

DETERMINATIONS SOUS-SATELLITAIRES RADIOMETRIQUES ET  
D'INDICATEURS DES OBJETS EN VUE DE L'APPLICATION DE  
CORRECTIONS AUX ENREGISTREMENTS DE TELEDETECTION

Nicolaie OPRESCU  
Ecole Sup.de Génie Civil  
et du Bâtiment-Bucarest  
Roumanie

Eugen MANDESCU  
Commission Roumaine de  
l'Activité Spatiale  
Roumanie

Commission VII

RESUME

On présente le principe et les procédures utilisées: (1) l'emploi des déterminations spectrométriques de laboratoire (pour établir les facteurs intrinsèques) et respectivement sur le terrain, ces dernières corrélées avec la détermination des facteurs extrinsèques. On tâche de cantonner les facteurs extrinsèques entre certaines valeurs limite; (2) on utilise successivement: des rapports et des différences de bandes spectrales établis expérimentale, combinés avec des déterminations radiométriques intensifs sur le terrain, tant sur des cibles de référence que sur les objets-phénomènes à investiguer; (3) on fait également appel à des modélisation comparatifs, utilisant dans une première étape des valeurs statistiques, notamment des modifications des histogrammes de réflectance pour les zones d'échantillonnage. A l'avenir les modélisations comprendront aussi d'autres facteurs.

ABSTRACT

We present the principle and procedures used: (1) the utilization of laboratory spectrometric determinations (to determine intrinsic factors), and respectively field determinations, the latter being correlated with the determination of extrinsic factors as well. Attempts are made to limits the extrinsic factors within certain boundary values; (2) use successively made of: ratios and differences of spectral bands determined experimentally, combined with intensive radiometric field determinations, on both reference targets and objects-phenomena to be investigated; (3) comparative modelling are also used, in the first step using statistical values-modifications of the histograms for test-sites. In the future another parameters will be included in the model.

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden das Prinzip und die angewandeten Verfahren dargestellt: (1) die Verwendung des spektrometrischen Laborbestimmungen (für die Festlegung der innerlichen Faktoren) und beziehungsweise der Geländebestimmungen; die letzteren auch mit des Festegung äusserlichen Faktoren korelliert. Es wird die Einlagerung der äusserlichen Faktoren im Rahmen bestimmter Grenzwerte versucht; (2) es werden aufeinanderfolgend benützt: Verhältnisse und Differenzen von Spektralbander experimentell festgestellt, verbunden mit intensiven radiometrische Geländebestimmungen sowohl bezüglich einiger Bezugsziele als auch bezüglich nachzuforschender Gegenstände-Vorgänge; (3) für Verbesserungen wendet man sich auch an einige vergleichenden Modelle; anfangs verwendet man statistische Werte; in der Zukunft andere Faktoren vorgesehen sind.

## 1. INTRODUCTION - COMMENT SE POSE LE PROBLEME

En reprenant les observations, les précisions et les conclusions auxquelles nous sommes arrivés à partir de l'expérience acquise par suite de l'investigation de certains thèmes de télédétection, portant surtout sur des écosystèmes naturels complexes (réf.1-4), il faut mentionner:

- l'accent est mis sur les déterminations sur le terrain-étant donné qu'elles nous sont seules accessibles; la qualité de l'échantillonnage conditionne essentiellement la qualité des résultats du traitement des données;
- le processus d'observation ainsi que les déterminations sous-satellitaires sont envisagés et traités par étapes;
- il est souhaitable que les paramètres intrinsèques (c'est à dire le signal proprement dit) pouvant être déterminés avant même, ou après les enregistrements satellitaires, soient mis en évidence le mieux possible afin qu'on puisse les distinguer des paramètres extrinsèques (bruit de fond), variables dans le temps et qui doivent être déterminés pendant le prélèvement des enregistrements satellitaires;
- dans le même ordre d'idées, les conditions à observer sont les suivantes: (a) l'application des corrections s'opère pour un seul enregistrement MSS, respectivement sur quelques enregistrements sur la même orbite et par suite l'angle de hauteur et l'azimut du soleil restent pratiquement les mêmes; on se bornera éventuellement à des enregistrements faits pendant deux jours successifs; (b) nous sommes intéressés par les déterminations dans des zones planes - le facteur topographique n'intervient donc pas - elles seront généralement limitées à des déterminations portant sur l'ensemble végétation -sol-eau, en régime naturel deltaïque, respectivement sur des terrains agricoles;
- nous essayons de réaliser un appareillage et de mettre au point une méthodologie adaptée à notre spécifique - moyens restreints (réf.2).

