

APPLICATION DE TRANSFORMATIONS LOCALES TEXTURALES
A LA CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE D'UNE ZONE
DE VEGETATION TROPICALE (SUMATRA)

APPLICATION OF LOCAL TEXTURAL TRANSFORM
TO THE AUTOMATIC CARTOGRAPHY
ON A TROPICAL VEGETATION AREA (SUMATRA)

par

D. GAMBART

Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements
CNRS - Université Paul Sabatier - Toulouse

RESUME

Les méthodes de classification utilisées en traitement d'images de télé-détection sont principalement multispectrales et multitemporelles. Ces méthodes considèrent le point à l'état isolé sans faire intervenir l'information spatiale contenue dans le voisinage d'un point.

Dans certains types d'images dans lesquelles la dynamique des valeurs se révèle être très faible et les contours inexistant, les résultats donnés par ces méthodes ne sont pas satisfaisants. Les classes ne peuvent être séparées.

L'introduction des transformations locales :

- a apporté une aide à l'apprentissage en permettant de résoudre les difficultés de localisation des échantillons dues aux contours flous,
- a fourni l'information texturale qui a pu être incorporée dans la classification.

ABSTRACT

Classification methods used in image processing from remote sensing are mainly multispectral and multitemporal. In these methods pixels are considered as isolated, the spatial information contained in the neighbourhood of a pixel does not appear in the classification method.

When images have spectral values with a low dynamic range and fuzzy edges, results given by the above methods are not satisfying. Classes cannot be separated.

Introduction of local transforms have provided an aid for training by permitting to resolve the sample location problem due to fuzzy edges. They have also yielded textural informations which can be introduced in the classification.

D'autres caractéristiques comme la directivité n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

III - ZONE ETUDIEE :

Sumatra (Indonésie) : Institut de la Carte Internationale du Reptier Végétal
- Site de la carte internationale du Reptier Végétal
- Scene Landsat 2 du 22 juin 1978 (133/63) Zone de 66 km x 67 km.

I - INTRODUCTION

I.1. Objectif :

L'objectif de cette étude est la résolution des problèmes de cartographie thématique par télédétection posés par :

1 - les caractéristiques de l'image :

La dynamique des valeurs spectrales dans la zone étudiée est très faible ce qui implique que les classes ne sont pas séparables.

2 - les caractéristiques du paysage :

Les échantillons sont très difficiles à localiser en raison de contours flous entre les formations végétales où le milieu naturel est à activité humaine extensive. Ceci conduit à envisager une méthodologie autre que la classification multispectrale classique.

I.2. Démarche suivie :

La démarche suivie a été celle de la classification supervisée :

- recherche des échantillons donnés par des spécialistes de formations végétales tropicales (I.C.I.T.V.)*

- élaboration de statistiques des échantillons et des classes.

- préclassification multispectrale - Etablissement de la matrice de confusion des classes.

- correction de la localisation grâce aux informations statistiques et aux transformations locales d'images.

- préclassification multitexturale - Etablissement de la matrice de confusion.

- cartographie thématique.

* I.C.I.T.V. : Institut de la Carte Internationale du Tapis Végétal

II - NOTION

Les méthodes temporelles dans une bande de sol se reconstruisent en classes confuses de formations végétales.

Définition d

Dans un échantillon de parcelles de parcelles de sol, d'une région. Dans la nature.

La texture des propriétés spatiales de la texture spatiale.

- la généralité, la

La phase peut être définie de manière subjective tous les observateurs. La texture est comme l'arrangement statistique statistique.

Du point de vue semble de parcelles fabrications.

Du point de vue des sous modèles placement dans.

Pour l'unité et la l'arrangement.

Dans les particularités techniques. D'autres caractéristiques satisfaisantes.

III - ZONE E

- Sumatra
- situés
- Scènes

II - NOTION DE TEXTURE EN TELEDETECTION :

Les méthodes de classification sont tout d'abord multispectrales ou temporelles. Les paramètres représentent l'énergie reçue au sol par un capteur dans une bande spectrale donnée ou à des dates différentes. Mais un objet au sol se reconnaît autant à sa forme et à sa texture qu'à sa couleur. Ainsi, les classes confondues spectralement seront différenciables grâce à l'apport d'informations texturales.

