

F

Identification des surfaces rizicoles par les données de télédétection

Identification of rice-growing land from teledetection data

M^{me} Thuy Le Toan *

Le programme AGRESTE avait pour but d'évaluer les possibilités des techniques de télédétection appliquées à quelques secteurs de l'agriculture. Le choix de l'identification des surfaces rizicoles comme objet de recherche est déterminé par le besoin d'un inventaire global tant en France et en Italie que dans les pays en voie de développement.

La méthodologie de l'inventaire des surfaces rizicoles en France est mise au point à partir des données de 1975 acquises à différents niveaux : satellite, avion et sol, en tenant compte des caractéristiques des rizières dans leur milieu environnant.

Description des rizières en Camargue

Un approvisionnement en eau abondant et des conditions topographiques favorables à la maîtrise de l'eau, ainsi que les conditions climatiques particulières ont limité l'installation des rizières à la région de Camargue, située dans le delta du Rhone, entre 43°24 et 43°45 N ; 4°25 et 4°50 E.

Afin de maintenir le niveau d'eau à 10 cm ± 1, les champs sont divisés en petites parcelles nivellées ; la plupart sont d'une superficie de 1 à 3 hectares, de forme rectangulaire et orientées suivant les courbes de niveau.

Plusieurs variétés de riz sont cultivées : Delta, Ballila 28, Euribé, Cristal, Cigallon, Arlésienne, R.B., et les stades de développement s'échelonnent entre les semailles (mi-avril - mi-mai) et les récoltes (mi-septembre - fin octobre). Durant cette période, les rizières sont apparues sous forme de mosaïques de surfaces rectangulaires de caractéristiques spectrales et

texturales variables suivant les conditions d'irrigation et les variétés cultivées.

De plus, dans certains cas, lorsqu'elles sont inondées, les rizières peuvent être confondues avec les marais et plans d'eau naturels qui abondent dans le site.

Les observations portant sur les stades de développement des 3 variétés de riz les plus cultivées en Camargue aux dates de passage de Landsat 2 en 1975 (Marie 1976) permettent de prévoir les possibilités d'utilisation des données de Landsat pour l'identification des surfaces rizicoles (tableau 1).

Méthodologie du traitement des données

Sur les 8 passages de Landsat 2 en 1975, les données utilisables sont celles des dates suivantes : 6 juillet (image 2.165.09511), 23 Juillet (2.182.09451), 11 Août (2.201.09502). Nous disposons en outre des photographies aériennes à 1 500 m et 7 000 m d'altitude sur une partie du site (Campagne GDTA 20 Juin 1975).

L'interprétation des images aériennes permet de localiser un certain nombre de surfaces de référence relatives aux principaux types d'occupation du sol dans le site : riz, vigne, blé, marais.

Etude des échantillons

La figure 1 montre un exemple d'histogramme du riz comparé avec celui du blé extrait d'une image aérienne digitalisée. Le premier présente une dispersion plus grande et une distribution non unimodale.

La figure 2 présente un exemple d'histogrammes de réponse des trois principales cultures : riz, vigne, blé et celui de l'eau du Rhône extraits des images MSS7 des scènes de Landsat.

(*) Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements 9, Avenue du Cofonel Roche 31029 Toulouse Cédex.



08808

Tableau 1		Stades de développement d'une variété de riz et observations sur l'utilisation des images de Landsat pour l'inventaire du riz
	Stade de développement de la variété DELTA	Remarques
13 Mai	Levée	Confusion possible avec plans d'eau naturels
31 Mai	Levée	Pluviomètre : 11 mm
18 Juin	Début de tallage	Différentes rizières sont asséchées pour le traitement herbicide
6 Juillet	Début de montée	Confusion possible avec des marais
24 Juillet	Gonflement visible	Plusieurs vignes et champs de blé sont inondés
11 Août	Mi-floraison	
29 Août	Grain laiteux	
16 Septembre	Grain pâteux	
4 Octobre	Maturité	