## 2.LA METHODOLOGIE ET L'APPAREILLAGE UTILISES

2.1 Au point de vue méthodologique il est à mentionner:

- poursuivant la valorisation d'une idée plus ancienne (réf. 3) visant la corroboration des enregistrements satellitaires de la zone visible et de l'I.R., l'on constate que la bande 4 (fig.1) retient le maximum de voile atmosphérique du type 2 -dû à la présence de différentes particules autres que celles de gaz (diffusion Mie), tandis que la bande 7 s'avère beaucoup plus pénétrante (fig.2) et la bande spectrale 8-12  $\mu\text{m}$  est extrêmement pénétrante; on peut donc déterminer et éliminer-dans une certaine mesure - le voile atmosphérique du type 2, en utilisant de façon concomitante des enregistrements des bandes 4 et 7 et des enregistrements météo dans la bande 8-12  $\mu\text{m}$ , avec des mesurages radiométriques sur le terrain;
- afin d'établir et de corriger le voile du type 1 (dû à la présence de particules de gaz -diffusion Rayleigh) on procède à des déterminations radiométriques successives sur le terrain, à de brefs intervalles au-dessus de plans d'eau tranquilles et suffisamment profonds, alternant avec des déterminations au-dessus des zones d'échantillonnage; on réalise leur délimitation à l'aide de CCT-s par densitométrages superposées (fig.3);
- finalisant ce que nous avons antérieurement proposé (réf.4) et

