



HAL
open science

Contribution à l'étude des images ERTS-1 à l'échelle du 1/1000000 du projet Golion (Languedoc-Roussillon)

Guy Caballé, G. Long

► **To cite this version:**

Guy Caballé, G. Long. Contribution à l'étude des images ERTS-1 à l'échelle du 1/1000000 du projet Golion (Languedoc-Roussillon). [Rapport de recherche] Centre d'études phytosociologiques et écologiques (CEPE). 1973, 45 p. hal-02382073

HAL Id: hal-02382073

<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02382073v1>

Submitted on 27 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Guy CABALLÉ

Docteur en écologie
Phyto-écologue
au C.E.P.E. L.Emberger

sous la direction de G. LONG

Chef de la Division de Phyto-écologie générale
au C.E.P.E. L. Emberger / C.N.R.S. Montpellier

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES IMAGES ERTS - 1
A L'ÉCHELLE DU 1/1 000 000 DU PROJET GOLION
(LANGUEDOC - ROUSSILLON)

Investigateur principal du Projet GOLION:
M. Max GUY, E.N.S.P.M. et I.F.P. Rueil Malmaison.
Co-investigateur pour la partie "ÉCOLOGIE":
M. Gilbert LONG, C.E.P.E. L. Emberger Montpellier.
Rédacteur du rapport chargé des études :
M. Guy CABALLÉ, Phyto-écologue au C.E.P.E.

Les recherches qui font l'objet du présent mémoire
ont bénéficié de l'aide financière du C.N.E.S.
(Programme des ressources terrestres) et de facilités
accordées par la D.R.M.E., l'I.F.P. et le C.E.P.E./C.N.R.S.

Document N° 67

Distribution très limitée

Montpellier le 30 Septembre 1973

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE D'ÉTUDES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES Louis EMBERGER
B.P. 5051 - 34 033 MONTPELLIER CEDEX Tél. 72 - 04 - 00

PLAN DU RAPPORT

	<u>page</u>
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	IV
NOTE LIMINAIRE (G. LONG)	1
<u>I - RAPPELS GENERAUX SUR LA MISSION DE ERTS ("Earth Resources Technology Satellite") ET SUR LE PROJET GOLION</u>	<u>3</u>
1 - <u>Rappels sur le satellite : fonctionnement et but ...</u>	3
2 - <u>Références des photographies prises par ERTS-1</u>	4
3 - <u>Caractéristiques des photographies examinées</u>	5
3.1 - Echelle photographique	5
3.2 - Couverture photographique	5
3.3 - Territoire étudié	5
3.4 - Nature des photographies examinées	5
<u>II - PROCEDURE MISE EN PLACE POUR L'ETUDE PRELIMINAIRE DES PHOTOGRAPHIES RECUES A MONTPELLIER</u>	<u>6</u>
1 ^{ère} <u>phase : photo-interprétation</u>	6
2 ^{ème} <u>phase : photo-identification</u>	7
<u>III - PREMIERS RESULTATS (portant sur les images du 22 septembre 1972 de la vallée du Rhône et du versant oriental du Massif central)</u>	<u>9</u>
1 - <u>Caractéristiques des photographies étudiées</u>	9
1.1 - Indicatifs des photographies	9
1.2 - Localisation et étendue de la surface photographiée	9
1.3 - Nature et qualité des clichés	9
1.4 - Partie du cliché étudiée	9
2 - <u>Photo-interprétation et photo-identification préliminaires</u>	<u>9</u>
2.1 - Zone homogène 1	11
2.4 - Zone homogène 4	12

	<u>page</u>
2.8 - Zone homogène 8	13
2.11 - Zone homogène 11	14
2.16 - Zone homogène 16	15
3 - <u>Conclusions</u>	15
IV - <u>ANALYSE COMPARATIVE DES IMAGES ISSUES DES DIFFERENTS CANAUX</u> (portant sur les images du 9 octobre 1972 du delta du Rhône)	18
1 - <u>Caractéristiques des images</u>	18
1.1 - Indicatifs des photographies	18
1.2 - Localisation et étendue de la surface photographiée	18
1.3 - Nature et qualité des clichés	18
1.4 - Partie du cliché étudiée	18
2 - <u>Photo-interprétation</u>	20
2.1 - Rappels	20
2.2 - Pouvoir discriminant des canaux	21
2.3 - Dominantes par canaux	23
2.4 - Variabilité des limites tracées et des zones délimitées	25
3 - <u>Photo-identification</u>	27
3.1 - Confrontation des zones photo-interprétées et unités du thème "pédologie"	29
3.2 - Confrontation des zones photo-interprétées et unités du thème "géologie"	32
3.3 - Confrontation des zones photo-interprétées et des unités du thème "morphologie"	33
3.4 - Confrontation des zones photo-interprétées et des unités du thème "végétation"	33
34.1 - Végétation actuelle	34
341.1 - Résultats de la confrontation des "divers caractères de la végétation actuelle et des unités photo-interprétées"	36

341.2 - Comparaison du couvert végétal actuel et des zones homogènes et isophènes de la zone-test des Costières du Gard.....	40
34.2 - Végétation potentielle	40
3.5 - Commentaires généraux sur la signification thématique des zones photo-interprétées et conclusions générales	41
V - <u>PERSPECTIVES POUR LA SUITE DU TRAVAIL</u>	44
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	45

LISTE DES FIGURES

1	Interprétation en zones homogènes et isophènes	10
2	Photo-interprétation détaillée et photo-identification préliminaire	16
3	Photo-interprétations	19

LISTE DES TABLEAUX

1	Estimation relative du pouvoir discriminant par canal	22
2	Importance relative des tons et textures moyennes par canal	24
3	"Pérennité" des zones et de leurs limites	26
4	Valeur d'identification des différents canaux pour les thèmes retenus dans l'étude de la zone-test des Costières du Gard	28
5	Signification thématique des zones photo-interprétées	31
6	Valeur relative des unités délimitées sur les images ERTS-1 et sur les cartes de la végétation.....	35

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

Zones retenues pour l'étude au 1/1 000 000 du territoire-test des Costières du Gard	17
---	----

NOTE PRELIMINAIRE

Ce rapport constitue la première contribution importante, certes encore très modeste, des phyto-écologues du C.E.P.E.-L.Emberger au projet GOLION.

Les images reçues à Montpellier n'ont permis qu'une analyse très préliminaire, dont les premières observations sont formulées dans ce rapport. M. Guy CABALLÉ s'est attaché, sous notre direction, et dans le cadre des échanges de vues qu'il a pu avoir librement avec les collègues du C.E.P.E. concernés par les recherches sur la télédétection des ressources terrestres (notamment Melle G. RIMBAULT et M. B. LACAZE), à mettre en place une approche très simple, compatible avec la nature des données disponibles et avec les moyens progressivement existants. Il a montré notamment que les images reçues (essentiellement celles du 22 septembre 1972 et du 9 octobre 1972, pour une petite partie du Languedoc-Roussillon) se prêtaient à une photo-interprétation en zones homogènes et en zones isophènes. Cette interprétation fournit un cadre objectif à la délimitation "d'unités" dont on peut dire d'ores et déjà qu'elles correspondent aux divers niveaux de perception écologique du territoire (régions et sous-régions écologiques, secteurs et sous-secteurs écologiques, G. RIMBAULT, en prép.). La phase "identification" a été conduite à partir des documents thématiques fondamentaux existants et de visites sur le terrain (notamment sur la zone-test des Costières du Gard).

Dans une phase ultérieure, il est envisagé d'entreprendre quelques analyses plus fines (contrastes chromatiques) et de recourir à la numérisation de certaines images en vue d'une analyse quantitative.

On envisage enfin d'aborder les études à caractère chronoséquentiel avec les quelques images successives qui sont disponibles (3 dates, pour la période automne 1972-hiver 1973 sur la zone test des Costières du Gard).

Le travail de M. CABALLÉ souligne l'intérêt plus particulier des canaux 5 et 6 du MSS, en ce sens qu'ils présentent le meilleur pouvoir discriminant. Par ailleurs, sur un territoire de l'ordre de 120 000 ha, il a été possible de délimiter jusqu'à 24 zones homogènes à partir du canal 5, chaque zone ressortissant à une "réponse" thématique particulière qui a été succinctement analysée à l'échelle du 1/1 000 000.

L'efficacité des divers canaux du MSS pour les divers thèmes testés (géologie, pédologie, morphologie, végétation actuelle et utilisation du sol, végétation potentielle ...) a été recherchée.

En ce qui concerne la végétation et l'utilisation du sol, il se confirme que les canaux 5 et 6 sont les plus efficaces pour traduire les diverses unités ; mais aucun canal ne saurait a priori être éliminé, car ils ont chacun un intérêt particulier soit pour la végétation elle-même, soit pour le milieu dans lequel elle se développe.

Si c'était utile, cela confirme encore le caractère nécessairement global de la télédétection à partir des satellites des ressources terrestres et justifie l'approche interdisciplinaire qui est sous-jacente dans la formulation du Projet GOLION auquel le CEPE-L.Emberger a fourni une participation modeste.

G. LONG

I.- RAPPELS GENERAUX SUR LA MISSION DE ERTS ("Earth Resources Technology Satellite") ET SUR LE PROJET GOLION

1. Rappels sur le satellite : fonctionnement et but

ERTS, le satellite des ressources terrestres, comme on l'appelle communément, a été lancé le 23 juillet 1972 par la N.A.S.A.

Pendant douze à dix huit mois consécutifs, il avait pour principale mission de "photographier" la surface de la terre depuis une orbite sub-polaire située à 911 km d'altitude. Pour accomplir cette mission, la NASA l'a équipé d'un matériel approprié comprenant pour l'essentiel d'une part, trois caméras de télévision (RBV) et, d'autre part, un scanner multi-spectral (MSS) à 4 canaux. Chacune de ces deux catégories de détecteur donne de la terre une "imagerie" spécifique ; celle à laquelle nous avons accès appartient exclusivement à la deuxième catégorie de matériel.

Le scanner multi-spectral fonctionne comme un système d'enregistrement à balayage optique, opérant dans le visible et le proche infra-rouge par canaux de longueur d'onde. On emploie le sigle MSS ("Multi Spectral Scanner") pour désigner ce système de détection.

De l'orbite qu'il décrit, le satellite prend des "photographies" d'une bande de la surface terrestre de 180 km de large qu'il balaie d'Ouest en Est. La même bande devait être en principe balayée tous les 18 jours.

Pour chaque zone "photographiée" au MSS on obtient quatre images correspondant aux quatre canaux de longueur d'onde du MSS.

Ces quatre canaux sont les suivants^{*} :

- canal 4 : 0,5 - 0,6 micromètre (μm)
- canal 5 : 0,6 - 0,7 "
- canal 6 : 0,7 - 0,8 "
- canal 7 : 0,8 - 1,1 "

(*) les canaux 1, 2 et 3 désignent les images obtenues par le système télévision R.B.V. ("Return Beam Vidicon"), qui n'a pas été opérationnel pour le Sud de la France.

2. Références des photographies prises par ERTS-1

Chaque photographie est identifiable par les indicatifs que la NASA lui a affectés et qui sont inscrits au bas de chaque cliché.

Exemple :

22SEP72	C	N44-31/E004-09	N	N44-29/E004-14	MSS	7	R					
(1)		(2)		(3)		(4)						
SUN	EL41	AZ148	192-0846	A-1-N-D-1L	NASA	ERTS	E-1	061-10015-7				
(5)		(6)		(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)		

Pour les besoins de l'exposé écrit, l'indicatif de chaque photographie est scindé en 13 compartiments^{*}, numérotés de (1) à (13).

