

MESRS

USTA 51/82

200

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

CSTN LABORATOIRE DE TELEDETECTION



THESE D'INGENIORAT
OPTION ELECTRONIQUE

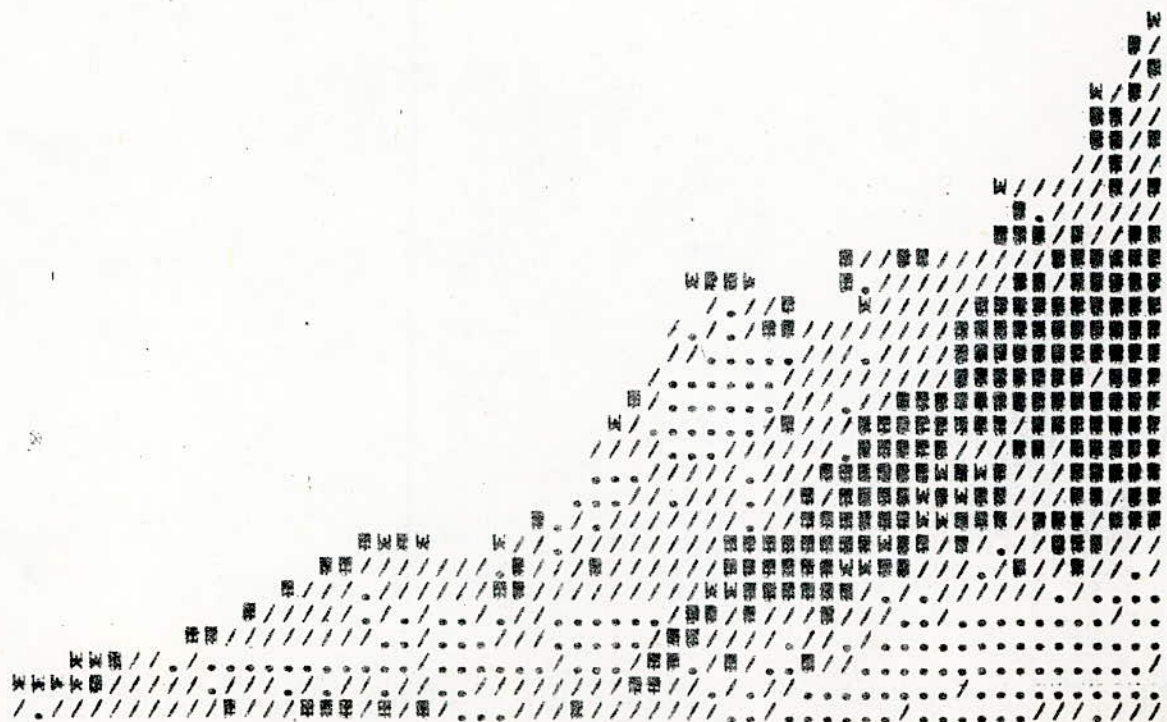


Proposée par : A. ABDELLAOUI Docteur de spécialité

Etudiée par : Malika TILIKETE
Merzouk BELKACEMI



JANVIER 1982



MESRS

USTA

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

CSTN LABORATOIRE DE TELEDETECTION

THESE D'INGENIORAT
OPTION ELECTRONIQUE

CONCEPTION ET REALISATION
D'UN LOGICIEL POUR TRAITEMENT ET
MANIPULATION D'IMAGES SPATIALES

Proposé par : A. ABDELLAOUI Docteur de spécialité

Etudié par : Malika TILIKETE
Merzouk BELKACEMI

JANVIER 1982

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA MERE

A MON FRERE BOUBEKEUR

pour son courage et son sacrifice

A MES FRERES ET SOEUR

A MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

M E R Z O U K



A MON PERE

ET A MA MERE

à qui je doit tout

A MES FRERES ET SOEURS

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

M A L U K A

SELON L'ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS :

"LA TELEDETECTION EST UN ENSEMBLE DE TECHNIQUES MISES EN OEUVRE A PARTIR D'AVIONS, DE BALLONS, DE SATELLITES ET QUI ONT POUR BUT D'ETUDIER SOIT LA SURFACE DE LA TERRE OU D'AUTRES PLANETES, SOIT L'ATMOSPHERE, EN UTILISANT LES PROPRIETES DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES EMISES, REFLECHIES OU DIFFRACTEES PAR LES DIFFERENTS CORPS OBSERVES".

UNE OPERATION DE TELEDETECTION S'EFFECTUE EN TROIS ETAPES

- I. ACQUISITION DES DONNEES
- II. TRAITEMENT DES DONNEES
- III. INTERPRETATION

PREMIERE PARTIE

I N T R O D U C T I O N

Le traitement numérique d'images en télédétection, nous permet de représenter et d'interpréter les objets et les phénomènes physiques à la surface du sol, ainsi que leur évolution dans le temps, aussi bien du point de vue qualitatif que quantitatif.

Deux types d'images sont utilisées en télédétction : l'image photographique et l'image numérique.

Les images numériques contiennent beaucoup plus d'informations que les documents photographiques usuels. Elles sont constituées par un ensemble de points, chacun représentant la radiance spécifique d'un pixel. Une image numérique multispectrale prise par un satellite LANSAT est constituée d'environ 30 Millions de pixels. Ce nombre très important d'informations à traiter nécessite l'usage d'un ordinateur.

Le traitement numérique d'images consiste à établir la meilleure correspondance entre une densité optique donnée de l'image et la vérité au sol et à procéder à une classification dans le but de regrouper les points de l'image au mieux de leur ressemblance dans des classes. Les méthodes de classification sont nombreuses.

Une fois la détermination des classes faite, il est possible de caractériser graphiquement l'image et de procéder à des manipulations sur celle-ci, telles que sa compression, le choix d'une fenêtre et son extraction, ou l'agrandissement d'une zone bien définie pour mettre en évidence certains aspects particuliers de la scène étudiée.

La première partie de ce travail consiste à la mise au point d'un logiciel de traitement numérique d'images sur un échantillon photographique. Pour cela nous procédons à une opération de digitalisation point par point de cette image au moyen d'un densitomètre. Après quoi nous faisons une sortie de l'histogramme globale de l'image et un partage de ce dernier pour établir une

classification par la méthode des bornes dans le but de sortir graphiquement une image sur listing. Afin de ressortir certains paramètres particuliers de l'image, nous ferons sur celle-ci quelques manipulations.

La deuxième partie définit les structures de bandes magnétiques et l'exploitation des informations qu'elles contiennent.

La troisième partie consiste à la création du logiciel pour traitement et manipulation d'image à partir de bandes magnétiques.

II . G E N E R A L I T E S

Les images aérospatellitaires peuvent se présenter sous deux formes différentes, photographiques ou numériques suivant leurs origines.

Par rapport à l'image photographique usuelle, qui nous permet uniquement d'avoir des informations sur les géométries et les couleurs des objets, l'image numérique (généralement portée sur un support magnétique) nous offre en plus l'avantage de posséder des informations sur les propriétés physiques de ces objets. Néanmoins, ces deux types d'images peuvent être traitées et traduites de la même manière.

1. ACQUISITION DE DONNEES

L'obtention de ces informations nécessite :

- Des appareils de collecte de données, appelés capteurs
- Des véhicules portant ces capteurs, soient des plates-formes d'observation.
- Un système permettant la transmission des données au sol ou leur stockage à bord de la plate-forme.

a) - Les capteurs

Le capteur est un dispositif qui reçoit les rayonnements électromagnétiques émis ou réfléchis par les objets au sol dans une certaine bande spectrale, les transforme en un signal électrique susceptible d'être amplifié, mesuré et stocké si nécessaire.

b) - Les plates-formes d'observation :

Suivant l'objectif visé, la collecte d'information doit s'effectuer à différentes altitudes. On utilise pour cela trois types de plates-formes d'observation :

Les satellites, les ballons et les avions.

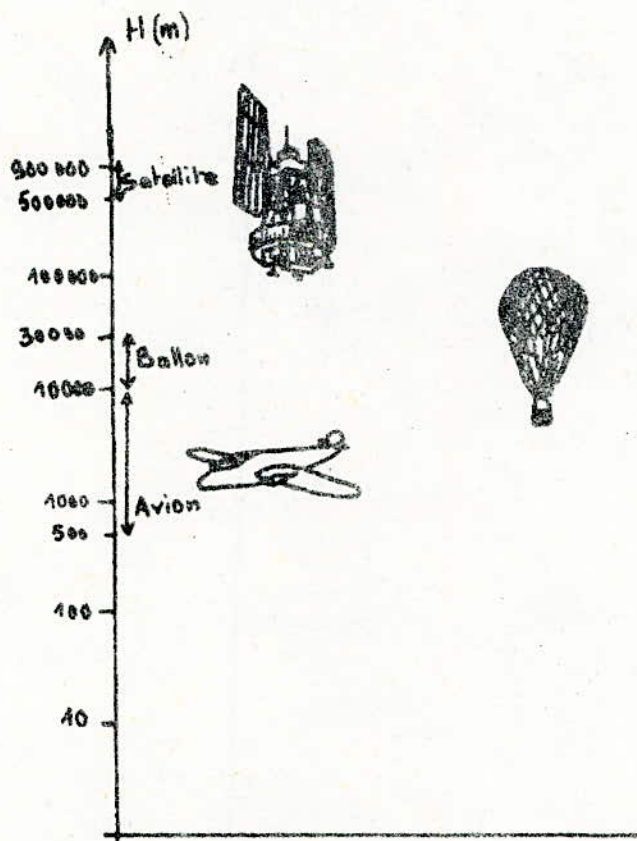
Leurs altitudes de vols sont respectivement :

500 km à 900 km pour les satellites de ressources terrestre,

10 km à 30 km pour les ballons,

500 m à 10 km pour les avions.

fig. 1



Plates-formes d'observation

L'avion constitue l'un des plus anciens moyens d'acquisition de données. Etant commandé à chaque instant par un pilote, l'avion présente une assez grande souplesse dans la mesure où il peut intervenir à un moment précis selon une trajectoire bien définie. Néanmoins, il présente deux inconvénients importants d'une part son champ d'observation qui est limité (à cause de son altitude de vol qui ne dépasse pas 10 km) d'autre part sa sensibilité aux conditions atmosphériques.

Le ballon est utilisé pour des prises de vue aériennes à une altitude de vol supérieure à celle de l'avion. Il présente un inconvénient majeur dû au fait que l'opérateur ne peut être maître de la trajectoire, le ballon étant entraîné par les vents.

Le satellite qui constitue le troisième type de plate-forme d'observation sera défini avec plus de détail par la suite.

III. TRAITEMENT D'UNE PHOTOGRAPHIE AERIENNE.

L'objet de ce chapitre est le traitement numérique d'un échantillon de photographie aérienne. Sur cet échantillon, nous établirons les algorithmes de traitement et de manipulation d'images numériques.

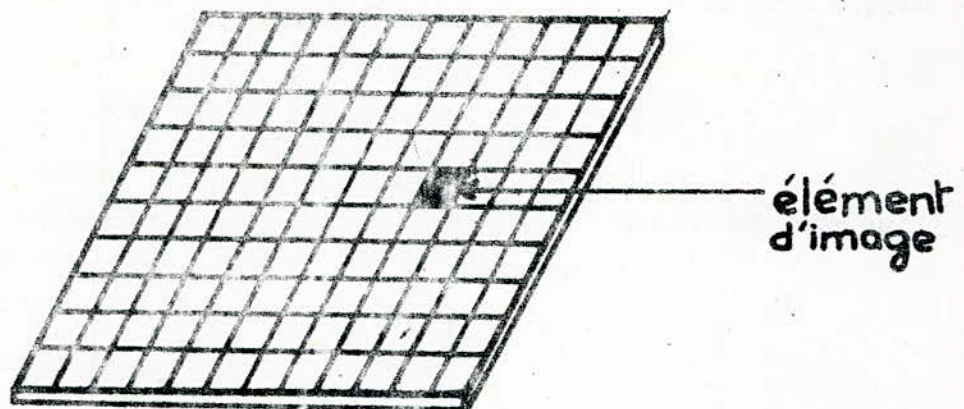
Ce travail nécessite les phases suivantes :

- Digitalisation,
- Enregistrement des données sur bandes, disques ou cartes;
- Etude statistique - sortie d'histogramme;
- Classification,
- Représentation graphique,
- Manipulations.

1. Digitalisation

La digitalisation d'une image photographique se fait point par point. Pour cela on divise l'image en surfaces élémentaires dont les dimensions dépendront de la précision de l'appareil de numérisation utilisé (voir figure n°2).

fig 2



Il existe deux systèmes de digitalisation d'images photographiques : la caméra électro-optique et le micro-densitomètre.

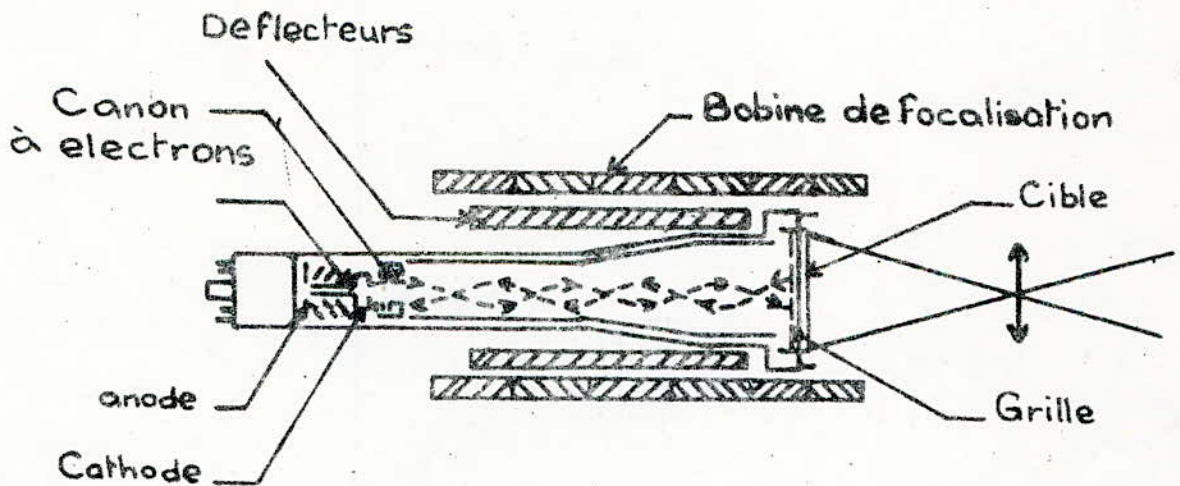
Ces appareils nous permettent de quantifier les informations contenues sur le document photographique.

a) - La caméra électrooptique

Elle permet l'obtention d'une image numérique par balayage électronique.

Principe de la caméra électrooptique (voir figure n°3)

fig. 3



SCHEMA DE PRINCIPE DE LA
CAMERA ELECTRO-OPTIQUE

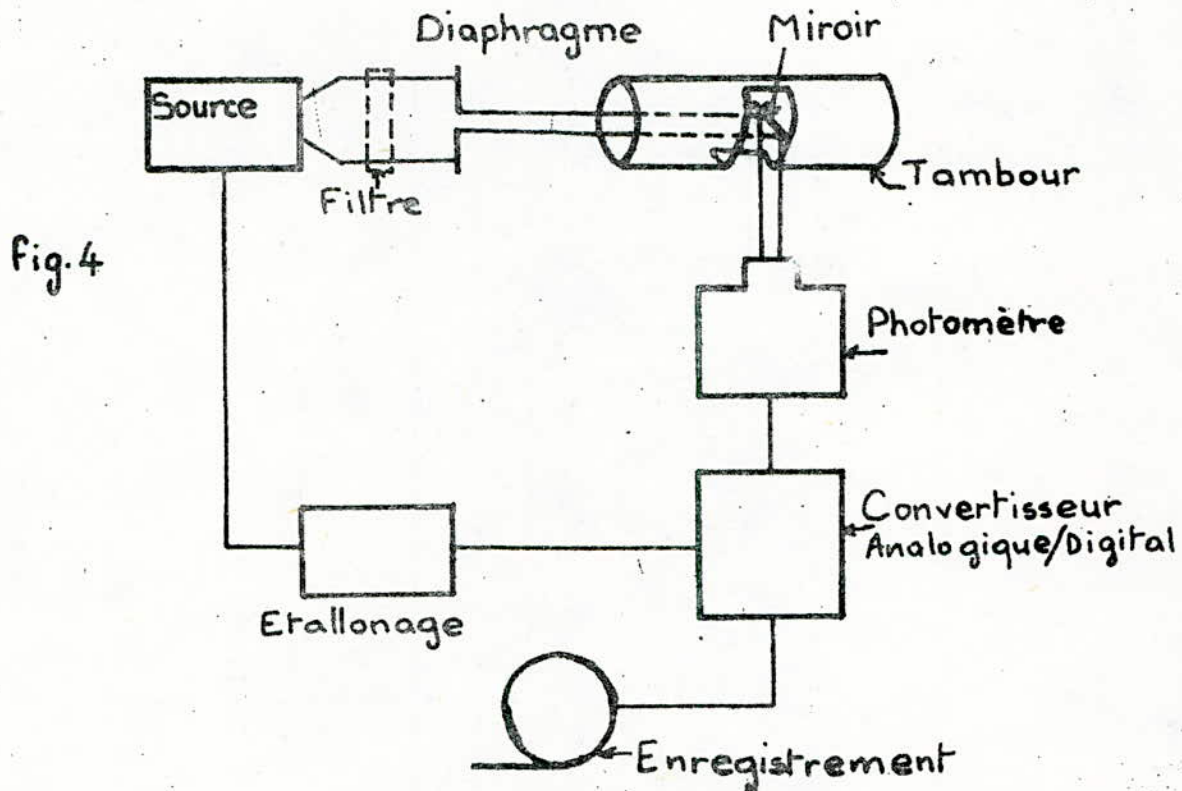
La caméra disposée à quelques décimètres de l'image est braquée sur elle. Les informations qualitatives contenues sur l'image photographique sont ainsi transformées en un courant électrique

qui peut être quantifié puis digitalisé. Le stockage de l'information digitalisée se fait sur disque ou sur bande magnétique.

b) - Le micro-densitomètre

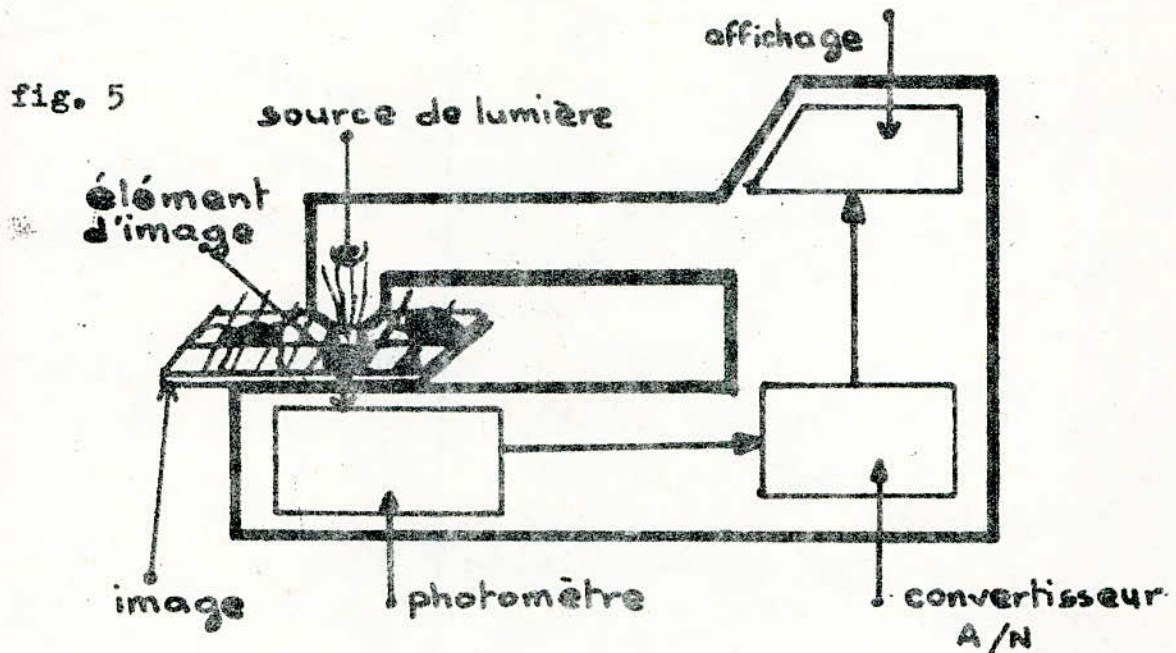
Principe de fonctionnement

Le balayage de l'image dans ce cas se fait par un procédé mécanique. La photographie, reportée sur un support transparent est posée sur un tambour rotatif. Elle est balayée par un pinceau lumineux qui sera altéré^s suivant le noircissement de la zone de l'image qu'il traverse. Les dimensions de l'élément image seront définies par le diamètre de ce pinceau. Un photomètre mesure l'absorption de la lumière par la photographie puis un convertisseur analogique digital permet la digitalisation de cette mesure. L'enregistrement de la valeur digitalisée se fera sur un support magnétique.