Définition de la texture : [1] [3] [4]

Dans un langage courant, la texture désigne les dispositions, arrangements de parties élémentaires qui composent un corps. On parle de texture d'un sol, d'une roche, d'une étoffe, du grain du bois, etc.
Dans la nature, différents matériaux peuvent se distinguer grâce à leur texture.

La texture est une propriété inhérente aux surfaces et possède diverses propriétés permettant de l'appréhender. Les termes habituels qui caractérisent la texture sont :

- la granularité, la régularité, la linéarité, la directivité, la répétitivité, le contraste, l'ordre, la connexité, l'homogénéité, etc...

La phase plus ou moins inconsciente de l'examen de ces photographies peut être définie comme la recherche de "caractères de bases". Cette notion est subjective mais il apparaît que les caractères intuitifs sont voisins pour tous les observateurs et il est possible de définir les normes sur ces caractères.

La texture est souvent perçue comme des inhomogénéités dans les tons de gris, comme l'arrangement répétitif d'unités élémentaires, ou comme des propriétés statistiques locales. Ainsi, la texture peut être étudiée à deux niveaux : statistique et structural.

Du point de vue statistique, une image peut être observée comme un ensemble de propriétés statistiques extraites d'un grand ensemble de mesures locales fabriquées sur ce modèle.

Du point de vue structural, une texture est considérée comme définie par des sous modèles qui se répètent, en supposant bien définies les règles de placement dans un modèle complet.

Pour des textures naturelles, il est difficile de déterminer le modèle unité et la règle de placement et pourtant la régularité ou l'homogénéité de l'arrangement est évident.

Dans cette communication, deux caractéristiques ont été étudiées plus particulièrement, l'homogénéité et le contraste, ceci d'un point de vue statistique.

D'autres caractéristiques comme la directivité n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

III - ZONE ETUDIEE :

- Sumatra (Indonésie) région de Martapura
- située entre le 3° et 5° latitude Sud et 103° et 105° longitude
- Scène Landsat 2 du 22 juin 1978 (133/63) zone de 66 km x 67 km.

IV - ETUDE DES ECHANTILLONS :

L'existence d'une couverture photographique aérienne datant de 1976 et une certaine connaissance du milieu donné par les thématiciens de l'ICITV a permis de situer une quarantaine d'échantillons.

Classes étudiées :

- 1 : Forêt dense Sempervirente
- 2 : Forêt dense (autre type)
- 3 : Forêt dégradée
- 4 : Broussailles
- 5 : Savane Arbustive
- 6 : Savane Herbeuse
- 7 : Mosaïque de Cultures Irriguées et Plantations d'arbres fruitiers
- 8 : Plantations
- 9 : Agglomérations
- 10 : Rizières
- 11 : Mosaïque de Cultures et Végétation Dégradée
- 12 : Rivière.

Une étude des valeurs spectrales et des statistiques de ces échantillons a permis de constater le peu de dynamique des valeurs spectrales dans les différents canaux ce qui implique une confusion des classes. La méthode de classification barycentrique a été choisie [2]. Le centre des classes correspond à la moyenne des échantillons d'une classe, la somme des écarts types dans chaque canal.

Les premiers résultats statistiques ont permis de rectifier l'emplacement des échantillons. Une préclassification sur ces échantillons a été effectuée et a donné lieu à la matrice de confusion des classes ci-dessous :