Chaque compartiment apporte l'information suivante :

- (1) date de prise de vue
- (2) coordonnées du centre de la photographie en degrés
- (3) coordonnées du nadir en degrés
- (4) numéro du canal ou de la bande spectrale
R signifie que les données images ont été enregistrées à bord du satellite, avant d'être transmises au sol
- (5) angles d'élévation et d'azimut du soleil au moment de la prise de vue
- (6) position du satellite et numéro de l'orbite au moment de la prise de vue
- (7) caractéristiques diverses du traitement de l'image
- (8) provenance du cliché
- (9) nom du projet : ERTS
- (10) nom de la mission en abrégé : ERTS 1
- (11) nombre de jours écoulés depuis le lancement
- (12) heure G.M.T. de la prise de vue
- (13) rappel du numéro du canal ou de la bande spectrale

Pour la commodité de l'exposé, et étant donné que nous nous reportons souvent aux images d'un même territoire géographique, les références retenues seront celles des compartiments (1), (10), (11), (12) et (13) signalées toujours dans cet ordre ; soit pour l'exemple choisi précédemment :

22SEP72 E-1 061 10015-7

(*) sur la photographie, l'indicatif n'est pas compartimenté ; il se présente sur une seule ligne.

3. Caractéristiques des photographies examinées

3.1 - Echelle photographique : 1/1 000 000

3.2 - Couverture photographique

Chaque photographie couvre une portion carrée de la surface terrestre de 180 km de côté, soit une superficie de 32400 km² (=3 240 000 hectares). A titre de comparaison : la région de programme du Languedoc-Roussillon dans le Sud de la France couvre une superficie de 27 000 km².

3.3 - Territoire étudié

Il dépendra évidemment des clichés qui sont réellement mis à notre disposition.

Compte tenu des disponibilités, nous avons essayé de concentrer nos efforts sur l'étude du Languedoc-Roussillon. C'est la raison pour laquelle notre travail s'insère dans le cadre plus général du Projet GOLION (Projet d'étude du Golfe du LION ; responsable : Prof. Max GUY, ENSPM, Rueil Malmaison).

3.4 - Nature des photographies examinées

Dans un premier temps, le responsable du Projet GOLION nous a fourni des tirages papier noir-blanc à l'échelle du 1/1 000 000, au format 18 cm x 18 cm.

Il est évident que ce genre de document ne permet pas une analyse quantitative très fine et orientée des images ; il est envisagé ultérieurement de collaborer à l'exploitation semi-automatique ou automatique des documents originaux dans les domaines qui nous concernent.

II. - PROCEDURE MISE EN PLACE POUR L'ETUDE PREMIMINAIRE DES PHOTOGRAPHIES RECUES A MONTPELLIER

Compte tenu de la nature des documents et des faibles moyens disponibles, l'étude des photographies a été menée en deux phases consécutives : photo-interprétation et photo-identification.

1^{ère} phase : photo-interprétation

Elle est basée sur l'étude des caractères photographiques suivants des images :

caractères	classes de variation considérées
ton (1)	blanc, gris clair, gris, gris foncé, noir (1)
texture	très fine, fine, grossière, très grossière
structure décelable	absence ou présence dans le cas de la présence, la nature de la structure est précisée : alignement, groupement, figuré, zonage, etc.
contraste interne	absence ou présence dans le cas de la présence, la force et la nature du contraste sont indiquées : faible, ou moyen ou fort ; contraste de ton, ou de texture, ou de structure décelable.
contraste de voisinage	nul ou très faible, faible, moyen, fort, très fort.

Les buts à atteindre au cours de cette phase sont :

- d'abord, la délimitation des zones homogènes qui sont décrites au moyen des caractères précédents ;
- ensuite, la comparaison de toutes ces zones, ce qui permet de déterminer les zones isophènes (2).

(1) cf. échelle de tons, portée en marge des clichés de la NASA.

(2) Deux zones sont dites isophènes quand elles ont les mêmes classes de variation, pour chaque caractère considéré (d'après, POISSONET, P., 1966.- Place de la photo-interprétation dans un programme d'étude détaillée de la flore, de la végétation et du milieu. in Actes du II^{ème} Symp. Int. Paris, IV, 2, 51-55).

2^{ème} phase : photo-identification

Au cours de cette phase, on procède à l'identification thématique du contenu des zones délimitées lors de la phase précédente et on précise leurs limites. Il faut voir également si les différences notées entre ces zones sont significatives sur le plan thématique.

Pour cela, on envisage d'opérer par approches successives en superposant le document issu de la photo-interprétation à d'autres documents, déjà existants, et qui correspondent à divers thèmes cartographiques dont voici la liste (non exhaustive) en ce qui concerne le Languedoc-Roussillon.

thèmes testés	forme et provenance des thèmes
végétation	cartes de l'Atlas du Languedoc-Roussillon au 1/750 000 - C.E.P.E.-L.EMBERGER, Montpellier
·	·
·	·
·	·
·	·
géologie	carte géologique de la France au 1/1 000 000 -B.R.G.M., Orléans
pédologie	carte pédologique de la France au 1/1 000 000, I.N.A., Paris
litho-structure	carte de l'Atlas du Languedoc-Roussillon au 1/750 000, Prof. DUGRAND, Université Paul Valéry, Montpellier
surfaces d'érosion et d'accumulation	carte de l'Atlas du Languedoc-Roussillon au 1/750 000, Prof. DUGRAND, Université Paul Valéry, Montpellier
morphologie	carte de l'Europe au 1/1 000 000, coupure Paris, et cartes de la France au 1/500 000, coupures Bordeaux, Marseille et Lyon - I.G.N., Paris
hydrographie	carte de l'Europe au 1/1 000 000, coupure Paris, et cartes de la France au 1/500 000, coupures Bordeaux, Marseille et Lyon - I.G.N., Paris
voies de communication	carte de l'Europe au 1/1 000 000, coupure Paris, et cartes de la France au 1/500 000, coupures Bordeaux, Marseille et Lyon - I.G.N., Paris
habitat	carte de l'Europe au 1/1 000 000, coupure Paris, et cartes de la France au 1/500 000, coupures Bordeaux, Marseille et Lyon - I.G.N., Paris

Bien entendu, il est possible de faire appel à des documents cartographiques à plus grande échelle lorsqu'ils existent, ou lorsque les besoins de l'identification plus précise le justifient.

Ainsi, après avoir passé en revue ces divers thèmes cartographiques, on pourra déterminer le canal (ou les canaux) présentant le plus fort pouvoir discriminant pour la couverture végétale, par exemple, ou bien, celui qui intègre le plus de thèmes à la fois et qui serait de ce fait, plus "écologique" que les autres. Tels sont quelques-uns des objectifs visés dans cette deuxième phase.

A partir de ces clichés, nous essaierons aussi de réaliser, sur quelques territoires-tests du Languedoc-Roussillon, l'étude temporo-spatiale de la couverture végétale dans ce qu'elle a d'immédiatement perceptible à l'échelle du 1/1 000 000. Ce projet paraissait réalisable en pratique puisque chaque bande de la surface terrestre devait être photographiée de manière répétitive tous les 18 jours.

III. - PREMIERS RESULTATS (portant sur les images du 22 septembre 1972 de la Vallée du Rhône et du versant oriental du Massif central)

1 - Caractéristiques des photographies étudiées

1.1 - Indicatifs des photographies

1^{ère} photographie : 22SEP72 E-1 061 10015 7
2^{ème} photographie : 22SEP72 E-1 061 10015 6

Les images des canaux 5 et 4 n'ont pas été retenues (cf. § 1.3).

1.2 - Localisation et étendue de la surface photographiée

La surface photographiée s'étend depuis Brioude (Haute Loire) et Villars-de-Lans (Isère) au Nord, jusqu'à St Affrique (Aveyron) et Miramas (Bouches-du-Rhône) au Sud. On peut aussi localiser et apprécier l'étendue de la surface aux moyens des coordonnées géographiques qui sont portées en marge des clichés. Dans le cas présent, la surface photographiée est comprise entre les méridiens Est 3°00 et 5°00, et les parallèles Nord 44°00 et 45°00.

1.3 - Nature et qualité des clichés

Les clichés sont des photographies des tirages positifs originaux. Ceux qui nous ont été livrés sont de qualité médiocre ; il conviendrait d'effectuer sans doute des essais ultérieurs sur des meilleurs tirages.

1.4 - Partie du cliché étudiée

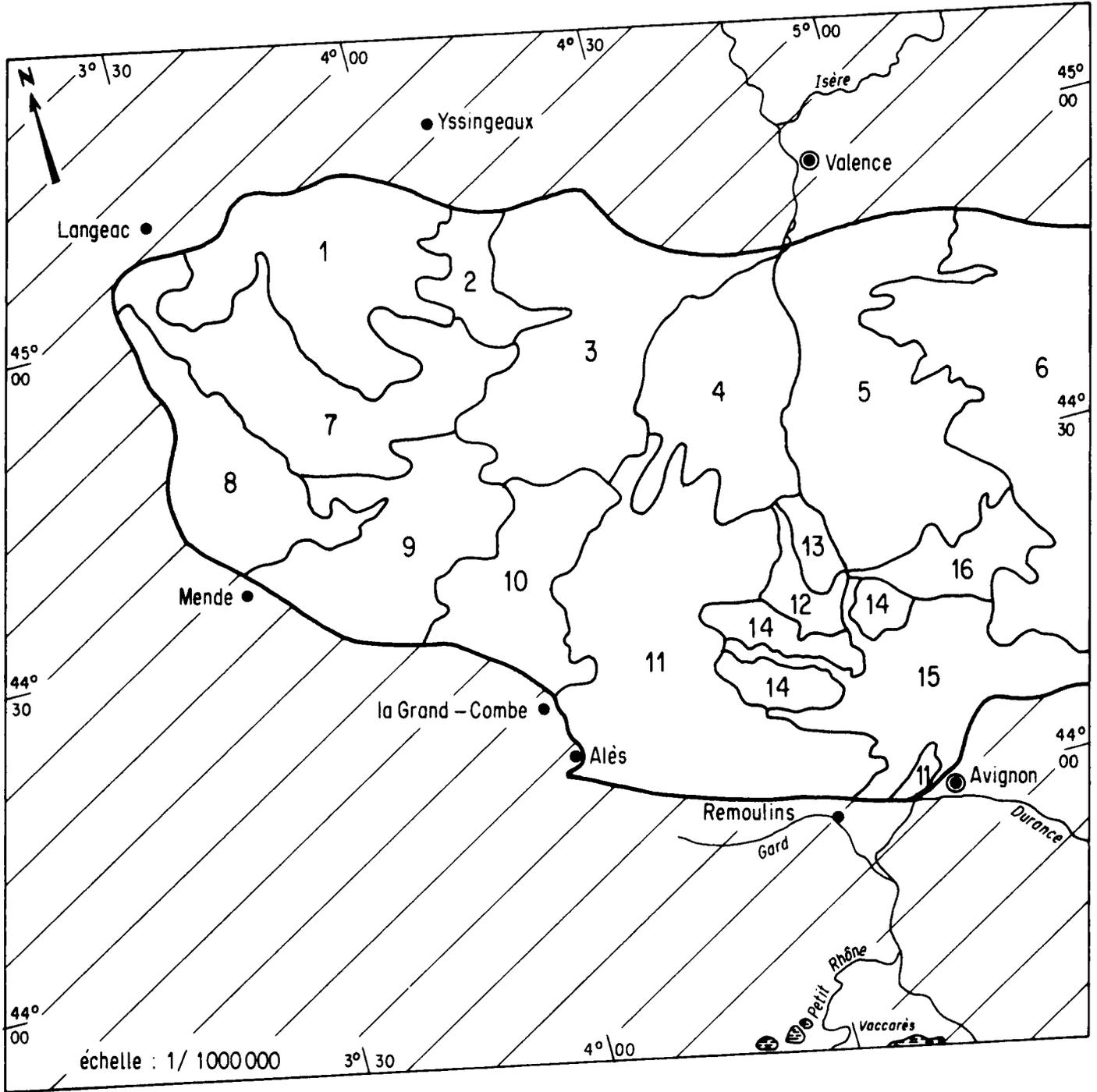
La couverture nuageuse importante, lors des prises de vue, n'a pas permis de procéder à une étude complète de la surface terrestre photographiée. Cette étude n'a porté en définitive que sur le secteur compris à l'intérieur d'un périmètre délimité par une ligne passant par Valence, Yssingeaux, Langeac, Mende, La Grand'Combe, Alès, Remoulins et Avignon.