SCHEMA DE PRINCIPE DU
MICRODENSITOMETRE

Pour numériser l'échantillon photographique sur lequel nous avons travaillé, nous avons utilisé un densitomètre d'un modèle moins sophistiqué que celui décrit précédemment. Son principe reste le même sauf que le balayage de l'image se fait dans ce cas manuellement.



SCHEMA DE PRINCIPE DU DENSITOMETRE

Nous obtenons ainsi une image numérique de dimension (30x60) soit 1800 points. Chaque point représentant une valeur de ton de gris.

2 - ENREGISTREMENT DES DONNEES

Les valeurs numériques obtenues par digitalisation constituent les données de l'image, elles représentent les informations nécessaires à son traitement. Ces données se présentent sous forme d'une matrice . Afin de pouvoir les manipuler par ordinateur, il est nécessaire de les enregistrer sur une de ses unités périphériques : Bande magnétique, Disque ou Cartes perforées. Dans le cas de l'échantillon choisi ici, le nombre d'informations à traiter étant relativement réduit, nous avons opté pour l'enregistrement sur cartes perforées .

3 - ETUDE STATISTIQUE - SORTIE D'HISTOGRAMME

a) - Etude statistique

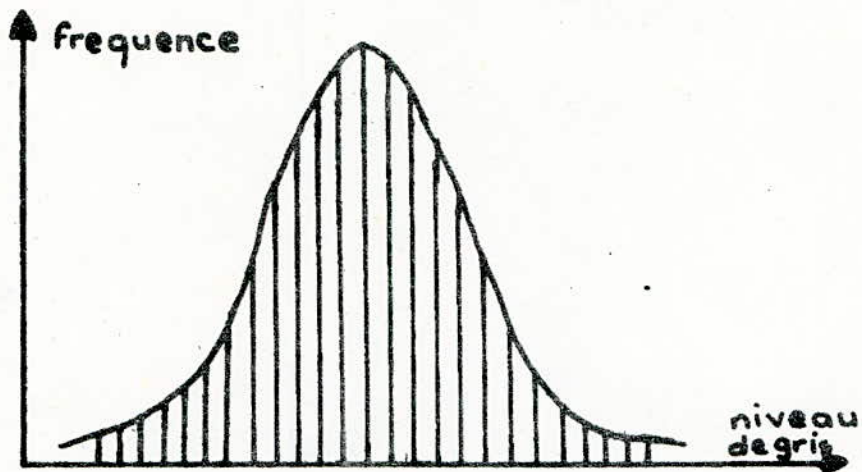
L'étude statistique des fréquences de niveaux de gris consiste à analyser tous les points de l'image les uns après les autres et de compter la fréquence de chaque niveau de gris existant sur l'image. Cette étude n'est exploitable que dans la mesure où l'on établit un diagramme significatif représentant la répartition des différentes populations de niveau de gris. On établit alors un diagramme des fréquences.

Diagramme des fréquences :

C'est un graphe à deux dimensions qui représente les fréquences des différents niveaux de gris de l'image en fonction de ces niveaux de gris. Suivant la scène étudiée, il est possible d'obtenir deux catégories d'histogramme : unimodal et plurimodal.

a. 1. L'histogramme unimodal.

Fig. 6



Sa courbe est assimilable à une cloche. Dans ce cas la fonction densité de probabilité suit une loi normale. C'est-à-dire que pratiquement tous les éléments de l'image étudiée sont assimilables à une même classe et sont susceptibles de représenter le même objet au sol. Sur l'image, ceci se traduit par une zone assez homogène.

a. 2. L'histogramme plurimodal.

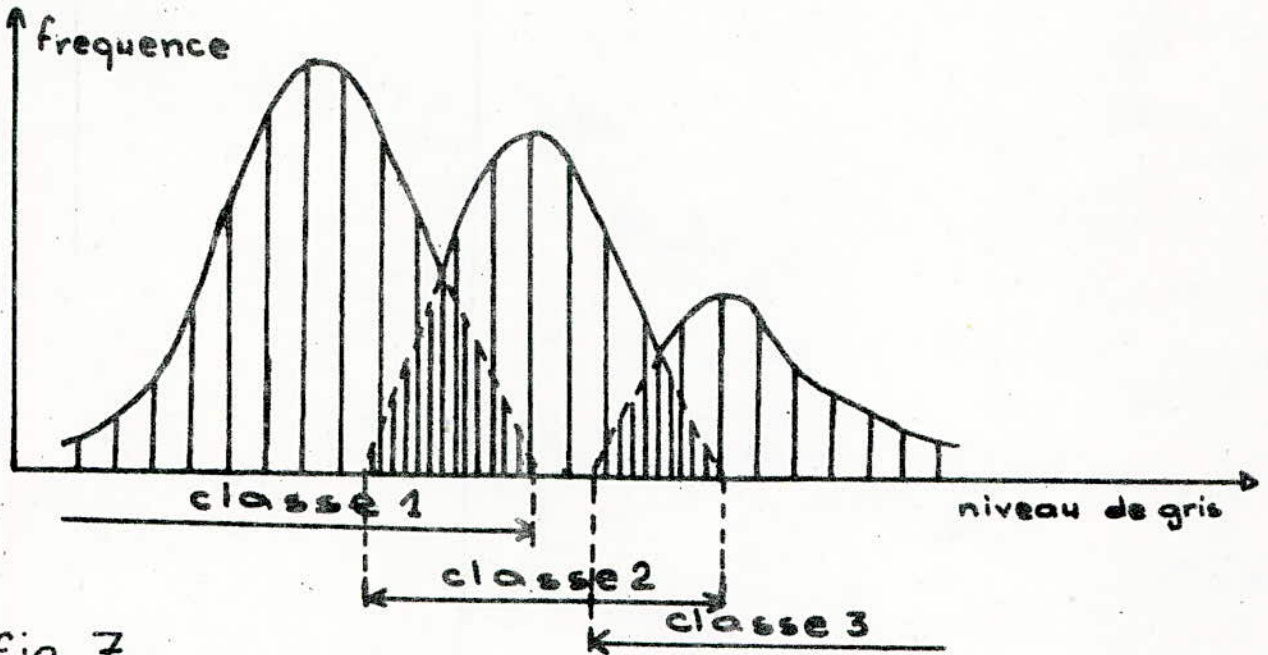


Fig. 7

Sa courbe est assimilable à un ensemble de cloches. Chacune d'elles représente l'histogramme relatif à une classe. Ces histogrammes sont conjoints dans le cas où les classes correspondantes ont des réponses spectrales voisines.

L'étude statistique des fréquences d'une zone hétérogène se traduit par un tel histogramme, mais il est à noter que l'obtention d'un tel histogramme n'implique pas automatiquement l'hétérogénéité de la zone étudiée (exemple blé sur sol calcaire et blé sur sol argileux).

Dans l'étude des contrastes d'une image, il est possible de procéder à un étalement de l'histogramme plurimodal et ceci en multipliant le diagramme obtenu par une fonction linéaire adéquate. On obtient alors un histogramme où les différentes classes sont isolées les unes des autres (figure 8). De cette façon on augmente le contraste au niveau de l'image.

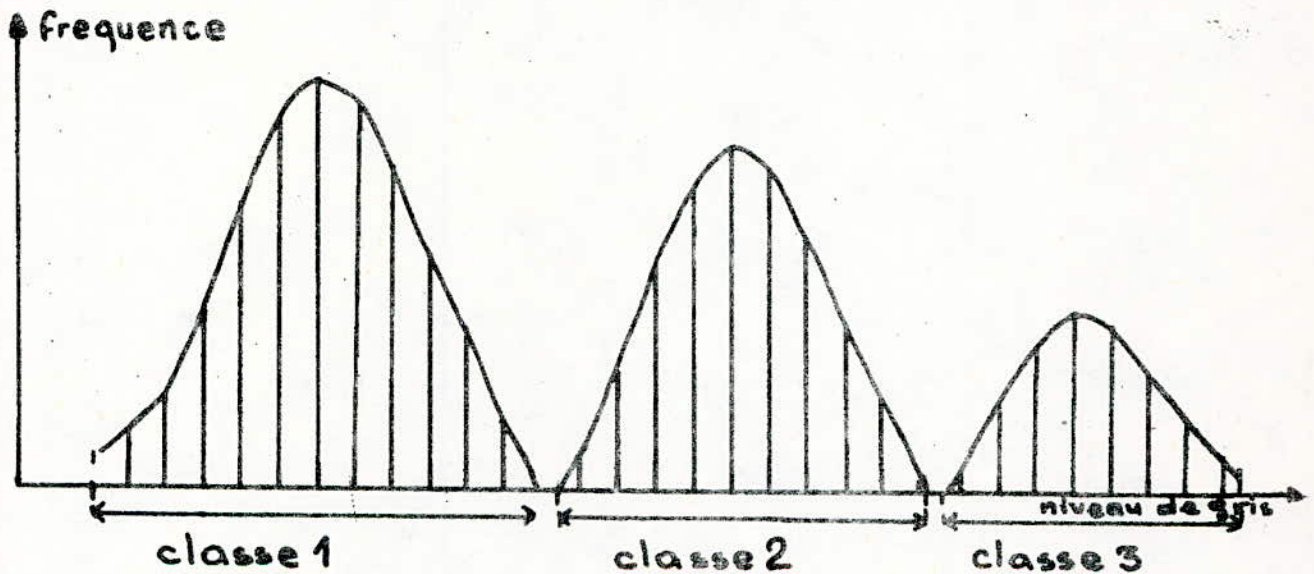


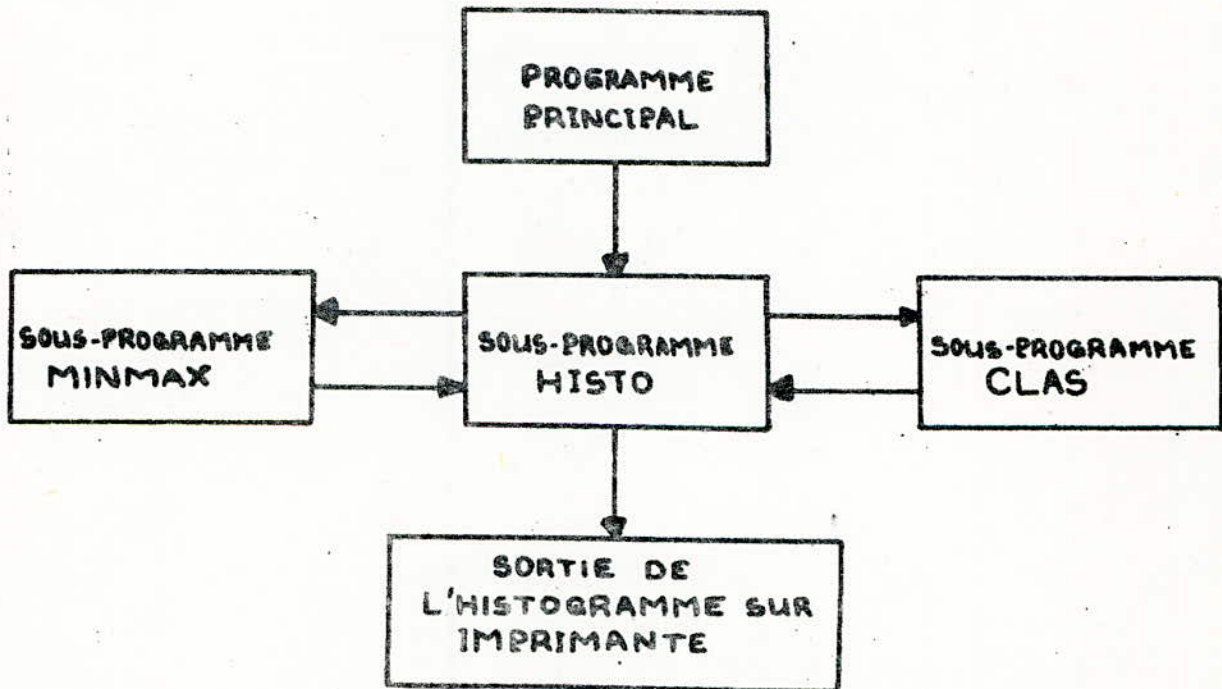
Fig. 8

Nous ferons remarquer que sur l'histogramme, une classe d'objets n'est pas représentée par une raie mais par un spectre étalé.

b - Tracé de l'histogramme relatif à l'échantillon étudié.

Afin de tracer cet histogramme, nous avons employé une méthode qui consiste à :

- trouver les tons de gris MINIMUM et MAXIMUM se trouvant sur l'image.
- Déterminer les fréquences de tous les niveaux de gris de l'image compris entre ce minimum et ce maximum.
- faire une sortie sur listing de cet histogramme.



STRUCTURE DU PROGRAMME

Le programme principal permet de réserver l'espace mémoire ^{nécessaire} au travail à effectuer.

Pour des commodités de calcul, nous déterminerons le minimum et le maximum des niveaux de gris de l'image. Leurs connaissances

n'est pas indispensable pour le tracé de l'histogramme, néanmoins, elle permet de réduire la plage de niveaux de gris à prendre en considération, ce qui permet de diminuer le temps d'exécution des programmes sur ordinateur. Cette opération est assurée par le sous programme MINMAX.

- Le sous programme CLAS permet de déterminer les fréquences de tous les niveaux de gris compris entre le minimum et le maximum précédemment calculés.

- La sortie de l'histogramme sur imprimante nécessite des instructions d'impression et de mise en forme, ceci est effectué au niveau du sous programme HISTO.

NOM DES SUBROUTINES	FONCTIONS	ENTRÉES	SORTIES
MINMAX	Calcul des niveaux de gris minimum et maximum	Matrice des données image NN: nombre de lignes NM: n ^{br} de colonnes	les tons de gris MIN et MAX ML: MAX KL: MIN
CLAS	Calcul des fréquences des niveaux de gris dans l'image	NN, NM MIN, MAX	LDENS: vecteur des fréquences de niveaux de gris
HISTO	Tracé de l'histogramme	NN, NM, LDENS	HISTOGRAMME sur imprimante

TABLEAU DES ENTREES-SORTIES

```

SUBROUTINE MINMAX(NM,NM,KL,ML)
COMMON/TBA/N(64,64)
KI=N(1,1)
MI=KI
DO 50 I=1,NM
DO 50 J=1,NM
KL=MINO(KI,M(I,J))
ML=MAXO(MI,M(I,J))
KI=KL
MI=ML
50 CONTINUE
KL=KL+1
ML=ML+1
PRINT 152
PRINT 153
PRINT 151,KL,ML
151 FORMAT(22X,'LE TON DE GRIS MINIMUM EST:',I3,10X,
* 'LE TON DE GRIS MAXIMUM EST:',I3,////)
152 FORMAT(1H1)
153 FORMAT(1X,////)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CLAS(NM,NM,MIN,MAX,LDENS)
COMMON/TBA/N(64,64)
DIMENSION LDENS(1)
DO 50 I=MIN,MAX
LDENS(I)=0
DO 60 J=1,NM
DO 60 K=1,NM
DO 60 J=MIN,MAX
IF(M(I,K).EQ.(J-1))LDENS(J)=LDENS(J)+1
60 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE HISTO(NM,NM)
DIMENSION LDENS(300),LIG(106)
DATA IBLANC,I7,IH,II/IH,1H2,1HH,1HJ/
DATA IASTER,IPOINY,ISLACF,IEGALF,IOIESE/1H*,1H.,1H/,1H=,1H#/
CALL MINMAX(NM,NM,MIN,MAX)
CALL CLAS(NM,NM,MIN,MAX,LDENS)
PRINT 154
PRINT 155
PRINT 151
PRINT 155
PRINT 156
PRINT 153
DO 50 J=MIN,MAX
DO 60 I=1,106
60 LIG(I)=IBLANC
K=LDENS(J)/10
IF(K.EQ.0)GOTO40
DO 70 I=1,K
70 LIG(I)=IH
40 PRINT160,J,LDENS(J),(LIG(L),L=1,95)
50 CONTINUE
PRINT 153
PRINT 197
PRINT 198
PRINT 199
151 FORMAT(57X,'UN H REPRESENTE 10 VALEURS')
155 FORMAT(56X,28(1H-),////)
156 FORMAT(4X,'NIVEAU',2X,'FREQUENCE')
154 FORMAT(57X,'HISTOGRAMME DES FREQUENCES')
153 FORMAT(22X,98(1H-))
160 FORMAT(5X,I4,3X,I5,5X,1HT,1X,95A1,1HT)
197 FORMAT(1X,////)
198 FORMAT(48X,'CAS DE L IMAGE PHOTOGRAPHIQUE DIGITALISEE')
199 FORMAT(46X,43(1H-))
RETURN
END

```


4 - CLASSIFICATION

La classification est l'une des étapes les plus importantes dans l'analyse des données d'une image. Elle permet de regrouper les éléments de l'image au mieux de leur ressemblance de façon à ce qu'ils forment des classes homogènes susceptibles de représenter les mêmes objets au sol. Le caractère de ressemblance utilisé est la densité optique.

Une classe est définie soit par ses limites (bornes de classe), soit par son centre (noyau de la classe).

Les méthodes de classification sont nombreuses. Elles sont réparties en deux groupes : les méthodes supervisées et les méthodes non supervisées.

a - Les méthodes supervisées.

Dans le cas d'une classification par la méthode supervisée, on dispose d'informations supplémentaires sur certaines zones (échantillons) de la scène à étudier des vérités terrains. Ces informations nous permettent de dissocier les différentes classes et d'affecter les points de l'image à l'une ou l'autre des classes définies par ces échantillons.

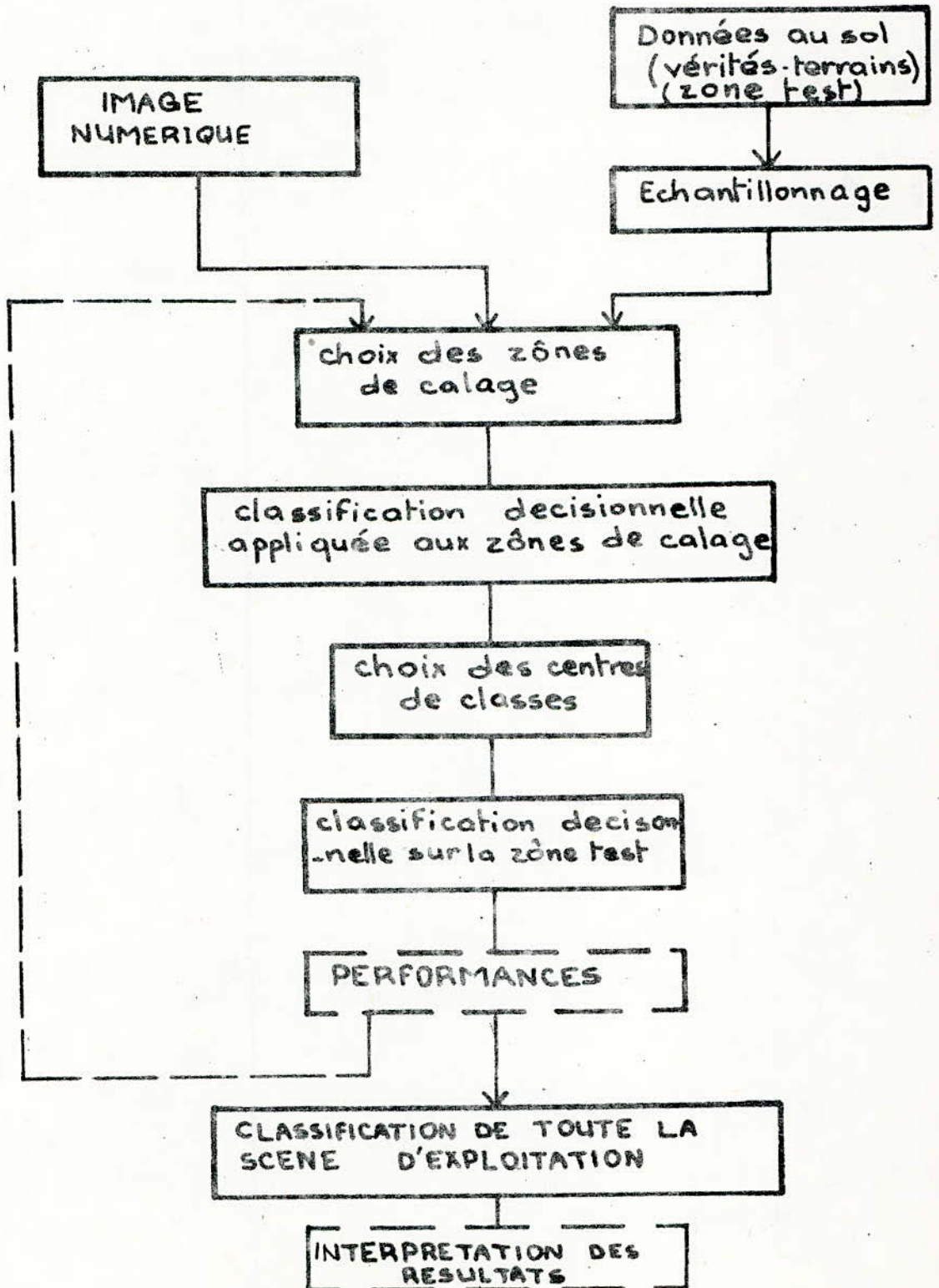
Les différentes étapes d'une classification supervisée sont :

- Détermination d'une portion de la scène pour laquelle les natures des objets qu'elle contient sont connues. Elle doit être représentative de toute l'image, c'est-à-dire qu'elle doit contenir toutes les classes de l'image. Cette portion de scène constitue pour nous les vérités terrains.