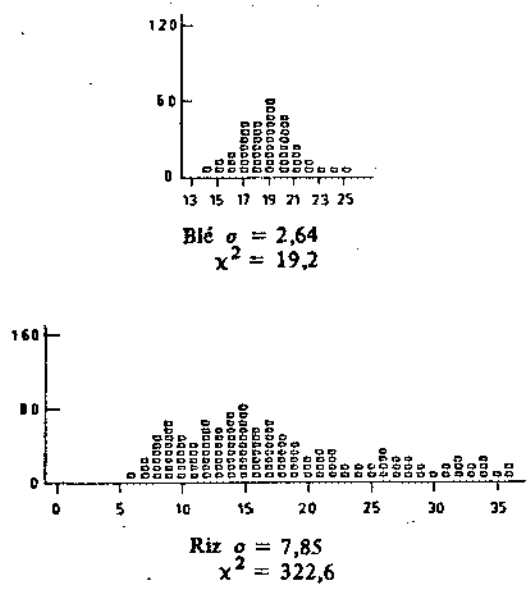


Figure 1 - Comparaison des histogrammes du riz et du blé.

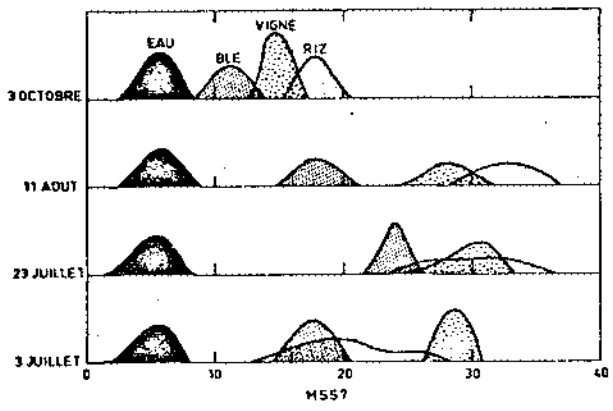


Figure 2 - Histogrammes des échantillons de riz - blé - vigne.

Etant donné la résolution de 80 m de Landsat et la faible dimension des parcelles, les histogrammes ont été établis avec plusieurs points élémentaires (pixels) appartenant à plusieurs champs.

On constate qu'aux dates de juillet où les végétaux sont au maximum d'activité, les réponses des 3 types de champs se recouvrent. La confusion s'atténue aux mois d'août et d'octobre après la récolte du blé puis celle du riz. Les mêmes tendances sont observées sur les images MSS4, MSS5, MSS6.

On remarque aussi que la dispersion relative des trois cultures varie dans le temps.

La dispersion des réponses du riz en juin et en juillet peut être expliquée par la diversité des stades de croissance du riz dans les différentes parcelles : début du tallage, début de montée, gonflement visible. L'eau transparaît plus ou moins à travers la végétation et la réponse d'une parcelle peut différer de celle d'une parcelle voisine. A la date du 11 août, le riz est au début d'épiaison ou mi-floraison, les champs ont un taux de recouvrement maximum et les réponses ont un caractère plus uniforme.

Le test au χ^2 est appliqué aux différentes distributions des réponses des échantillons afin d'évaluer leur écart avec les distributions théoriques de Gauss-Laplace

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

N nombre total de pixels
 f_i fréquence associée au niveau de luminance i
 p_i probabilité associée au niveau i calculé par la loi de Gauss.

On constate que dans le cas général, les valeurs de χ^2 relatives aux distributions "riz" dépassent les limites pour que l'hypothèse de l'ajustement à la loi normale soit acceptée. Dans ces conditions, les méthodes supervisées paramétriques fondées sur l'hypothèse normale des réponses des classes ne peuvent pas s'appliquer avec efficacité. C'est le cas de la méthode du maximum de vraisemblance.

La corrélation entre les réponses de l'eau (MSS7) et celle de la végétation (MSS5) peut aussi être étudiée par le coefficient de corrélation

$$r = \frac{\sigma^2_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

où σ_x et σ_y sont les écarts type des réponses de la classe sur les images MSS5, MSS7. Le coefficient de corrélation est plus fort dans le cas du riz par rapport à ceux des autres classes, comme le montre l'exemple suivant calculé sur quelques échantillons de l'image Landsat du 6 juillet.