2 - Photo-interprétation et photo-identification préliminaires

(pour la numérotation et la localisation des zones, voir figure 1)

Le peu de différences qu'il y a entre ces deux clichés n'a pas justifié une présentation séparée. S'il y a des différences, c'est uniquement au niveau des contrastes de ton qui sont moins marqués dans le canal 6 que dans le canal 7.

Référence : images ERTS - 1, MSS, canaux 6 et 7, 22 SEP 72, E-1, 061, 10015



 partie non photo-interprétée (couverture nuageuse)

1 à 16 codes des zones homogènes et isophènes

Figure 1 - Interprétation en zones homogènes et isophènes

Nous avons recensé 16 zones homogènes ou isophènes qui seront succinctement décrites ci-après en fonction des critères images.

2.1 - Zone homogène 1

Cette zone présente un fond gris clair complexe. Toutefois, on y décèle une multitude de petites taches d'un gris plus foncé qui constituent par endroits une véritable trame de fond. Ces taches sont de forme et d'allure fort diverses ; celles ayant des contours arrondis ou allongés dominant en nombre les autres. Par ailleurs, ces taches ne semblent pas s'ordonner entre elles d'une manière quelconque : elles sont uniformément réparties à l'intérieur de la zone.

L'absence, dans cette zone, de groupement, d'alignement ou de figuré traduit en quelque sorte l'atonie quasi-générale du relief.

Cette zone couvre une partie des Monts du Velay. Elle est traversée en son milieu par la vallée de la Loire en amont du Puy.

2.2 - Zone homogène 2

Nous aurions pu l'inclure dans la zone homogène 1 ; toutefois, nous n'y avons pas découvert la fine réseau de petites taches gris foncé qui faisait le caractère dominant de la zone homogène précédente. Cela semble constituer un critère suffisant pour marquer son individualité.

Cette zone comprend les Monts Mézenc et Gerbier-de-Jonc.

2.3 - Zone homogène 3

Ici, le trait dominant est le relief ; en effet, les grandes orientations de ce dernier s'identifient avec facilité sur le cliché.

La zone est traversée en diagonale, du N.W. au S.E., par une ligne que l'on peut assimiler à une ligne de crêtes. De part et d'autre de cette ligne, l'agencement du relief se fait selon deux axes privilégiés, un axe N.-S. et un axe N.E.-S.W.

L'"épine dorsale" à partir de laquelle s'articule le relief correspond à l'arête des Coirons.

2.4 - Zone homogène 4

Cette zone prolonge la précédente jusqu'au Rhône. Toutefois le relief y est plus mou ; il n'y a pas autant de lignes de crêtes. Seule l'arête N.W.-S.E. demeure bien individualisée.

D'un ton moins foncé et peu ou pas contrastée, cette zone se distingue sans difficulté.

2.5 - Zone homogène 5

Au delà du Rhône, jusqu'au pied des Préalpes du Dauphiné, s'étend la zone homogène 5. Telle que nous l'avons tracée sur la carte, cette zone ne présente pas comme les autres des caractères qui lui sont propres. C'est, si l'on peut dire, par "soustraction" qu'on peut la délimiter.

Toutefois, à la limite, il est possible de la décrire par son ton moyen assez clair et son relief qui est sans ligne de force .

2.6 - Zone homogène 6

De toutes les zones de la photographie, c'est celle qui présente l'aspect moiré le plus marqué. Cet amalgame de parties mates et de parties brillantes correspond à la partie de la photographie qui offre le relief le plus perturbé. Nous sommes ici dans les Alpes du Dauphiné. Mais à l'inverse de ce que l'on a pu observer précédemment, le relief n'y est pas du tout ordonné selon des grands axes.

2.7 - Zone homogène 7

Cette zone couvre le couloir qui s'étend des Monts du Velay, au N.E., aux Monts de la Margeride, au S.W.

Elle est caractérisée par une teinte de fond sombre. Si l'on y regarde de plus près, on s'aperçoit alors que cette teinte de fond est en fait composée d'un feutrage de plages claires et de plages foncées, de taille et de dimension variables, avec prédominance des plages foncées.

On ne décèle pas de structures remarquables, excepté un "sillon" constitué d'un assemblage de fines rayures, toutes orientées N.E.-S.W. Ce "sillon", qui sépare la zone homogène 1 de celle de la ditition, est orienté

N.W.-S.E. Il correspond à la vallée de l'Allier entre Langogne et Langeac.

Le relief n'y semble pas "hâché", car il n'apparaît pas de lignes de crêtes bien nettes.

2.8 - Zone homogène 8

Située au S.W. de la zone précédente, la zone homogène 8 présente beaucoup de ressemblances avec la zone homogène 1. Si on l'a distinguée de cette dernière, c'est d'abord parce qu'elle en est séparée par la zone homogène 7, et ensuite-et surtout-, parce que sa composition hétérogène est différente de celle de la zone homogène 1. En effet, cette zone inclut dans son périmètre une deuxième zone de dimension plus réduite, en forme de J, de ton et de contraste différents. D'après les informations que l'on a obtenues auprès de Ph. DAGET et J. POISSONET (1966) qui connaissent particulièrement bien cette région, cette "mini-zone" correspondrait aux landes sommitales de Bruyère des Monts de la Margeride.

2.9 - Zone homogène 9

Cette zone couvre exactement la partie du rebord oriental du Massif central qui comprend à ce niveau les Cévennes méridionales et le Mont Lozère.

Elle s'individualise très bien, car elle est encadrée de zones parfaitement homogènes et structurées. Mais ce n'est pas, bien sûr, la seule raison de son originalité. Elle a un ton de fond assez uniforme qui s'apparente au gris clair. En outre, elle comprend des ensembles structuraux bien nets que l'on ne retrouve pas ailleurs dans les zones homogènes voisines.

2.10 - Zone homogène 10

Cette zone a une signature structurale remarquable, faite d'un réseau de plages sombres finement découpées et denticulées. Entre les denticules sombres, les interstices sont occupés par des plages gris clair. Ce fin "reticulum" laisse supposer que l'on doit se trouver en zone abrupte profondément ravinée. C'est précisément le cas, puisque cette zone "épouse" fidèlement le versant oriental du Massif Central, de la Grand-Combe, dans le Gard, à Largentière dans l'Ardèche, au Nord.

2.11 - Zone homogène 11

C'est la zone la plus étendue en superficie sur la photographie. Elle couvre environ 1800 km², soit 180 000 hectares. Elle a la forme d'un triangle rectangle dont les sommets sont Remoulins à l'Est, Alès à l'Ouest et Vogué au Nord.

Cette zone ressemble à un puzzle de plages foncées et claires. Les plages sombres ont des contours lobés et une texture homogène. Les plages claires ont une texture granuleuse. A ce stade de l'étude, il paraît hasardeux de dire la signification exacte de ces plages.

2.12 - Zone homogène 12

De très petite taille, cette zone correspond au versant rive droite du Rhône de Bourg-S^t-Andéol, au Nord, à Pont-St-Esprit, au Sud.

Elle a une teinte claire et ne présente pas de structures remarquables. Sa limite avec la zone homogène 11 est festonnée.

2.13 - Zone homogène 13

Cette zone se différencie de la précédente uniquement par sa texture qui est composée d'une multitude de petits grains ; certains d'entre eux sont très brillants et donnent à la zone un aspect de miroir à facettes.

Elle est limitée à l'île artificielle que forment le Rhône et le canal qui double ce dernier de Donzère à Mondragon.

2.14 - ZONES isophènes 14

Immédiatement au Sud des zones homogènes 12 et 13, les zones isophènes 14 sont au nombre de trois. Ces trois zones sont situées de part et d'autre du Rhône : deux sont à l'Ouest, séparées entre elles par la Cèze, dont la vallée a été repérée sur la photographie ERTS ; une est à l'Est du Rhône, et correspond à l'escarpement rocheux situé à proximité de Mondragon.

2.15 - Zone homogène 15

Cette zone s'étend du pied du Mont Ventoux au Rhône. Elle ne présente pas de structures particulières et sa teinte de fond est gris clair.

Ayant le souci de travailler en éliminant le plus grand nombre des causes d'erreurs, nous arrêtons là l'étude de cette zone, car elle se situe immédiatement en bordure de la partie correctement interprétable de la photographie.

2.16 - Zone homogène 16

De toutes les zones homogènes de la photographie, c'est celle qui présente le ton le plus clair, proche du blanc pur. Elle a la forme d'un triangle dont le sommet est tourné vers le Rhône et la base vers les Préalpes des Baronnies.

On n'y décèle pas de structures particulière .

3 - Conclusions

Ces commentaires résultent d'une première analyse des photographies. Dans un deuxième temps, nous avons mené plus en avant cette analyse et tracé sur un papier calque les plus petites structures que nous avons pu alors repérer et dessiner (figure 2).

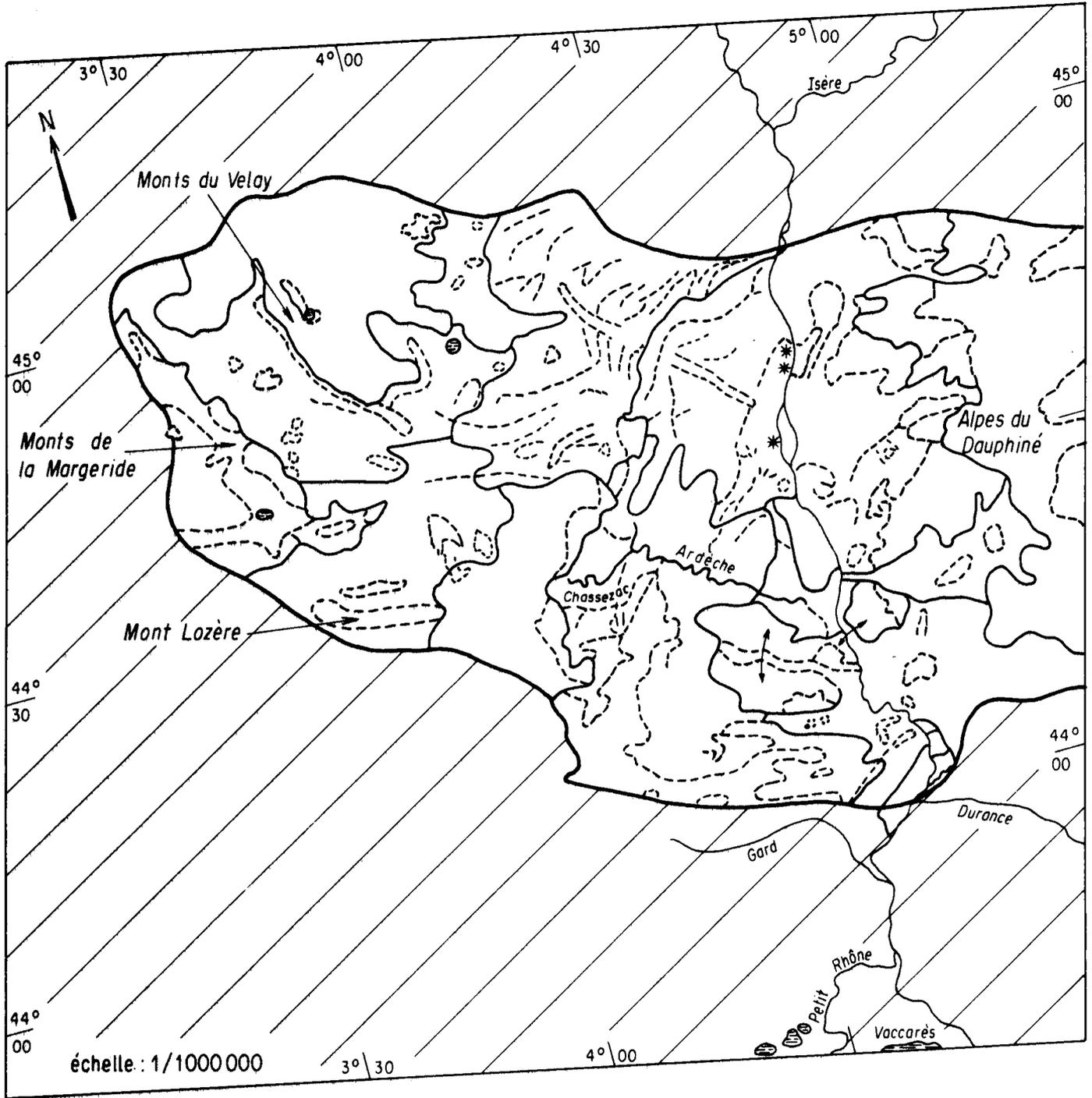
Toutefois, d'ores et déjà, on peut signaler que quelques limites de la photo-interprétation coïncident avec les grandes limites géomorphologiques ; c'est le cas pour les zones homogènes 3, 4, 6 et 10.