- Choix qualitatif d'échantillons susceptibles de représenter des éléments de même nature, donc appartenant à une même classe, à partir des vérités terrains. Ceci nous permet de fixer les classes de départ et leur nombre.

- On repère sur l'image les zones représentatives des classes fixées dans le but de les définir quantitativement (par niveaux de gris), selon un critère de performance choisi. Le critère de performance peut-être : la distance, le maximum de vraisemblance, le plus proche voisin...

Schéma synoptique d'une classification supervisée.



- On applique le résultat à la zone test choisie (portion de la scène sur laquelle nous avons des vérités terrains). On évalue les performances de cette classification par une comparaison avec les vérités terrains connues.

- Si le test s'avère non conforme à la réalité, il est possible de redéfinir les classes fixées au départ.

- Si le test s'avère conforme à la réalité, on applique cette classification à toute la zone d'exploitation. Les résultats obtenus par cette méthode sont très proches de la réalité.

(voir ci-après schéma synoptique d'une classification supervisée).

b - Les méthodes non supervisées :

Dans ces méthodes, la classification consiste à répartir les éléments de l'image en fonction de leur degré de ressemblance selon des classes choisies suivant un critère de discrimination fixé. Le nombre de classes peut-être ou ne pas être fixé au départ, c'est par la suite que l'utilisateur tentera de trouver la correspondance entre les classes ainsi définies et la réalité au sol. Les critères de discrimination sont basés uniquement sur les réponses spectrales des objets au sol. L'inconvénient de ces méthodes est le fait que deux objets identiques pris dans des conditions différentes (température, éclairage) peuvent être affectés à deux classes distinctes.

c - Utilisation de ces deux (2) types de classifications :

La classification par la méthode supervisée est utilisée dans le cas où on a des vérités terrains.

La classification par la méthode non supervisée est utilisée dans le cas où nous n'avons aucune information supplémentaire sur la scène étudiée. Elle nous permet de découvrir des phénomènes initialement inconnus.

d - Classification par la méthode des bornes :

La classification par la méthode des bornes considère que chaque classe est définie par une borne inférieure et une borne supérieure.

Tous les éléments de l'image dont les niveaux de gris sont compris entre ces deux bornes seront considérés comme appartenant à la même classe.

Cette méthode est applicable dans les cas supervisés et non supervisés. Elle nécessite l'établissement au préalable de l'histogramme des fréquences. La détermination des bornes de classes se fait alors par un découpage de cet histogramme.

d. 1. Découpage de l'histogramme :

L'opérateur repère sur le diagramme les ensembles de spectres homogènes (spectre contenu dans une enveloppe suivant une loi statistique normale), et effectue le découpage selon le schéma ci-après.

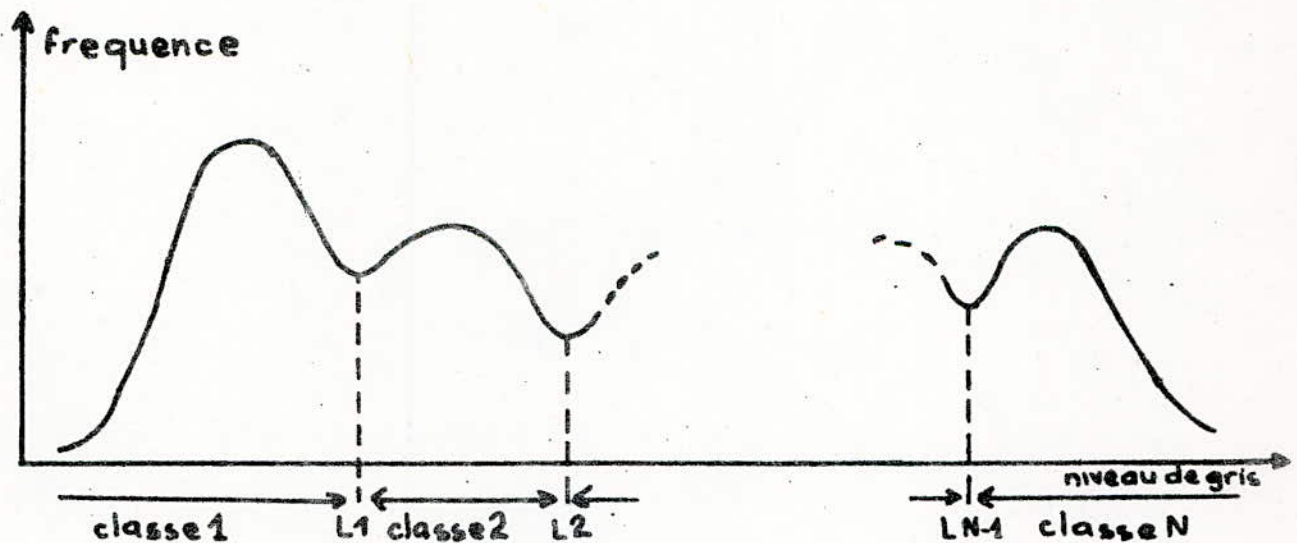


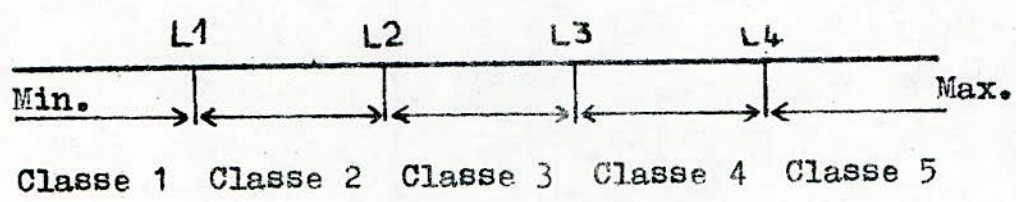
Fig. 10

Le nombre de classes étant n , la première classe sera constituée de tous les éléments dont le niveau de gris est inférieur à la première borne L_1 , et la classe N sera constituée par tous les éléments dont le niveau de gris est supérieur à la borne $L_{(N-1)}$. Une classe i sera délimitée par les bornes L_{i-1} et L_i .

Remarque :

Le nombre de classes à prendre en considération est fonction de l'allure de l'histogramme obtenu.

Dans le cas de l'échantillon photographique étudié dans ce chapitre, un découpage de l'histogramme (fig. 9) nous a permis de définir cinq (5) classes délimitées par les bornes $L1 = 21$, $L2 = 25$, $L3 = 29$, $L4 = 33$.



5 - TRAITEMENT ET MANIPULATIONS

Pour le traitement de l'échantillon photographique étudié, nous utilisons la classification par la méthode des bornes.

Il s'agit dans une première étape de faire une classification de l'image en affectant chacun des points qui la constituent à une classe donnée. Ceci revient à remplacer chaque point par le numéro de la classe à laquelle il est affecté. On obtient ainsi une image classée.

La deuxième étape consiste à obtenir une image symbolisée en tons de gris, représentative de l'image classée précédemment.

Une fois l'image obtenue sur imprimante ou sur écran visuel, nous procédons à différentes manipulations, dans le but de détailler certains thèmes ou zones de l'image.

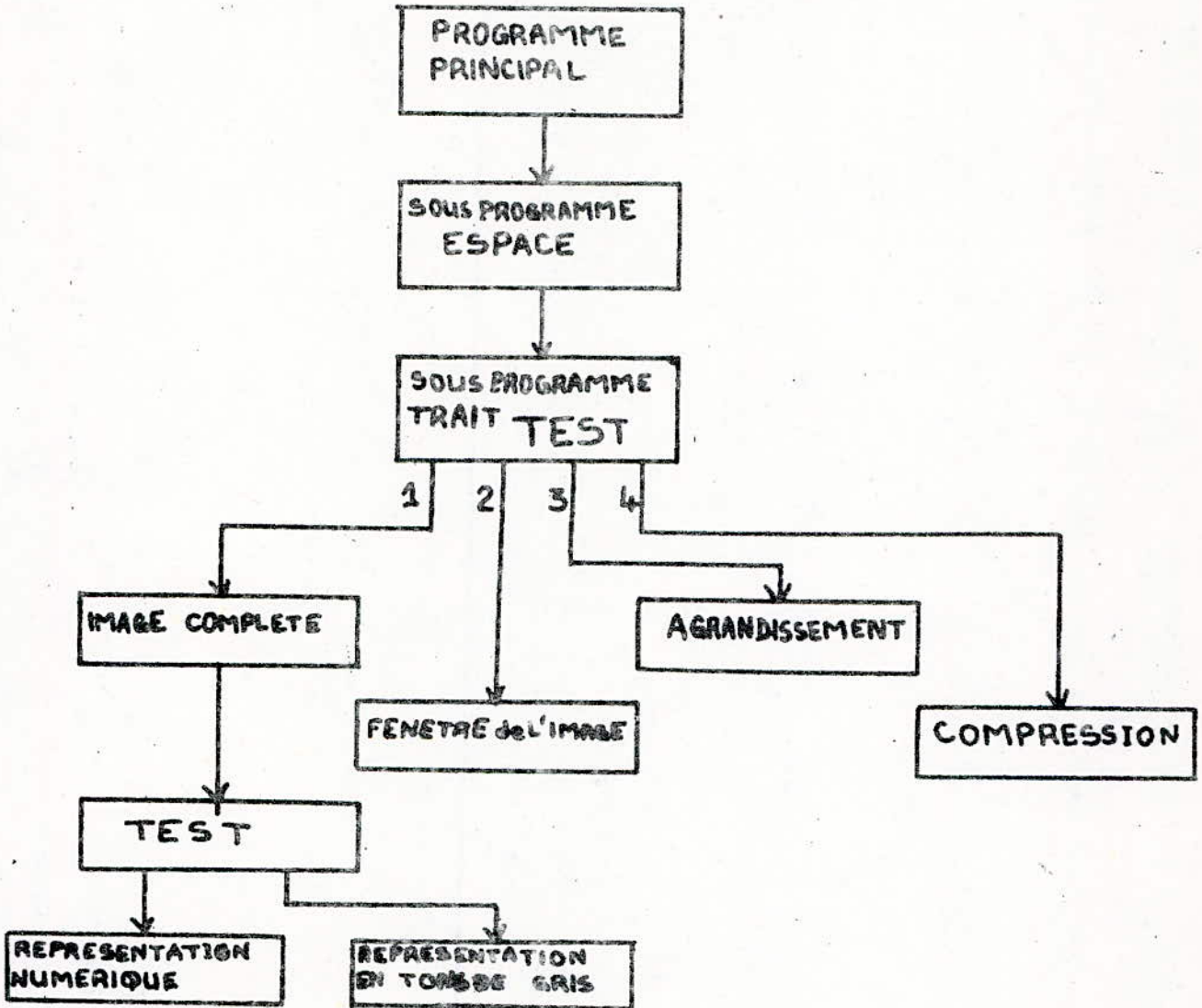
Les manipulations effectuées sont :

- l'extraction d'une fenêtre et établissement de son histogramme,
- L'agrandissement d'une zone bien définie,
- la représentation d'un thème particulier,
- la compression de l'image.

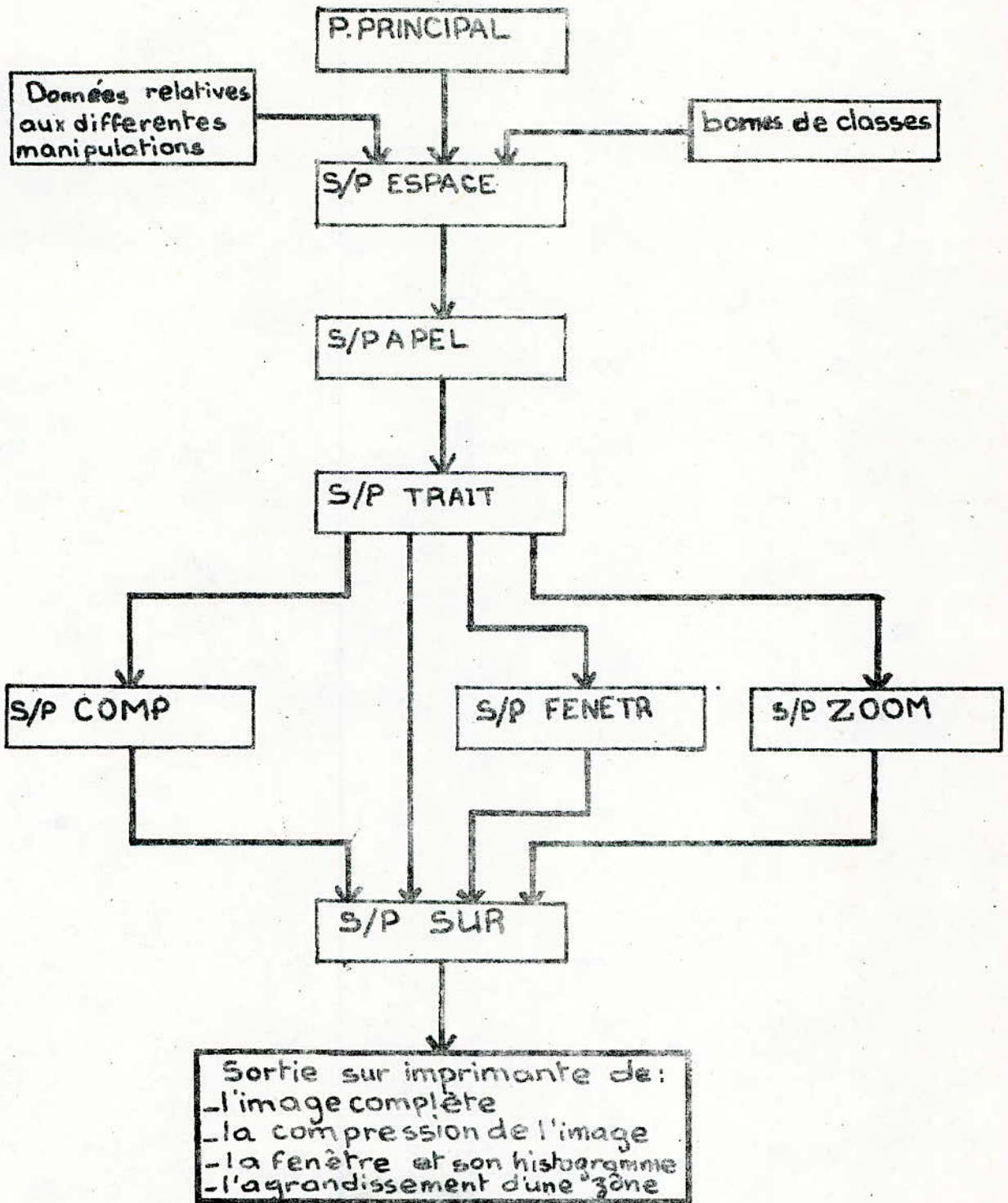
a - Conception du programme de traitement et manipulations d'une photographie :

Ce programme est conçu dans le but de pouvoir être utilisé pour le traitement de toute image dont les informations sont enregistrées sur cartes perforées.

a. 1 - Structure générale du programme :



Dans l'organisation générale du programme, nous avons introduit des tests qui permettront à l'utilisateur de choisir en fonction de la valeur d'un seul paramètre, la nature de la manipulation qu'il veut obtenir.



ORGANIGRAMME DE TRAITEMENT
(image photographique)

a. 2. Rôles et buts des programmes et sous programmes utilisés.

a. 2. 1. Traitement /

a. 2. 1. 1. Le programme principal

Il permet uniquement d'initialiser le processus, en appelant un sous programme espace, et de le terminer à la fin de toutes les exécutions.

a. 2. 1. 2. Le sous programme ESPACE

Il a pour rôle de réserver l'espace mémoire nécessaire aux différents traitements à effectuer. Cet espace mémoire varie suivant les dimensions de l'image à traiter. Le sous programme permet également de faire la lecture de toutes les données de travail utilisables telles que les paramètres de tests, les coefficients de compression ou d'agrandissement, les bornes de classes etc... Le choix de ces données ne dépendra que de l'utilisateur.

a. 2. 1. 3. Le sous programme TRAIT

Son rôle compte parmi les plus importants du système. Dans un premier temps, il établit un TEST dont le but est de décider de la nature des manipulations que l'opérateur veut effectuer sur l'image. Si l'opérateur choisit d'obtenir une image complète, la structure du programme lui permet de décider l'obtention d'une image classée uniquement ou d'une image symbolisée en tons de gris. Dans une seconde étape il assure les appels des différents sous - programmes relatifs aux différentes manipulations.

a. 2. 1. 4. Sous programme SUR

Pour mettre en évidence les différents niveaux de gris contenu dans l'image, il est nécessaire de faire apparaître le noircissement d'une classe par rapport à une autre. On procède pour cela à une superposition de caractères alpha-numériques au niveau des classes sombres. Cette opération est effectuée par le sous - programme SUR.

a. 2.2. Manipulations /

a. 2.2.1. Le sous programme FENETR

Il a pour but l'obtention d'une fenêtre de l'image et le tracé de son histogramme.

Initialement l'opérateur repère sur l'image complète la zone qu'il désire isoler, il détermine ses dimensions et ses coordonnées par rapport à toute la scène. Ces grandeurs vont constituer les paramètres d'entrée du sous programme ESPACE, qui les transmettra au S/P FENETR. Celui-ci procédera alors à l'extraction de la fenêtre.

Une analyse statistique des différents éléments constituant cette zone permet l'obtention de son histogramme. Cet histogramme sera exploité dans le cas où l'on veut faire une classification de la fenêtre différente de celle utilisée pour l'image complète, et cela, dans le but d'obtenir plus de détails sur la région.

a. 2.2.2. Le sous programme ZOOM.

Ce sous programme nous permet de faire l'agrandissement d'une zone choisie sur l'image. Cette manipulation permet de faire ressortir une classe rare à partir de l'image. En effet, si par exemple, dans une image, une classe n'est représentée que par un seul point, il est difficile de la repérer. Un agrandissement de la région permettra de remplacer ce point par un groupement de points identiques au premier. Ceci rendra la classe nettement plus visible.

a. 2.2.3. Le sous programme COMP

A l'inverse du sous programme ZOOM, ce sous programme permet la réduction des dimensions d'une image suivant un coefficient de compression choisi au préalable par l'opérateur.

La compression d'une image est nécessaire dans le cas où l'on veut avoir une idée globale de l'image et que celle-ci est trop grande pour pouvoir en faire une sortie sur imprimante ou sur écran visuel.

Nous verrons l'intérêt de cette manipulation dans le chapitre III.

