

CARACTERISATION DES ESPACES AGRICOLES PAR UTILISATION DES DONNEES DE REFLECTANCE EXO-ATMOSPHERIQUE: APPLICATION AUX DOMAINES AGRICOLES DE LA CAMARGUE ET DE LA CRAU

BILDGEN P.¹, MABRUT K.¹ GILG J.-P.²,
GEROYANNIS H.², BOULEGUE J.¹

RESUME

Pour une scène déterminée, les données numériques fournies par un capteur ou par différents capteurs sont corrigées et transformées sous forme de valeurs exprimées en pourcentages de réflectance (données exo-atmosphériques). Ce type de données permet de dégager les réponses spectrales des zones cultivées qui sont alors directement caractérisées par comparaison avec les signatures spectrales des végétaux, déterminées par mesure radiométriques de terrain ou par spectrophotométrie de laboratoire et relatives à des zones tests contrôlées. Les différents types d'occupation du sol sont ainsi définis numériquement et, à l'aide de ces données, des fourchettes ou intervalles radiométriques sont calculés pour en réaliser la visualisation.

On met ainsi en évidence la repartition des cultures, pour une date déterminée, et un suivi spatiotemporel est possible, en utilisant des données relatives à la même scène et ayant subi le même traitement radiométrique ainsi que les rééchantillonnages et corrections géométriques nécessaires à leur superposition.

La mise au point de méthodes susceptibles de fournir les caractéristiques spectrales précises des espaces agricoles, par Télédétection spatiale, est primordiale dans le cadre des études que nous abordons actuellement et qui ont pour but de modéliser les inter-actions multiples ou les modifications du système " eau - sel - agrosystème" de régions deltaïques telles que celles du delta du Rhône, du delta de l' Axios (région de Salonique , Grèce) ou de régions intra-contininentales telles que la vaste vallée du Rio San Francisco (Brésil).

Le travail que nous présentons correspond aux premières études réalisées sur la partie orientale du delta rhodanien ,limité au Nord à la hauteur d'Arles , à l'Ouest par l'étang du Vaccarès , au Sud par le littoral et l'embouchure du Rhône et à l'Est par la Crau .

Ce premier site -test présente l'avantage d'avoir fait l'objet de nombreux travaux antérieures au nôtre , concernant son cadre hydrologique, géologique et

¹Laboratoire de Géochimie et Métallogénie (URA. CNRS 196), U.P.M.C., Paris

²Laboratoire d'Analyse et de Mathématiques Sociales (CAMS/EHESS, U.M. CNRS 380017), Paris

pédologique , ainsi que de nombreuses observations relatives au suivi spatio-temporel de l'évolution de son paysage agricole .

Deux principaux types de salinisation peuvent y être distingués . Le premier correspond à une salinisation naturelle ,superficielle , due essentiellement à l'influence directe du domaine maritime (embruns salins sur les cordons dunaires littoraux , dépôts de sel sur les bordures des dépressions lacustres ,par exemple) ou à l'utilisation de celui-ci à des fins industrielles (zones des salins artificiels) . Le second type de salinisation est plus complexe . Il correspond à des salinisations temporaires de certains sols de Camargue et de Crau ,situés à l'intérieur des terres et qui font partie du domaine agricole du département des Bouches du Rhône .

Par son caractère temporaire et alléatoire, ce type de salinisation , dont les causes et le mécanisme sont encore mal connus , constitue un handicap très sérieux à la bonne gestion des territoires agricoles qu'il affecte .

La modélisation de la dynamique de tels phénomènes doit être conçue comme l'intégration de données classiques de terrain (allant des analyses relatives à l'action humaine à celles des facteurs physico-chimiques naturels) et de données fournies par des techniques nouvelles , dont fait partie la Télédétection spatiale , qui fournit un autre niveau d'observation et de perception des secteurs qu'on désire étudier .

Afin d'évaluer l'intérêt que présente l'utilisation de cet outil vis à vis de la modélisation , nous avons sélectionné deux données , l'une est une scène MSS du 12/09/1977 et l'autre une scène T.M du 14/07/1984. La première correspond à une période d'apparition de salinifications temporaires ; la seconde à une période où ce phénomène ne se produit pas .

METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

- 1) Les deux données provenant de capteurs différents ,dont les caractéristiques technologiques ne sont pas similaires, doivent d'abord être rendues compatibles ,pour pouvoir être comparées .

Pour réaliser ce premier objectif, nous avons procédé aux corrections radiométriques nécessaires à la transformation des données numériques primitives de luminance apparente en termes de réflectance exo-atmosphérique (P.Bildgen et al. ; 1990) , puis rééchantillonné les pixels MSS en pixels 30x30 , compatibles avec les données T.M. . Enfin, nous avons réalisé le recalage géométrique des deux données afin de les rendre parfaitement superposables .(Fig. n° 1 et 2).

L'intérêt de telles transformations est de passer de données exprimées en termes numériques relatifs à des données exprimées en termes physiques : les valeurs de réflectance . Ces valeurs sont les seules susceptibles de représenter concrètement les propriétés ou les variations d'état des objets observés par les capteurs car elles sont directement liées aux propriétés physico-chimiques ou organiques des cibles analysées (nature minéralogique, chimique , état végétatif des plantes etc ...).

