mariner 9 et Viking. Pour Melle. H. MAILLET, M.C. CHEMIN, L. COSSUS, M. GROLIER et al, les images satellites sont très utiles dans l'établissement de la direction des vents dans les milieux désertiques par l'étude des traces de la corrosion éolienne et le sens des dépôts. Dans le désert occidental égyptien les directions du vent révélées par les images Landsat diffèrent de celles fournies par les stations météorologiques oasiennes. Dans la région de Tassili n'Ajjer en Algérie le transport des sables, lié à la direction des vents, n'est pas toujours N.E. - S.W., comme tout le Sahara, mais elle peut être N.E. - S.W. et S.W. - N.E. dépendant des conditions topographiques géomorphologiques et météorologiques locales. Toujours en rapport avec la dynamique éolienne, certains auteurs ont essayé de détecter au Maroc, en Chine, au Sahel,

.../...

au Kenya et au Bengla - desh les indicateurs de la désertification révélés par les images Landsat et les photographies aériennes. Ceux-ci se traduisent le plus souvent par une augmentation de l'albédo sur les images Landsat. Melle MAINGUET et SIU - Hung Luk ont noté le processus respectivement dans la région du Sahel et dans la région du Yulin (Chine). Au Soudan Ulf Heijden signale que les images Landsat se trouve à la base d'un vaste programme "d'étude régionale de la désertification et les approches de son contrôle" financé par l'Université Suédoise de Lund. La combinaison de paramètres humains et physiques aux images Landsat aboutissant à la compréhension des processus de désertification. Pour la F.A.O. (communication de J. HOWARD, MITCHELL et M. MAINGUET) les images Landsat ont été un document appréciable pour la réalisation des cartes de la dégradation des sols en Afrique du Nord et au moyen orient. Combinés aux autres données connues, ils ont permis en un laps de temps très court d'obtenir des cartes des unités homogènes du milieu "ou système" puis des cartes de dégradation à l'échelle 1/1.000.000<sup>e</sup> et 1/5.000.000<sup>e</sup>.

### J. - Cartographie géologique et recherche minière.

Il semble que ce domaine de la recherche continue à profiter énormément des progrès de la Télédétection. La cartographie géologique à petite échelle à partir des images Landsat devient chose classique. Appliquée à des pays entiers tel que l'égypte (H. ABDELHADY et al) à Qatar (H. YAHIA et al) à la Haute Volta (R. MUELFELD) et au Koweït (F. KHALAF), ou à la cartographie locale telle que la région de la mer rouge, le Sinaï, au Désert du Thar et la Nubie Soudanaise, elle a permis d'obtenir des documents

.../...

fiables. Dans certains cas elle vient confirmer une hypothèse longtemps débattue comme celle qui veut que Madagascar était localisé initialement près de la côte Tanzanienne et Kenyenne.

Mais l'apport le plus précieux d'après les auteurs à la recherche géologique est dans le domaine de la cartographie des linéaments. Des interventions sur le Golfe de Suez (M. KHATTAB) sur l'Afrique de l'Est et sur l'Arizona (A. Kron et al) l'ont montré clairement.

Des essais sont en cours en Norvège par B. RINSTAD pour les cartographier automatiquement. En plus de leur intérêt scientifique les études ont montré une nette corrélation de ces linéaments (particulièrement s'ils sont révélés par les images radar) avec les zones de minéralisation. (Tung Xu - yan).

"L'étude précise des cartes structurales obtenues par interprétation des images Landsat de la région de Berenice en Egypte" affirme M.A. AUSSA "a montré une nette corrélation entre les lignes structurales majeures et les sites de minéralisation". H.D. CARTER travaillant dans le cadre du programme international de corrélation géologique "projet 143, télédétection et exploitation minière", a consacré son intervention à dénombrer à travers le monde les différents gisements révélés par les images Landsat. Nous citerons entre autres les gisements de phosphore et d'uranium au Wyoming (U.S.A.) les énormes dépôts de lithium et potassium en Bolivie, les gisements de cuivre du district de Chagai au Pakistan, les dépôts d'uranium en Australie occidentale etc... De son côté H.F. HALBOUTY rapporte le profit qu'il a tiré des images Landsat en matière de recherche pétrolière dans toutes les structures géologiques.