Nous citerons deux méthodes de compression :

- La première est basée sur la moyenne arithmétique des densités optiques d'un certain nombre de termes voisins. Ce nombre est défini par le coefficient de compression.
- La seconde méthode consiste à prendre une seule information sur un nombre N d'informations données.

a. 2.2.4. Représentation d'un thème particulier

Afin de représenter un thème précis sur une image, nous procédons à l'élimination de tous les autres thèmes. Cette manipulation est assurée par le sous-programme PARTIE.


```

LOGICIEL TRAITEMENT D IMAGES
LES DONNEES SONT LES SUIVANTES
M(I,J):MATRICE REPRESENTATIVE DE L IMAGE
NM:NOMBRE DE COLONNES DE M(I,J)
NN:NOMBRE DE LIGNES DE M(I,J)
NA:NOMBRE DE LIGNES DE LA FENETRE
NB:NOMBRE DE COLONNES DE LA FENETRE(MFE)
NC:INDICE DE LA PREMIERE LIGNE DE LA FENETRE DANS M(I,J)
NE:INDICE DE LA PREMIERE COLONNE DE LA FENETRE DANS M(I,J)
IA:COEFFICIENT DE COMPRESSION
IO:COEFFICIENT D AGRANDISSEMENT
ND:INDICE DE LA PREMIERE LIGNE, DE LA ZONE A AGRANDIRE, DANS M(I,J)
NF:INDICE DE LA DERNIERE LIGNE, DE LA ZONE A AGRANDIRE, DANS M(I,J)
NG:INDICE DE LA PREMIERE COLONNE, DE LA ZONE A AGRANDIRE, DANS M(I,J)
NH:INDICE DE LA DERNIERE COLONNE, DE LA ZONE A AGRANDIRE, DANS M(I,J)
CALL ESPACE
PRINT 162
FORMAT(1H1)
STOP
END

```

162

```

C SUBROUTINE FENETR(NA,NC,NB,NE)
FENETRE D UNE IMAGE
COMMON/TBA/M(64,64)
COMMON/TCA/MFE(32,32)
DATA IMOINS,II,IH,IBLANC/1H-,1HI,1HH,1H /
DIMENSION LVECT(104)
DIMENSION LV(128)
DO 90 IG=1,NA
IH=NC+IG
DO 90 II=1,NB
JA=NE+II
MFE(IG,II)=M(IH-1,JA-1)
90 CONTINUE
MI=II-1
N=IG-1
DO 40 I=1,128
LV(I)=0
40 KL=MFE(1,1)
ML=KL
DO 50 J=1,N
DO 60 J=1,MI
MAX=MAX0(ML,MFE(I,J))
MIN=MIN0(KL,MFE(I,J))
K=MFE(I,J)
LV(K)=LV(K)+1
ML=MAX
KL=MIN
60 CONTINUE
50 CONTINUE
PRINT 151,KL
PRINT 154,ML
PRINT 155
PRINT 156
PRINT 157
PRINT 158
DO 80 K=KL,ML
DO 80 I=1,104
80 LVECT(I)=IBLANC
L=LV(K)
IF(L.EQ.0) GO TO 30
DO 91 J=1,L
91 LVECT(J)=IH
30 PRINT 160,(K,L,(LVECT(I),I=1,30))
PRINT 158
PRINT 159
PRINT 161
PRINT 162
151 FORMAT(28X,1H-, 'LE TON DE GRIS MINIMUM EST:',I3,/)
154 FORMAT(28X,1H-, 'LE TON DE GRIS MAXIMUM EST:',I3,/)
155 FORMAT(30X, 'UN 'H REPRESENTE 1 VALEUR')
156 FORMAT(29X,25(1H-),/)
157 FORMAT(13X, 'NIVEAU',2X, 'FREQUENCE')
158 FORMAT(31X,33(1H-))
160 FORMAT(13X,I5,3X,I5,5X,1HI,1X,30A1,1HI)
159 FORMAT(11X,/)
161 FORMAT(13X, 'REPRESENTATION DE LA FENETRE')
162 FORMAT(13X,28(1H-),/)
RETURN
END

```



```

SUBROUTINE ESPACE
COMMON/TBA/M(64,64)
COMMON/TCA/MFE(32,32)
COMMON/TDA/MAT(64,64)
COMMON/TFA/MCOM(32,32)
COMMON/TGA/JI,JF,JZ,JO,IA,IC
INTEGER V
DIMENSION MA(128),MB(128),MC(128),V(128)
READ(105,103)(JI,JF,JZ,JC)
READ(105,104)(LA,LB,LC,LD)
READ(105,105)(NM,NN,NA,NB,NC,ND,NE,NF,NG,NH,IA,IO)
READ(105,106)((M(I,J),J=1,NM),I=1,NN)
PRINT 182,(LA,LB,LC,LD)
PRINT 183,(NM,NN,NA,NB,NC,ND,NE,NF,NG,NH,IA,IC)
PRINT 151
151 FORMAT(1F1)
CALL TRAIT(NM,NN,NA,NB,NC,ND,NE,NF,NG,NH,
*LA,LB,LC,LD,V,MA,MB,MC,IB,IC)
103 FORMAT(4I1)
104 FORMAT(4I3)
105 FORMAT(12I3)
106 FORMAT(40I2)
182 FORMAT(5X,4(I3,5X))
183 FORMAT(5X,12(I3,2X))
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE SUR(V,MA,MB,MC,NZ,LA,LB,LC,LD,LI)
INTEGER V
DIMENSION V(1),MA(1),MB(1),MC(1)
DIMENSION MD(128)
DATA IASTER,IPCINT,ISLACH,IEGALE,IDTESE/1H*,1H.,1H/,1H=,1H#/
DATA IBLANC,IZ,IH,IX,II/1H,1HZ,1HH,1HX,1HI/
DO 51 J=1,NZ
MA(J)=IBLANC
MB(J)=IBLANC
MD(J)=IBLANC
MC(J)=IBLANC
DO 60 J=1,NZ
IF(V(J).LE.LA) GO TO 10
IF(V(J).LE.LB) GO TO 12
IF(V(J).LE.LC) GO TO 14
IF(V(J).LE.LD) GO TO 16
MA(J)=IDIESE
MB(J)=II
MC(J)=IH
MD(J)=5
GO TO 60
10 MA(J)=IBLANC
MD(J)=1
GO TO 60
12 MA(J)=ISLACH
MD(J)=2
GO TO 60
14 MA(J)=II
MB(J)=IEGALE
MD(J)=3
GO TO 60
16 MA(J)=IASTER
MB(J)=IH
MD(J)=4
60 CONTINUE
IF(LI.EQ.1) GO TO 7
IF(LI.NE.0) GO TO 8
PRINT 160,(MA(J),J=1,NZ)
PRINT 161,(MB(J),J=1,NZ)
PRINT 161,(MC(J),J=1,NZ)
GO TO 8
7 PRINT 162,(MD(J),J=1,NZ)
160 FORMAT(13X,60A1)
161 FORMAT(1H+,12X,60A1)
162 FORMAT(13X,60I1)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE TRAIT(NN,NM,NA,NB,NC,ND,NE,NF,NG,NH,
*LA,LB,LC,LD,V,MA,MB,MC,IR,IC)
COMMON/TBA/M(64,64)
COMMON/TCA/MFE(32,32)
COMMON/TDA/MAT(64,64)
COMMON/TFA/MCOM(32,32)
COMMON/TGA/JI,JF,JZ,JO,IA,IO
INTEGER V
DIMENSION V(1)
LI=0
IF(JI.EQ.1) GO TO 1
IF(JF.EQ.1) GO TO 2
IF(JZ.EQ.1) GO TO 3
IF(JO.EQ.1) GO TO 4
GO TO 8
1
NZ=NM
DO 55 I=1,NM
DO 65 J=1,NZ
65 V(J)=M(I,J)
CALL SUR(V,MA,MB,MC,NZ,LA,LB,LC,LD,LI)
55 CONTINUE
LI=LI+1
IF(LI.EQ.1) GO TO 21
IF(LI.EQ.2) GO TO 22
21 PRINT 187
PRINT 188
PRINT 189
GO TO 1
22 PRINT 187
PRINT 190
PRINT 191
LI=0
187 FORMAT(1X,/)
188 FORMAT(18X,'REPRESENTATION EN TONS DE GRIS')
189 FORMAT(17X,32(1H-),///)
190 FORMAT(15X,'REPRESENTATION NUMERIQUE DES CLASSES')
191 FORMAT(14X,38(1H-))
PRINT 151
PRINT 152
GO TO 5
2
CALL FENETR(NA,NC,NB,NE)
NZ=NB
DO 56 I=1,NA
DO 66 J=1,NZ
66 V(J)=MFE(I,J)
CALL SUR(V,MA,MB,MC,NZ,LA,LB,LC,LD,LI)
56 CONTINUE
PRINT 152
GO TO 6
3
CALL ZOOM(ND,NF,NG,NH,IO)
NL=(NF-ND)*IO
NZ=(NH-NG)*IO
PRINT 160
PRINT 161
DO 57 I=1,NL
DO 67 J=1,NZ
67 V(J)=MAT(I,J)
CALL SUR(V,MA,MB,MC,NZ,LA,LB,LC,LD,LI)
57 CONTINUE
PRINT 151
PRINT 152
GO TO 7
4
CALL COMP(IA,NN,NM,IR,IC)
NZ=IC
PRINT 162
PRINT 163
DO 58 I=1,IR
DO 68 J=1,NZ
68 V(J)=MCOM(I,J)
CALL SUR(V,MA,MB,MC,NZ,LA,LB,LC,LD,LI)
58 CONTINUE
151 FORMAT(1H1)
152 FORMAT(13X,///)
160 FORMAT(13X,'AGRANDISSEMENT PAR 3 DE LA FENETRE')
161 FORMAT(13X,38(1H-),///)
162 FORMAT(13X,'COMPRESSION PAR 2 DE L IMAGE')
163 FORMAT(13X,28(1H-),///)
8 RETURN
END

```

```
C      SUBROUTINE ZOOM(ND,NF,NG,NH,IO)
      AGRANDISSEMENT D'UNE FENETRE
      COMMON/TBA/M(64,64)
      COMMON/TDA/MAT(64,64)
      JB=0
      L=NF-1
      DO 50 I=ND,L
      IJ=1
10     JB=JB+1
      JC=0
      JC=JC+1
      N=NH-1
      DO 60 J=NG,N
      IK=1
15     MAT(JB,JC)=M(I,J)
      IK=IK+1
      JC=JC+1
      IF(IK.LE.IO) GO TO 15
60     CONTINUE
      IJ=IJ+1
      IF(IJ.LE.IO) GO TO 10
50     CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
C      SUBROUTINE COMP(IA,NN,NM,IR,IC)
      COMPRESSION D'UNE IMAGE
      COMMON/TBA/M(64,64)
      COMMON/TFA/MCOM(32,32)
      I=1
      IB=0
5     IC=0
      J=0
      IR=IR+1
10     IR=1
      ID=0
      N=0
      IE=0
20     IE=IE+1
      J=J+1
      IF(J.GT.NM) GO TO 25
      IF(IE.LE.IA) GO TO 40
25     J=J-IE
      I=I+1
      IR=IR+1
      IF(I.GT.NN) GO TO 45
      IF(IR.LE.IA) GO TO 15
30     I=I-IR+1
      L=N/ID
      IC=IC+1
      MCOM(IB,IC)=L
      IF((J+IE).NE.(NM+1)) GO TO 35
      I=I+IR-1
      GO TO 5
35     J=J+IE-1
      GO TO 10
40     ID=ID+1
      N=N+M(I,J)
      GO TO 20
45     IF((J+IE).LE.NM) GO TO 30
      RETURN
      END
```



```

INTEGER V(64)
DIMENSION M(70,60)
DIMENSION MA(64),MB(64),MC(64),MD(64)
DATA IASTER,IPCINT,ISLACH,IEGALF,IDIESE/1H*,1H.,1H/,1H=,1H#/
DATA IBLANC,IZ,IH,IX,II/1H,1H7,1HH,1HX,1HI/
READ(105,101)((M(I,J),J=1,60),I=1,70)
READ(105,102)(LA,LB,LC,LD)
PRINT 170
N=1
3  N=N+1
PRINT 172,N
PRINT 173
PRINT 174
DO 50 I=1,30
DO 60 J=1,60
60  V(J)=M(I,J)
DO 70 J=1,60
MA(J)=IRLANC
MB(J)=IRLANC
70  MC(J)=IRLANC
MD(J)=IRLANC
DO 71 J=1,60
IF(V(J).LE.LA) GOTC 5
IF(V(J).LE.LB) GOTC 10
IF(V(J).LE.LC) GOTC 15
IF(V(J).LE.LD) GOTC 20
MA(J)=IDIESE
MB(J)=II
MC(J)=IH
MD(J)=5
GOTC 71
5  MA(J)=IRLANC
MD(J)=1
GOTC 71
10 MA(J)=ISLACH
MC(J)=2
GOTO 71
15 MA(J)=II
MB(J)=IEGALF
MD(J)=3
GOTO 71
20 MA(J)=IASTER
MB(J)=IH
MD(J)=4
71  CONTINUE
CALL PARTIE(MA,MB,MC,MD,N)
50  CONTINUE
PRINT 174
PRINT 171
IF(N.EQ.5) GOTC 8
GOTO 3
8  STOP
101 FORMAT(40I2)
102 FORMAT(4I3)
170 FORMAT(1H1)
171 FORMAT(1X,////)
172 FORMAT(25X,'CLASSE NUMERO ',I1)
173 FORMAT(25X,15(1H-),//)
174 FORMAT(13X,62(1H-))
END

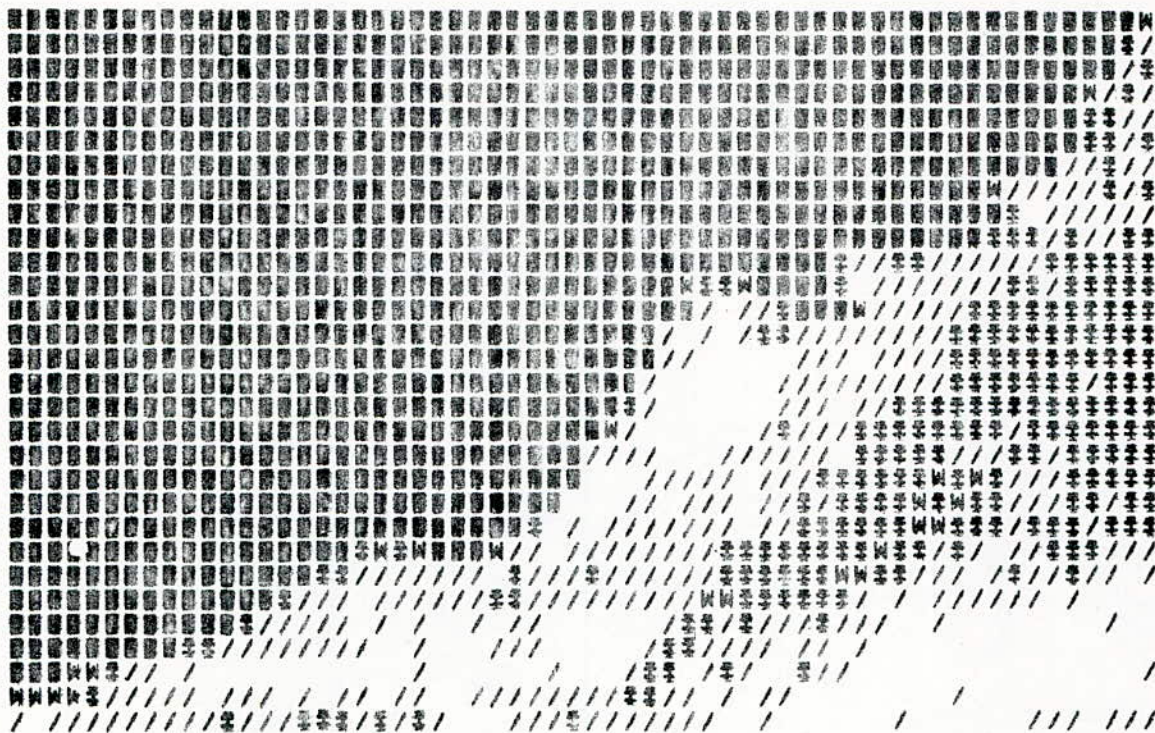
```

```

SUBROUTINE PARTIE(MA,MB,MC,MD,N)
DIMENSION MA(1),MB(1),MC(1),MD(1)
DATA IBLANC,II,1H/1H,1HI,1HH/
DO 50 I=1,60
IF(MD(I).EQ.N) GO TO 50
MA(I)=IRLANC
MB(I)=IRLANC
MC(I)=IRLANC
MD(I)=IRLANC
50  CONTINUE
PRINT 150,(MA(I),I=1,60)
PRINT 151,(MB(I),I=1,60)
PRINT 151,(MC(I),I=1,60)
150 FORMAT(13X,1HI,60A1,1HI)
151 FORMAT(1H+,13X,60A1)
RETURN
END