POURCENTAGE D'ELEMENTS PAR CLASSE :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.00	<u>31.65</u>	39.78	.66	4.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.00
2	0.00	29.29	<u>54.04</u>	8.59	0.00	8.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	13.89	4.76	<u>40.48</u>	7.94	8.73	.40	0.00	0.00	1.40	0.00	23.41	0.00
4	0.00	.74	.74	<u>14.07</u>	<u>38.52</u>	8.15	8.89	.74	14.81	1.48	0.00	11.85	0.00
5	0.00	2.08	15.10	3.13	<u>8.33</u>	<u>68.23</u>	1.04	0.00	1.04	0.00	0.00	1.04	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	6.52	0.00	<u>57.61</u>	16.30	14.13	3.26	0.00	2.17	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>26.15</u>	<u>38.46</u>	13.85	21.54	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	11.67	1.67	13.33	10.00	<u>41.67</u>	21.67	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	12.26	.65	3.87	14.19	23.87	<u>34.19</u>	10.97	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>7.89</u>	<u>87.72</u>	0.00	4.39
11	0.00	9.62	2.88	30.77	4.81	0.00	18.27	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>33.65</u>	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00	1.64	26.23	0.00	<u>70.49</u>

Ces résultats ont permis de constater que la nature de ces échantillons ne devait pas correspondre aux classes supposées. Pour le vérifier, les transformations locales d'images ont été appliquées sur cette zone.

V - TRANSFOR

Ce son ton de gris ment les rap Plusieurs op moyenne, gra etc...

Les op ractéristiqu

Moyenn points (ici sont diminué rompées.

Écart à la m

A écart

Les points (forêt) et z

Écart type s

Les po teur fait ap

Ces op de mieux les taines de ce arbres fruiti nes. Cette de l'homogén

L'ex les photos que les ima Une confron dication do par photoin des classes Dans ce cas

La fo ces deux cl

V - TRANSFORMATIONS LOCALES :

Ce sont des opérateurs qui permettent d'obtenir des modifications du ton de gris d'un point en fonction des tons de gris de ses voisins. Ils expriment les rapports du ton de gris du point avec ceux de ces voisins. Plusieurs opérateurs peuvent être utilisés : moyenne, écart type, écart à la moyenne, gradient dans des directions opposées, écart par rapport à la moyenne, etc...

Les opérateurs suivants ont permis d'obtenir des images offrant des caractéristiques suffisantes pour la localisation des échantillons.

Moyenne : remplacer un point par la moyenne sur le voisinage de ces points (ici voisinage de 3 x 3) l'image est alors homogénéisée, les contrastes sont diminués. Les zones homogènes sont mises en évidence, les frontières estompées.

Ecart à la moyenne :

$$A \text{ écart} = \begin{pmatrix} 000 \\ 010 \\ 000 \end{pmatrix} - A \text{ moy} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 9 & 9 & 9 \\ -1 & -8 & -1 \\ 9 & 9 & 9 \\ -1 & -1 & -1 \\ 9 & 9 & 9 \end{pmatrix}$$

Les points de fort contraste sont détectés. L'opposition entre zone homogène (forêt) et zone hétérogène (mosaïque de culture) est mise en valeur.

Ecart type sur le voisinage :

Les points sont remplacés par l'écart type sur le voisinage. Cet opérateur fait apparaître les zones homogènes et inhomogènes.

Ces opérateurs ont permis de faire apparaître les grandes zones et ainsi de mieux les distinguer dans un paysage où les contours sont inexistant. Certaines de ces zones sont très inhomogènes telles les mosaïques de rizières et arbres fruitiers. D'autres comme les rizières ou les forêts sont très homogènes. Cette caractéristique permettra de les séparer. De même différents degrés de l'homogénéité peuvent permettre de distinguer la dégradation de la forêt.

L'exemple ci-après (fig.1,2,3) montre que l'échantillon choisi d'après les photos aériennes, ici la rizière, ne peut correspondre à cette classe puisque les images transformées font apparaître une zone inhomogène.

Une confrontation avec les thématiciens de l'ICITV a permis de confirmer l'indication donnée par les images transformées : les échantillons présélectionnés par photointerprétation sur les photos aériennes n'étaient pas représentatifs des classes citées.

Dans ce cas, les transformations d'image ont été une aide à l'interprétation.

La forêt sempervirente et non sempervirente ne peut se distinguer, ainsi ces deux classes ont été regroupées.