#### 4. - L'hydrologie et l'hydrogéologie.

À l'image de la géologie, l'hydrogéologie a profité de cette nouvelle vision d'ensemble offerte par les images Landsat. Ceci s'est traduit par les nombreux séminaires internationaux consacrés à la télédétection et l'hydrogéologie (Inde 1979 - South Dakota U.S.A. - 1979 etc...) (A. DEUTSCH). D'après K. RAO le centre indien de télédétection établi à Hyderabad réserve un intérêt spécial aux études hydrologiques et hydrogéologiques. Dans la région de Saurashtra, les images Landsat combinées aux méthodes classiques ont permis d'établir des cartes du contexte hydrogéomorphologique au 1/250.000<sup>e</sup>. (R. Sood et al). La carte hydrogéologique de la région du Pessan en Lubie à l'échelle 1/500.000<sup>e</sup> a été établie de la même manière (A. GIOVACCHI et al).

En hydrologie, les images thermographiques ont permis de détecter au Chili, dans le cadre d'un vaste projet, plusieurs sources géothermiques dont l'exploitation énergétique et touristique permettra de promouvoir le développement régional (H. ARAYA P.). En Italie les mêmes documents ont été exploités pour détecter des décharges d'eau douce sur les côtes méridionales de l'Italie dont la récupération viendra compenser un déficit du bilan hydrologique de plus en plus grave - (S. LONONI et al). D'autres études locales, ayant utilisé d'une façon intensive les images Landsat, telles que l'étude de la qualité et des sédiments du lac Nasser en Egypte (S. SMITH et A. LATIF) ou la réalisation de cartes bathymétriques (R. ROGERS et al) ont été présentées.

#### 5. - Inventory des ressources et occupation des sols.

Des essais de cartographie de l'occupation des sols ont été réalisés par télédétection au Yamen (H. HAEFNER) et en Mauritanie (P. JASKOLLA et al). Au Soudan, et en Tunisie il n'a pas été possible d'identifier les types de cultures sans l'aide des photographies aériennes (L. OLSSON - A. BAZZI et al). La cartographie

thématique est plus satisfaisante. C'est le cas de l'inventaire des zones irriguées en Californie (J.E. ESTES et al), de l'orge en Tunisie (A. NAMZA et al) ou des pâturages en Australie (R. GULETZ). Des études multitemporelles à partir de plusieurs images Landsat ont été présentées pour des régions situées en Chine (A. WALKER) en Somalie (A. DA'AR) et au Mali (V. ROBINSON) pour identifier les tendances de l'occupation des sols. Une étude semblable sur la vallée du Nil a montré l'évolution du couvert végétal et des détails du cours d'eau après la construction du barrage d'Assouan (N.F. LEE). L'accroissement des cités urbaines aux dépens des terres agricoles du delta et de la vallée entre 1972 et 1978 ont fait l'objet d'étude plus détaillé (N. INGLIS et al).

### 3 - Les recherches ayant intéressé le pays directement.

Il s'agit, pour nous, de recherche ayant porté sur le territoire tunisien dans les domaines suivants : occupation des sols, exploration minière, cartographie bathymétrique.

#### 1. - Cartographie de l'occupation des sols.

Ce thème a fait l'objet de notre communication personnelle ainsi que celle de P. DAVIS et al. La première était intitulée "la cartographie de l'occupation à partir des images Landsat appliquée à la Tunisie Centrale", et a porté sur une région centrée sur la région de Gafsa. Plusieurs types de cartes ont été obtenues manuellement et automatiquement à l'échelle 1/200.000. La distinction des différentes cultures n'a été possible que pour quelques unes telle que l'orge. Il est recommandé pour obtenir de meilleurs résultats de combiner la classification manuelle et automatique (A. NAMZA et al). Une fois mise au point cette méthodologie nous permettra de réaliser la cartographie de l'occupation des sols du pays au 1/200.000 et de rattraper notre retard en carte de ce type.