En outre - et ceci est valable pour les deux canaux-, le réseau hydrographique majeur est bien rendu puisque le Rhône, l'Isère, l'Ardèche et son affluent le Chassezac, la Durance et le Gard apparaissent avec netteté.

Il semblerait donc que les thèmes géomorphologique et hydrologique soient appropriés aux canaux 6 et 7 du MSS.

L'analyse aussi objective que possible, sur une base qualitative, des images ERTS (sans doute parmi les moins bonnes), a montré que les procédures classiques de la photo-interprétation étaient applicables. Mais il est encore prématuré de se prononcer sur la valeur générale de ce constat.

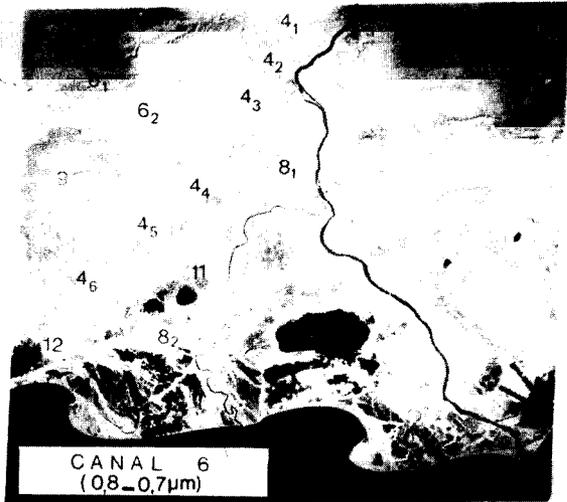
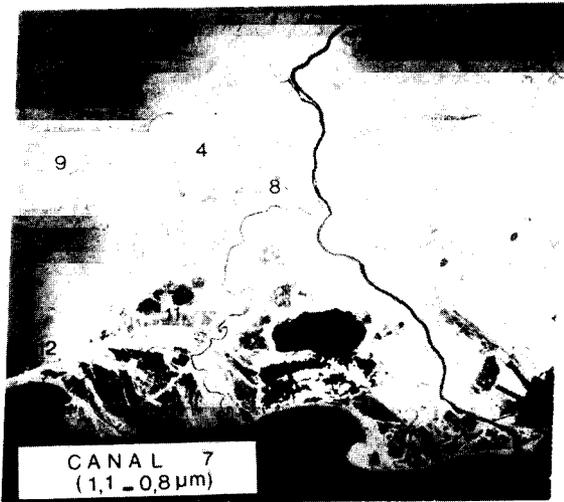
Référence : images ERTS - 1, MSS, canaux 6 et 7, 22 SEP 72, E-1, 061, 10015



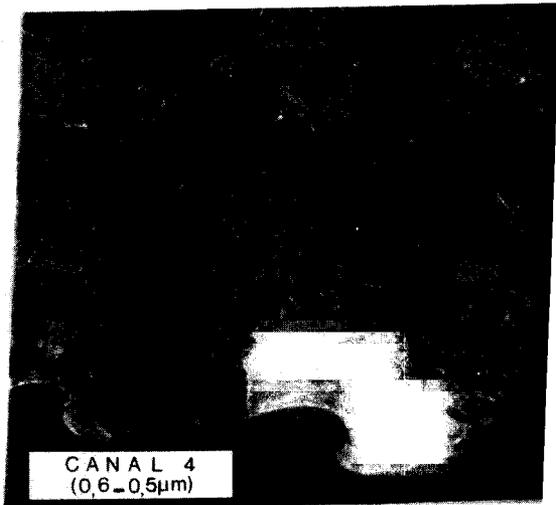
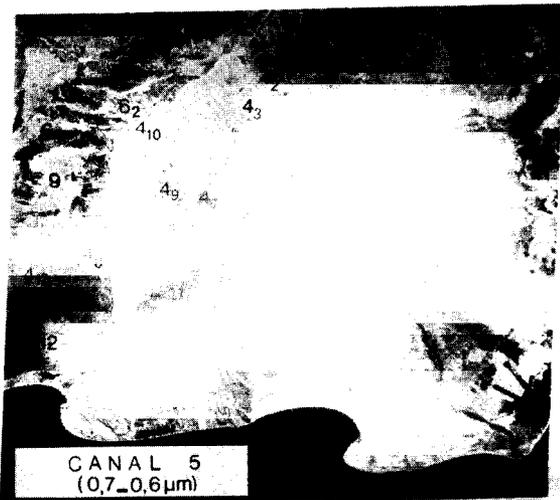
- limite de zone homogène (ou isophène)
- - - subdivision de zone homogène, de zone isophène, ou structure diverse

-  partie non étudiée (couverture nuageuse)
-  lac ou étang
- * point lumineux

Figure 2 _ Photo - interprétation détaillée et photo - identification préliminaire



9, 6₁, 4₁₁, 8₅, etc : code des zones



Les limites des zones sont tracées sur la figure 3

Zones retenues pour l'étude au 1/1 000 000 du territoire-test
 des Costières du Gard (références des images complètes :
 ERTS-1, MSS, 19 OCT 72, E-1, 078, 09 564)

IV. - ANALYSE COMPARATIVE DES IMAGES ISSUES DES DIFFERENTS CANAUX
(portant sur les images du 9 octobre 1972 du delta du Rhône)

1. Caractéristiques des images

1.1 - Indicatifs des photographies

1 ^{ère}	photographie :	Ø9OCT72	E-1	Ø78	Ø9564	7
2 ^{ème}	photographie :	Ø9OCT72	E-1	Ø78	Ø9564	6
3 ^{ème}	photographie :	Ø9OCT72	E-1	Ø78	Ø9564	5
4 ^{ème}	photographie :	Ø9OCT72	E-1	Ø78	Ø9564	4

1.2 - Localisation et étendue de la surface photographiée

La frange côtière dont il sera question ici s'étend depuis la Grande-Motte (Hérault) et Lédignan (Gard), respectivement au Sud et au Nord du bord occidental de la surface terrestre photographiée, jusqu'au "méridien" qui passerait par Hyères et Aups (Var), respectivement au Sud et au Nord du bord oriental de cette même surface. A titre indicatif, il faut signaler que les deux tiers de la surface photographiée sont de nature marine et que, par conséquent, le tiers restant, seul objet de cette analyse, est de nature terrestre.

La surface photographiée (cf. figure 3) a pour coordonnées géographiques les méridiens Est $4^{\circ}00$ et $6^{\circ}00$, et les parallèles Nord $42^{\circ}30$ et $43^{\circ}30$.

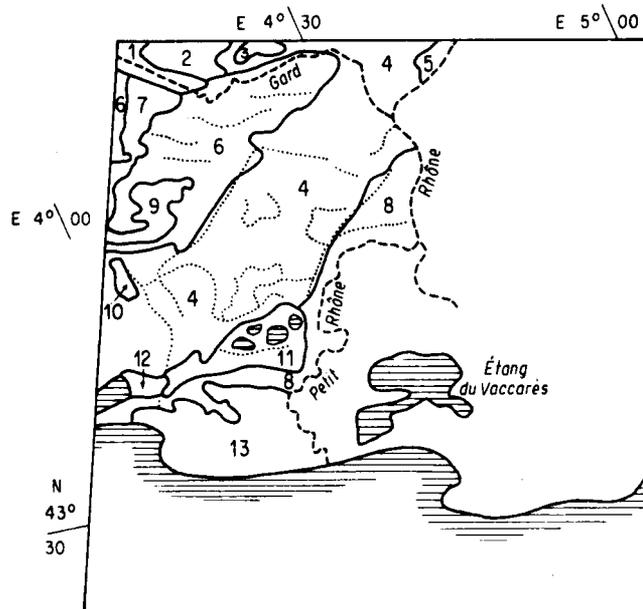
1.3 - Nature et qualité des clichés

Les clichés sont des tirages positifs originaux. Ils sont de très bonne qualité.

1.4 - Partie du cliché étudiée

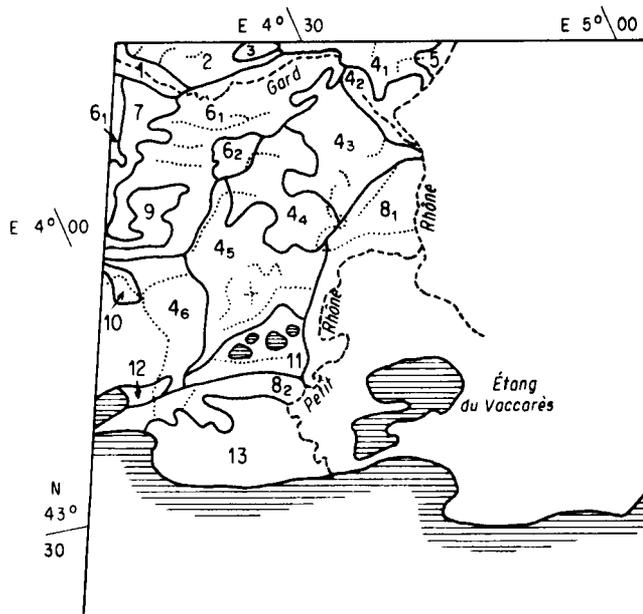
Seule la partie du cliché délimitée par le Gard, le Rhône, le Petit Rhône et la bordure Ouest de la photographie sera soumise à l'étude (soit une superficie de 120 000 hectares) ; car c'est sur ce secteur, et seulement celui-là, que nous pouvons réaliser une photo-identification aussi complète que possible, étant donné que nous y disposons d'un grand choix de thèmes cartographiques déjà traités, à la fois relatifs aux variables

canal 7 : 0,8 - 1,1 μm



zones isophènes { 3 et 6

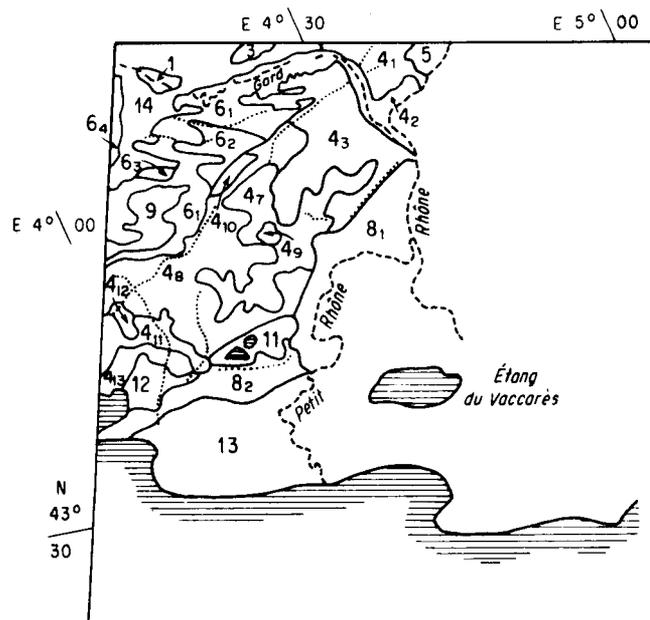
canal 6 : 0,7 - 0,8 μm



zones isophènes { 3 et 6₁ ;
4₂ et 8₁ .