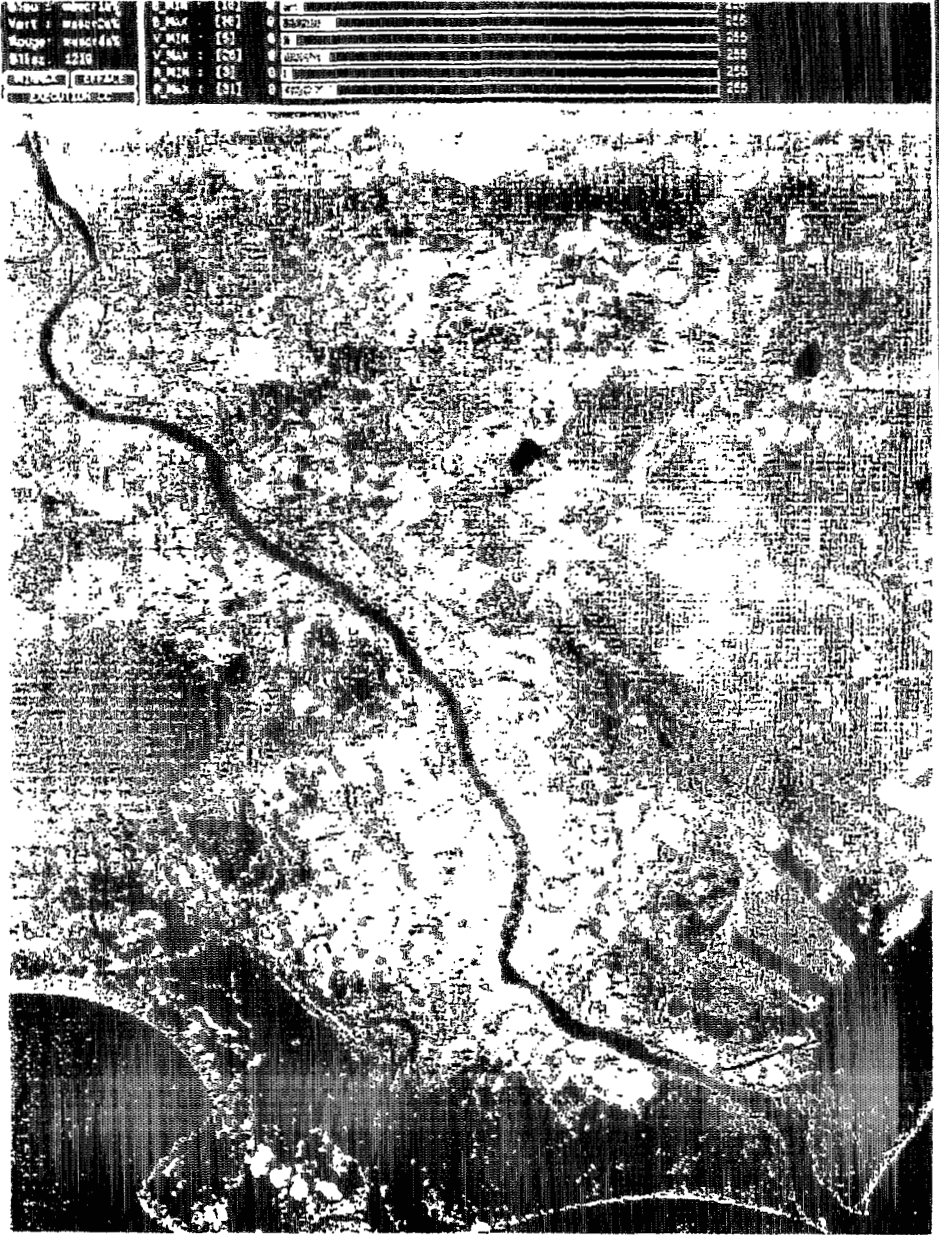
FIGURE N° 1 : COMPOSITION COLOREE DES CANAUX 2/3/4 T.M
 corrigés radiométriquement en termes de réflectance %
 Réalisée à partir de la donnée T.M du 14 Juillet 1984 .

Vert: 0.45	V MIN: [10]	0	255
Rouge: 0.45	V MIN: [9]	0	255
Bleu: 0.45	V MIN: [10]	0	255
Jaune: 0.45	V MIN: [9]	0	255
Vert: 0.45	V MIN: [10]	0	255
Rouge: 0.45	V MIN: [9]	0	255
Bleu: 0.45	V MIN: [10]	0	255
Jaune: 0.45	V MIN: [9]	0	255



FIGURE N° 2 : COMPOSITION COLOREE DES CANAUX 4/5/7 MSS

Réalisée à partir de la donnée MSS du 12 Août 1977
 Corrigée radiométriquement en termes de réflectance %
 et rééchantillonnée en pixels de 30 x 30 .



2) Sur les données ainsi traitées, la localisation de sites représentatifs des éléments qu'on souhaite caractériser a été réalisée à partir des enquêtes TER-UTI. Effectuées régulièrement par les services de la Direction Départementale de l'Agriculture (D.D.A.), ces enquêtes sont constituées par des fiches relatives à la nature de l'occupation des sols de zones tests localisées sur photographie aérienne et sont régulièrement réactualisées. Ce sont certaines de ces zones tests qui ont été retenues et localisées sur les compositions colorées, obtenues à partir des données satellitaires, pour constituer des fenêtres d'étude.

3) Les terrains ainsi définis ont fait l'objet de mesures spécifiques, réalisées dans des conditions aussi proches que possible de celles qui régnaient au moment de l'observation satellitaire. Des mesures radiométriques y ont été effectuées. Etant réalisées à l'aide d'un radiomètre réglé en simulation des capteurs satellitaires (notamment au niveau des domaines spectraux des filtres définissant leurs "canaux"), elles permettent d'obtenir les réponses spectrales des objets constituant les sites sélectionnés et, comme elles sont exprimées en termes de réflectance, elles peuvent être directement comparées à celles des mêmes sites, extraites des données satellitaires. De plus, au lieu même où sont effectuées ces mesures, des échantillons sont prélevés afin d'en réaliser l'étude minéralogique, chimique et spectrographique, en Laboratoire.

Ainsi, à l'aide de ces différentes approches, on obtient, pour un objectif déterminé, une caractérisation pédologique et phytogéographique, physico-chimique et radiométrique.

En fait, ces différents facteurs ne peuvent être considérés comme des paramètres caractéristiques qu'à la condition que l'objectif analysé présente une grande stabilité. Or, dans beaucoup de cas, cette dernière condition n'est pas respectée. En particulier, les paramètres mesurés relatifs à la caractérisation des cultures peuvent subir d'importantes modifications liées à leur état végétatif, à leur état hydrique propre, ainsi qu'à celui du sol sur lequel elles sont développées. En d'autres termes, vis à vis de l'analyse par Télédétection spatiale, les réponses spectrales des espaces agricoles pourront varier en fonction de la date, du type de culture, des conditions climatiques etc... régissant à l'instant de l'observation.