LOCALISATION D'UN ECHANTILLON REPRESENTATIF DE LA RIZIERE

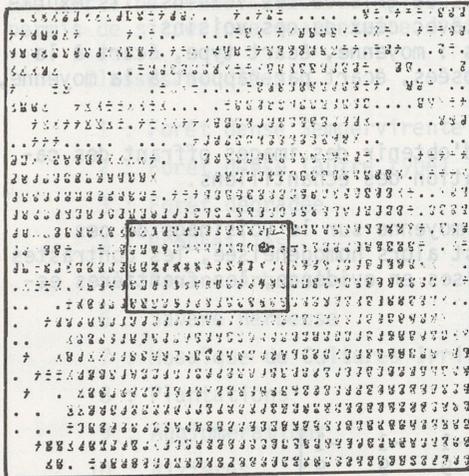


Image originale
fig.1

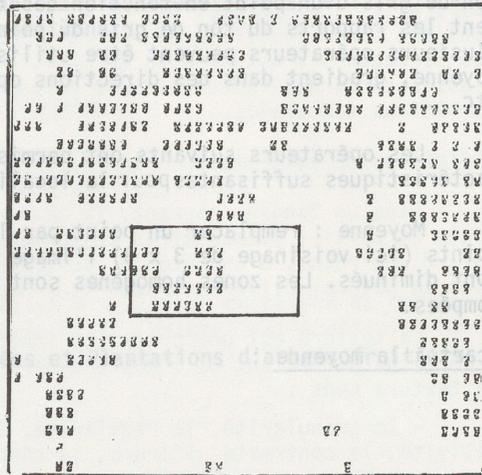


Image transformée par
l'écart type
fig.2

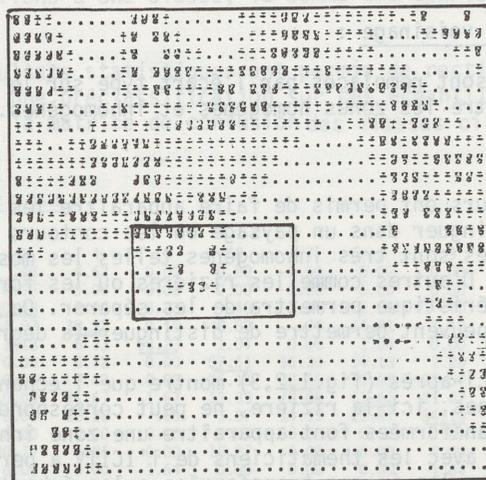


Image transformée par l'écart à la moyenne
fig.3

De nou
gènes et inh

La mat
tre une amé

POURC

1	0.0
2	0.0
3	0.0
4	0.0
5	1.1
6	0.0
7	0.0
8	0.0
9	0.0
10	0.0
11	0.0

Le système
celles de c
dences sont

Un re
zones mélan
8-9 correspo

Nouvelles c

- 1 : f
- 2 : f
- 3 : b
- 4 : s
- 5 : s
- 6 : M
- 7 : r
- 8 : M
- 9 : R

La matrice
meilleurs r
correcte.

POURC

1	0
2	0
3	0
4	0
5	1
6	0
7	0
8	0
9	0

De nouveaux échantillons ont été choisis en tenant compte des zones homogènes et inhomogènes apparues dans les images transformées.

La matrice de confusion effectuée à partir de ces nouvelles données montre une amélioration des résultats.

POURCENTAGE D'ELEMENTS PAR CLASSE :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.00	62.75	20.59	5.88	10.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	17.09	61.08	20.89	.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	20.00	23.64	45.45	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	27.08	0.00	10.42	43.75	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	6.25	0.00
5	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	87.91	0.00	0.00	5.49	0.00	5.49	0.00
6	0.00	0.00	0.00	.63	5.17	3.29	41.07	10.19	14.11	20.69	4.86	0.00
7	.76	0.00	0.00	0.00	.25	27.16	23.10	14.21	22.34	11.17	1.02	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	7.14	17.86	21.43	7.14	32.14	0.00	14.29	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.51	0.00	0.00	89.36	0.00	2.13
10	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.33	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.65	0.00	82.35

Le système de culture dans cette région est partagée d'une part en petites parcelles de cultures avec rizières et arbres fruitiers et d'autre part les résidences sont entourées de cultures et vergers.