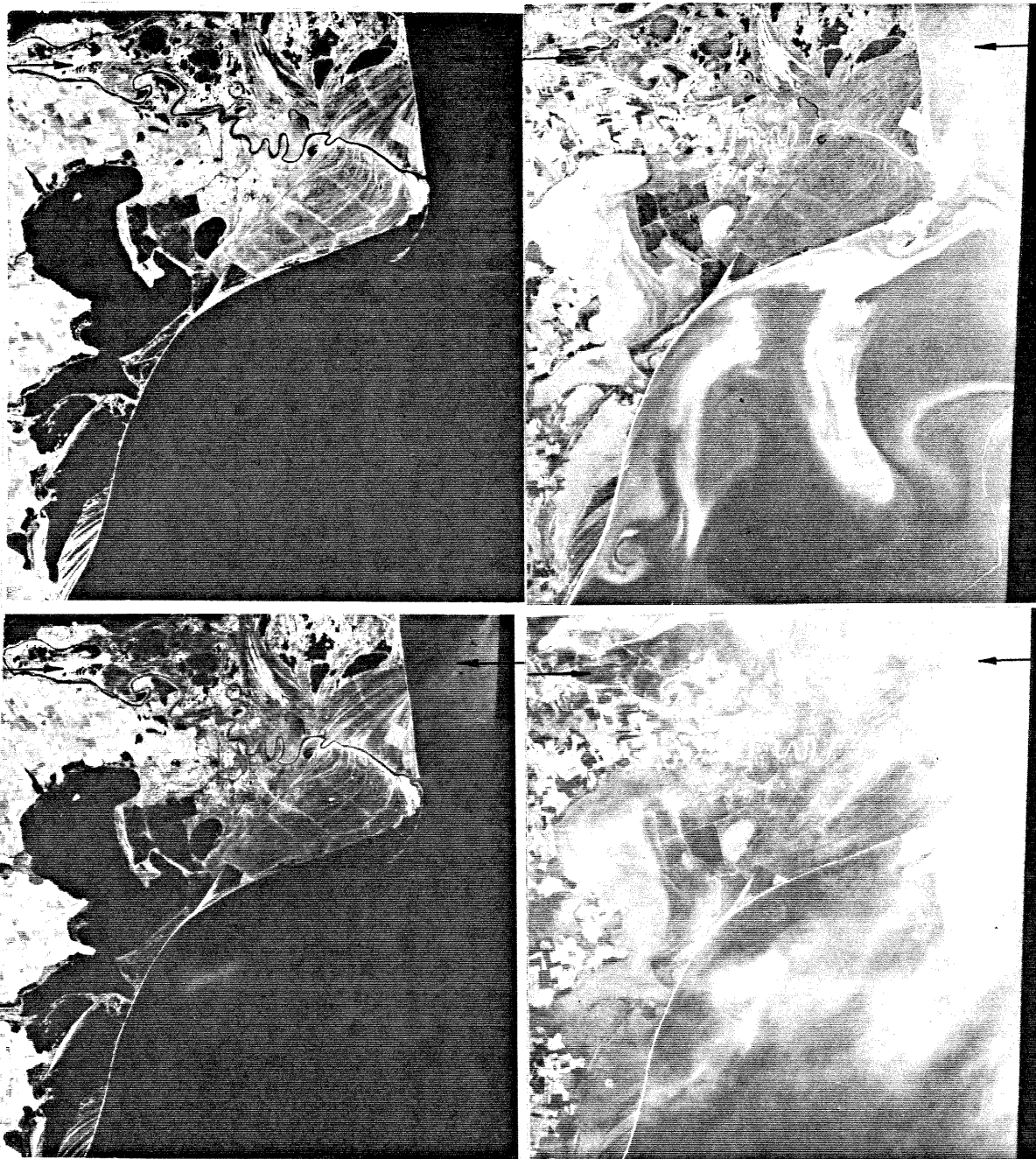


Fig.1,2 Enregistrements MSS:bandes spectrales 4 (à droite) et 7 (à gauche);voile type 1 (en haut) et type 2 (en bas)

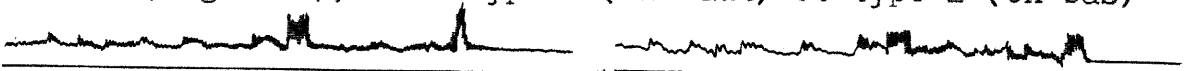


Fig.3 Densitometrages superposées sur la ligne ————  
 compte tenu de la nécessité d'appliquer une correction approximative d'ensemble du système d'enregistrement MSS, en ajoutant aussi le capteur-sensor proprement dit avec sa courbe spécifique MTF (Modulation Transfer Fonction - fonction de transfert de modulation) qui est fonction du taux d'échantillonnage - on peut écrire EIFOV (le champ d'observation instantané effectif) en cascade:

$$MTF(\nu) = MTF(\nu) \cdot MTF(\nu) \cdot MTF(\nu) \cdot MTF(\nu) \cdot MTF(\nu)$$

système    optique    objet    atmosphère    détecteur traînée

Comme on le sait MTF est le plus large du point de vue de l'ex-

pression, mais au point de vue pratique, il y a certaines difficultés et limitations. On notera que MTF dépend de la longueur d'onde et si les autres éléments du système sont considérés comme constants (l'optique, le détecteur et la traînée), on peut déterminer MTF atmosphère.

2.2 On utilise comme appareillage le radiomètre Exotech 100AX muni de filtres MSS et Thematic Mapper, avec une microstation météo et hydro (cette dernière étant utile que pour observer la variabilité des facteurs extrinsèques qui devront d'ailleurs s'encadrer entre certaines limites, afin de pouvoir les considérer en pratique comme constants).

### 3. DETERMINATIONS EXPERIMENTALES ET RESULTATS OBTENUS

En poursuivant tout d'abord, comme on l'a déjà annoncé, la valorisation technologique des déterminations, on a essayé d'utiliser des enregistrements qui couvrent les particularités des zones naturelles - écosystèmes complexes, hétérogènes, du type deltaïque. En ce sens:

- on a établi des places d'expérience, à valeur d'échantillon pour le prélèvement périodique des déterminations de sorte qu'elles comprennent des biotopes et de biotypes caractéristiques représentatifs pour le Delta du Danube;
- on a effectué des déterminations spectro-radiométriques de laboratoire dans les zones  $0,32-2,2 \mu\text{m}$  en 2 séries de cycles: en dehors de la période de végétation (décembre-mars), respectivement pendant la période de végétation intense;
- on a effectué des mesurages radiométriques sur les plans d'eau, alternant avec des mesurages sur les sites-test; les premiers mesurages constituent des valeurs de référence et servent à mettre en évidence l'action des différents facteurs de perturbation; dans la fig.4 sont données les valeurs brutes et dans la fig.5 les valeurs moyennes;
- on a acquis des enregistrements météo prélevés dans la bande  $8-12 \mu\text{m}$  quasi-concomittants avec les enregistrements MSS Landsat;
- on a mis en évidence les différences de réponse spectrale des zones d'échantillonnage dans les bandes spectrales 4 et 7, respectivement  $8-12 \mu\text{m}$ ; les différences ont été marquées par l'affichage des histogrammes correspondant aux zones d'échantillonnage; en raison de l'influence atmosphérique ces histogrammes subissent un certain rétrécissement (fig.6); dans une première étape ces histogrammes ont été réalisés au moyen de notre système de traitement à conversion A/D et D/A (A-analogique, D-digital), à partir des images photographiques (réf.2), après quoi l'opération a été effectuée par voie digitale.
- on réalise la spécification des histogrammes conformément aux procédés mentionnés dans la réf.5.

On peut mentionner que les données peuvent être organisées pour que les traitements soient réalisés de diverses manières: /1/ par une courbe unique de réponse par rapport à  $\lambda$  déterminée de façon déterministique ou par l'utilisation des statistiques de premier ordre; /2/ par un modèle statistique de premier ordre en ajoutant le bruit; /3/ par un modèle statistique de deuxième ordre; ou /4/ par l'utilisation d'un algorithme qui emploie, outre les variations spectrales, les variations spatiales (réf.6).