Ceci conduit donc à effectuer l'analyse des espaces agricoles avec beaucoup de prudence. En particulier, le contrôle de la similitude des signatures spectrales d'un même espace agricole, obtenues à l'aide de capteurs satellitaires différents, devra tenir compte de ces facteurs. Dans le cas présent, ce contrôle sera d'autant plus impératif qu'aux effets perturbants cités ci-dessus s'ajoutent ceux liés directement à la salinisation temporaire. Cette dernière pourra en effet modifier d'une part, la réponse spectrale des sols nus et, d'autre part, la réponse spectrale des cultures situées sur ces sols, où elles subiront des variations végétatives liées à la salinisation.

Inversement, la mise en évidence des variations présentées par la réponse spectrale de telles zones pourra servir à caractériser l'étendue des phénomènes de salinisation.

Finalement, dans le cadre de la méthodologie globale que nous avons définie, la caractérisation des espaces agricoles de la zone Camargue - Crau a été réalisée de la manière suivante :

- après traitement radiométrique, rééchantillonnage et corrections géométriques des données MSS et T.M , des sites-tests ,(caractérisés sur les enquêtes Ter-Uti effectuées à une époque proche de la date d'obtention des données), ont été sélectionnés .
- dans un premier temps , on ne retient que ceux qui présentent les mêmes caractéristiques phytogéographiques pour 1977 et 1984.
- une première caractérisation de la réponse spectrale de chaque culture existant sur les sites-tests est recherchée , à partir de la donnée T.M. de 1984 , car la salinisation temporaire n'existe pas et les réponses spectrales ne sont pas alors perturbées .
- ces réponses étant obtenues , on peut vérifier leur stabilité spatio-temporelle en les comparant à celles obtenues par l'étude de la donnée MSS de 1977 , pour des sites rigoureusement identiques. Un contrôle de la bonne compatibilité des mesures acquises à l'aide de ces deux données peut être réalisé sur des objets invariants (tas de sel sec des salins , par exemple)
- enfin , par comparaison systématique, on peut mettre en évidence les variations spectrales caractéristiques de la salinisation temporaire et la localiser sur les composition colorées .

DEFINITION RADIOMETRIQUE DES DIFFERENTS TYPES D'OCCUPATION DU SOL ET LEUR CONTROLE

Pour la zone Camargue-Crau étudiée, la définition radiométrique des types d'occupation du sol a été réalisée à partir de dix fenêtres -tests ,sélectionnées à partir des enquêtes Ter-Uti , et constituées par des parcelles pouvant être nettement localisées sur les aplats numériques .Cette étude concerne uniquement les cultures existant à la date d'obtention de la donnée T.M , soit le 14 Juillet 1984.

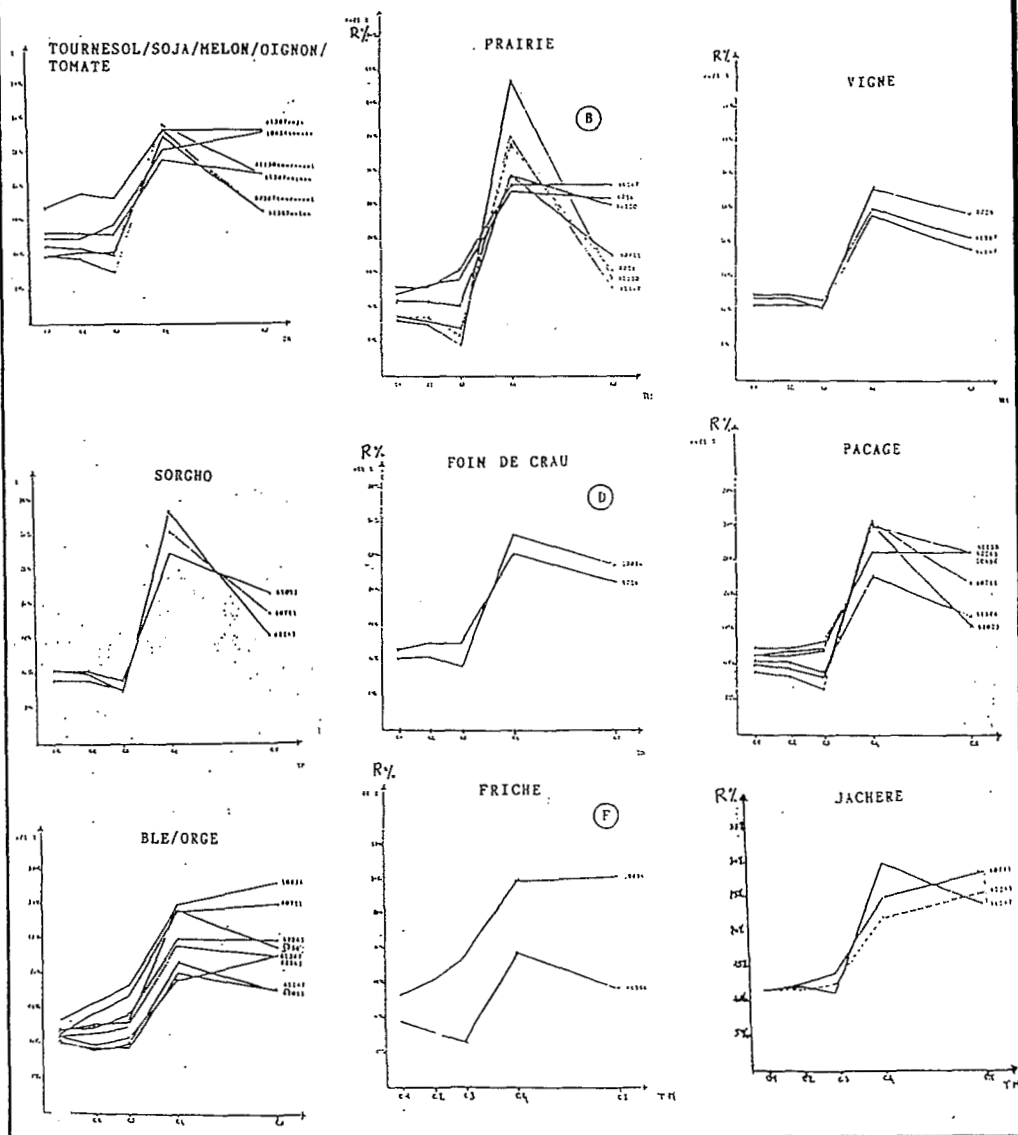
A partir des aplats numériques correspondant aux fenêtres, les signatures spectrales extraites constituent des spectres moyens , tenant compte des faibles variations internes observées sur l'ensemble d'un même type de culture (K.Mabrut , 1990). (Fig n° 3).