La communication de Davis et al porte sur la "cartographie des types de végétation des régions arides et semi arides de Tunisie par classification itérative des images Landsat". L'étude porte sur la région des chotts (Sud de la scène 17). Les meilleurs traitements qui offrent une bonne discrimination sont les rapports de bandes 7/4 et

7/5, 7/5 et 7/6 et enfin 6/4 et 5/4. 12 signatures spectrales ont été séparées puis regroupées en 5 catégories d'occupation des sols 1 zone cultivée, 2 olivier et palmier, 3 vergers et vignoble, 4 bois et buissons 5 végétation de montagne. La conclusion que nous avons pu tirer en discutant avec les auteurs était une exagération de la superficie occupée sur les cartes par la classe 3, une campagne de vérification terrain supplémentaire devrait corriger cette état de chose.

## 2. - Cartographie de la profondeur des eaux dans les zones cotières.

Dans leur communication sur "la cartographie des profondeurs des eaux dans les zones cotières par traitement automatique des images Landsat" R. ROGER et al ont choisi comme région test, entre autre, le littoral tuniso-lybien. Leur objectif était de produire des cartes bathymétriques dont les coûts seraient nécessairement inférieur à ceux des levés classiques. Leur travail, en cours, a permis de lever avec une précision satisfaisante la zone cotière jusqu'à une profondeur de 30 m. L'étude, dont la publication est prévu pour bientôt nous apportera sûrement quelques indications supplémentaires sur le plateau continental tuniso-lybien.

Une deuxième communication de Davis et al traite du même sujet. Elle s'intitule "analyse de la bathymétrie et de la topographie sous marine de la cote centrale tunisienne par l'utilisation des données Landsat MSS". La région concerné s'étend des Iles Kerkennahs à celle de Jerba.

L'image interprétée a été acquise en 1977. La classification était possible jusqu'à une profondeur de 20 m. (pénétration théorique maximale des images Landsat dans l'eau). Les secteurs obtenus pour la zone plus profonde que 10 m, correspondent réellement aux profondeurs (par vérification des cartes bathymétriques). Ceux au dessus de 10 m. correspondent a beaucoup d'éléments qui restent à définir : pollution topographie sous marine, sédiment, plancton.

Une zone plus profonde que 20 m., non connue a été cartographié au nord et à l'Ouest de l'île de Jerba.

.../...