```


Fig. 11



REPRESENTATION EN TONS DE GRIS

Fig. 12



REPRESENTATION NUMERIQUE DES CLASSES

-LE TON DE GRIS MINIMUM EST: 19
 -LE TON DE GRIS MAXIMUM EST: 31
 LA H REPRESENTE 1 VALEUR

Fig. 13

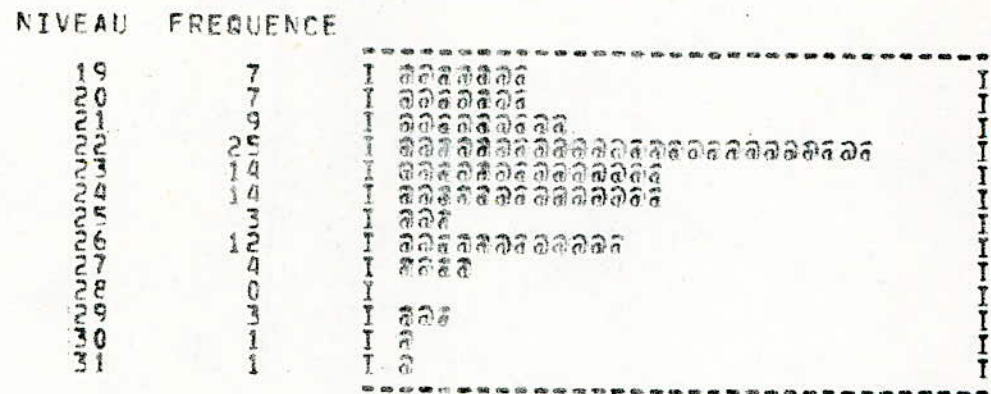


Fig. 14

REPRESENTATION DE LA FENETRE



Fig. 15

AGRANDISSEMENT PAR 3 DE LA FENETRE

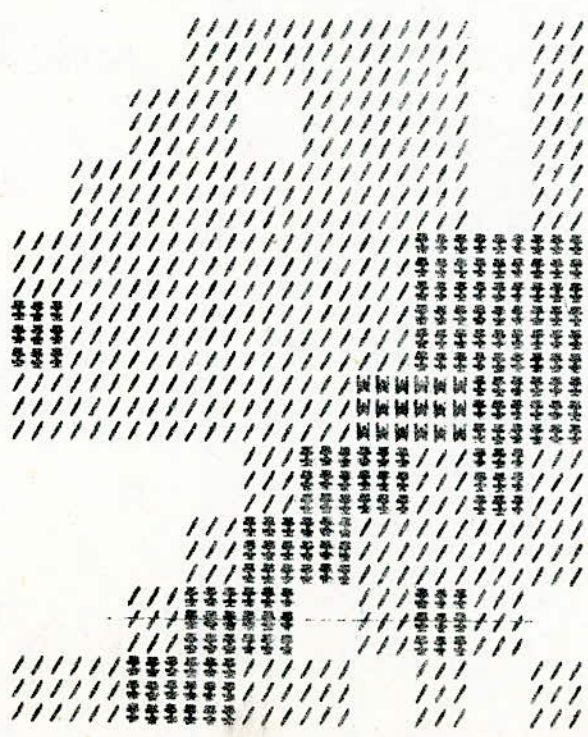


Fig. 16

COMPRESSION PAR 2 DE L IMAGE

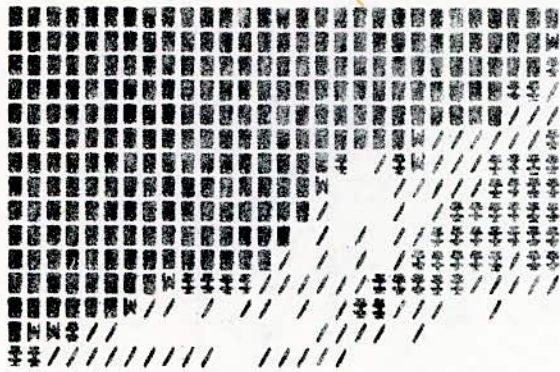


Fig. 17 a

CLASSE NUMERO 2

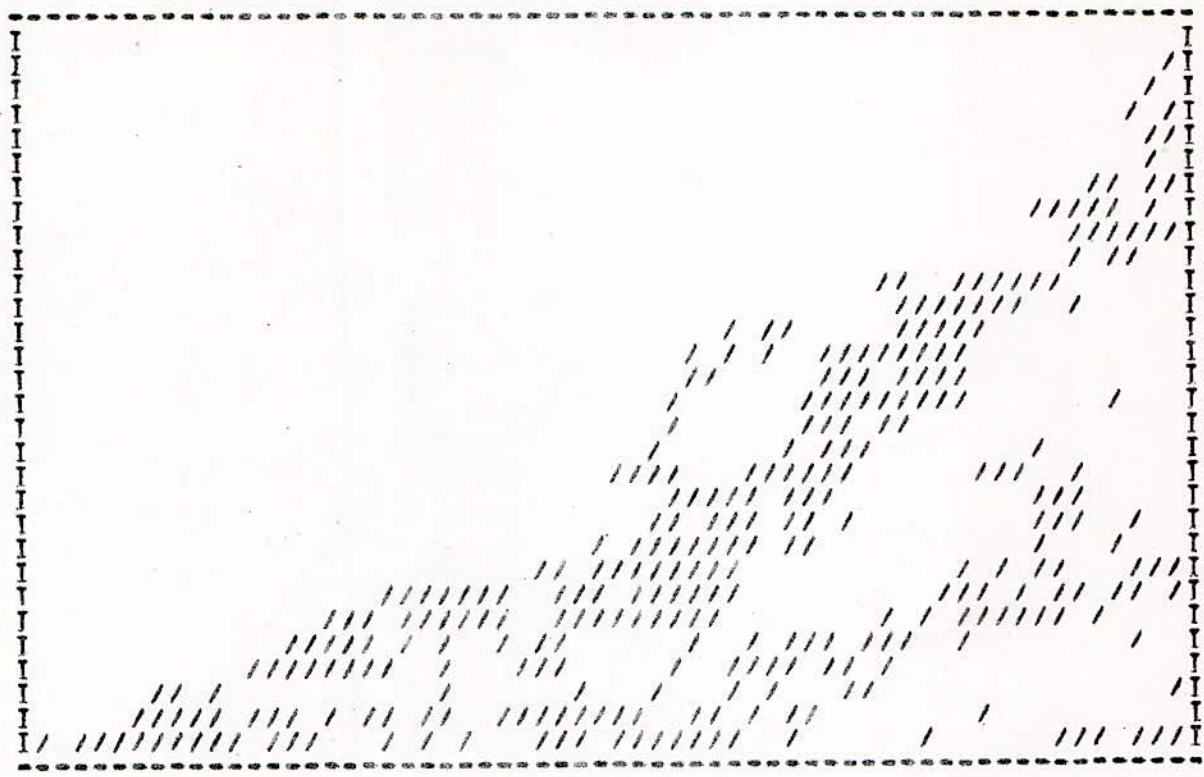


Fig. 17 b

CLASSE NUMERO 13

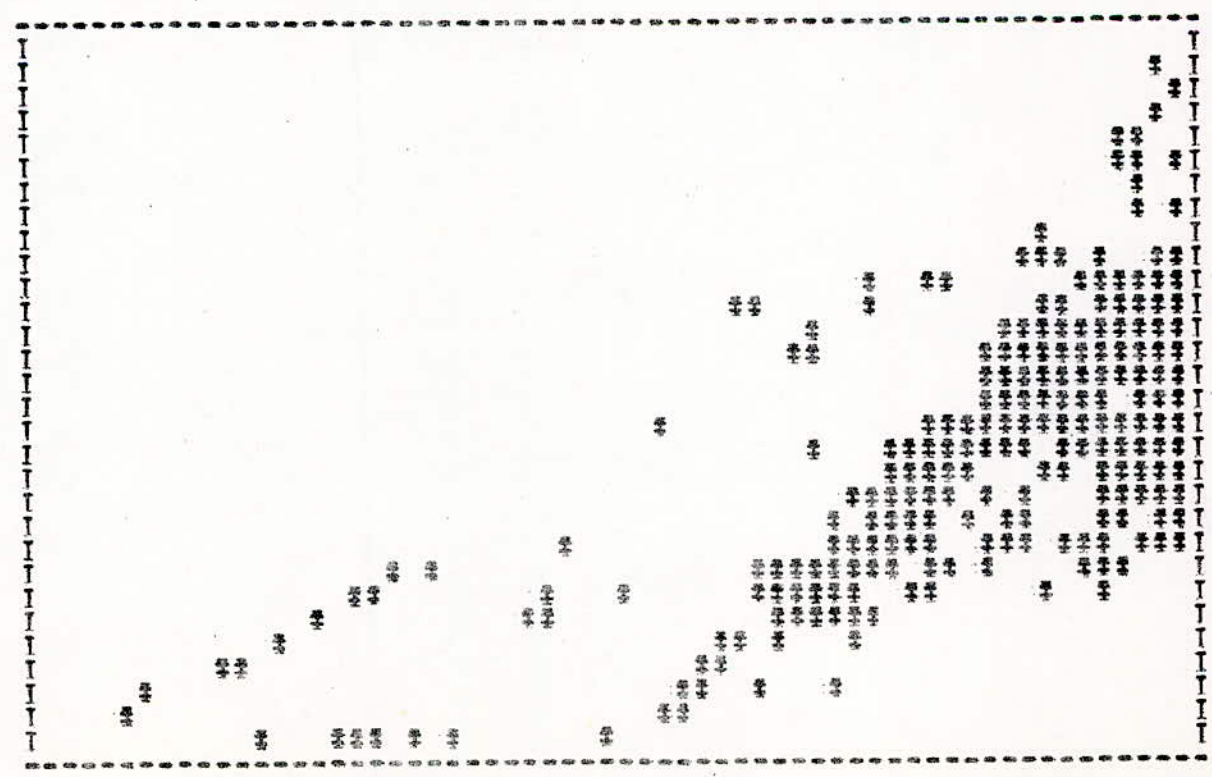


Fig. 17c

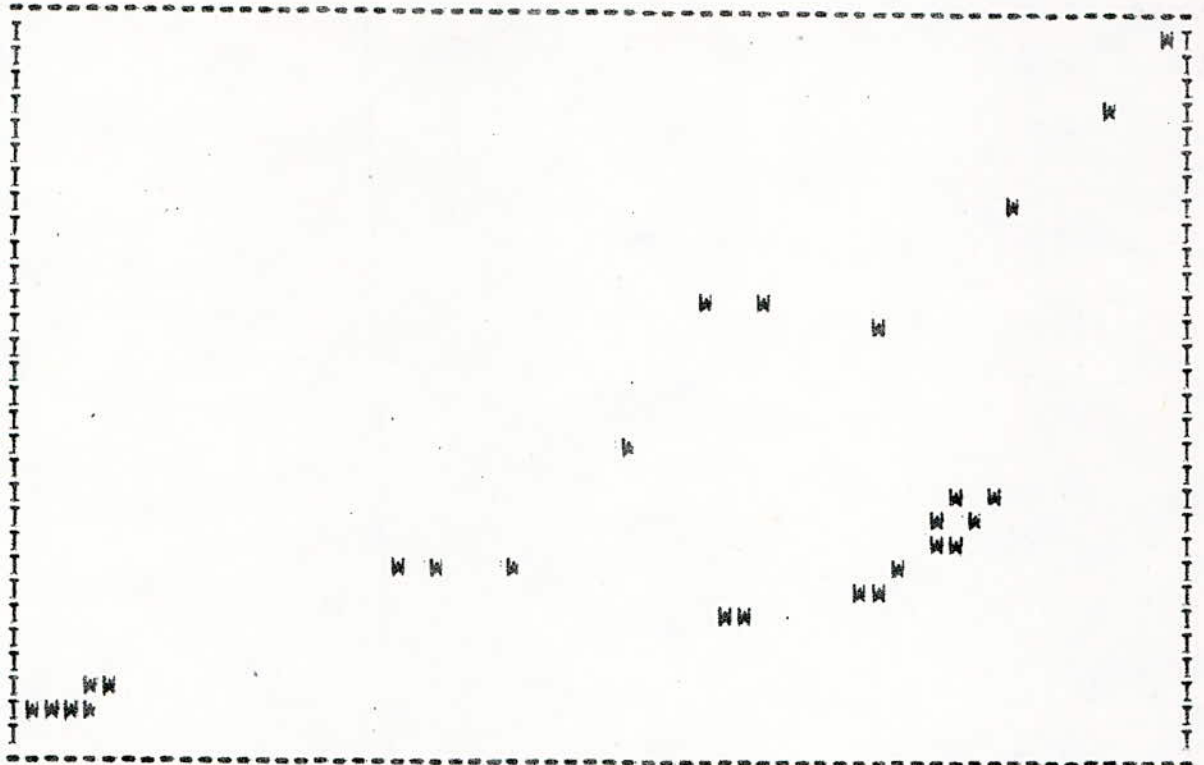
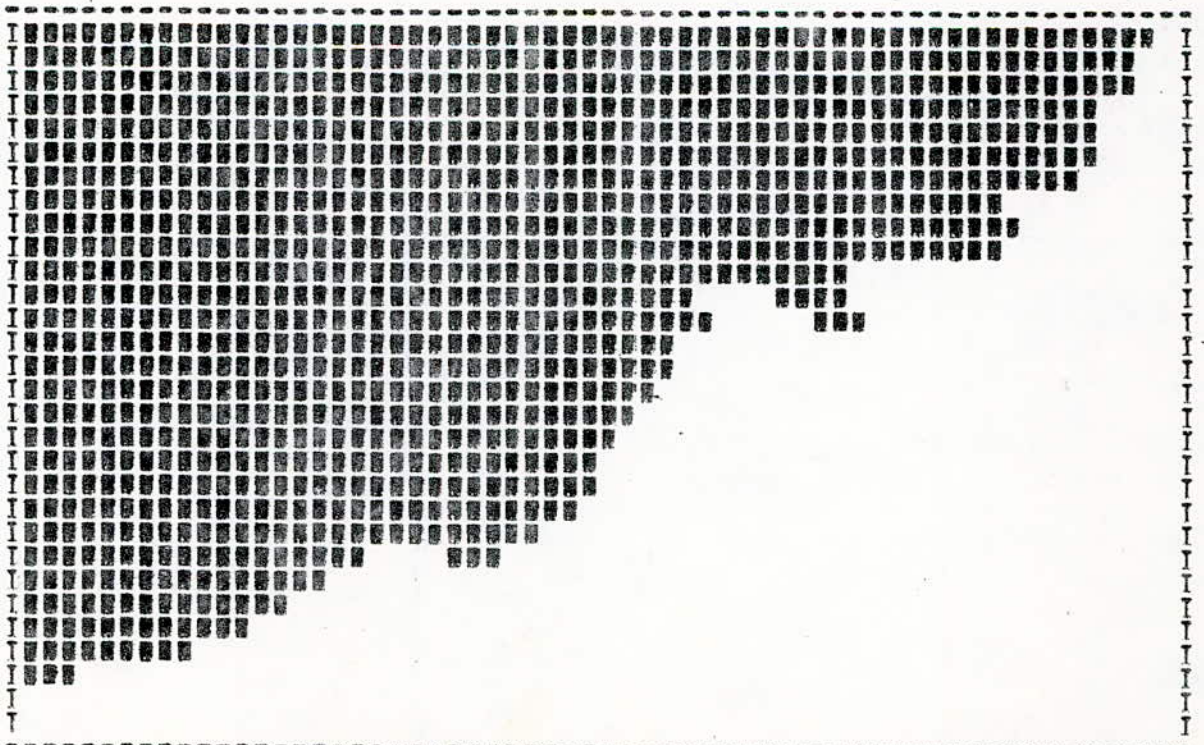


Fig. 17b



DEUXIEME PARTIE

Les satellites constituent la troisième plate-forme d'observation de la terre. Leur orbite régulière procure une stabilité avantageuse, par rapport aux avions et aux ballons, pour la collecte de données.

Leur altitude de vol élevée permet de couvrir un grand champ d'observation, néanmoins, ceci présente un inconvénient dû au fait que les radiations qu'ils captent sont, dans ce cas, affectées par l'ensemble des couches atmosphériques.

La résolution multispectrale des capteurs qu'ils transportent, permet de contourner ce problème.

La troisième partie de notre travail se basera sur des données prises à bord d'un satellite LANDSAT, par conséquent, nous nous intéresserons plus particulièrement à ce dernier.

I. LES SATELLITES LANDSAT

1 -- GENERALITEES :

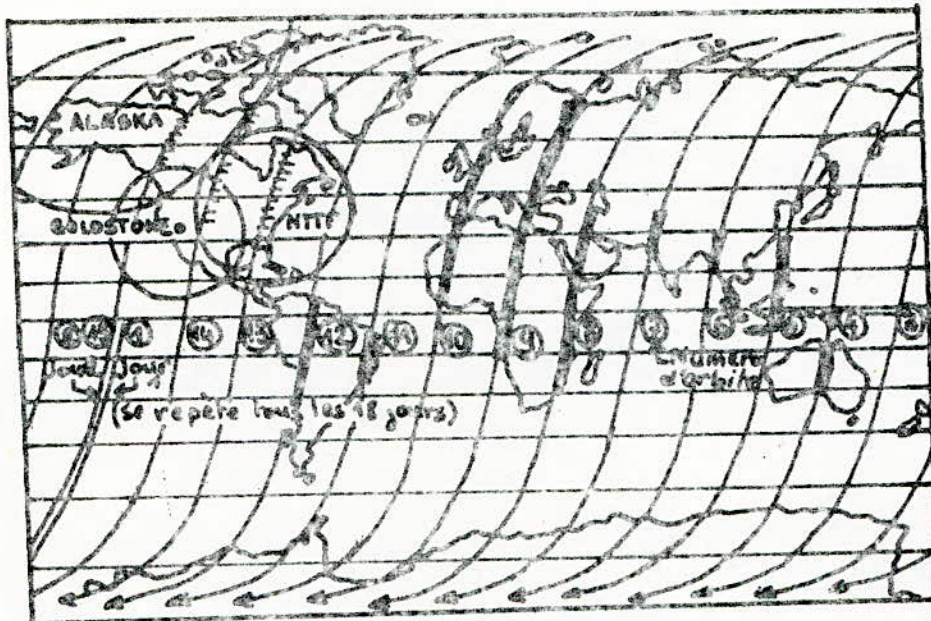
Ils sont au nombre de trois, lancés respectivement en 1972, 1975 et 1978 à une altitude de 920 km. Ils suivent une orbite quasi circulaire. Ils effectuent 14 révolutions par jour d'une période de 103 minutes chacune. La première de chaque jour est décalée de 1, 5° degré vers l'Ouest par rapport à celle de la veille. Ils assurent ainsi la couverture terrestre en 18 jours.

Le premier (LANDSAT 1) a été lancé le 23 Juillet 1972 par la NASA et a cessé son activité en Janvier 1978.

Le deuxième (LANDSAT 2) a été lancé le 22 Janvier 1975 sur orbite de façon à produire un décalage de 9 jours sur la fréquence de passage des deux satellites (LANDSAT 1, LANDSAT 2) au dessus d'un même point du globe. Le LANDSAT 2 permet donc d'étudier l'évolution d'un phénomène à des intervalles de temps réduits (9 jours au lieu de 18).

Le troisième (LANDSAT 3) a été lancé le 5 Mars 1978 dans le but de remplacer le LANDSAT 1 qui ne fonctionnait plus.

fig 200 Ce schéma montre la disposition des 14 orbites d'une même journée, distante de 2500 Km à l'équateur. La 15^e orbite, première du lendemain, est à 160 Km à l'ouest de 1. On a figuré sur ces orbites un programme possible d'acquisition de la NASA pour cette journée: en noir, les parties enregistrées en mémoire et qui seraient transmises lors du passage de nuit en vue d'une station; en hachures, les parties reçues en temps réel par ces stations.



2. RESOLUTIONS SPECTRALES

Les satellites LANDSAT sont équipés de deux types de capteurs : Les caméras R.B.V (Return - Beam - Vidécam) et les M.S.S (Multispectral Scanner).

a - Les caméras R.B.V sont au nombre de trois sur le LANDSAT 3. Elles photographient simultanément la même zone dans les trois bandes spectrales suivantes :

- Bande 4 : 0,45 - 0,60 micromètre.
- Bande 5 : 0,57 - 0,68 micromètre.
- Bande 6 : 0,66 - 0,82 micromètre.

b - Le .S.S est un ^{un} radiomètre multispectral à 4 canaux (4,5,6 et 7), munis de 24 détecteurs, répartis au nombre de 6 par canal. Le M.S.S balaye une largeur de 185 km, à altitude normale (920 km) en dessinant 6 lig^{nes}, correspondant aux 6 détecteurs, dans chacun des canaux simultanément.

b - 1. Résolution spectrale des M.S.S

Les quatre types de détecteurs du système M.S.S travaillent respectivement dans les bandes spectrales suivantes :

- Bande 4 : 0,5 à 0,6 micromètre
- Bande 5 : 0,6 à 0,7 micromètre
- Bande 6 : 0,7 à 0,8 micromètre
- Bande 7 : 0,8 à 1,1 micromètre

b - 2. Caractéristiques des différentes bandes spectrales

Bande 4 : Située dans la partie visible du rayonnement électromagnétique, elle permet l'identification des structures géologiques et la distinction entre les différents types de végétations.

Bande 5 : Située en partie dans le visible et en partie dans le proche infra-rouge, elle est utilisée d'une part pour déterminer les caractéristiques topographiques et d'autre part pour classer les différents types de végétations.

Bande 6 : Située dans le proche infra-rouge, elle est surtout utilisée pour l'identification des sols.

Bande 7 : Située entièrement dans l'infra-rouge, elle permet l'obtention de renseignements sur l'humidité (hydrologie) et sur les reliefs.

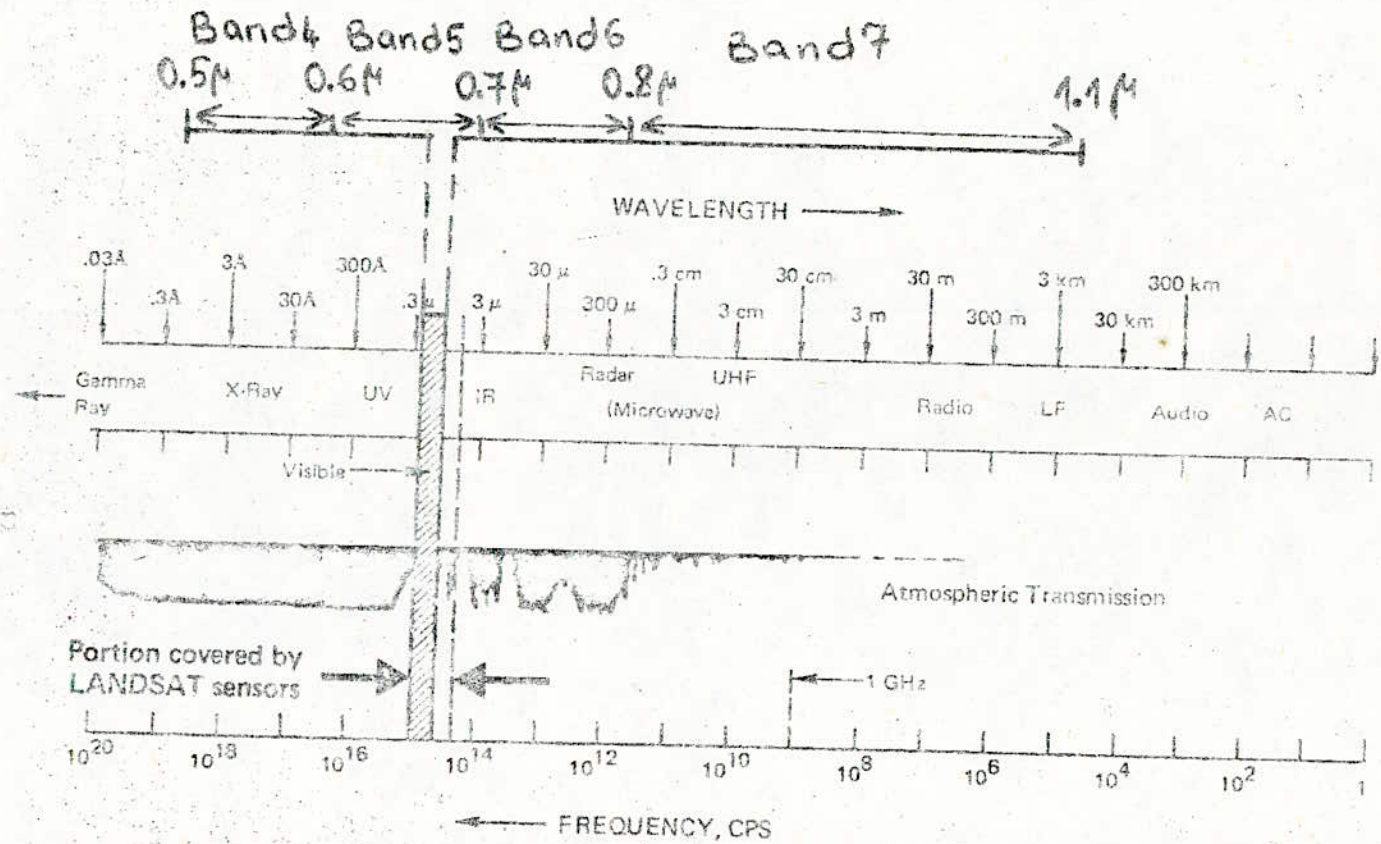
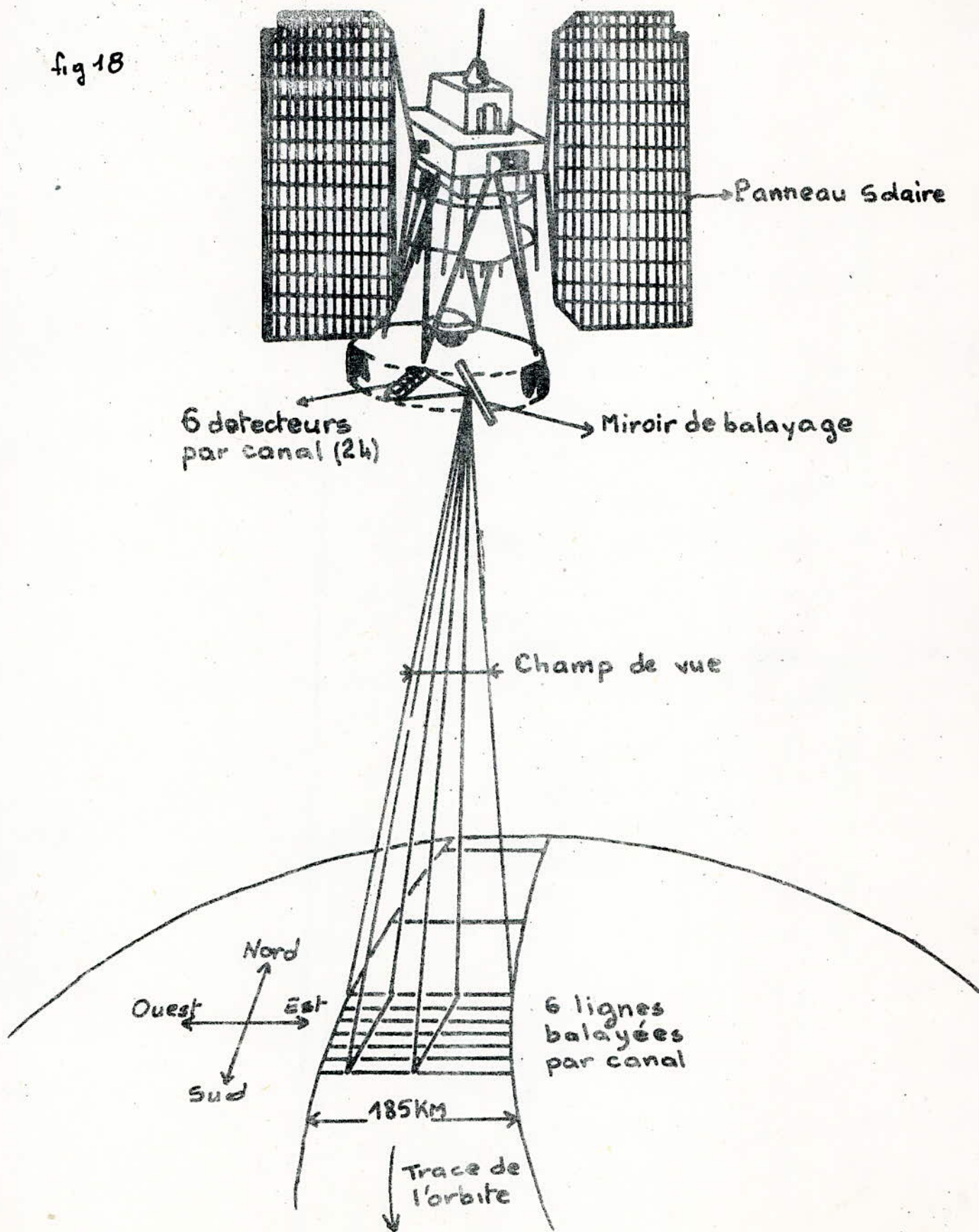


FIGURE 1: Electromagnetic spectrum. The bands in the sensors aboard LANDSATs 1 and 2 cover the visible (shaded area) and a part of the infrared (IR) portions of the electromagnetic spectrum.