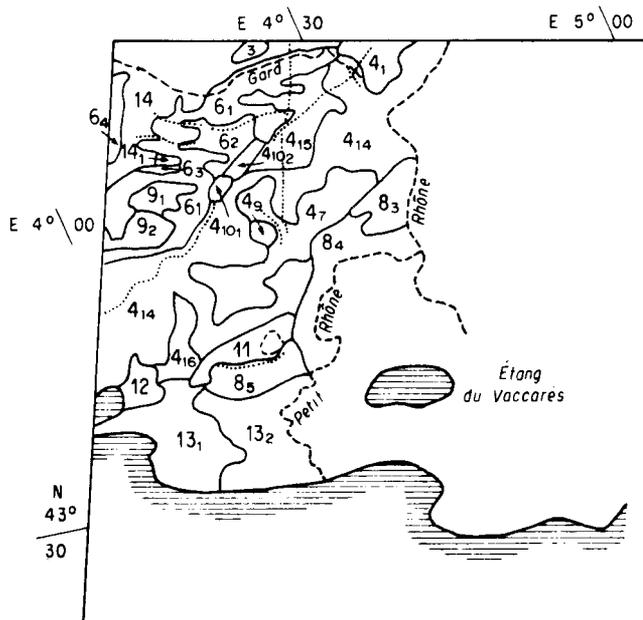
Référence : images ERTS - 1 , MSS , 09 OCT 72 , E - 1 , 078 , 09564

canal 5 : 0,6 - 0,7 μm



zones isophènes { 4₇ , 4₁₂ et 4₁₃ ;
4₃ et 4₁₁ ;
6₁ et 6₄ .

canal 4 : 0,5 - 0,6 μm



zones isophènes { 4₁ , 4₁₀₂ , 4₁₅ , 4₁₆ et 9₂ ;
3 , 6₁ et 6₄ ;
8₃ et 9₁ .

échelle : 1/1000 000

----- limite Est de la zone photo - interprétée et tracé du Gard

..... alignements repérés

Figure 3 - Photo - interprétations

physiques et aux variables biotiques du milieu.

Si l'on se reporte à l'Atlas du Languedoc-Roussillon (cf. E. LE FLOC'H et al., 1972), le secteur étudié comprend du Nord au Sud les régions écologiques suivantes : l'Uzégeois, scindée en Bagnolais et Garrigues de l'Uzégeois ; les Plaines littorales et sub-littorales, subdivisées en Couloir de Théziers-Roquemaure, Vallée de la Vistrenque et Plaine littorale proprement dite, et qui enserrent les Costières. Enfin, en bordure du Petit Rhône, commence la Petite Camargue.

2. Photo-interprétation

2.1 - Rappels

La photo-interprétation est basée sur la caractérisation des zones homogènes et des zones isophènes.

Les zones homogènes sont définies par rapport aux caractères photographiques suivants : ton, texture, structure décelable, contraste interne et contraste de voisinage. Chacun de ces caractères présente évidemment des fluctuations qui sont appréciées au moyen de classes de variation fixées à l'avance. Ainsi, pour le ton, on a retenu les classes de variation suivantes : blanc, gris clair, gris, gris foncé et noir (cette séquence est portée en marge des clichés de la NASA sous la forme d'une gamme dégradée) ; pour la texture, les classes très fine, fine, grossière, très grossière. Sous le vocable "structure décelable" est regroupée toute sorte de graphisme que l'on peut reconnaître sur les clichés (en dehors des limites de zones bien entendu), tels des alignements, groupements, figurés ou zonages. Il va de soi que ces "anomalies" ont une taille si réduite qu'il n'est pas raisonnable d'envisager leur représentation cartographique.

En ce qui concerne les contrastes, nous en distinguons deux sortes : ceux qui sont "internes" aux zones et qui permettent d'apprécier, dans une certaine mesure, le degré d'hétérogénéité du contenu de chaque zone ; et ceux qui sont d'ordre plus général (de zone à zone) que nous nommons "contraste de voisinage". La force de ce contraste est qualifiée selon les cas de "nul ou très faible", "faible", "moyen", "fort" ou "très fort".

L'examen de ces différents caractères et de leurs variations permet de distinguer plusieurs zones homogènes et isophènes sur le territoire étudié. Le nombre et le dessin de ces zones changent assez souvent d'un canal à l'autre (figure 3).

2.2 - Pouvoir discriminant des canaux

Une fois réalisée la photo-interprétation itérative du secteur d'étude (canal par canal), il est possible de déterminer, au moyen de la procédure ci-après exposée, le pouvoir discriminant des différents canaux, du moins en première approximation.

Le pouvoir discriminant d'un canal est d'autant plus grand que :

- le nombre des zones homogènes (*) est élevée et celui des zones isophènes * faible ; donc que la différence entre ces deux nombres est forte.
- le pourcentage de zones à contenu hétérogène (à contraste interne) est fort .
- le pourcentage de zones contrastées (à contraste de voisinage) est fort.

Le tableau 1 contient les estimations chiffrées des indicateurs du pouvoir discriminant que nous venons d'énumérer.

Que déduire en général de ce tableau qui est la traduction numérique des données de la figure 3 ? d'abord, qu'il est remarquable d'arriver à dénombrer de 13 à 24 zones distinctes sur une aussi faible superficie considérée au 1/1000 000 ; ensuite, de constater que 54 % de ces zones au moins présentent un contenu hétérogène qu'attestent leurs contrastes internes ; et, enfin, de voir que 58 % au moins de ces mêmes zones apparaissent sur le cliché moyennement, fortement ou très fortement en raison de leurs contrastes de voisinage. C'est un premier point largement positif à l'actif des "photographies" du satellite ERTS-1 qu'il fallait souligner.

* voir figure 3 et tableau 1

CANAL MSS TESTE	INDICATEURS DU POUVOIR DISCRIMINANT				
	NOMBRE DE			IMPORTANCE RELATIVE DES	
	zones homogènes (A)	zones isophènes (B)	diffé- rence (A)-(B)	zones homogènes à contraste interne* (en %)	zones homogènes à contraste de voisinage* (en %)
7 (0,8-1,1µm)	13	2 - 1 groupe de 2	11	62	moyen :38 fort :23 très fort: 0 } = 61
6 (0,7-0,8µm)	20	4 - 2 groupes de 2	16	85	moyen :35 fort :20 très fort:10 } = 65
5 (0,6-0,7µm)	24	7 - 1 groupe de 2 - 2 groupes de 3	17	88	moyen :50 fort :25 très fort: 8 } = 83
4 (0,5-0,6µm)	24	10 - 1 groupe de 2 - 1 groupe de 3 - 1 groupe de 5	14	54	moyen :33 fort :25 très fort: 0 } = 58

* rapport du nombre de "zones homogènes contrastées" au nombre total de "zones homogènes", exprimé en %

tableau 1 - Estimation relative du pouvoir discriminant par canal
(des images : ERTS-1, MSS Ø9 OCT 72, E-1, Ø78, Ø9564)

On peut aussi déduire du tableau 1 le classement des canaux en fonction de leur pouvoir discriminant :

- le canal 5, ayant à la fois la plus grande différence (A)-(B), les plus forts pourcentages de zones homogènes à contraste interne et de zones homogènes à contraste de voisinage * (respectivement 88 et 83 %), est celui qui présente le plus fort pouvoir discriminant. De ce fait, il offre les meilleures possibilités pour permettre une description fine et détaillée des discontinuités géographiques du territoire photographié ; dans la mesure, bien sûr, où l'on peut parler de détails au 1/1 000 000 !
- avec la valeur 16 comme différence (A)-(B), 85 % de zones homogènes à contraste interne et 65 % à contraste de voisinage, le canal 6 a un assez bon pouvoir discriminant ;
- les canaux 4 et 7 ont, quant à eux, un pouvoir discriminant assez semblable, mais nettement inférieur à celui des deux autres.

2.3 - Dominantes par canaux

Le ton et la texture des zones homogènes et isophènes rendent la lisibilité du cliché plus ou moins aisée.

Sur le tableau 2 est portée, par canal, l'importance relative en % des différents tons et textures des gammes de variation préalablement sélectionnées de ces deux caractères.

De ce tableau, il ressort que le passage entre le gris clair (46 % des zones dans le canal 7) et le gris foncé (58 % des zones dans le canal 4) se fait de manière progressive et assez régulière du canal 7 au canal 4.

* l'un n'excluant pas l'autre automatiquement ; en effet, on peut rencontrer des zones réunissant à la fois les deux sortes de contraste.

CANAL MSS TESTE	CARACTERES PHOTOGRAPHIQUES	
	TON MOYEN (en %) *	TEXTURE MOYENNE (en %) *
7 (0,8-1,1 μm)	gris clair : $\frac{6}{13} = 46\%$ gris : $\frac{7}{13} = 54\%$	très fine : $\frac{4}{13} = 31\%$ fine : $\frac{9}{13} = 69\%$
amplitude du caractère	de blanc à noir	de très fine à grossière
6 (0,7-0,8 μm)	gris clair : $\frac{5}{20} = 25\%$ gris : $\frac{11}{20} = 55\%$ gris foncé : $\frac{4}{20} = 20\%$	très fine : $\frac{5}{20} = 25\%$ fine : $\frac{11}{20} = 55\%$ grossière : $\frac{4}{20} = 20\%$
amplitude du caractère	de blanc à noir	de très fine à grossière
5 (0,5-0,7 μm)	gris clair : $\frac{3}{24} = 13\%$ gris : $\frac{11}{24} = 46\%$ gris foncé : $\frac{9}{24} = 38\%$	fine : $\frac{13}{24} = 54\%$ grossière : $\frac{9}{24} = 38\%$ très grossière : $\frac{2}{24} = 8\%$
amplitude du caractère	de blanc à noir	de très fine à très grossière
4 (0,5-0,6 μm)	gris clair : $\frac{3}{24} = 13\%$ gris : $\frac{7}{24} = 29\%$ gris foncé : $\frac{14}{24} = 58\%$	fine : $\frac{9}{24} = 38\%$ grossière : $\frac{15}{24} = 62\%$
amplitude du caractère	de gris clair à gris foncé	de fine à grossière

* rapport du nombre de "zones homogènes présentant le caractère, au nombre de zones homogènes total (in tableau 1), exprimé en %

tableau 2 - Importance relative des tons et textures moyennes par canal
(des images : ERTS-1, MSS, Ø9.OCT 72, E-1, Ø78, Ø9564)

Pour ce qui est de la texture, on constate que les classes "très fine et "fine", considérées ensemble, sont très largement majoritaires dans le canal 7 (100 %) et le canal 6 (80 %), alors qu'elles atteignent un pourcentage nettement moindre dans le canal 5 (54 %) et le canal 4 (38 %). Il en va inversement pour les classes "grossière" et "très grossière" réunies : 0 % dans le canal 7, 20 % dans le canal 6, 46 % dans le canal 5 et 62 % dans le canal 4. On remarque aussi que seuls les canaux 5 et 6 présentent trois classes de texture, alors que les canaux 7 et 4 n'en ont que deux ; ce qui accroît un peu plus encore le pouvoir discriminant des canaux 5 et 6, déjà bien pourvus de ce côté là.

2.4 - Variabilité des limites tracées et des zones délimitées

Les limites des zones homogènes 4, 6, 8 et 9 (figure 3) seront seules prises en compte ici, car elles sont les seules à englober des territoires qui ne sont pas trop marginaux sur le cliché. Néanmoins, sur les quatre cartes de la figure 3 sont tracées les limites de toutes les zones photo-interprétées.

Sur ces cartes, chaque zone est numérotée compte tenu de son ordre d'apparition, lorsqu'on examine successivement le canal 7, 6, 5 et 4, et du code de la "zone-mère" dont elle est issue (canal 7 le plus souvent).