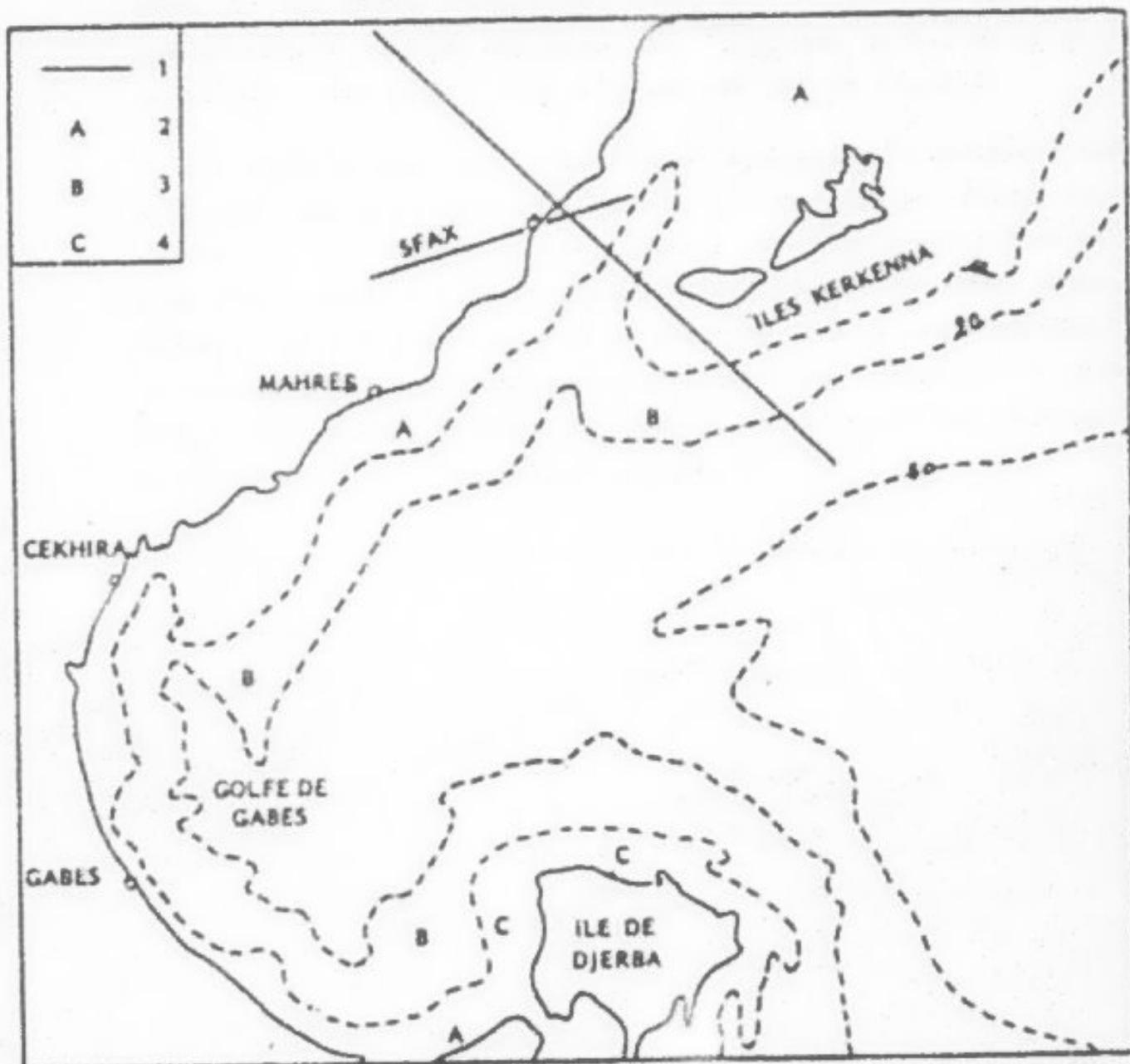


Fig. 4 : Résultats sommaires de l'étude bathymétrique (P. DAVIS et al) 1 - Failles - 2 - Couleurs obtenues correspondent au profondeur, à la pollution, à la sédimentation etc... 3 couleurs obtenues correspondent aux profondeurs. 4 Dépressions plus profondes que 20 m. non existantes sur les cartes bathymétriques.

### 3. - Recherche minière.

J. GROGIER a visité la Tunisie plusieurs fois dans le cadre des activités du laboratoire de Télédétection. Géologue de formation, il s'est intéressé particulièrement aux signatures spectrales des phosphates sur les images Landsat. L'article qu'il présente à ce séminaire traite de cette question. Il a été noté que des anomalies de basse réflec-

.../...

tappe sur les images Landsat améliorées caractérisent la présence des phosphates; déchets des phosphates, pollution autour de la ville de Metlaoui, cône de déjection d'un oued au Sud de Metlaoui.

Il est rapporté aussi que la meilleure image, qui fait ressortir les phosphates, est une composition colorée des rapports des bandes suivantes 5/6, 7/4, 7/5. Tous les gisements connus ressortent bien en plus d'un nouveau à l'Est du Djebel Chessi (Djebel Ben Krouir probablement) qui a été détecté pour la première fois et qui constitue probablement un nouveau gisement. La Société des phosphates de Gafsa devrait donner suite à ces réflexions en entreprenant une campagne de vérification dans le secteur indiqué.