PRINCIPE DU BALAYAGE MULTISPECTRAL (MSS)

fig 18

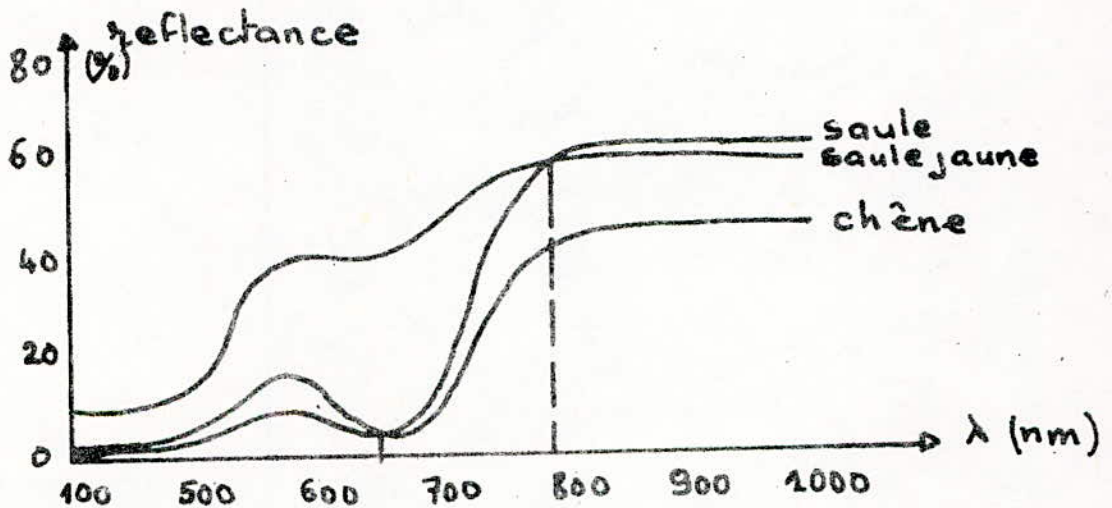


II. INTERET DU TRAITEMENT MULTISPECTRAL

1. GENERALITEES :

La réponse spectrale d'un objet au sol varie selon la longueur d'onde de fonctionnement du capteur. Ceci présente l'un des intérêts principaux de l'analyse multispectrale. En effet, deux objets différents pris dans une même bande spectrale, sous certaines conditions peuvent avoir la même réponse spectrale. Il est alors impossible de les dissocier. Une analyse des réponses spectrales de ces deux objets dans les autres bandes spectrales nous offre la possibilité de les discriminer.

Fig 19



REPONSES SPECTRALES DE 3 OBJETS DIFFERENTS
(de 100 à 1000 nm)

L'étude multispectrale présente un avantage particulier dans l'interprétation des résultats une fois la différentiation des objets établie. En effet, les caractéristiques des canaux étant connues, nous pouvons déduire qu'un phénomène donné, s'il existe dans la scène, doit être plus visible dans un canal précis plutôt que dans un autre.

Ceci nous permettra d'établir la correspondance entre une classe choisie et la réalité au sol.

2. QUELQUES EXEMPLES :

Exemple 1 : Recherche de l'eau dans une scène donnée :

La pénétration des rayonnements électromagnétiques dans l'eau est d'environ 10 m pour le canal 4

2 m à 3 m pour le canal 5

moins de 1 m pour le canal 6

0 m pour le canal 7

Nous remarquerons que pour le canal 7, il y a réflexion totale des ondes électromagnétiques (dans le cas de l'eau).

L'existence de l'eau dans une zone donnée sera donc mieux identifiée dans ce canal plutôt que dans les autres.

Exemple 2 : Identification de végétation :

Dans le canal 7, la végétation est entièrement traversée par les rayonnements électromagnétiques (infra-rouge). Il est donc impossible de l'identifier dans ce canal. Par contre les canaux 4 et 5 nous permettront de la discriminer par rapport aux autres corps.

Nous pouvons donc déduire qu'une superposition convenable des 4 canaux nous permettra d'avoir la totalité des informations sur une scène étudiée.

3. REMARQUES :

La résolution multispectrale entraîne une manipulation d'un nombre d'informations considérable (environ 30 millions pour une image LANDSAT). Pour réduire ce nombre, on procède à des combinaisons entre les canaux par analyse discriminante des composantes principales de chaque points de l'image.

III. TRANSMISSION DES INFORMATIONS PRISES PAR SATELLITES :

1. CHEMINEMENT DES INFORMATIONS

L'utilisations des satellites comme plates-formes d'observation nécessite la mise en place au sol de stations de collecte de données. Pour les satellites LANDSAT, 15 stations ont été créées à cet effet (voir schéma). Les informations concernant l'Algérie sont transmises à la station située en Italie.

Les informations vidéo reçues au niveau de chaque détecteur sur satellites sont échantillonnées et digitalisées. Elles sont envoyées vers une station terrestre de collecte de données. Elles sont enregistrées sur bandes magnétiques et transmises à la N.D.P.F (NASA DATA PROCESSING FACILITY).

La N.D.P.F procède à :

- la correction géométrique de la bande
- la conversion des informations en un binaire usuel.
- l'insertion sur la bande de renseignements telle que la position géométrique de la scène, position du soleil, latitude, heure, etc...

2. CORRECTION GEOMETRIQUE :

Une scène d'exploitation étant choisie, les détecteurs relatifs à chaque canal captent cette scène simultanément. Mais l'échantillonnage des informations contenues dans les différents canaux ne se fait pas en même temps. Ceci provoque une déformation géométrique au niveau de l'image. Le redressement de l'image se fait en insérant dans les données vidéo des caractères de remplissage (FILL CHARACTER). Ces fill caractères , au nombre de six (6) par ligne doivent être différents des informations vidéo. Ils sont placés en début ou en fin de ligne de chaque canal, suivant le schéma ci-dessous :

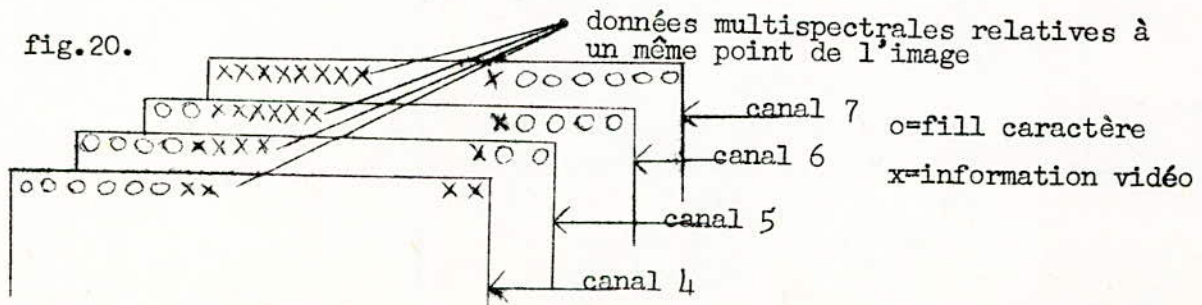
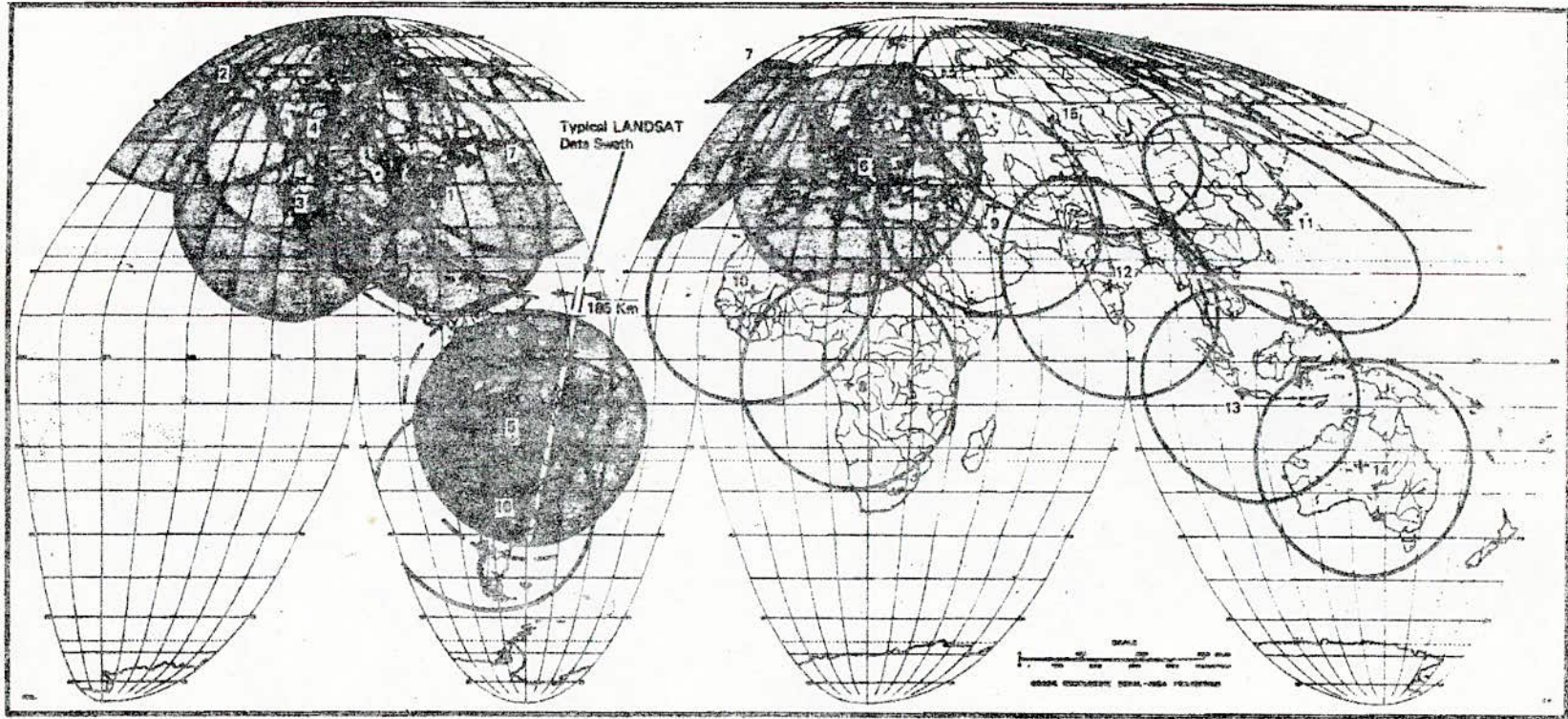


Fig 804



LANDSAT Reception Stations

Satellite Orbital Altitude 914 Km
 Minimum Antenna Elevation
 5°
 5°

Station	Host Nation	Approximate Location		Station	Approximate Location	
		Longitude	Latitude		Longitude	Latitude
1	USA	77W	30N	9	53E	38N
2	USA	148W	64N	10	4W	16N
3	USA	117W	35N	11	131E	31N
4	Canada	103W	53N	12	78E	17N
5	Brazil	57W	15S	13	107E	8S
6	Italy	13E	42N	14	133E	23S
7	Canada	53W	46N	15	84E	58N

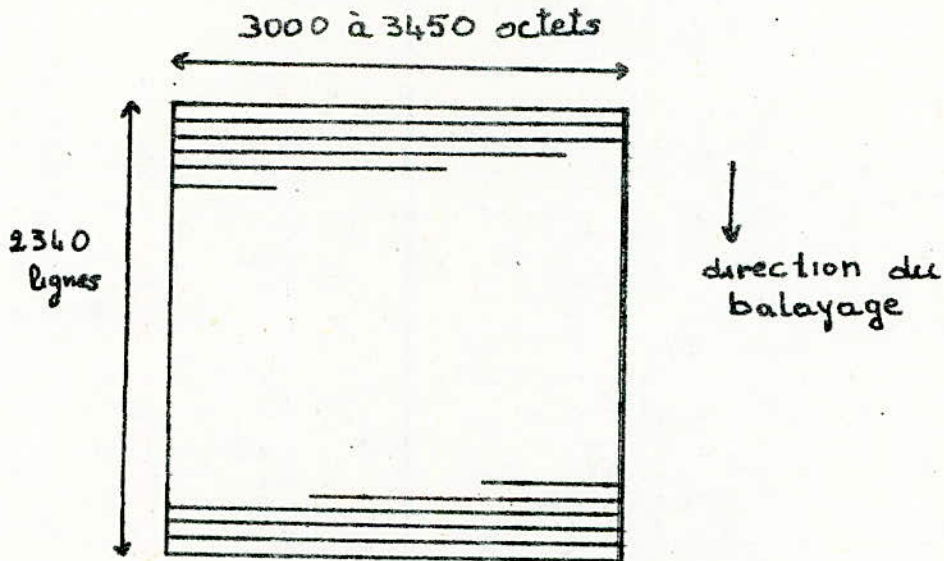
FIGURE 10 A trend toward LANDSAT worldwide data reception appears with seven existing stations and nine proposed or hypothetical additional stations. (Prepared by Milton M. Bellock)

3. PRESENTATION DES IMAGES LANDSAT

- L'image prise par le système M.S.S est multispectrale.
Sa structure est la même dans tous les canaux.
Dans un canal, l'image est constituée d'un ensemble de 2340 lignes
parallèles - Chacune d'elles représente une distance de 185 km et
comprend entre 3000 et 3450 octets d'informations vidéo.

- Schéma de l'image M.S.S. -

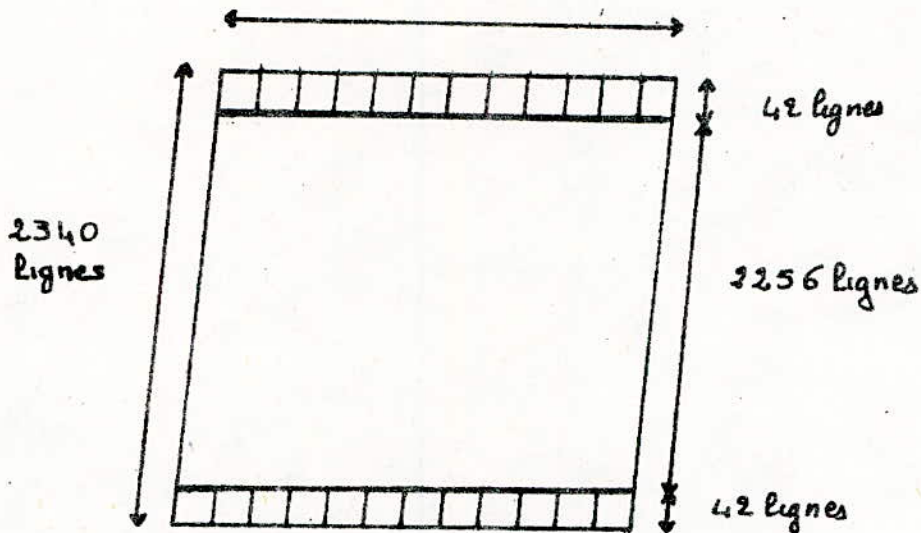
Fig. 2.1



- L'image R.B.V, prise sur un film de 70 mm est représentée sur (55 mm x 53 mm). L'espace qu'elle représente est de (185 x 178,36) km² - Elle est diminuée de 42 lignes en début et en fin d'image par rapport à l'image M.S.S. Elle n'est constituée que de 2256 lignes.

- Schéma de l'image R.B.V. -

Fig. 22.



IV. LES BANDES LANDSAT

1. BANDE LANDSAT ANCIEN FORMAT

La bande Landsat ancien format est constituée de cinq (5) fichiers, enregistrés sur 4 canaux.

Les quatre premiers fichiers ont la même structure. Ils comportent les mêmes enregistrements.

Le cinquième fichiers est composé de sept (7) enregistrements de différentes longueurs.

La structure de la bande Landsat ancien format est donnée dans la page suivante.

a) Consitution du fichier 1

Le fichier 1 comporte les enregistrements suivants :

- I.D
- ANNOTATION
- VIDEO DATA

a.1 - L'enregistrement "I.D" : (définition des informations)

Il constitue le premier enregistrement du fichier.

Sa longueur est de 40 Octets. Il est codé en EBCDIC et en binaire.

Il contient des informations générales telles que :

- La longueur de l'enregistrement donnée en octet.
- Le numéro de séquence de la bande. etc...

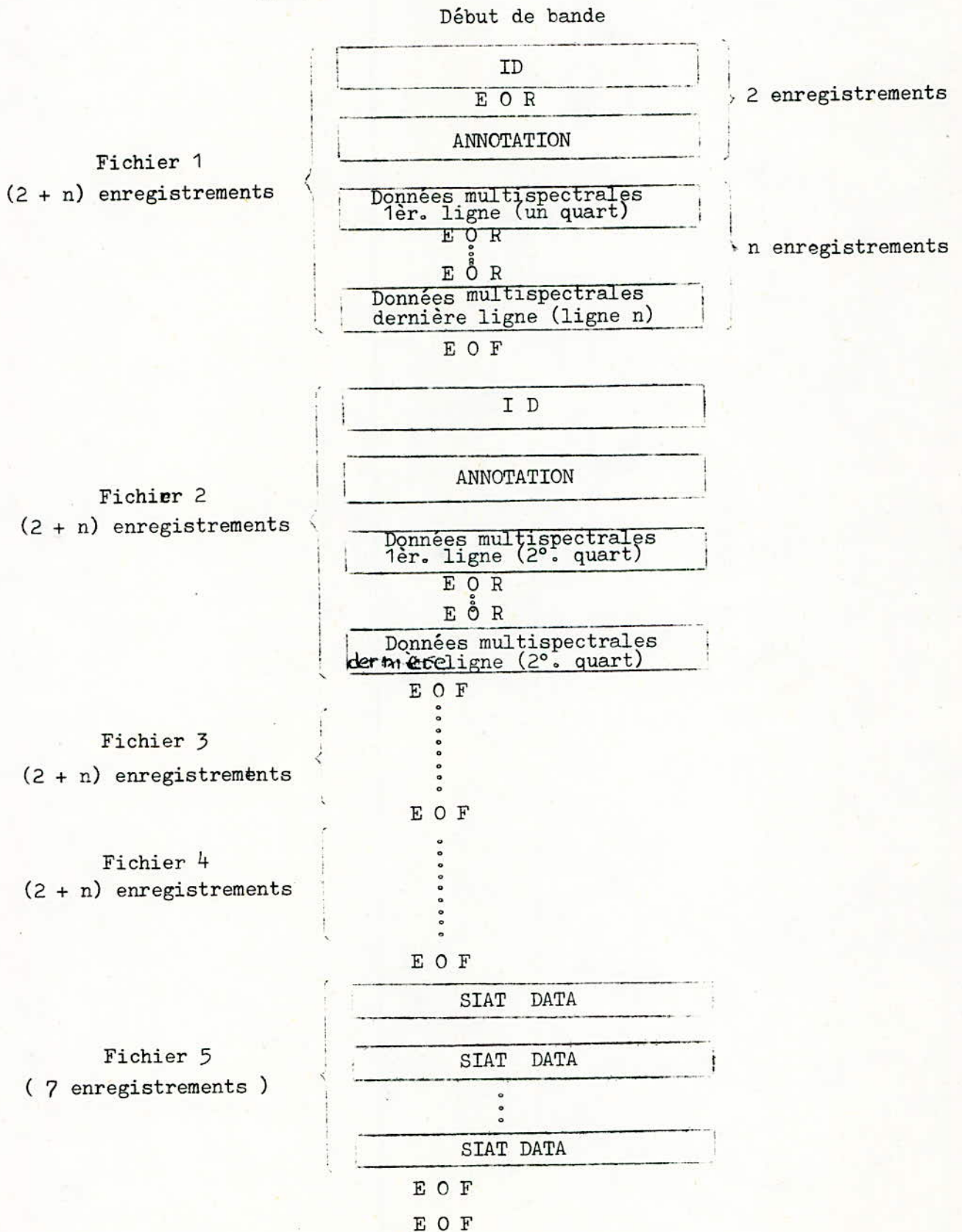
a.2 - L'enregistrement "ANNOTATION"

Il constitue le deuxième enregistrement du fichier.