Par exemple, prenons dans le canal 7 la "zone-mère" homogène n° 4 qui y est d'un seul tenant. Cette zone se subdivise en six parties dans le canal 6 (numérotées : 4_1 , 4_2 , 4_3 , 4_4 , 4_5 et 4_6), en dix parties dans le canal 5 (4_1 , 4_2 , 4_3 , 4_7 , 4_8 , 4_9 , 4_{10} , 4_{11} , 4_{12} et 4_{13}), et enfin, en huit parties dans le canal 4 (4_1 , 4_7 , 4_9 , 4_{10_1} , 4_{10_2} , 4_{14} , 4_{15} et 4_{16}). Certaines de ces parties sont communes à plusieurs canaux ; c'est pour cela qu'elles portent le même code.

Il est procédé pareillement pour les quatre "zones-mères" homogènes dont il est question dans la dition. Nous présentons sur le tableau 3 la variabilité des limites tracées et des zones délimitées.

canal 7	" ZONE-MERE " HOMOGÈNE 4															
canal 6	4 ₁	4 ₂	4 ₃	4 ₄	4 ₅	4 ₆										
canal 5	4 ₁	4 ₂	4 ₃				4 ₇	4 ₈	4 ₉	4 ₁₀	4 ₁₁	4 ₁₂	4 ₁₃			
canal 4	4 ₁						4 ₇		4 ₉	4 ₁₀ 1;2				4 ₁₄	4 ₁₅	4 ₁₆

canal 7	"ZONE-MÈRE" HOMOGÈNE 6				"ZONE-MÈRE" HOMOGÈNE 8				"ZONE-MÈRE" HOMOGÈNE 9		
canal 6	6 ₁	6 ₂			8 ₁	8 ₂				9	
canal 5	6 ₁	6 ₂	6 ₃	6 ₄	8 ₁	8 ₂				9	
canal 4	6 ₁	6 ₂	6 ₃	6 ₄			8 ₃	8 ₄	8 ₅	9 ₁	9 ₂

limites

- | | |
|--------------------------------|--|
| communes aux 4 canaux | : zones 4, 6, 8 et 9 |
| communes à 3 canaux (6,5 et 4) | : zones 4 ₁ , 6 ₁ et 6 ₂ |
| communes à 2 canaux (6 et 5) | : zones 4 ₂ , 4 ₃ , 8 ₁ et 8 ₂ |
| communes à 2 canaux (5 et 4) | : zones 4 ₇ , 4 ₉ , 4 ₁₀ , 6 ₃ et 6 ₄ |
| commune à 2 canaux (6 et 4) | : aucune zone |
| propres au canal 6 | : zones 4 ₄ , 4 ₅ , 4 ₆ |
| propres au canal 5 | : zones 4 ₈ , 4 ₁₁ , 4 ₁₂ et 4 ₁₃ |
| propres au canal 4 | : zones 4 ₁₀ ₁ , 4 ₁₀ ₂ , 4 ₁₄ , 4 ₁₅ , 4 ₁₆ ,
8 ₃ , 8 ₄ , 8 ₅ , 9 ₁ , et 9 ₂ |

tableau 3 - "Pérennité" des zones et de leurs limites
 (des images : ERTS-1, MSS, canaux 4, 5, 6 et 7,
 09 OCT 72, E-1, 078, 09564)

Que conclure des données de ce tableau ? sinon la constatation de l'état de permanence ou d'instabilité des discontinuités géographiques perçues d'un canal à l'autre.

La recherche des corrélations entre les différents thèmes testés, les zones et leurs limites constituera maintenant l'essentiel de nos préoccupations au cours de la phase de photo-identification.

3. Photo-identification

Le tableau 4 présente, pour la zone-test des Costières du Gard (images du 9 octobre 1972), une estimation de la valeur d'identification des différents canaux du MSS pour les thèmes suivants : pédologie (d'après la carte pédologique de la France au 1/1 000 000, Institut National Agronomique, Paris), géologie (d'après la carte géologique de la France au 1/1 000 000, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans), morphologie (d'après le croquis hypsométrique de la France au 1/1 000 000, Institut Géographique National, Paris), litho-structure, surfaces d'érosion et d'accumulation (d'après les cartes au 1/750 000 de l'Atlas du Languedoc-Roussillon réalisées par l'équipe du Professeur R. DUGRAND, Université Paul Valéry, Montpellier), végétation actuelle et potentielle (d'après les cartes au 1/750 000 de l'Atlas du Languedoc-Roussillon exécutées par les phytécologues du Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques L. Emberger, Centre National de la Recherche Scientifique, Montpellier).

En avertissement, il faut dire que ce tableau n'est pas à prendre à la lettre, et à plus forte raison comme référence. Il résume simplement pour la zone-test des Costières du Gard, "vue" par ERTS-1 le 9 octobre 1972, les principaux résultats obtenus à la suite de confrontations successives qui ont été faites entre d'une part, les documents thématiques existants qui sont censés représenter les grandes discontinuités spatiales du territoire étudié et, d'autre part, les interprétations des images de la date considérée (cf. figure 3).

THÈME TESTÉ PHOTO- INTERPRÉ- -TATION DU	PÉDOLOGIE	GÉOLOGIE	MORPHOLOGIE	VÉGÉTATION		AUTRES THÈMES				VALEURS D'IDENTIFICATION
				actuelle	potentielle	villes	routes	cours d'eau (+ canaux)	accidents géomorpha- -logiques	
CANAL 7 (1,1 - 0,8 μm)										<i>très forte</i>
CANAL 6 (0,8 - 0,7 μm)										<i>forte</i>
CANAL 5 (0,7 - 0,6 μm)										<i>assez forte</i>
CANAL 4 (0,6 - 0,5 μm)										<i>moyenne</i>
CANAL 3 (0,5 - 0,4 μm)										<i>assez faible</i>
CANAL 2 (0,4 - 0,3 μm)										<i>faible</i>
CANAL 1 (0,3 - 0,2 μm)										<i>très faible</i>
SIGNATURE DU THÈME (appréciation d'ensemble)										

La valeur d'identification est estimée par rapport au nombre de limites communes lors des comparaisons successives "photo-interprétation / thème".

Tableau 4

Valeur d'identification des différents canaux pour les thèmes retenus dans l'étude de la zone-test des Costières du Gard (référence: images ERTS-1, MSS, 09 OCT 72, E-1, 078, 09564).

Par ailleurs, nous nous faisons un devoir de souligner combien la démarche que nous employons dans la phase de photo-identification est purement intellectuelle ; puisque l'image est envisagée en tant que addition de plusieurs thèmes, que nous examinons d'ailleurs séparément, et non en tant que composition, ce qu'elle est en réalité. En outre, ce sont des limites d'unités que nous comparons (limites des thèmes et des photo-interprétations) et non leur contenu.

Il convient également de préciser que ces analyses sont accomplies "à l'oeil et à la main", mais de manière ordonnée et rigoureuse puisqu'elles répondent à un même protocole d'étude mis au point à cet effet (cf. chap.II).

Il va de soi que c'est avec le renouvellement de tels essais, à la fois dans l'espace et dans le temps, qu'il sera possible d'établir un tableau similaire, mais de valeur sensiblement plus générale ; nous nous y emploierons dans la mesure, bien sûr, des disponibilités en images.

Avant d'aborder les commentaires généraux du tableau 4 nous allons passer en revue les diverses opérations qui ont été nécessaires pour l'établir.

3.1 - Confrontation des zones photo-interprétées et des unités du thème "pédologie"

La carte pédologique au 1/1 000 000 du secteur étudié présente huit catégories différentes de sol, correspondant aux : rendzines typiques, sols bruns méditerranéens, sols rouges méditerranéens, sols d'alluvions fluviatiles avec les variantes "hydromorphe" et "sableuse", rendzines typiques et lithosols (regroupés), rendzines rouges, sols rouges méditerranéens et lithosols (également regroupés).

Les superpositions de la carte pédologique aux photo-interprétations diverses ont fourni les résultats suivants :

pour le canal 7

Des huit catégories de sol citées ci-dessus trois se juxtaposent à peu près bien aux photo-interprétations : (1) les sols d'alluvions fluviatiles, (2) les rendzines typiques et les lithosols et (3) les rendzines rouges, les sols rouges méditerranéens et les lithosols.

Ressortent aussi, mais le plus souvent pour partie, les "contacts" entre les sols d'alluvions fluviatiles et les groupes de sols suivants : (1) rendzines rouges + sols rouges méditerranéens + lithosols, (2) sols bruns méditerranéens et (3) sols rouges méditerranéens.

pour le canal 6

Les commentaires précédents sont toujours valables. En plus, d'autres contacts apparaissent par intermittence, tels ceux entre les sols d'alluvions fluviatiles, les rendzines typiques et les sols rouges méditerranéens.

pour les canaux 5 et 4

A partir du canal 5, les limites des zones homogènes et isophènes ne coïncident presque plus avec celles des unités pédologiques de la carte; cela est encore plus net lorsqu'on examine le canal 4. Cependant ce n'est pas l'orientation générale ou la courbure des limites des zones qui varient dans ce dernier cas, mais le détail de leur tracé. Vraisemblablement, à ces longueurs d'onde d'autres phénomènes se manifestent - sans pour autant pouvoir préciser à ce stade-là lesquels -, et masquent les discontinuités pédologiques majeures du secteur.

Par ailleurs, sur le tableau 5, sont symbolisés pour les "zone-mères homogènes" 4, 6, 8, 9, 11, 12 et leurs subdivisions (cf. § 2.4) les résultats détaillés des comparaisons successives "photo-interprétation/pédologie". Le premier enseignement de ce tableau est que, allant du canal 7 au canal 4 les zones délimitées sur les minutes de photo-interprétation correspondent de moins en moins aux unités pédologiques. Ce tableau indique aussi que, faute de mieux, à l'avenir, il faudrait travailler surtout dans le canal 6 pour tirer le plus grand profit des photographies de ERTS dans le domaine de la pédologie.

Quel que soit le canal considéré, et hormis pour les sols d'alluvions fluviatiles sableux, il n'y a pas de catégorie de sols qui s'individualise entièrement sur les clichés. Dans l'ensemble, pour le territoire étudié, la "signature spectrale" du thème pédologie est mauvaise à moins que la

THEME	ZONE HOMOGENE OU ISOPHENE	4																6			8					9		11	12
		subdivision																6 ₁	6 ₂	6 ₃	8 ₁	8 ₂	8 ₃	8 ₄	8 ₅	9 ₁	9 ₂	/	/
	canal	4 ₁	4 ₂	4 ₃	4 ₄	4 ₅	4 ₆	4 ₇	4 ₈	4 ₉	4 ₁₀	4 ₁₁	4 ₁₂	4 ₁₃	4 ₁₄	4 ₁₅	4 ₁₆												
PEDOLOGIE	7 (1,1-0,8 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	6 (0,8-0,7 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	5 (0,7-0,6 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	4 (0,6-0,5 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
GEOLOGIE	7 (1,1-0,8 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	6 (0,8-0,7 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	5 (0,7-0,6 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	4 (0,6-0,5 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
MORPHOLOGIE	7 (1,1-0,8 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	6 (0,8-0,7 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	5 (0,7-0,6 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	4 (0,6-0,5 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
VEGETATION	7 (1,1-0,8 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	6 (0,8-0,7 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	5 (0,7-0,6 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	4 (0,6-0,5 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
POTENTIELLE	7 (1,1-0,8 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	6 (0,8-0,7 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	5 (0,7-0,6 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]
	4 (0,6-0,5 μm)	[Pattern]																[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]		[Pattern]	[Pattern]

signification thématique très forte [Pattern] signification thématique assez forte [Pattern] signification thématique assez faible [Pattern] signification thématique très faible [Pattern]
 signification thématique forte [Pattern] signification thématique moyenne [Pattern] signification thématique faible [Pattern]

Tableau 5 - Signification thématique des zones photo-interprétées (référence : images ERTS-1, MSS, 09 OCT 72, E-1, 078, 09564)

qualité de la carte ou de la photo-interprétation soit sujette à caution.

3.2 - Confrontation des zones photo-interprétées et des unités
du thème "géologie" (cf. tableaux 4 et 5)

pour le canal 7
- - - - -

Les limites entre l'Urgonien et les Quaternaires (ancien et récent) sont nettes ; celles entre le Villafranchien et le Quaternaire récent aussi, mais seulement du côté du Rhône.