Un regroupement de classe a été effectué : les agglomérations sont des zones mélangées de cultures et de plantations et d'habitations. Les classes 7-8-9 correspondent à une seule classe.

Nouvelles classes :

- 1 : forêt dense
- 2 : forêt dégradée
- 3 : broussailles
- 4 : savane arbustive
- 5 : savane herbeuse
- 6 : Mosaïque de cultures irriguées, arbres fruitiers, agglomérations
- 7 : rizière
- 8 : Mosaïque de culture et végétation dégradée
- 9 : Rivière.

La matrice de confusion ci-dessous établie avec les nouvelles classes donne de meilleurs résultats mais ils sont insuffisants pour obtenir une classification correcte.

POURCENTAGE D'ELEMENTS PAR CLASSE :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00	65.69	20.59	12.75	.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	17.09	61.08	21.52	.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	20.00	23.64	43.64	12.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	22.22	66.67	0.00	0.00	0.00	11.11	0.00
5	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	92.31	0.00	0.00	6.59	0.00
6	.12	0.00	0.00	.36	15.74	8.47	51.94	20.10	3.27	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.51	89.36	0.00	2.13
8	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00	88.89	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.65	0.00	82.35

VI - CLASSIFICATION MULTITEXTURALE :

L'introduction d'informations texturales s'avère nécessaire. Les transformations locales : moyenne, écart type, écart à la moyenne font apparaître les homogénéités et inhomogénéités. Ces caractéristiques sont contenues dans les images transformées et sont ainsi des paramètres discriminants pour la classification.

Cette classification est alors multitexturale car interviennent différents paramètres qui peuvent être spectraux ou texturaux, (la couleur étant considérée comme une caractéristique particulière de la texture).

La matrice de confusion effectuée après préclassification pour les canaux (MSS4, MSS5, MSS6, MSS7, image transformée "moyenne", image transformée "écart type") offre des résultats satisfaisants.

POURCENTAGE D'ELEMENTS PAR CLASSE :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.00	<u>66.67</u>	10.78	21.57	.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	4.43	<u>73.42</u>	22.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	21.82	<u>21.82</u>	<u>49.09</u>	7.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	<u>5.56</u>	<u>94.44</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>98.90</u>	0.00	0.00	1.10	0.00
6	0.00	0.00	.12	.36	18.40	<u>6.90</u>	<u>52.30</u>	19.98	1.94	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>6.38</u>	<u>91.49</u>	0.00	2.13
8	0.00	5.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>94.44</u>	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.76	0.00	<u>88.24</u>

VII - CONCLUSION :

Des traitements de différents types tel que l'insertion dans la classification d'indices texturaux donnés par les matrices de cooccurrence d'Haralick [6] ont été testés. Ceux-ci n'ont pas donné de résultats significatifs.

Les résultats de la dernière préclassification seront améliorés en introduisant dans la classification multispectrale, l'information texturale sous une forme différente de celle décrite ici. Elle sera déduite des transformations locales mais sous forme d'indice d'homogénéité obtenu par un seuil sur les valeurs des images transformées. Ceci permettra d'ajouter dans la méthode de classification un paramètre contenant l'information texturale, beaucoup plus indépendant des valeurs spectrales, ce qui n'est pas le cas actuellement. En effet, les valeurs des images transformées, si elles représentent les grandes zones homogènes et hétérogènes, conservent l'influence de la radiométrie. Cet indice représentera alors un degré d'homogénéité plutôt qu'une indication sur l'homogénéité.