	σ_{MSS5}	σ_{MSS7}	r
riz	4,37	6,44	-0,117
vigne	4,48	3,57	-0,012
blé	7,57	5,15	-0,005

Dans ce cas, le diagramme spectral des classes dans le plan MSS5 - MSS7 peut révéler un groupage des réponses du riz suivant un axe distinctif de ceux des autres classes (figure 3), et la méthode de classification la plus rapide consiste à choisir une fonction discriminante linéaire comme classificateur.

Comparaison des méthodes de classification

Plusieurs méthodes de classification sont testées sur les données du 11 Août relatives à un site réduit et bien connu au sol (Cassirame, 1977)

- les méthodes non supervisées : la méthode utilisée découle de la technique appelée les "nuées dynamiques" (Diday, 1970) qui consiste à former des classes autour des centres choisis aléatoirement. Afin de réduire le nombre d'itérations, la zone à classer est divisée en sous-zones de 60 x 60 pixels et pour une sous-zone z, les centres de classes au lieu d'être tirés au hasard, sont les derniers calculés de la zone z_{i-1} . En pratique, la sous-zone correspond à une surface de 4,8 km x 3,6 km sur l'image Landsat donc le même "paysage" peut se retrouver dans 2 sous zones contigües ;
- les méthodes non supervisées : différentes distances sont utilisées pour les méthodes non paramétriques :

- distance euclidienne pondérée :

$$d^2 = (x, y_i) \rightarrow (x - Gy_i)^t \Sigma_i^{-1} (x - Gy_i)$$

où y_i est une des classes de référence

Gy_i est le barycentre de y_i

- distance quadratique : distance de Mahalanobis :

$$d^2 : (x, x') \rightarrow (x - x')^t \Sigma_i^{-1} (x - x')$$

- distance du χ^2

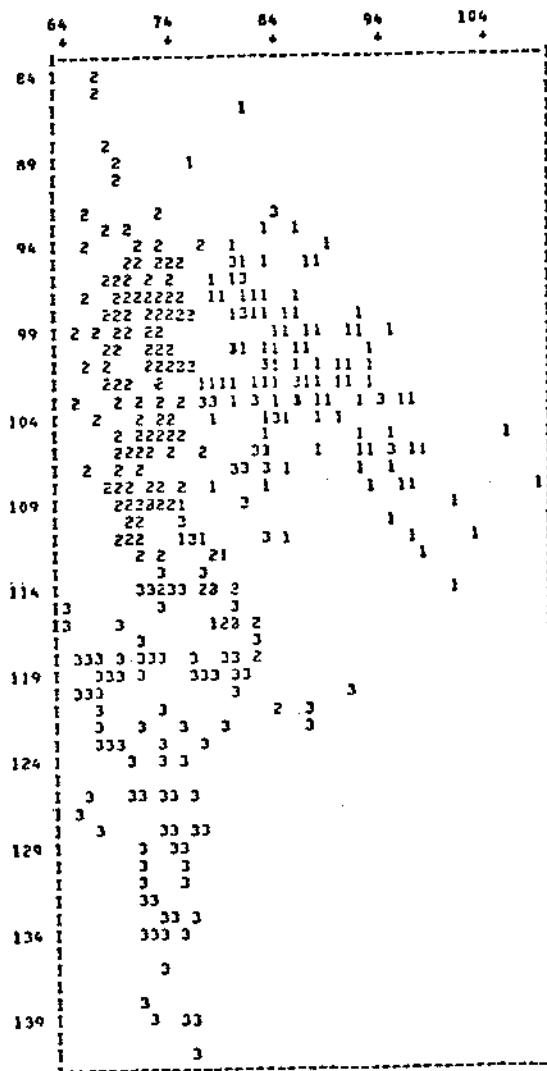


Figure 3 - Diagramme bispectral MSS5 - MSS7 (6 Juillet 1975). 1. Riz. 2. Vigne. 3. Blé.

La figure 4 montre une zone de 6,7 x 9,5 km (120 x 120 pixels) où quelques types de champs sont localisés : rizières en gris foncé, vigne en gris moyen, blé en gris clair.

Les méthodes supervisées dont un exemple de résultat est montré sur la figure 5 donne une bonne localisation des champs et une bonne concordance entre les surfaces calculées et celles estimées par les propriétaires (3% de différence).