La confrontation des signatures spectrales ,par fenêtre , dans le cadre intra-thème , indique des comportements radiométriques identiques . Cependant , l'étude inter-thème montre que certains types de cultures ont des signatures spectrales voisines comme , par exemple, les foins de Crau, les pacages, les jachères ainsi que certaines friches .

Il existe aussi certaines variations radiométriques , très marquées dans le canal 5 T.M, qui peuvent être caractéristiques d'un phénomène donné . Par exemple, dans le terme "prairies" on peut distinguer des ensembles à très basse réflectance (12-15%) et d'autres à réflectance plus forte (25à28%) dont l'augmentation peut être mise en relation avec des déficits hydriques locaux .

FIGURE N° 3 : SIGNATURES SPECTRALES DES PRINCIPALES CULTURES

Ces courbes sont réalisées à partir des valeurs exprimées en pourcentages de réflectance extraites des canaux 1,2, 3, 4 et 5 de la donnée T.M du 14/07/84, corrigée radiométriquement en termes de réflectances exo-atmosphériques (d'après K.Mabrut, 1990).



CONTROLE DE LA COMPATIBILITE MSS/T.M

Avant de réaliser le même type d'approche pour caractériser les cultures à partir des données MSS, nous avons procédé au contrôle de la qualité radiométrique des deux données (MSS et T.M) afin de vérifier la véracité des calculs de corrections réalisés.

Ce contrôle a été effectué sur des zones caractéristiques, dont la radiométrie a été vérifiée à l'aide de mesures de terrain réalisées à des dates différentes, afin de bien assurer la stabilité de leur signature spectrale. Ici, ces zones correspondent à des surfaces salées de marais ou des salins (Fig. n°4). Les mesures sont relatives à des accumulations de sel cristallisé de camelles ou de dépôts auréolaires de la périphérie de dépressions correspondant à d'anciens salins abandonnés. Elles ont toujours été réalisées par temps sec, en Juillet ou Août, avec le même radiomètre (MATRA), muni de dix canaux dont les filtres sont respectivement centrés sur 485, 542, 560, 636, 660, 747, 830, 850, 890 et 910 nm., et en tenant compte des phénomènes de saturation du détecteur, qui ne manquent pas de se produire lorsqu'on procède à la mesure des signatures d'objets présentant une assez forte réflectance dans le visible et le P.I.R. (P.Bildgen et al., 1990), (P.Bildgen et al., 1988)

Les signatures obtenues présentent une allure très caractéristique en "dents de scie" (fig n°4), résultant de la présence de zones d'absorption centrées notamment vers 560 puis 660 nm. L'interprétation géochimique de ces courbes n'a pas encore été effectuée.

A titre de comparaison, quelques réponses spectrales obtenues avec le même appareil, relatives à des efflorescences salines développées sur les sols cultivés du delta de l'Axios (région de Salonique, Grèce), sont également proposées. On notera la parfaite similitude des réponses, ce qui autorise à pouvoir les utiliser comme référence, vis à vis des contrôles que nous effectuons.

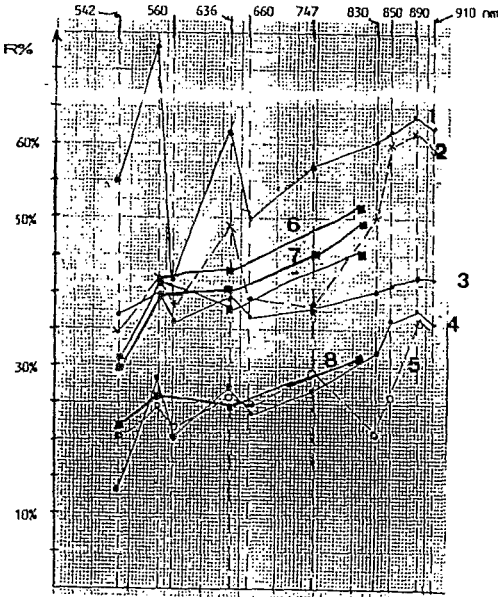
Sur les aplats numériques correspondant aux zones camarguaises mesurées, on retrouve les valeurs observées, dans la limite de compatibilité des domaines spectraux des filtres utilisés pour définir les canaux MSS, T.M, et ceux du radiomètre. Par ailleurs, d'autres mesures réalisées sur d'autres sites typiques et invariants, tels que des zones d'exploitation des poudingues de Crau, indiquent également la bonne validité des mesures de correction radiométrique effectuées sur les deux données.

La validité des corrections par rapport aux thèmes est également assurée. Ainsi, par exemple, l'examen des valeurs de réflectance obtenues sur les parcelles de vignes (Fig n°5) montre la très bonne corrélation qui existe entre les valeurs obtenues à l'aide des données T.M et celles extraites des données MSS (fig. n°5A). Inversement la mise en évidence de variations temporelles de la réponse spectrale d'un objet donné peut être également mise en évidence (fig.n° 5B), lorsque la validité des corrections a été vérifiée. C'est sur ce principe que nous nous basons pour mettre en évidence l'existence des domaines affectés par la salinisation temporaire.

FIGURE N° 4 : LES SIGNATURES SPECTRALES DES ZONES SALEES

A- MESURES RADIOMETRIQUES DE TERRAIN

CANAUX UTILISES SUR LE RADIOMETRE "MATRA"



1 - Grande camelle de Salin de Giraud
Ici, les très fortes valeurs de réflectance obtenues s'expliquent par le fait que la surface mesurée est très recristallisée et fortement indurée .