BRACONNE [1]

CASSIRAME [2]

GAMBART [3]

GUY [4]

HARALICK [5]

HARALICK [6]

PRATT [7]

QUACH [8]

ROSENFELD [9]

ROSENFELD WEZKA [10]

SARRAT [11]

ZUCKER [12]

BIBLIOGRAPHIE

- BRACONNE
 [1] "Applications des notions de texture et structure à la cartographie thématique automatique" (Journée de télédétection du G.D.T.A. - Sept. 1977)
- CASSIRAME
 [2] "Méthodes de classification des données multidimensionnelles en télédétection" Thèse 3e cycle - Toulouse - 1977)
- GAMBART
 [3] "Texture et télédétection" Rapport CESR Décembre 1982
- GUY
 [4] "Traitements des images et méthodes d'exploitation" Géoforum 3/1970
- HARALICK
 [5] "A resolution preserving textural transform for images" (Comp. graph., Pat. rc. and data struc. conf. - 1975)
- HARALICK
 [6] "Textural features for image classification" I.E.E.E. transactions on systems, man and cybernetics, vol. SMC-3 N° 6, Nov. 1973.
- PRATT
 [7] "Quantitative approaches to image feature extraction and segmentation" (Congrès AFCET-IRIA - 1978)
- QUACH
 [8] "Utilisation de transformations locales à l'étude de la texture des images de télédétection" Thèse de 3e cycle 1979 (CESR)
- ROSENFELD
 [9] "Picture processing by computer" (Academic Press - 1969)
- ROSENFELD
 WEZKA
 [10] "A comparative study of texture measure for terrain classification (Proc. of the I.E.E.E. Conf. and Comp. graph., pat. rc. and data structures - 1975)
- SARRAT
 [11] "Analyse de la texture des images de reflectance terrestre" (Thèse de spécialité - Université P. Sabatier - TOULOUSE - 1977)
- ZUCKER
 [12] "Toward a model of texture" (Comp. Graph. and image Process. 5 - pp 190-202 - 1976)

[1] Applications des notions de texture et structure à la cartographie
 Formations : selles, moyennes, épytracées, épytracées
 Formations : selles, moyennes, épytracées, épytracées
 Formations : selles, moyennes, épytracées, épytracées
 Formations : selles, moyennes, épytracées, épytracées

[2] "Méthodes de classification des données multidimensionnelles en géo-
 stéréographie" par G. D. T. A. (1977)
 Thèse de cycle, Toulouse, 1977

[3] "Texture et télédétection" par G. D. T. A. (1977)
 Rapport CESR Décembre 1982
 Séminaire géom., annexe, 7SSM, MSS5, MSS4, MSS3

[4] "Traitements des images et méthodes d'exploitation"
 Géoforum 3/1970

[5] "A resolution preserving textural transform for images"
 (Comp. Graph., Pat. rec. and data struc. conf., 1978)

[6] "Textural features for image classification"
 I.E.E.E. transactions on systems, man and cybernetics, vol. SMC-3,
 Nov. 1973

[7] "Quantitative approaches to image texture extraction and segmenta-
 tion"
 (Congrès AFCT-IRIA - 1978)

[8] "Utilisation de transformations locales à l'étude de la texture des
 images de télédétection"
 Thèse de cycle 1979 (CESR)

[9] "Texture processing by computer"
 (Academic Press, 1980)

[10] "A comparative study of texture measure for certain classification
 (Proc. of the I.E.E. Conf. and Comp. Graph. Pat. rec. and data
 structures, 1979)

[11] "Analyse de la texture des images de télédétection par les méthodes
 de l'Université P. Sabatier - TOULOUSE (1977)"
 Thèse de cycle, Toulouse, 1977

[12] "Towards a model of texture"
 (Comp. Graph. and image Process. 5 - pp 190-202 - 1976)

TH

certains types

sés et spécifiés

certains types
 sés et spécifiés

avec des exem
 nes agraires s
 au cours de pl
 sement d'une o
 réversés dans
 sement pour
 terminer les es

pe patterns, p
 fied from thei
 plus ou moins
 marked out by
 realized in the

ganisation, fr
 cular features
 from processin
 sults ; settin
 tion of the ag

plus spontan
 es d'organisa