Classification des données multitemporelles

Pour l'inventaire des rizières, les données de chacune des 3 dates (6 juillet, 23 juillet, 11 août) se révèlent insuffisantes (confusion avec des marais, des champs de blé ou de vigne inondés aux dates de juillet, voile de nuage sur une partie du site le 11 août). De plus, l'utilisation des données des trois dates permet, par une étude du "pourcentage des bien classés" effectuée sur les échantillons à partir des différentes combinaisons de canaux

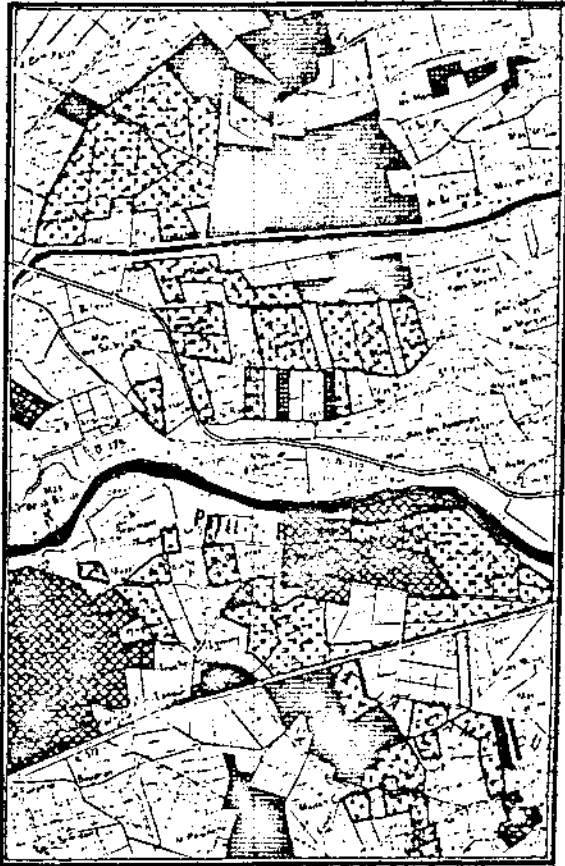


Figure 4 - Carte de référence : (gris foncé : riz ; gris moyen : vigne ; gris clair : blé).

pris parmi les 12, de connaître la meilleure combinaison en dates et en canaux, donc ainsi les meilleurs stades phénologiques pour l'acquisition des données. Le tableau 2 résume les meilleures combinaisons de 2, 4, 5 canaux.

D'après ces résultats, la date du 11 août correspondant pour l'ensemble des variétés de riz aux stades de croissance allant du gonflement visible à la mi-floraison présente la meilleure date pour la discrimination des rizières du milieu environnant.

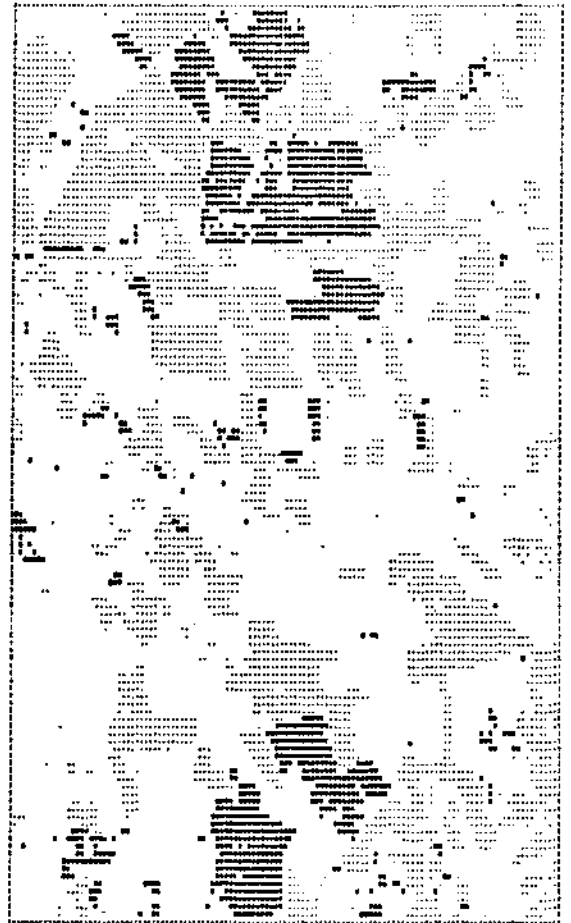


Figure 5 - Résultat de classification des données de Landsat (gris foncé : riz, gris clair : blé).