2- Aliakmon Delta (S.O de Salonique ,Grèce)

3- Mas de la Vergiere (Camargue)

4- Mas de Fielouse (Camargue)

5- Agia Paraskevi (S.E de Salonique) dans un champ de coton à sol salinifié.

Mesures extraites des données T.M , traitées en réflectance exo-atmosphérique

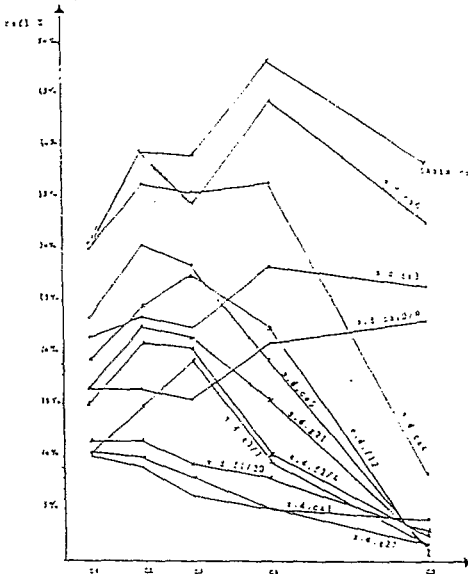
6- sel du tapis roulant de Salin de Giraud

7- salin du Caban

8 - salin du caban .

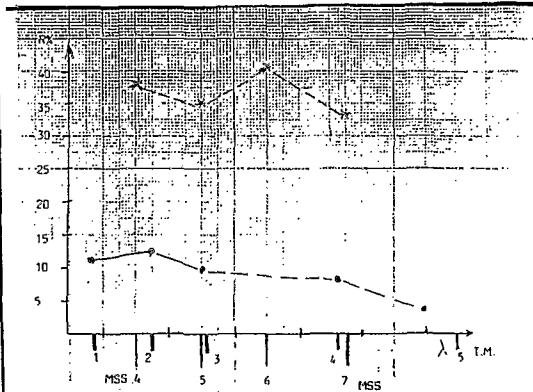
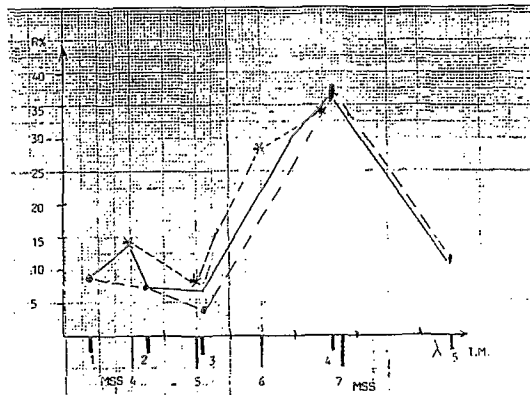
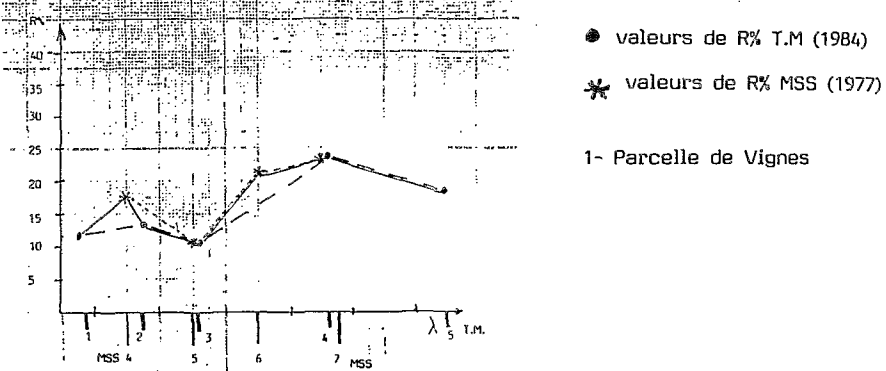
Les courbes en trait plein correspondent à celles réalisées sur les zones salées de France (1,3,4). Les courbes en pointillé sont celles des mesures effectuées en Grèce (delta de l'Axios)(2,4) . Pour comparaison, on présente quelques courbes de mesures extraites des données traitées (trait fort) (6,7,8).

B- SIGNATURES SPECTRALES EXTRAITES DES DONNEES T.M (14/07/84) , TRAITÉES EN REFLECTANCE EXO-ATMOSPHERIQUE .



Ces signatures correspondent aux mesures de réflectance relevées sur les aplats relatifs à l'exploitation de Salin de Giraud . Les courbes de faible réflectance sont représentatives des partènements ; celles de réflectance élevée dans les canaux 1,2 et 3 et faible dans les canaux 4 et 5 représentent les tables salantes; les courbes à forte réflectance correspondent au sel du tapis roulant .

FIGURE N° 5: VALIDITE DES CORRECTIONS TM/MSS PAR RAPPORT AUX THEMES



Pour une même parcelle repérée et constituée en 1977 et en 1984 par la même type de culture, on compare les réponses spectrales obtenues avec T.M (trait tireté) et MSS (trait pointillé). Dans les deux premiers exemples (A1 et A2), la similitude est bonne et la réponse résultante (trait plein) est proche de la courbe spectrophotométrique. Dans le cas B, les réponses divergent car la salinisation de la parcelle est nette en 77 (MSS) et elle n'existe pas en 84 (T.M).

CLASSIFICATION DES ESPACES AGRICOLES

La validité des réponses spectrales obtenues en termes de réflectance exo-atmosphérique étant assurée , on peut alors envisager d'effectuer une classification des espaces agricoles du secteur étudié

Pour ce faire, on procède d'abord à l'extraction ,canal par canal , des aplats numériques correspondant à la zone définie par l'enquête Ter-Uti . Par superposition successives des aplats obtenus, on dégage les points remarquables de la fenêtre (routes,croisements, canaux , lacs ,etc....) et on repère les parcelles agricoles ,de proche en proche . (fig n° 6).