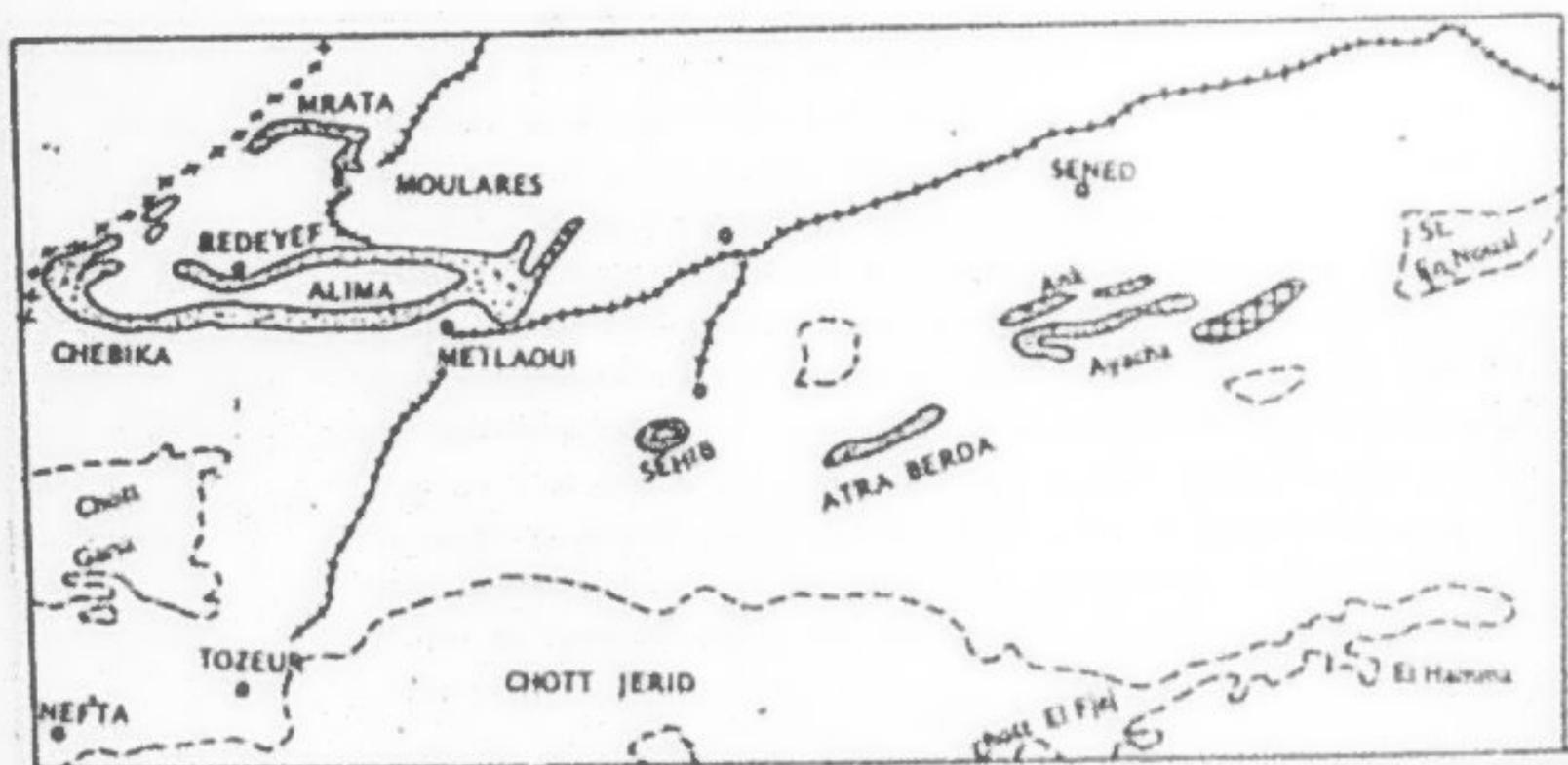


Fig. 5 : LE BASSIN PHOSPHATIER DE GAFSA

 Gisement connu  gisement révélé par l'étude des images Landsat  Chemin de fer

#### IV) - LA VISITE DU CENTRE DE TELEDETECTION DE L'EGYPTE AU CAIRE.

Dans le cadre du premier séminaire sur la télédétection et l'étude de l'environnement, nous avons participé à une visite d'une demi-journée au centre de télédétection de l'Egypte au Caire. Créé depuis

.../...