Le cordon dunaire allant du Sud de l'étang de Mauguio à l'étang du Vaccarès est bien visible.

pour le canal 6

Les contacts géologiques précédents sont encore déterminables. En plus, les limites nouvelles, dessinées sur la minute de photo-interprétation, se superposent assez bien à d'autres contacts géologiques.

pour le canal 5

Rien de comparable avec les canaux 7 et 6 ; des discontinuités spatiales d'autre nature sont certainement "saisies" par ce canal.

Les limites géologiques que l'on a observées dans les canaux 7 et 6 deviennent ici floues, certaines même disparaissent, d'autres se festonnent. Seule la limite Villafranchien - Quaternaire récent, côté Rhône, demeure tranchée. En général, les limites nouvelles n'ont apparemment que de lointains rapports avec la géologie.

pour le canal 4
- - - - -

Seules quelques parties de limites sont encore visibles : entre l'Urgonien, le Villafranchien et le Quaternaire récent en particulier.

Pour l'ensemble des quatre canaux, les contacts géologiques qui apparaissent avec le plus de netteté et de constance sont au nombre de deux : contact Urgonien-Quaternaire récent et contact Villafranchien-Quaternaire

récent ; il s'agit donc de contacts entre substrats très contrastés (surtout vis-à-vis de leur structure).

Les canaux 6 et 7 sont, dans cet ordre, ceux qui "photographient" le mieux la géologie. Quoiqu'il en soit, et sous réserve d'approfondissements ultérieurs, il semble permis de dire que la géologie, telle que nous l'avons considérée, présente dans son ensemble une bonne "signature spectrale".

La carte de la litho-structure et celle des surfaces d'érosion et d'accumulation du secteur (provenant des cartes de l'Atlas du Languedoc-Roussillon) confirment ces premiers résultats, et même les appuient et les argumentent.

3.3 - Confrontation des zones photo-interprétées et des unités du thème "morphologie" (cf. tableaux 4 et 5)

Pour l'étude de ce thème, il n'est pas nécessaire d'entrer dans les détails, étant donné que le relief de la zone étudiée ne s'y prête pas ; nous attendrons pour cela d'avoir un support qui le permette. Néanmoins dans le canal 7 et, à un degré moindre, dans le 6, il est relativement facile de déterminer les principales lignes de force du paysage topographique : les collines de l'Uzégeois et les Costières du Gard ; ainsi d'ailleurs que la plupart des accidents topographiques. Ces lignes de force sont repérables également dans les autres canaux, mais avec plus de difficulté.

Les photographies de ERTS-1 paraissent être en mesure de donner de la surface terrestre une image de son relief très satisfaisante.

3.4 - Confrontation des zones photo-interprétées et des unités du thème "végétation" (cf. tableaux 4 et 5)

Nous avons distingué la végétation actuelle de la végétation potentielle ; autrement dit, la végétation que l'on peut observer aujourd'hui

de celle qu'on pense voir se former à court et moyen termes. Dans la mesure où il a été procédé à un inventaire phyto-écologique du milieu, puis à un diagnostic de même nature, il est possible de prévoir, avec une certaine assurance, quelles seront les dominantes végétales dans le paysage de demain. Les cartes de l'Atlas du Languedoc-Roussillon (carte de l'occupation des terres et des séquences de végétation ; cf. E. LE FLOC'H et al., 1972) traitent ces deux thèmes ; ce sont ces documents que nous utiliserons.

34.1 - Végétation actuelle

La carte de la végétation actuelle traduit les traits essentiels du couvert végétal, parmi lesquels il faut noter ceux qui sont relatifs à la structure horizontale et verticale des formations végétales (les éléments du couvert végétal) et à la composition floristique essentielle (nature des éléments du couvert végétal : grands types de végétaux et espèces végétales dominantes) ; de ce fait, cette carte convient d'ores et déjà à l'étude qu'on se propose de faire puisqu'elle est basée sur des critères physiologiques.

D'autre part, un autre intérêt de cette carte, et non le moindre, est que chaque unité qu'elle porte est définie par rapport à l'influence passée et actuelle de l'action de l'homme sur le milieu, révélée par la végétation, et qui est estimée au moyen de degrés d'artificialisation ; ce qui revient, à l'échelle du 1/1 000 000, à distinguer les grands domaines d'exploitation du milieu et les grands types d'utilisation du sol.

Les éléments qui composent le thème cartographique de la végétation actuelle sont donc dissociables et permettent, ainsi, de procéder à une confrontation "végétation actuelle/photo-interprétation" en plusieurs étapes. Ces étapes peuvent être ordonnées de manière à ce qu'elles conduisent du général au particulier et, par conséquent, à une recherche croissante de la précision (ou de la résolution). Les photo-interprétations (cf. figure 3) seront confrontées dans l'ordre (cf. tableau 6) :

- aux classes de densité de la couverture végétale : zone à couverture végétale dense (ligneux hauts et bas recouvrant 50 % et plus de la surface) et zone à couverture végétale claire (ligneux hauts et bas recouvrant moins de 50 % de la surface) ;

PHOTO- INTERPRÉTATION DU CANAL	CARACTÈRES DE LA VÉGÉTATION ACTUELLE									VÉGÉTATION POTENTIELLE				
	COUVERTURE VÉGÉTALE		GRANDS DOMAINES D'UTILISATION DU SOL			CATÉGORIES MAJEURES DE FORMATIONS VÉGÉTALES			QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS			SÉQUENCES ARBORESCENTES	SÉQUENCES NON ARBORESCENTES	
	dense	claire	agricole	sylvicole	marais	FORMATIONS VÉGÉTALES à ligneux hauts à ligneux bas à herbacés			forêts	landes	différence "feuillus sempervirents-résineux"			
7 (1,1-0,8 μ m)											<i>non caractérisable</i>			
6 (0,8-0,7 μ m)														
5 (0,7-0,6 μ m)														
4 (0,6-0,5 μ m)														

toutes les limites se superposent (identité).....		limites communes nombreuses.....		limites communes rares.....	
limites communes très nombreuses.....		limites communes assez nombreuses.....		aucune limite superposable (opposition).....	
		limites communes peu nombreuses.....			

Tableau 6

Valeur relative des unités délimitées sur les images ERTS-1 et sur les cartes de la végétation
(référence: images ERTS-1, MSS, 09 OCT 72, E-1, 078, 09564)

- aux grands domaines d'exploitation du milieu et d'utilisation du sol (agricole et sylvicole surtout) ;
- aux catégories majeures de formation végétales (formations végétales à ligneux hauts, ligneux bas et à herbacés dominants et co-dominants) ;
- à quelques aspects particuliers de la couverture végétale ; afin d'apprécier jusqu'à quel degré de finesse peut aller dans ce secteur la photo-identification. Deux essais seront tentés : un ayant pour but de détecter les forêts et les landes ; l'autre visant à voir si la différence "feuillus sempervirents - résineux" apparaît sur les clichés.

Pour les grands domaines d'utilisation du sol et les catégories majeures de formations végétales, nous indiquerons la nature (ou à défaut le volume) des limites de deuxième ordre qui peuvent être soulignées. Cela revient, dans une certaine mesure, à déterminer le degré de précision de ces deux tests (cf. tableau 6).

Enfin, les unités de la carte de la végétation actuelle seront comparées aux zones homogènes et isophènes qui ont été considérées précédemment pour l'étude des autres thèmes du milieu ; ceci afin de compléter les données du tableau 5.

341.1 - Résultats de la confrontation des "divers caractères de la végétation actuelle et des unités photo-interprétées" (cf. tableau 6)

Les caractères de la végétation actuelle que nous avons choisis de tester sont plus ou moins interdépendants ; par exemple, les forêts et les landes du bloc "quelques aspects particuliers" sont incluses dans les formations végétales à ligneux hauts et à ligneux bas de la colonne "catégories majeures de formations végétales", elles-mêmes appartenant au domaine sylvicole qui présente en général une couverture végétale dense. En procédant ainsi, on diminue les risques d'erreurs et on donne à notre analyse un certain crédit, ce qui n'est pas superflu ; car il ne faut pas oublier qu'à aucun moment dans ce travail nous avons eu recours à une technique "améliorante" (appareil ou procédé).

Les degrés de coïncidence entre les caractères de la végétation et les unités photo-interprétées sont traduits sur le tableau 6 par des trames étalonnées dégressives. Si la trame est totalement noire, il y a identité de limites entre le caractère de la végétation considéré et la

photo-interprétation ; la trame blanche indique qu'il n'y a aucune "ressemblance" de forme entre les parties comparées.

Des caractères envisagés, la densité de la couverture végétale est celui qui présente le meilleur rendu sur les photographies ; puis, dans l'ordre, les grands domaines d'utilisation du sol, les catégories majeures de formations végétales et, en dernier, les aspects particuliers. C'est dans la logique des choses de constater qu'un couvert végétal dense, que le domaine sylvicole, que les formations végétales à ligneux hauts et à ligneux bas et, dans certains cas, que les forêts et les landes sont plus à même d'apparaître sur des clichés de satellite qu'un couvert végétal clair, que le domaine agricole et que les formations herbacées. Cela peut paraître banal comme résultat, mais c'est ce qui ressort clairement d'une première analyse des documents.

S'il est possible d'identifier sur les images la plupart des caractères de la végétation actuelle retenus, et d'aller même jusqu'au repérage des forêts et des landes de faible superficie (dans les Costières, par exemple), cela ne veut pas dire pour autant que l'identification de ces caractères est généralisable à l'ensemble du territoire étudié. La généralisation, que nous savons par ailleurs difficile à pratiquer sur d'autres photographies aériennes à des échelles nettement plus grandes, ne semble pas devoir être envisageable facilement sur ce type d'image, en l'état actuel de nos moyens.

La signification thématique des limites et des contenus des unités définies au cours des photo-interprétations est également délicate à aborder. On ne progresse bien souvent dans cette phase que par approximations successives. Prenons un exemple : parmi les grands domaines d'utilisation du sol, nous avons distingué, par interprétation de la carte de la végétation actuelle, les marais et non le domaine pastoral comme on était en droit de l'attendre ; car, dans le cas qui nous intéresse, il n'y a pas de prairies, et les formations herbacées rencontrées sont pour la plupart précisément des formations marécageuses. Sans quoi, il aurait été étrange de constater que les prairies apparaissaient plus facilement que les forêts dans les canaux 7 et 6.

Quoiqu'il en soit, il serait exagéré de dire que de tels documents sont d'un intérêt médiocre vis-à-vis de l'étude et de la reconnaissance de la végétation, puisque des bosquets de Chêne vert, Chêne blanc et Pin d'alep,

des landes de Chêne kermès, des friches de Brachypode penné, de superficie comprise entre 40 et 625 hectares, sont reconnaissables dans les Costières entre Vauvert, S^t Gilles et Garons. A ce sujet, il faut préciser que si les bosquets de feuillus et de résineux se déterminent dans certains cas, c'est parce que nous pouvons les identifier et les localiser grâce à la carte de la végétation actuelle, et non - ce qui serait d'une autre portée - par rapport à leur "signature spectrale" propre sur la photographie ; c'est la raison pour laquelle sur le tableau 6 la différence "feuillus sempervirents-résineux" est dite non caractérisable dans les quatre canaux.

La détermination de la plus petite unité identifiable sur les clichés, si elle se justifie en soi, ne saurait dans notre cas, absorber l'essentiel de nos efforts, puisque nous avons décidé d'aborder l'étude des photographies de ERTS-1 de manière synoptique ; ce qui n'exclut pas cependant d'y consacrer une partie de notre temps. Ainsi, pour les caractères de la végétation qui traduisent l'hétérogénéité du paysage (les grands domaines d'utilisation du sol et les catégories majeures de formations végétales en particulier), nous avons pu repérer, pour les cultures, les détails suivants :

- dans le canal 7, les unités de cultures comprenant des vergers de fruitiers (à ligneux hauts) se distinguent de celles qui présentent seulement des vignes et des cultures assolées, et ceci qu'elles soient irriguées ou pas ;
- dans le canal 6, en plus, apparaissent des stades post-cultureaux (par exemple, au Nord de Nîmes, les olivettes à Chêne vert et à Chêne kermès) ;
- dans le canal 5, on note les mêmes détails dans les cultures. Toutefois, il paraît moins favorable à ce type de détection que le canal 6 ;
- enfin, dans le canal 4, l'identification des grands types de culture est plus difficile à faire. Néanmoins, on y voit encore quelques différences, dont une que nous n'avons pas observée dans les autres canaux, la différence entre les vignes irriguées et celles qui ne le sont pas !