On procède alors au relevé des classes radiométriques (zonage) des parcelles . Lorsqu'on utilise conjointement des données relatives à la même fenêtre , mais provenant de capteurs différents (ici, T.M et MSS) , on est amené à mettre en évidence des sous-classes radiométriques ,résultant essentiellement du fait que les valeurs radiométriques obtenues ne correspondent pas intégralement à la même surface observée (surfaces de pixels différentes) ,et ceci en dépit de l'opération de rééchantillonnage . La superposition de canaux spectralement identiques montre un décalage dont l'origine doit être discutée : - manque de précision (nombre d'amers insuffisants) au cours de la correction géométrique de recalage ou origine radiométrique et spatiale (exp: relative à l'étendue de la zone , à la nature de l'occupation du sol ou à la dynamique propre de la zone étudiée) (fig n°7) .

A l'aide des classes ou sous-classes alors définies, on procède à l'élaboration d'un fichier radiométrique de l'occupation du sol (fig n°8A).

Ce fichier est réalisé par regroupement analogique des natures d'occupations , obtenu par l'analyse des matrices de confusions.

Ces matrices tiennent compte :- pour une fenêtre considérée , de la confusion qui peut exister entre certains individus constituant une entité de la fenêtre ; - des entités de la nomenclature qui peuvent se confondre. On arrive ainsi à l'élaboration de classes radiométriques propres aux entités de la nomenclature Ter-Uti.

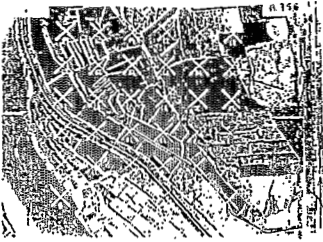
SPATIALISATION DES CLASSES

Les classes radiométriques correspondant aux divers canaux peuvent alors être utilisées pour réaliser des graphiques bimodeaux de séparativité qui ont pour but de dégager des triplets de canaux spécifiques, plus discriminants , afin de réaliser des représentations colorées de la répartition sélective des classes (fig n°8B) .

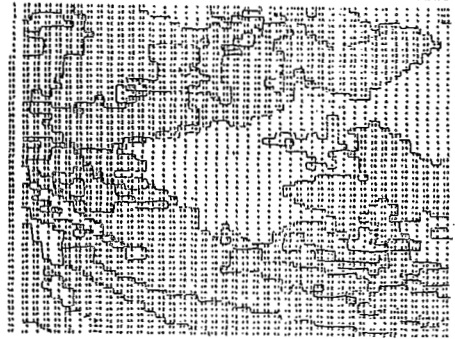
FIGURE N° 6 : REPERAGE DES PARCELLES DE L'ENQUETE TER-UTI A L'AIDE
DES APLATS NUMERIQUES (APRES CORRECTION EN R%)

L'exemple proposé ci-dessous correspond à la zone R 756 de l'enquête ter-uti de 1984;

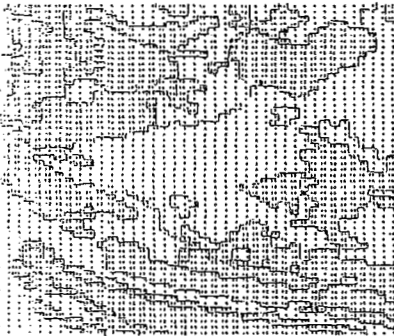
Par superposition des aplats numériques correspondant aux 5 premiers canaux T.M
on localise les amers (ici, par exemple , la rive du Rhône, le canal d'Arles à Fos, etc), puis
on recherche les parcelles les plus caractéristiques pour en extraire la signature spec-
trale



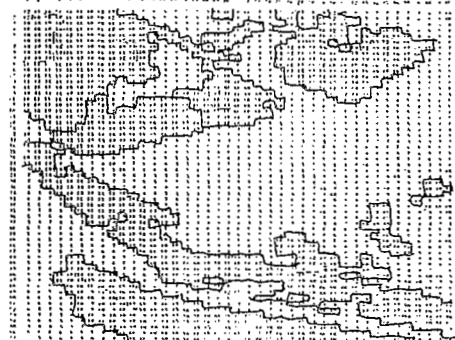
C1



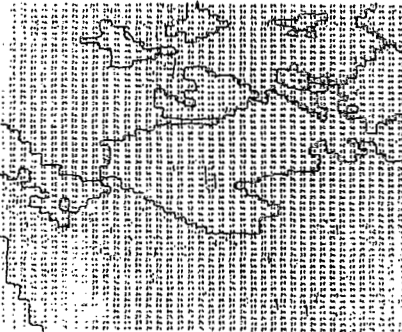
C2



C3



C4



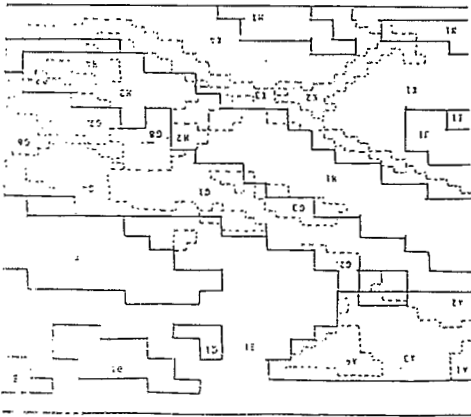
C5



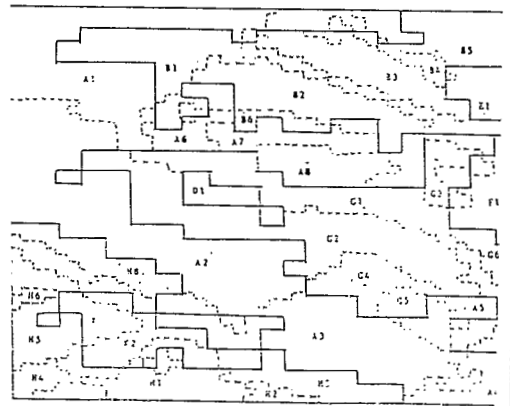
FIGURE N°7 : LES CLASSES ET SOUS-CLASSES

Après localisation des parcelles et extraction de leurs réponses spectrales respectives, on peut, sur chaque donnée, représenter spatialement les diverses unités définies. Ce travail étant effectué à partir des données T.M. et MSS relatives à une même zone, on peut alors superposer les résultats relatifs aux canaux compatibles.