1971 ce centre fait parti de l'académie de la recherche scientifique et technologique de l'Egypte. Il dispose d'un équipement satisfaisant ; matériels photographiques, caméras, ordinateurs et d'un personnel multidisciplinaire (géologue, géomorphologues, pédologues, géographes, agronomes etc...) lui permettant de réaliser des études générales et régionales. Une grande partie de ces études a été réalisée en collaboration avec les organismes concernés par l'objet. Le centre est sous la Direction du Dr. <sup>d</sup>. Abdel Nady ancien professeur à l'université de l'Oklahoma. Celui-ci nous a affirmé entre autre que la meilleure localisation d'un centre national de Télédétection est le Ministère de l'Agriculture et que la création de plusieurs laboratoires dans un seul pays est du pure gaspillage. Parlant du personnel du centre de Télédétection, il a insisté sur l'aspect multidisciplinaire de sa constitution. La télédétection n'est qu'une technique de travail. On n'y peut être spécialiste que pour l'employer à mieux étudier une discipline donnée. C'est pour cette raison que les techniciens du centre continuent à évoluer normalement dans leur discipline respective. Ceci leur permet d'assister efficacement leur collègues dans d'autres organismes et non spécialistes en Télédétection - c'est pour cette raison aussi que le cadre du laboratoire ne peut être que multidisciplinaire. Ce notre côté, nous approuvons ces réflexions et nous pensons que le caractère national et multidisciplinaire de notre laboratoire devait passer par le recrutement de techniciens propres en diverses spécialités des ressources terrestres. Après des courts stages en télédétection, ils peuvent être formés sur place au laboratoire.

Il nous a été signalé que le passage à l'exploitation automatique des documents de télédétection a donné au centre de télédétection Egyptien une dimension de rapidité, de précision. Son apport est exclusif en matière de correction des documents, de quantification des résultats, et d'agrandissement des images à une échelle d'exécution. C'est la phase ultime de développement de tout centre de télédétection.

En conclusion, nous devons insister encore une fois sur la qualité scientifique de la plupart des travaux des séminaires auxquels nous avons assisté. Ils ont été profitable pour nous sur plusieurs plans : formation, information, discussion de recherches sur les pays arides

1971 ce centre fait parti de l'académie de la recherche scientifique et technologique de l'Egypte. Il dispose d'un équipement satisfaisant ; matériels photographiques, caméras, ordinateurs et d'un personnel multidisciplinaire (géologue, géomorphologues, pédologues, géographes, agronomes etc...) lui permettant de réaliser des études générales et régionales. Une grande partie de ces études a été réalisée en collaboration avec les organismes concernés par l'objet. Le centre est sous la Direction du Dr. <sup>d</sup>. Abdel Nady ancien professeur à l'université de l'Oklahoma. Celui-ci nous a affirmé entre autre que la meilleure localisation d'un centre national de Télédétection est le Ministère de l'Agriculture et que la création de plusieurs laboratoires dans un seul pays est du pure gaspillage. Parlant du personnel du centre de Télédétection, il a insisté sur l'aspect multidisciplinaire de sa constitution. La télédétection n'est qu'une technique de travail. On n'y peut être spécialiste que pour l'employer à mieux étudier une discipline donnée. C'est pour cette raison que les techniciens du centre continuent à évoluer normalement dans leur discipline respective. Ceci leur permet d'assister efficacement leur collègues dans d'autres organismes et non spécialistes en Télédétection - c'est pour cette raison aussi que le cadre du laboratoire ne peut être que multidisciplinaire. Ce notre côté, nous approuvons ces réflexions et nous pensons que le caractère national et multidisciplinaire de notre laboratoire devait passer par le recrutement de techniciens propres en diverses spécialités des ressources terrestres. Après des courts stages en télédétection, ils peuvent être formés sur place au laboratoire.