Il comporte deux partie.

- L'Annotation bloc qui est composée de 144 octets codés en EBCDIC.
- L'Image location bloc qui est composée de 480 octets codés en EBCDIC et en binaire.

structure de la bande LANDSAT ancien format
fig.24.



Il contient des renseignements sur :

- La date, le jour, le mois, l'année.
- La longitude et la latitude du centre de la scène.
- L'angle d'élévation du soleil.
- Azimut du soleil etc...

a.3 -- Les enregistrements "VIDEO DATA"

Ils sont au nombre de n (n étant le nombre de lignes de l'image). Ils contiennent les données vidéo multispectrales de l'image.

L'enregistrement des informations vidéo sur la bande se fait selon le schéma de la page (50bis).

b -- Constitution des fichiers 2,3 et 4.

Les fichiers 2,3 et 4 ont la même constitution que le premier fichier.

Remarque :

Les informations

- Dans le 1er fichier, les enregistrements "vidéo Data" sont relatifs, au premier quart de l'image.
- Dans le 2^o fichier elles sont relatifs au 2ème quart de l'image
- Dans le 3^o fichier elles sont relatifs au 3ème quart de l'image
- Dans le 4^o fichier elles sont relatifs, au 4ème quart de l'image.

c -- Constitution du fichier 5

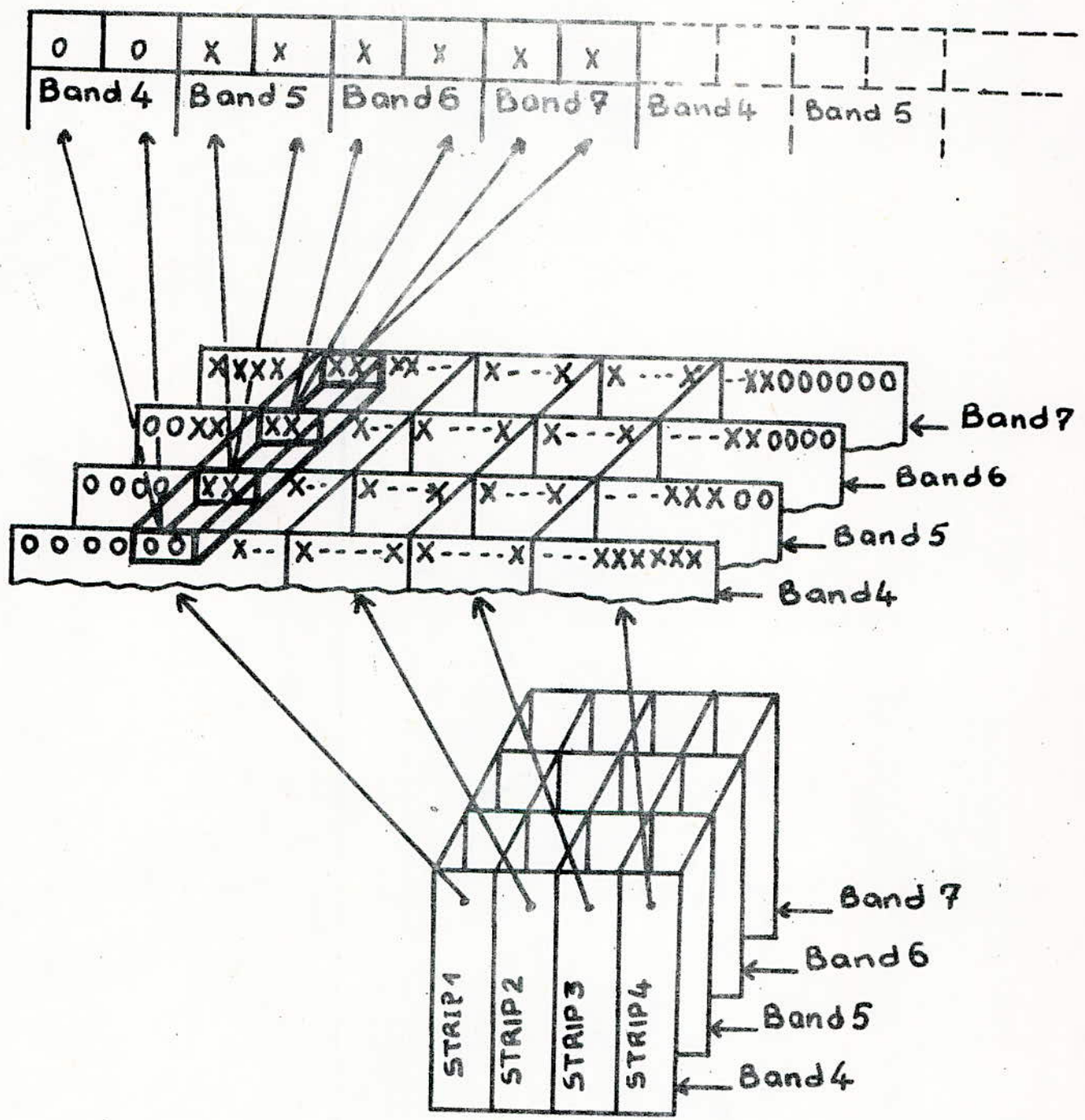
Il comporte sept enregistrements de longueurs différentes. Ces enregistrements contiennent des renseignements sur le satellite, et sur le traitement des données.

d -- Lecture des données sur la bande

d.d.1. Les informations d'une ligne L multispectrale seront obtenues en prenant :

- les informations du strip 1 dans la ligne L
- + les informations du strip 2 dans la ligne L
- + les informations du strip 3 dans la ligne L
- + les informations du strip 4 dans la ligne L

fig 23



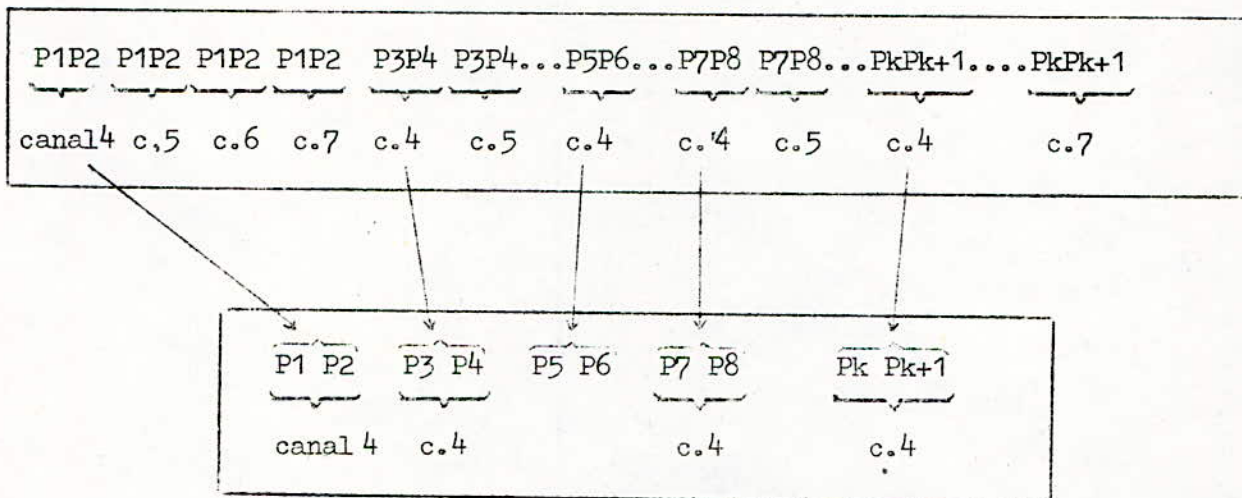
Structure de bande Landsat ancien format

d.2. - Pour obtenir les informations d'une ligne monospectrale (c'est-à-dire relative à un seul canal), il faudra extraire de la bande les informations les unes après les autres (mot par mot) en sautant les informations relatives aux autres canaux.

Exemple : Extraction de la ligne monospectrale L à partir d'une ligne multispectrale L.

Pi étant une information enregistrée dans un octet, nous aurons :

- Structure d'une ligne L multispectrale de l'image sur la bande fig.25.



- Structure de la ligne L monospectrale (canal 4)
Sa longueur est le quart de la longueur de la ligne multispectrale.

2. BANDE LANDSAT "NOUVEAU FORMAT"

Il existe deux types de bandes "Nouveau Format":

- Le format B.S.Q = band séquentiel
- Le format B I L = band interleaved by line

a -- La bande B.S.Q :

Elle est constituée de $[(Nx3)+1]$ fichiers.

N étant le nombre de canaux d'enregistrement soit quatre canaux pour les satellites LANDSAT.

La BSQ sera donc constituée de 13 fichiers

La structure de la bande B.S.Q est donnée en page (53)

a.1 - Constitution du fichier 1

Le premier fichier comporte l'enregistrement "TAPE DIRECTORY", sa longueur est de 360 octets.

Il contient de nombreux renseignements telle que :

- heure, jour, année d'observation etc... (voir annexe)

a.2 - Constitution du fichier 2

Il comporte trois enregistrements

- HEADER de longueur 3596 octets

- ANCILLARY de longueur 3596 octets

- ANNOTATION de longueur 3596 octets - (voir annexe) -

a.3 - Constitution du fichier 3

Il comporte n enregistrements de longueur 3596 octets de données vidéo relatives au 1er canal (n étant le nombre de lignes de l'image).

a.4 - Constitution du fichier 4

Il comporte l'enregistrement "TRAILER" de longueur 3596 octets (voir annexe).

a.5 - Constitution des fichiers 5 à 13.

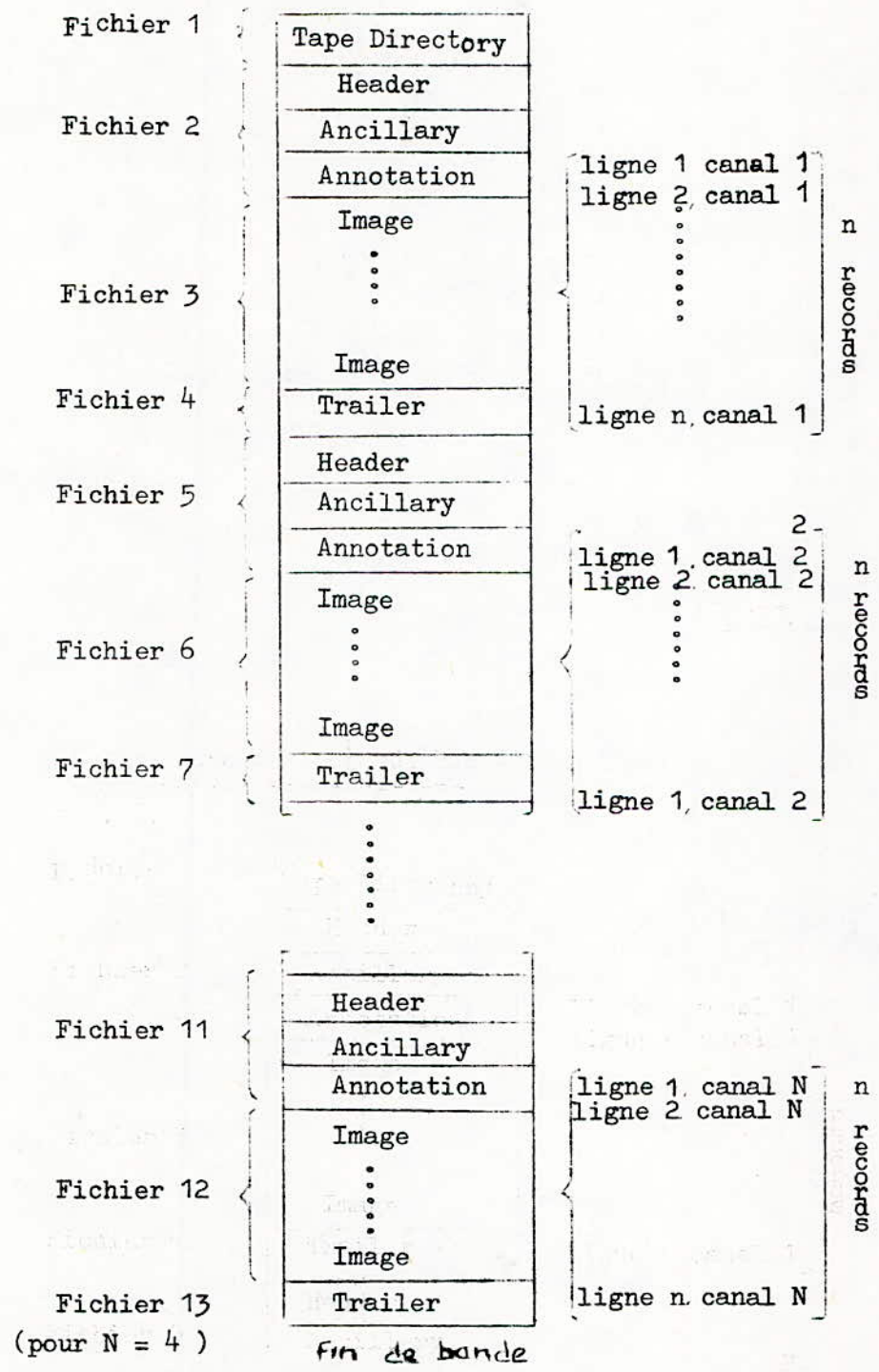
- Les fichiers 5, 8 et 11 ont la même constitution que le fichier 2.

- Les fichiers 6, 9 et 12 ont la même constitution que le fichier 3.

- Les fichiers 7, 10 et 13 ont la même constitution que le fichier 4, ils contiennent respectivement les données vidéo de l'image relatives aux canaux, 4, 5, 6 et 7.

Structure de la bande B.S.Q

fig.26.



b - La bande B I L

Elle est constituée de quatre fichiers
La structure de la bande B I L est donnée en page (55)

b.1 - Constitution du fichier 1 et 2

Ces deux premiers fichiers sont identiques à ceux de la bande
B.S.Q.

b.2 - Constitution du fichier 3

Il comporte (n x N) enregistrements de données vidéo de
l'image

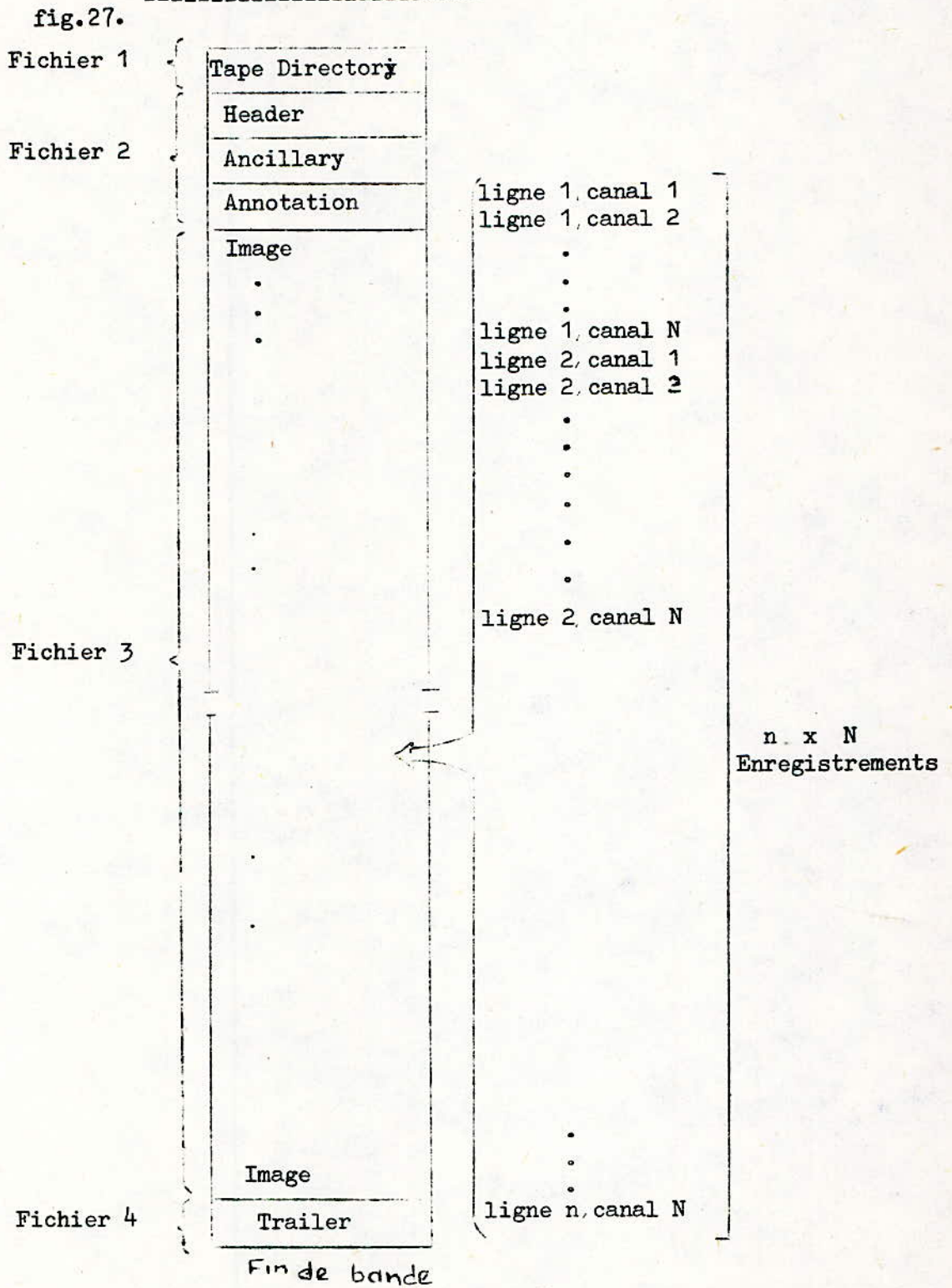
n : nombre de lignes de l'image

N : nombre de canaux d'enregistrement.

b.3 - Constitution du fichier 4

Il comporte l'enregistrement "TRAILER" de longueur
3596 octets.

Structure de bande B I L



3. PRESENTATION DE LA BANDE MAGNETIQUE ' 236 RRR '

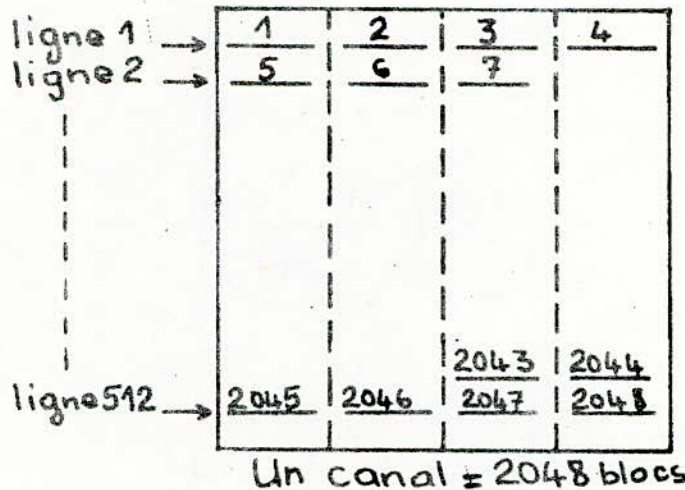
Cette bande magnétique est celle sur laquelle nous devons travailler.

La bande magnétique "236 RRR" ne contient que des informations vidéo d'une image (de dimensions 512 x 512 points) prise sur les 4 canaux. Cette image est extraite d'une image (de dimension 2340 x 3240 points) d'une bande landsat originale. Elle représente une chaîne de collines de la région de PALNI (Inde Méridionale).

3.1. Structure de l'image :

L'image est constituée de 512 lignes de 512 points chacune. Un point donné correspond à une information. L'image est divisée en 4 strips, chaque strip représente le quart de l'image (voir fig.202).

fig 202



STRUCTURE DE L'IMAGE
(236 RRR)

Structure de la bande ' 236 RRR '

Sur la bande les informations sont enregistrées par octet. La bande est constituée de quatre fichiers identiques. Chaque fichier contient les informations vidéo relatives à un canal. Celles-ci sont enregistrées par bloc de longueur fixe de 128 octets; un bloc correspondant à un enregistrement physique.

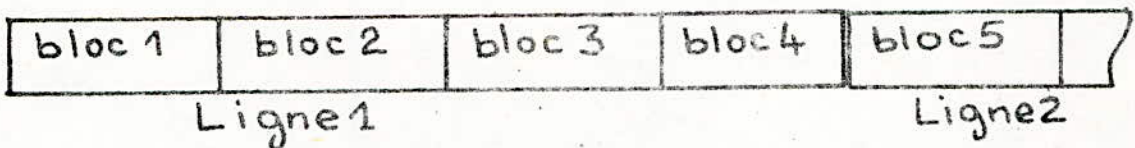
L'enregistrement d'une ligne de l'image se fait sur quatre blocs successifs. Donc les 512 lignes qui constituent l'image seront enregistrées sur (512 x 4) soit 2048 blocs.