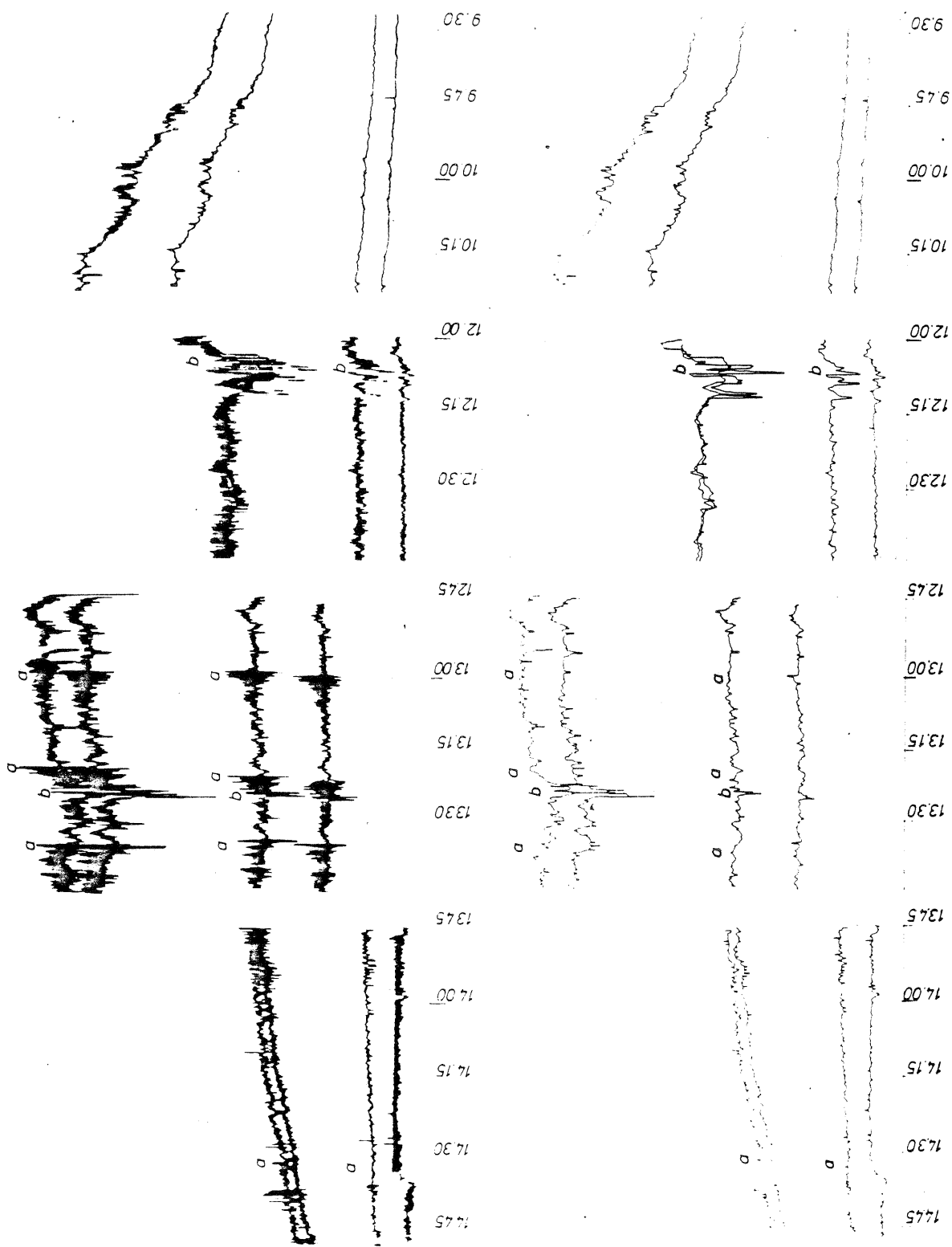


Fig. 4, 5 Valeurs brutes (en haut), valeurs moyens (en bas): mesurages radiométriques sur des plan d'eau-réponse dans les 4 canaux MSS; on observe des symétries des courbes obtenues pour périodes symétriques rapportées à midi; en abscisse-les heures. On observe l'influence de perturbation: (a) vagues, (b) nuages.



Fig.6 Changement des histogrammes de réflectance pour une zone d'échantillonnage deltaïque: atmosphère claire (limpide) - voile atmosphérique type 1 et respectivement type 2, valeurs moyennes; bande spectrale 4 (à droite), bande spectrale 7 (à gauche), correspondant à la situation de la fig.1, respectivement à la situation de la fig.2. Valeurs utiles pour "spécifier" les histogrammes.

Les déterminations et les observations sont organisées de manière qu'à l'avenir, dans une étape plus évoluée, l'on puisse appliquer des corrections radiométriques et géométriques compte tenu de la topographie du terrain dans toute sa complexité (en utilisant un modèle numérique du terrain, respectivement en faisant appel aux techniques de détection des changements dans le cadre des enregistrements répétitifs - voir réf.7 et 8).

Une station de déterminations sous-satellites de télédétection pour le Delta du Danube a été conçue et réalisée dans le but d'obtenir un système de banques de données technologiques et respectivement orientées thématiquement, qui constituent la base du système informationnel du territoire deltaïque.

En conclusion, nous considérons que l'échantillonnage sur le terrain, en télédétection, doit être réalisé dans une première étape par voie statistique en utilisant tant des enregistrements MSS en différentes combinaisons de bandes spectrales, aussi que des mesurages radiométriques de terrain et observations-déterminations de facteurs extrinsèques; des modèles physico-mathématiques ainsi que des banques des données technologiques et thématiques devront être développés par la suite.

#### REFERENCES

- /1/Oprescu N. et al., 1981: Déterminations comparatives radiométriques et d'indicateurs des objets naturels, une station pour les déterminations sous-satellites; Les colloques INRA, Avignon;
- /2/Oprescu N. et al., 1978: Résultats obtenus dans l'inventaire de ressources du Bassin inférieure du Danube et dans le Delta du Danube par télédétection; Procéd. Conf. Int. Toulouse; Mars;
- /3/Oprescu N. et al., 1975: Use of Landsat data for resources investigation in the lower Basin of Danube and Danube Delta, NASA, type 1 Report, December, G-27940;
- /4/Oprescu N., 1972: La photogrammétrie, la photointerprétation, la télédétection, pluri-inter et transdisciplinarité, Proc. XII Congress ISP, Ottawa, July;
- /5/Gonzalez R., 1977: Digital image processing, Addison W. Pub. Comp.
- /6/Swain Ph. et al., 1978: Remote sensing-the quant. app., McGraw;
- /7/Oprescu N., Ionescu I., 1984: The DEM and its utilization-XV, ISPRS;
- /8/Oprescu N., Zavoianu FL, 1984: Registration of RS data-XV-ISPRS;