Il nous a été signalé que le passage à l'exploitation automatique des documents de télédétection a donné au centre de télédétection Egyptien une dimension de rapidité, de précision. Son apport est exclusif en matière de correction des documents, de quantification des résultats, et d'agrandissement des images à une échelle d'exécution. C'est la phase ultime de développement de tout centre de télédétection.

En conclusion, nous devons insister encore une fois sur la qualité scientifique de la plupart des travaux des séminaires auxquels nous avons assisté. Ils ont été profitable pour nous sur plusieurs plans : formation, information, discussion de recherches sur les pays arides

et sur la Tunisie. La visite d'un centre de télédétection, celui de l'Egypte, nous a permis d'assister au rôle que peut jouer un centre de télédétection dans un pays en voie de développement. Par ailleurs, nous avons pu, à l'occasion de ses séminaires, prendre contact avec un certain nombre de délégations et de techniciens, ce qui va nous permettre à l'avenir d'échanger, avec eux, de plus amples renseignements dans le domaine de la télédétection. Je citerai entre autres: le centre de télédétection de l'Egypte, l'O.R.S.T.O.M., l'Université du Prince Abdellaziz à Mekka, l'ERIN, l'USGS, le centre de l'application de la technologie du Nouveau Mexique (U.S.A), l'Université de Sherbrooke (Canada), l'Université de Lund (Suède), le conseil africain de télédétection, l'Université de Reading (Angleterre).. Enfin il nous reste à remercier les organisateurs des deux séminaires pour le bon accueil qu'il nous ont réservé et pour tous les efforts qu'ils ont fourni afin de rendre notre séjour utile et agréable à la fois.

TABLE DES GRANHIQUES

- Figure 1 / Vue générale du satellite S.P.O.T.*
- Figure 2 / Les stations de reception du satellite S.P.O.T.*
- Figure 3 / Vue générale du système Earthview 3*
- Figure 4 / Résultats sommaires de l'étude bathymétrique de  
P. DAVIS et al.*
- Figure 5 / Le bassin phosphatier de Gafsa.*

Adresses et références de quelques organismes et personnes cités  
dans le texte

ORGANISME OU PERSONNE	ADRESSE
Bonn Ferdinand J. Directeur Laboratoire de Télétection	Département de Géographie Uni- versité de Sherbrooke Sherbrooke (Québec) Canada J 1 K 2 R 1
Centre Egyptien de Téléde- tection.	Académie de la recherche scien- tifique et technologique 10 - Boulevard Kasr El Eini Le Caire Egypte
Centre National d'Etude Spatiale - France -	129 Rue de l'Université F. 75327 Paris Cedex 07 - France -
Centre régional de Téléde- tection de Ouagadougou	B. P176 J. - Tél. 35091-351-39 Haute Volta
Prof. Chowdhury M I, Professeur Géographe	Université de Jahangirnagar - Savar - Dacca Bangladesh
Collins W	Department of Civil Engineering - University of Aston Costa Green, Birmingham B47 5 T - England
Dames et Moore	1676 Cole Boulevard Golden - Colorado 8040/U.S.A.
El Bas Farouk, Chercheur	Smithsonian Institution National Air and Space Museum - Washington DC 20560 - U.S.A.

.../...