Cette figure montre les résultats obtenus pour la zone R 756 (voir aussi la figure n°6). La superposition des canaux T.M 3 / MSS 5 (A) et T.M.4 / MSS 7 (B) a été représentée ici, avant d'avoir effectué les corrections géométriques nécessaires au recalage des images. La nécessité d'un tel recalage apparaît clairement sur ces deux exemples. Les classes MSS (en trait plein) doivent contenir les sous-classes T.M (en pointillé), ce qui n'est pas totalement réalisé dans ce cas, avant le recalage.



A - T.M 3 / MSS 5



B- T.M 4 / MSS 7

FIGURE N° 8 : SCHEMA DU PROCESSUS D'OBTENTION DES CANAUX DISCRIMINANT LES CATEGORIES D'OCCUPATION DU SOL

1-Par analyse des matrices de confusions réalisées à partir des valeurs relatives aux signatures spectrales correspondant aux classes et sous-classes définies, on constitue le tableau des bornes radiométriques relatives aux catégories d'occupations du sol (Fig 8A).



8 A

Fichier radiométrique de l'occupation du sol d'après TM

Nomenclature Agricole selon le TEA-811	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
prairie naturelle	1	8-9	8-9	4-8	21-44
prairie luzerne	2	12-14	12-15	12-16	24-30
foin de Cray	3	8-13	8-15	5-18	17-34
jachère/friche	4	9-13	11-17	6-21	18-33
pacage	5	8-12	7-14	6-11	24-35
blé dur	6	9-13	8-18 14-15	8-12 10-12	17-35
blé tendre	7	12-13	12-14	13-16	24-29
orge	8	13-14	15-17	17-28	29-32
riz	9	8-9	6-8	4-6	17-29
sorgho	10	9-12	9-11	7-11	25-27
couscoul	11	12	12-14	11-16	19-26
vigne	12	10-14	10-14	8-13	23-29
verger	13	10-12	10-14	11-12 14-17	22-28
tournesol	14	16	9-11	10-11 9-8	27-31
soja	15	16-18	18-20	17-20	22-30
melon	16	11-12	10-12	9-11	24-31
oignon	17	10-11	9-18	8-18	21-22
tomate	18	12-13	12-13	14-15	24-27
nomenclature à caractère industrielle	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
sablère	13-16	14-18	13-19	24-28	25-34
carrière	13-18	14-21	13-22	22-28	22-34
états différents des zones salines	A B C D E	20 30-32 9-20 14-22 15-18	25-49 35-40 14-25 20-31 14-18	22-28 34-35 18-28 20-29 14-17	32-36 44-25 8-11 8-10 15-13

2-La spatialisation des classes est effectuée à partir des graphiques bimodaux de séparation. On obtient le tableau des valeurs constituant des canaux discriminant les catégories d'occupations du sol (ci-dessous, fig 8B)



8 B

Les triplets de canaux intéressant quant à la spatialisation des classes par...

CANAL	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
Prairie	8-9		4-8	21-44	
Prairie Luzerne		7-15	12-16	24-32	
Foin de Cray		3-15	5-18		15-28
Jachère/friche		10-17		18-33	24-33
Pacage		7-14	6-11	24-35	
Blé tendre/Blé dur		8-15	8-18	17-35	
Orge	13-14	15-17			32-35
Riz		5-8		17-29	5-13
Sorgho		5-18		25-32	18-19
Couscoul	12	7-14		19-26	
Vigne			8-13	23-29	16-27
Verger			11-12 14-17	22-28	26-32
Tournesol		9-11		27-31	21-23 16-17
Soja		7-20		17-21	21-23 16-17
Melon	11-12			24-31	27-30
Oignon	10-11	9-18			17-22
Tomate	12-13	12-13			24-27

3- A l'aide de ce tableau, on peut réaliser des représentations colorées réalisées à partir des triplets de canaux mis en évidence.

Ces représentations permettent la visualisation de la répartition sélective de chaque catégorie d'occupation du sol. (voir figures n°9 et 10)



FIGURE N° 9 : ASPECT DE LA REPRESENTATION COLOREE DE LA REPARTITION DES PRAIRIES.

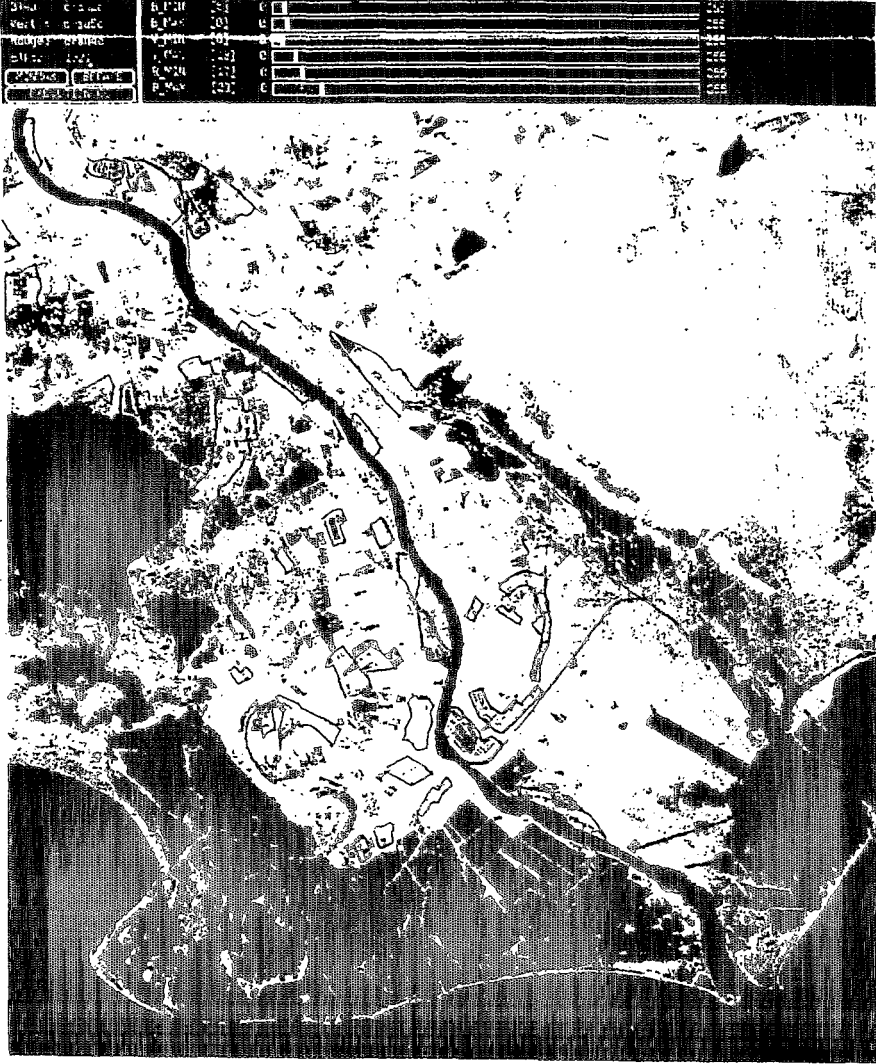
Cette représentation colorée a été réalisée à partir des canaux T.M 1/4 / 5 , suivant les résultats obtenus à l'aide du tableau 8 B (fig.n°8) , première ligne ,relative au thème "prairies .