La méthode supervisée utilisant la distance euclidienne pondérée appliquée à la combinaison de 4 canaux : MSS7, MSS5, le 11 août, MMS7 le 6 juillet et MSS5 le 23 juillet donne une surface rizicole dans l'ensemble du site test de 12 000 hectares. La valeur donnée par l'Office National Interprofessionnel des Céréales (février 1976) est de 10 500 hectares.

Tableau 2		Pourcentage des biens classés pour différentes combinaisons de canaux	
		Pourcentage des biens classés	
Combinaison de canaux		Ensemble des échantillons	Echantillons riz
{	MSS7 11 Août	85,50	90
	MSS5 11 Août		
{	MSS7 11 Août	88,48	92
	MSS5 11 Août		
	MSS7 6 Juillet		
{	MSS5 11 Août	90,33	92
	MSS7 11 Août		
{	MSS7 6 Juillet	90,33	92
	MSS4 11 Août		
{	MSS5 23 Juillet		

Références

- CASSIRAME J. - *Méthodes de classification des données multidimensionnelles en Télédétection*. Thèse Doctorat de Spécialité - Université Paul Sabatier - Toulouse - Mars 1977.
- DIDAY E. - *La méthode des nuées dynamiques et la reconnaissance des formes*. Cahier de l'IRIA, Rocquencourt (France), 1976.

GALLI DE PARATESI S., GUYADER J.C. - *Agricultural resources investigations in southern France and Northern Italy*. Proceedings of the 9 th Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Ann. Arbor (Michigan), April 1974.

MARIE R., LE TOAN T. - *First results of the Agreste programme on irrigated crops* NTIS-NASA-CR-146822, January 1976.

Discussion

Président : M. R. FOULHOUZE

Le Président remercie Mme LE TOAN et souligne les multiples difficultés auxquelles les travaux présentés étaient confrontés.

M. VUILLAUME se demande si dans certains cas il n'y aurait pas intérêt à abandonner la méthode multicanaux au profit d'une méthode multidate sur un seul canal.

Mme LE TOAN répond que diverses combinaisons sont effectivement possibles dont il convient d'évaluer le coût et l'efficacité.

Elle confirme que le meilleur résultat est obtenu avec deux dates - celles de l'épiaison et celle du tallage.

M. VUILLAUME remarque que la classification est une procédure relativement lourde et qu'il est peut être possible - avec une bonne visualisation des images - de faire une composition photographique des 3 canaux. L'abaissement de coûts qui pourrait en résulter intéresserait sans doute des utilisateurs.

Mme LE TOAN pense que cela est possible mais implique - comme tout procédé photographique - une interprétation parfois difficile des résultats obtenus.

Le Président conclut en rappelant l'intérêt que le Ministère de l'Agriculture porte aux problèmes d'inventaires de surface :

La connaissance de l'occupation des sols est évidemment primordiale pour toute politique d'orientation technique au niveau des cultures et économique au niveau des marchés. Nous disposons actuellement d'un système statistique de détermination qui est assez précis, mais qui est lourd au plan des moyens humains et financiers, et aussi un peu lassant : on lasse les enquêteurs et on lasse les enquêtés.

La télédétection nous offrirait des possibilités très intéressantes, si elle pouvait apporter une solution à ces problèmes d'inventaires de surface par son automatisme, par sa répétitivité, par le fait qu'elle peut fournir une vue géographique et non pas statistique des choses ; c'est pourquoi nous y attachons une grande importance.

De plus, il y a des domaines où nous n'avons aucun renseignement, ou des renseignements très mauvais, en particulier le domaine des surfaces irriguées, drainées, inondables, inondées, etc. et où nous souhaiterions avoir davantage d'informations. Nous sommes donc très demandeurs dans le domaine des inventaires de surface.