ORGANISME OU PERSONNE	ADRESSE
ERIN	P O Box 8618 - Ann Arbor, Michigan U.S.A. - 48107
F.A.O Unité de Télédétection Mr Howard	F.A.O - Via Delle Terme di Caracalla 00100 Rome - Italy
M. Grolier, Géologue	U.S. Geological Survey Flagstaff Arizona - U.S.A -
Groupe pour le dévelop- pement de la Télédétection Aérospatiale	18 Avenue E. BELIN - 3/055 Toulouse cedex - France -
Dr. Hamzaoui H. Professeur	Université du Roi Abdellaziz Faculté des Etudes de l'Environ- nement Jeddah - Arabie Saoudite Boite Postale 9034
I. G. N.	2 Avenue Pasteur 94160 Saint Mandé - France -
M. Mainquet, Professeur Géographie Télédétection	Laboratoire de Géographie Physique zonale - Université de Reims - Reims - France -
C. Mitchell, Professeur Géographie	Département of Géography Reading, University Whiteknights Reading R G 62 A Berkshire - England
Opalgen Jack J. Conseiller en Télédétection	Conseil africain de Télédétec- tion - commission Economique des N.U pour l'Afrique - Room 714, 7 <sup>th</sup> floor. P O Box 303/Addis Ababa - Ethiopie -

ORGANISME OU PERSONNE	ADRESSE
M. Pouget, Pédologie - Télédétection	Bureau de Télédétection de l'O.R.S.T.O.M. 70-74 route d'Aulnay - 93140 Bondy (FRANCE)
D. Regan Roderick Directeur marketing international, Logetronic Inc.	Logetronic inc. 7001 Loisdale Road - Springfield, Virginia 22150 - U.S.A.
P. Sadowski foresterie - télédétection	Eros data center - Geological Survey. Sioux Falls, South Dakota - 57198 - U.S.A -
Serghini Hassan	Ministère de l'Agriculture Service des Statistiques Rabat - Maroc -
SPOT image (Diffusion des images des satellites SPOT)	18, Avenue Edouard Belin F.31055 Toulouse Cedex - France -
Nilesazio - Italie - (Centre de Reception des Images Spatiales)	43 Corso d'Italia. 00198 Rome - Italie - Tél.84971 Service vente(direct Mmo. Adria- na Serran - Tél.8497269 -) Telex 610654
Timoulali M. Ingénieur, Informatique	Centre National de Coordination et de Planification de la Recher- che Scientifique et Technique - Rabat - Maroc -

.../...

ORGANISME OU PERSONNE	ADRESSE
U L F. HELLDEN Professeur Géographe	Département de Géographie Physique - Université de Lund Solveg 13 - S 22362 Lund SWEDEN
U.S.G.S. - Central National	Office of International Géology Marl Stop 917 - Reston Virginia 22092 - U.S.A. -
White Mike E. Géographe - Télédétection	Dams - MOORE 21 Kanal El Din Salah, Garden City Cairo-Egypte -

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

- I - UNE ORGANISATION EXEMPLAIRE
- II - Un complément de formation et d'information en Télédétection
  - A - Les conférences générales
  - B - L'exposition de matériel
  - C - L'exposition de travaux
    - 1 - Les mosaïques
    - 2 - Les photocartes
- III - DES INTERVENTIONS ET DES RECHERCHES INTERESSANT LA TUNISIE
  - A - Indirectement
    - 1 - Les programmes nationaux et régionaux
      - a - les programmes régionaux
        - + le programmes SPOT
        - + les recherches mexico américaines
        - + les satellites terrestres et météorologiques américaine
        - + programme de l'IGN
      - b - Les programmes nationaux
        - + en Egypte
        - + en Inde
        - + en Argentine
        - + en Roumanie
        - + en Et Thiole
        - + au Brésil
    - 2 - Géomorphologie, pédologie et dégradation du milieu
    - 3 - Cartographie géologique et recherche minière
    - 4 - Hydrologie et hydrogéologie
    - 5 - Inventaire des ressources et occupation des sols
  - B - Directement
    - 1 - La cartographie de l'occupation des sols
    - 2 - La cartographie de la profondeur des eaux dans les zones cotières

.../...

3 - Recherche minière

IV - La visite du Centre de Télédétection de l'Égypte au Caire.

CONCLUSION

Table des graphiques

Table des références et adresses des organismes cités.

**FIN**

**32**

**VUES**