En outre, pour les formations végétales à ligneux hauts et bas dominants et co-dominants, on relève plusieurs faciès :

- dans le canal 7, les faciès à Chêne vert, à vergers et vignes s'identifient séparément ;
- dans les canaux 6, 5 et 4 apparaît, en plus, le faciès post-cultural à Chêne vert et Chêne kermès. C'est toutefois dans le canal 5 qu'on trouve le plus de détails, et dans le 4 le moins.

Cependant, ces détails ne sont pas visibles sur l'ensemble du cliché et donc ne se prêtent pas à une généralisation ; on peut les voir, avec une certaine attention, çà-et-là sur le document photographique.

Rechercher les raisons profondes de ces "apparitions éphémères et localisées" paraît pour le moins difficile, hasardeux, et en l'état actuel de nos connaissances et moyens hors de notre portée.

Toutefois, il nous semble être de notre ressort de formuler un avis sur ce point, au moins pour le domaine où nous sommes plus spécialement compétent : celui de la végétation. Deux exemples suffiront pour expliciter notre pensée : (1) les bosquets de Chêne vert et de Pin d'alep, (2) les landes de Chêne Kermès des Costières. Ces formations végétales pérennes présentent une couverture végétale dense (recouvrement > 75 %) et une végétation toujours feuillée (végétaux ligneux sempervirents) ; ce sont des éléments dominants dans le paysage. Est-ce suffisant pour expliquer que ces formations se distinguent sur les clichés des canaux 5 et 4 ? que cela y contribue fortement nous le pensons ; mais que cela en constitue la raison majeure nous ne le croyons pas. En effet, ces mêmes formations existent plus au Nord dans les garrigues de l'Uzégeois, mais elles n'apparaissent pas sur les clichés examinés. Dans le cas des Costières proprement dites, ces formations sont placées au coeur d'une zone cultivée en vignes et cultures assolées, et se trouvent par conséquent en position de contraste de voisinage "fort" dans le paysage ; alors que dans le cas des garrigues de l'Uzégeois, elles se fondent dans un paysage quasiment uniforme où, évidemment, s'il y a des contrastes ils sont faibles et non décelables à l'oeil.

Parmi les tentatives d'explication des images qui paraissent les plus crédibles et d'intérêt plus fondamental, on pourrait y ranger précisément celles qui envisagent les objets de la surface photographiée en termes de structures, de contrastes et de formations superficielles, sans se préoccuper outre mesure de leur nature ou de leur domaine d'appartenance à un thème donné, au moins dans un premier temps.

L'examen rapide des données du tableau 6 laisse comprendre que le canal 5 révèle assez bien l'hétérogénéité de la couverture végétale actuelle ; que les canaux 4 et 6 (dans cet ordre) en rendent compte mais plus faiblement. Quant au canal 7 il n'en découvrirait que d'infimes éléments. Ces appréciations combinées à celles qui résulteront de l'analyse suivante sont portées dans le tableau 4.

341.2 - Comparaison du couvert végétal actuel et des zones homogènes et isophènes de la zone-test des Costières du Gard (cf. tableau 5)

Dans l'ensemble, les résultats obtenus confirment ce qui a été dit précédemment. Cependant, le canal 6 montre une "signature spectrale" vis-à-vis de la végétation bien supérieure à celle du canal 4 ; ce qui nous a conduit à réviser notre position précédente, et à placer sur le tableau 4 ces deux canaux sur le même plan. Le tableau 4 sera d'ailleurs commenté plus loin dans le texte.

34.2 - Végétation potentielle

Les traits dominants du couvert végétal potentiel peuvent être traduits au moyen des "séquences de la végétation" (cf. M. GODRON et J. POISSONET, 1972 ; E. LE FLOCH et al., 1972). Cela consiste à prévoir à partir de l'observation des variables actives du milieu (la plupart des thèmes pris en compte dans l'analyse), l'ensemble des stades d'évolution de la végétation dont la succession est prévisible. Les séquences se prêtent à une représentation cartographique, et sont nommées, sur la carte, par le nom des espèces végétales qui domineront la séquence la plus prévisible. La nature même de chaque espèce indique si l'évolution se fera vers la forêt, la lande ou la pelouse.

Nous considérerons d'abord d'une part, les séquences ayant déjà atteint un stade d'évolution avancée (arborescent en général : à Chêne vert, Chêne blanc, Pin d'alep et leurs combinaisons, par exemple), et qui iront d'ailleurs dans le sens d'un renforcement de cette tendance et, d'autre part, celles qui n'y sont pas encore parvenues (ou qui n'y parviendront sans doute jamais). Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 6.

Ensuite, afin de compléter ce tableau 6 les séquences de végétation seront confrontées aux zones homogènes et isophènes du territoire-test des Costières (cf. tableau 5)

Comme le montre le tableau 6, la séparation des séquences en deux catégories (arborescente ou non) s'avère nécessaire ; celles qui sont arborescentes ont une réponse supérieure aux autres, quel que soit le canal envisagé. Les canaux 5 et 6 sont encore ici les plus révélateurs. La séquence à Chêne vert "sort" dans tous les cas, celle à Chêne blanc assez souvent. La séquence à Pin d'alep, très faiblement représentée sur le territoire étudié, n'a été déterminée qu'une fois.

Lorsqu'elles concernent le même substrat géologique, les séquences à Chêne vert et à Chêne blanc ne se différencient pas ; dans le cas contraire, on les distingue. Dans toutes les autres situations la séquence à Chêne vert s'identifie. En outre, la séquence à Chêne blanc n'apparaît plus au contact et au sein des séquences relatives aux zones actuellement cultivées (à Frêne, Orne et Peuplier par exemple).

La comparaison des séquences et des zones photo-interprétées sur le territoire étudié indique que le canal 6 est celui qui est le plus représentatif des séquences de végétation ; puis, dans un ordre décroissant, le 5 et le 7, à peu près à égalité, et enfin le 4 (cf. tableaux 4 et 5).

3.5 - Commentaires généraux sur la signification thématique des zones photo-interprétées et conclusions générales

Ce paragraphe est destiné à fournir des commentaires complémentaires sur les tableaux 4 et 5. Nous commencerons par le tableau 5.

La (ou les) signification thématique des zones n'est souvent pas facile à indiquer. Il y a des zones qui présentent presque toujours la même "signature" (exemples : 4, 4₁, 4₂, etc), d'autres pas de "signature" suffisamment distincte (exemples : 4₅, 4₁₄, 8₃, etc) ; cette remarque s'entend vis-à-vis des thèmes envisagés et en procédant comme nous l'avons fait, et quel que soit le canal ou le thème considéré. On est conduit à faire les hypothèses suivantes :

- les premières zones (mêmes "signatures") correspondraient bien aux thèmes du milieu qui ont été testés. Ces thèmes étant plus ou moins interdépendants, il n'est pas étonnant d'obtenir dans tous les cas une réponse spectrale à peu près équivalente
- les secondes zones ("signatures"vagues) ne correspondraient pas aux thèmes traités ou bien, la méthode employée ne serait pas adaptée à leur traduction.

Parmi les autres thèmes qui paraissent susceptibles d'apporter les indications manquantes l'humidité du sol et les formations superficielles semblent bien placées. Pour en être convaincu, il n'y a qu'à observer la configuration des zones 4₁₁, 4₁₃, 4₁₆, 11, 12 et 4₂, 4₄, 6₁, 6₂ sur la figure 1.

Lorsqu'on examine le tableau 5 on est surpris de ne pas y rencontrer plus de contrastes, aussi bien d'un thème à l'autre qu'à l'intérieur des thèmes entre canaux. Cette remarque nous conduit à penser que, peut-être, la méthode utilisée n'est pas sinon la bonne du moins la meilleure pour traiter de ces problèmes. Une analyse de l'image en fonction des structures, des contrastes, et des déformations superficielles pourrait apporter de meilleurs résultats ; un essai en ce sens sera fait ultérieurement.

Le tableau 4 résume l'essentiel des résultats obtenus. A savoir que les canaux 7 et 6 sont les plus propices à traduire la géomorphologie, qui est révélée par ailleurs sur ce type de document d'une manière exceptionnelle ; ainsi d'ailleurs que le réseau hydrographique et le milieu marin.

La végétation "sort" plus ou moins bien sur les clichés étudiés. C'est à partir des images des canaux 6 et 5 qu'elle apparaît le mieux.

Le milieu urbain s'identifie difficilement, malgré sa forte structure par rapport à son environnement immédiat sur le terrain. La meilleure réponse est obtenue dans les canaux 5 et 4.

Quoiqu'il en soit, si nous n'avons pas atteint sur certains points les résultats escomptés, il ne faut pas oublier que des bosquets de 40 hectares ont été identifiés (sur les images au 1/1 000 000). C'est quand même un argument suffisant pour poursuivre l'étude des "photographies" de ERTS-1 en ce qui concerne la végétation ; cette étude se justifiant d'elle-même pour d'autres thèmes moins variables.

V - PERSPECTIVES POUR LA SUITE DU TRAVAIL

L'échelle du 1/1 000 000 sera abandonnée au profit du 1/250 000 (images agrandies à partir des négatifs originaux). La comparaison entre les deux échelles sera réalisée.

Ensuite, à partir des agrandissements de la zone-test des Costières du Gard, sera lancée une ébauche d'étude chronoséquentielle. En effet, nous détenons à présent les clichés de ce territoire pris à trois dates différentes: hélas ! ne concernant que la période automne-hiver qui est la moins favorable pour observer la végétation (9 octobre 1972, 20 décembre 1972 et 26 janvier 1973).

Bientôt, si nos moyens nous le permettent, nous aurons des tirages couleur des clichés de ERTS 1. De tels documents devraient permettre d'élargir de manière sensible le champ de nos investigations, d'accroître énormément les performances de ce type d'image et d'avoir une image du Languedoc-Roussillon d'une autre nature. Les seuls positifs transparents couleur déjà disponibles font apparaître déjà une accentuation remarquable des contrastes. Par ailleurs, les couleurs augmenteront les qualités de précision de la photo-interprétation (délimitation des unités).

BIBLIOGRAPHIE

- DAGET Ph. et POISSONET J. - 1966.- Etude phyto-écologique de la commune de Thoras (Haute Loire). C.E.P.E. L. Esberger, Montpellier, document 28, 522 p., 5 fasc., nomb. cartes.
- GODDARD SPACE FLIGHT CENTER (N.A.S.A.).- 1972. - Earth resources technology satellite-1. Symposium proceedings. Greenbelt, Maryland, 165 p.
- GODDARD SPACE FLIGHT CENTER (N.A.S.A.).- 1973. - Symposium on significant results obtained from earth resources technology satellite-1. Volume II - Summary of results Greenbelt, Maryland, 198 p.
- GODRON M. et POISSONET J.- 1972. - Quatre thèmes complémentaires pour la cartographie de la végétation et du milieu (séquence de végétation, vitesse de cicatrisation de la végétation, diversité du paysage, sensibilité de la végétation). Bull. Soc. Lang. Géo., Montpellier, 6, 3 : 329-356.
- LE FLOCH E., LONG G., GODRON M., POISSONET J. et coll.- 1972. - Cartographie de la végétation et de son écologie, in Atlas Régional du Languedoc-Roussillon (direction : R. Dugrand). Berger-Levrault, Paris, 1 notice, 7 fig., 2 cartes couleur et un calque mobile à l'échelle du 1/750 000, une planche (spectres et coupes).