Print 

FIGURE N° 10 : ASPECT DE LA REPRESENTATION COLOREE DE LA REPARTITION DES RIZIERES .

Cette représentation a été obtenue en utilisant le triplet de canaux 2/5/4 T.M (donnée du 14/07/84) (voir tableau 8B , fig n°8). Les zones de rizières, qui apparaissent parfaitement sur le document coloré, sont ici entourées d'un trait noir pour faciliter leur repérage .



riziere



APPLICATION

La sélection des triplets de canaux les plus pertinents vis à vis de la caractérisation radiométrique des divers espaces agricoles , permet également de réaliser des représentations colorées destinées à mettre en évidence la répartition spatiale de chacun des thèmes dégagés . Les figures n° 8 et 9 en constituent des exemples . Le premier, (fig .n° 9) . est relatif à la répartition des rizières en Camargue et le long du Rhône .Le second correspond à la répartition des parcelles de prairies.

Par la même méthode, on peut également contrôler les présences de zones salines ainsi que leur évolution spatio-temporelle , en utilisant des données spatiales relatives à cette même zone, obtenues à des dates différentes . Ainsi, sur la donnée MSS de 1977 (fig n°10) les zones de salinisation temporaires apparaissent nettement .Elles sont localisées en Camargue mais aussi dans la Crau et là, leur situation est très significative car elle correspond aux fonds de carrières d'exploitation des poudingues , ce qui implique une remontée verticale d'une nappe salée plus profonde.Ce phénomène n'est pas observé sur la donnée T.M de 1984.(fig n°2)

CONCLUSION

L'utilisation des données spatiales , exprimées en termes de réflectance exo-atmosphérique , permet d'appréhender rapidement les signatures spectrales des objets constituant la scène observée et de comparer ces dernières avec les mesures radiométriques ou spectrophotométriques de terrain . Cette comparaison est d'autant plus aisée que les corrections radiométriques effectuées sur les données numériques primitives réalisent la transformation de ces dernières en mesures physiques , contrôlables , ayant une signification physico-chimique précise .

Ainsi, les qualités physiologiques des plantes aussi bien que les caractéristiques minérales . de leurs supports ou de leur environnement peuvent être quantifiés . Ces nouvelles données, associées aux observations classiques de terrain, permettrons , dans un avenir proche , de constituer des banques multisources , dont l'utilisation sera précieuse pour orienter ou prévoir une utilisation rationnelle des espaces agricoles , en tenant compte de phénomènes aléatoires dont la modélisation devient possible, et dont le déroulement pourrait être ,de ce fait, contrôlé

Cette première étude va donc être complétée par de nouveaux travaux relatifs à l'ensemble du delta du Rhône, dans le but de modéliser le système "eau-sel-agrosystème" en y intégrant toutes les caractéristiques régionales (géologiques, pédologiques, hydrologiques), agricoles et humaines , qui sont autant de paramètres moteurs de la dynamique d'un tel ensemble.

REMERCIEMENTS

A la suite de ce travail , nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements aux personnes ayant participé activement à sa réalisation ,grâce à leur aide efficace :

- à Monsieur Henri Lafage, qui a mis à notre disposition tous les documents relatifs aux statistiques agricoles et aux enquêtes Ter -Uti , réalisées sous sa direction, à la Direction Départementale de l' Agriculture des Bouches du Rhône ;
- à la Direction de la compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est , qui nous a autorisé à effectuer des mesures radiométriques sur leur exploitation de Salin de Giraud ;
- à tous les Propriétaires exploitants qui nous ont permis et souvent guidés ,pour réaliser des mesures et récolter des échantillons sur leurs domaines .

BIBLIOGRAPHIE

- Bildgen P. , Lafage H. et de Kersabiec A.M (1988) : " Etude de la réponse spectrale et classification des sols agricoles du Département des Bouches du Rhône " . 113ème Cong. Nat. Soc.Sav. ; Strasbourg 88, Télédétection, p. 45-59.
- Bildgen P., Gilg J.P , Geroyannis H. , Boulegue J. et Mabrut K. (1990) : " Utilisation des données spectrales MSS,TM et Spot exprimées en valeurs de réflectance exo-atmosphérique , pour l'étude diachronique de l'évolution des sols ,des zones d'exploitation minière ou du couvert végétal " . 2ème Journées Télédétection de Bondy (4-6 Dec. 1990), p. 49 63.
- Mabrut K. (1990) : " Recherche méthodologique en télédétection ,pour l'analyse de l'influence des sols salés sur la dynamique d'espaces agricoles deltaïques .Application aux plaines de la Crau et de la Camargue" - Mem.D.E.A. , Géographie et télédétection , 92 p. ; Paris.