Les quatre fichiers (de 2048 enregistrements physiques chacun) sont enregistrés sur la bande les uns à la suite des autres. Il sont séparés entre eux par un enregistrement physique de 128 octets vide. Ce bloc vide ne constitue pas une fin de fichier, il permet seulement de repérer la fin des données relatives à un canal.

fig 203



Un bloc = 128 octets



Un canal = 512 Lignes



bande = 4 canaux

TROISIEME PARTIE

INTRODUCTION

La première et la deuxième partie de cet ouvrage nous ont permis de rassembler les connaissances nécessaires par l'élaboration d'un logiciel de traitement d'images numériques .

Dans cette troisième partie, nous allons décrire les différentes étapes qui nous ont permis d'aboutir à la conception du "Logiciel de traitement et de manipulation d'images numériques".

A. SUPPORT D'INFORMATION UTILISE

L'image numérique sur laquelle nous allons travailler est enregistrée sur la bande "236 RRR" décrite précédemment. L'accès aux informations contenues dans une bande magnétique est séquentiel. Par conséquent la manipulation de ces informations nécessite un temps d'exécution sur ordinateur relativement long. Afin de pouvoir contourner ce problème, nous avons choisi d'enregistrer les informations contenues dans la bande sur une unité périphérique à accès direct de l'ordinateur, soit, l'unité de disque.

Cette opération est assurée par le programme d'enregistrement sur disque à partir de la bande donnée en page (59) .

B. COMPROMIS ENTRE LE TEMPS D'EXECUTION ET L'ESPACE MEMOIRE.

Les images enregistrées sur bandes peuvent être de dimensions relativement grandes.

Exemple : - Une image LANDSAT (de 3240 x 2340 points) sera représentée sur papier listing par une image d'environ (10 m x 10 m).
- Une image (de 512 x 512 points) sera représentée par une superficie de (1,6 m x 1,6 m).

Nous voyons donc que le traitement de telles images nécessitera une réservation de place mémoire importante.

Il est possible d'élaborer des méthodes de travail qui permettront soit de limiter la place mémoire en augmentant le temps d'exécution, soit de diminuer le temps d'exécution en utilisant beaucoup plus de

```
C      ENREGISTREMENT SUR DISQUE A PARTIR DE BANDE
      DEFINE FILE 10=T(R:128,RW,RN,DV)
      DEFINE FILE 4=RD(R:256,G:1,RW,RN,FT)
      INTEGER BUF(64),FLB(128)
101    READ(105,101)N1,N2,N3
      FORMAT(3I3)
      CALL SAUT(N1,N2,N3)
      DO 50 L=1,2048
      READ(10)R(F
      DO 60 I=1,64
      J=(I*2)-1
      K=I*2
      FUR(J)=BUF(I)/256
60    FUB(K)=BUF(I)*256/256
      WRITE(4,'L)FLB
50    CONTINUE
      STOP
      END
```

```
      SUBROUTINE SAUT(N1,N2,N3)
      INTEGER BUF(64)
      IF(N1.EQ.1) GO TO 2
      L=(N1-1)*2048
51    DO 51 I=1,L
      READ(10)R(F
2    IF(N2.EQ.1) GO TO 4
      L=(N2-1)*4
53    DO 53 I=1,L
      READ(10)R(F
4    IF(N3.EQ.1) GO TO 6
      L=N3-1
55    DO 55 I=1,L
      READ(10)R(F
6    RETURN
      END
```


place mémoire. Il est souvent nécessaire d'établir un compromis entre ces 2 possibilités dans la constitution des programmes. Dans le cas de notre travail, l'ordinateur utilisé étant de capacité relativement faible (32 kilo-mots), nous avons choisi de diminuer au maximum l'espace mémoire à occuper. Ceci nécessite dans certains sous-programmes un long temps d'exécution. C'est le cas par exemple du sous-programme ITER qui nécessite un temps d'exécution d'environ 30 minutes.

C. STRUCTURE GENERALE DU LOGICIEL.

Les informations contenues dans la bande "236 RRR" étant enregistrées sur disque, toute l'exécution du logiciel sera effectuée à partir de l'unité de disque.

Le logiciel est conçu pour un traitement des données enregistrées dans un seul canal, (le choix du canal étant fixé par l'opérateur).

Le but de ce logiciel est de pouvoir représenter avec la plus grande exactitude possible, l'image enregistrée sur le disque et d'effectuer des manipulations sur celle-ci.

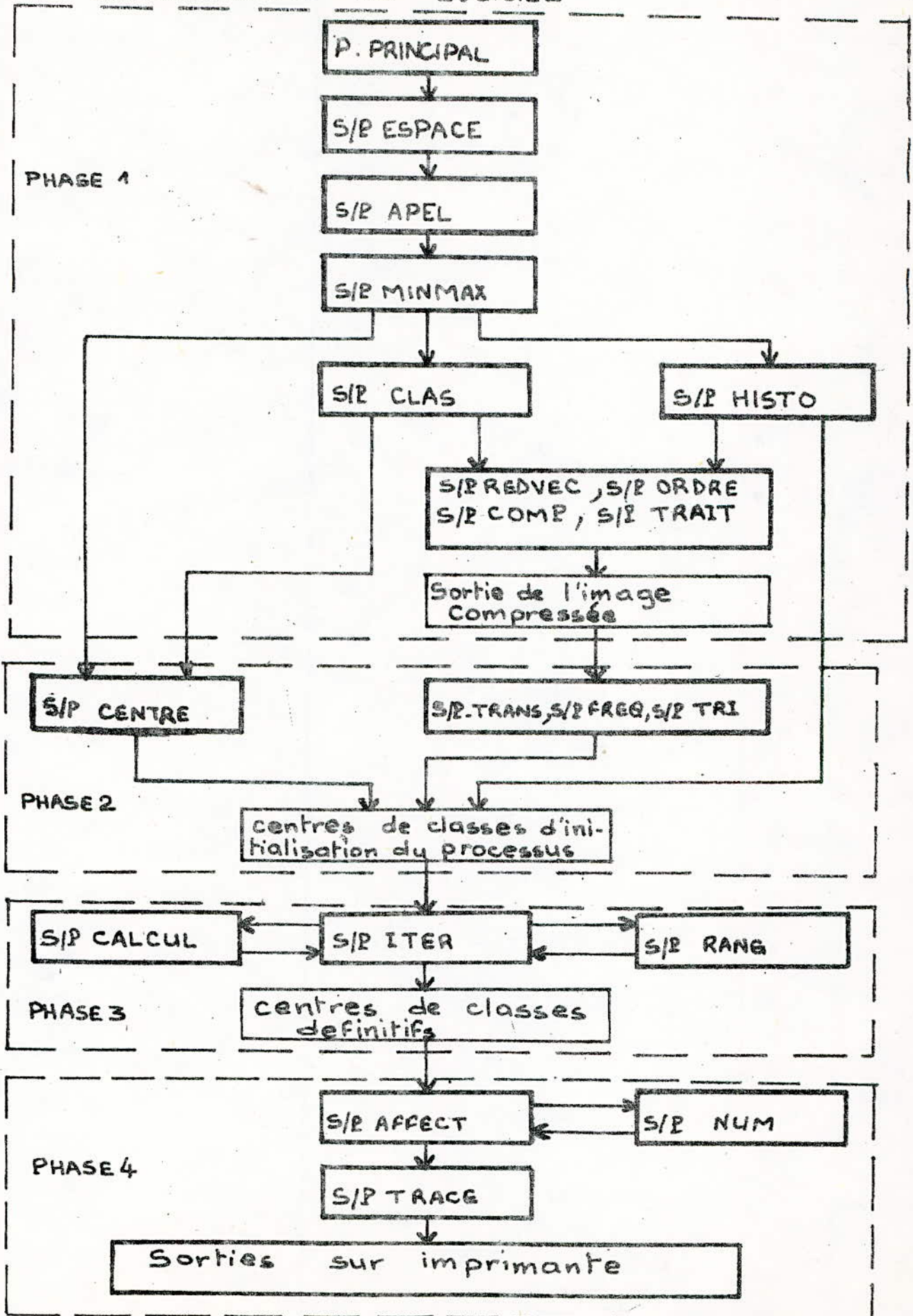
Le logiciel conçu est divisé en quatre phases principales :

- 1ère phase : établissement de l'histogramme de l'image et sortie de l'image compressée.
- 2ème phase : Choix des centres de classes d'initialisation du processus de classification automatique.
- 3ème phase : Calcul des centres de classes définitifs par une méthode itérative en partant des centres de classes précédemment choisis. "CLASSIFICATION AUTOMATIQUE".
- 4ème phase : Affectation de chaque point de l'image à une classe et représentation cartographique de l'image.

L'organigramme du logiciel est donné par la figure (300) .

ORGANIGRAMME DU LOGICIEL

Fig 300



1. PREMIERE PHASE.

La première phase de ce chapitre aura pour but :

- de faire une étude statistique des données de l'image
- d'établir l'histogramme de fréquences relatif à l'image...
- de faire une sortie de l'image compressée.

1.1. ETUDE STATISTIQUE

Une étude statistique des niveaux de gris contenus dans l'image est nécessaire pour connaître leur répartition. Pour cela, on analyse tous les points de l'image (512 x 512), dans le but de déterminer d'une part le minimum (MIN) et le maximum (MAX) de niveaux de gris existant dans l'image étudiée, d'autre part de compter la fréquence de tous les niveaux de gris contenus dans l'image. Ces opérations sont effectuées au niveau du sous-programme MINMAX.

1.2. ETABLISSEMENT DE L'HISTOGRAMME

Une représentation du diagramme des fréquences permet d'exploiter l'étude statistique précédemment effectuée. Le minimum et le maximum des niveaux de gris ainsi que leurs fréquences étant déjà établis, le tracé de l'histogramme des fréquences sera effectué grâce au sous programme HISTO qui permettra de faire les mises en forme et les impressions nécessaires.

L'établissement de cet histogramme pourra être exploité dans les phases suivantes.

Les programmes conçus pour l'exécution de ces opérations sont donnés dans la page suivante.

Ces programmes ont été utilisés pour l'étude statistique des différents canaux d'enregistrement de l'image (512 x 512). Les résultats obtenus sont donnés par les figures (28), (29), (30), (31), (32). ×


```

SUBROUTINE APEL(LVECT,IFREQ)
DIMENSION LVECT(1),IFREQ(1)
CALL MINMAX(LVECT,MIN,MAX,IFREQ)
CALL HISTO(IFREQ,MIN,MAX)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MINMAX(LVECT,MIN,MAX,IFREQ)
DIMENSION LVECT(1),IFREQ(1)
51 DO 51 K=1,300
IFREQ(K)=0
KI=256
MI=0
DO 60 I=1,2048
READ(4,'I')(LVECT(J),J=1,128)
DO 61 J=1,128
IB=LVECT(J)
KL=MIN0(KI,IB)
ML=MAX0(MI,IB)
K=IB+1
KI=KL
MI=ML
61 IFREQ(K)=IFREQ(K)+1
CONTINUE
60 CONTINUE
MIN=KL
MAX=ML
PRINT 150
PRINT 151
PRINT 170,(MIN,MAX)
150 FORMAT(1H1)
151 FORMAT(1X,/)
170 FORMAT(22X,'LE TON DE GRIS MINIMUM EST:',I3,10X,
* 'LE TON DE GRIS MAXIMUM EST:',I3,////)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE HISTO(IFREQ,MIN,MAX)
DIMENSION IFREQ(1)
DIMENSION LIG(120)
DATA IH,IJ,IMCINS,II,IPLANC/1HH,1H7,1H-,1HT,1H /
IMAX=IFREQ(1)
DO 60 J=1,256
IF(IMAX.GT. IFREQ(J)) GOTC 60
IMAX=IFREQ(J)
60 CONTINUE
IF(IMAX.LE.80) GO TO 2
K=IMAX/80
GO TO 3
2
3 PRINT 154
PRINT 155
PRINT 151,K
PRINT 155
PRINT 156
PRINT 153
KL=MIN+1
ML=MAX+1
DO 62 J=KL,ML
DO 61 I=1,120
61 LIG(I)=IPLANC
LF=IFREQ(J)/K
IF(LF.EQ.0) GO TO 40
DO 63 I=1,LF
63 LIG(I)=IH
40 PRINT 160,(J,IFREQ(J),(LIG(L),L=1,95))
62 CONTINUE
PRINT 153
154 FORMAT(57X,'HISTOGRAMME DES FREQUENCES')
155 FORMAT(56X,28(1H-),////)
151 FORMAT(57X,'UN H REPRESENTE ',I3,' VALEURS')
156 FORMAT(4X,'NIVEAU',2X,'FREQUENCE')
153 FORMAT(22X,98(1H-))
160 FORMAT(5X,I4,3X,I5,5X,1HT,1X,95A1,1HT)
RETURN
END

```


NIVEAU FREQUENCE

12	1
13	0
14	159
15	921
16	2027
17	2573
18	2993
19	3372
20	3880
21	4242
22	4720
23	5221
24	5777
25	6207
26	6788
27	7382
28	7948
29	8444
30	8918
31	9060
32	9197
33	9337
34	9497
35	9722
36	9922
37	10294
38	10338
39	10551
40	10737
41	10822
42	1154
43	1348
44	1491
45	0
46	307
47	414
48	144
49	82
50	31
51	10
52	1
53	0
54	0
55	0
56	0
57	0
58	0
59	0
60	0
61	0
62	0
63	0
64	1
65	1

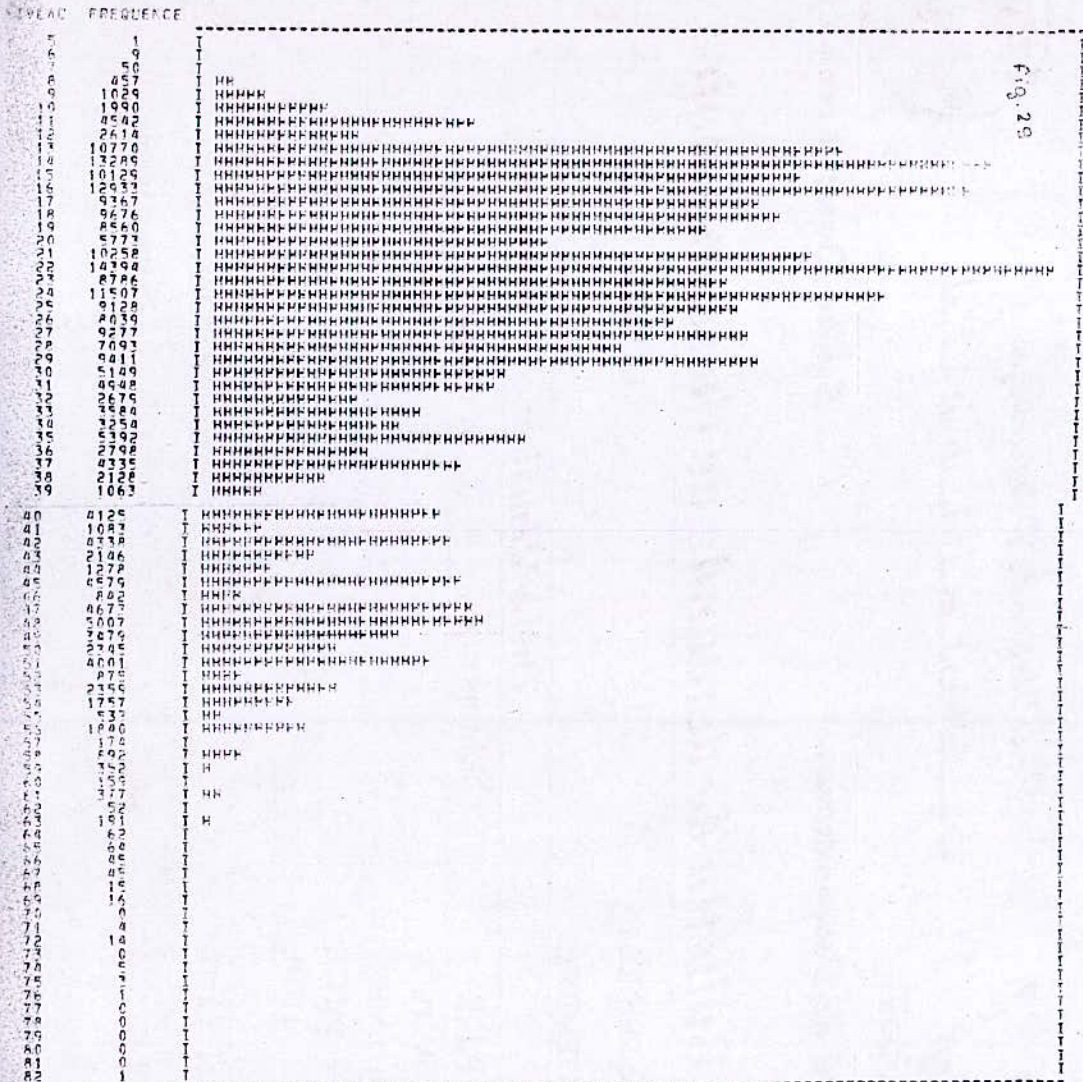


Fig. 28

canal 5

HISTOGRAMME DES FREQUENCES

UN H REPRESENTE 179 VALEURS



LE TON DE GRIS MINIMUM EST: 4

LE TON DE GRIS MAXIMUM EST: 81

LE TON DE GRIS MINIMUM EST: 3

LE TON DE GRIS MAXIMUM EST: 89

HISTOGRAMME DES FREQUENCES

canal 6

L' H REPRESENTE 138 VALEURS

NIVEAU FREQUENCE

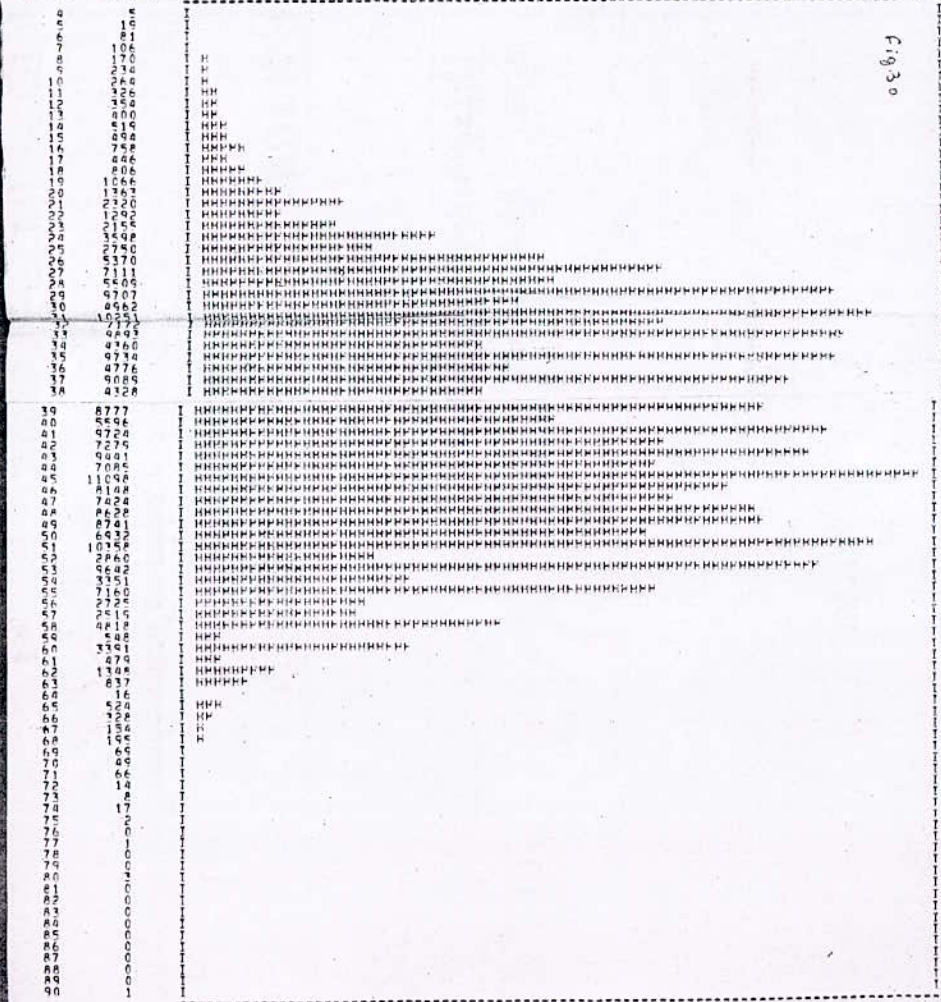


Fig 30

NIVEAU FREQUENCE

1	22
2	105
3	28
4	46
5	51
6	61
7	71
8	82
9	115
10	146
11	200
12	282
13	409
14	572
15	782
16	866
17	1295
18	1427
19	1569
20	1695
21	1906
22	1231
23	406
24	648
25	927
26	1514
27	1012
28	673
29	448
30	297
31	183
32	139
33	102
34	66
35	43
36	26
37	16
38	7
39	3
40	2
41	1
42	1
43	1
44	1
45	1
46	1
47	1

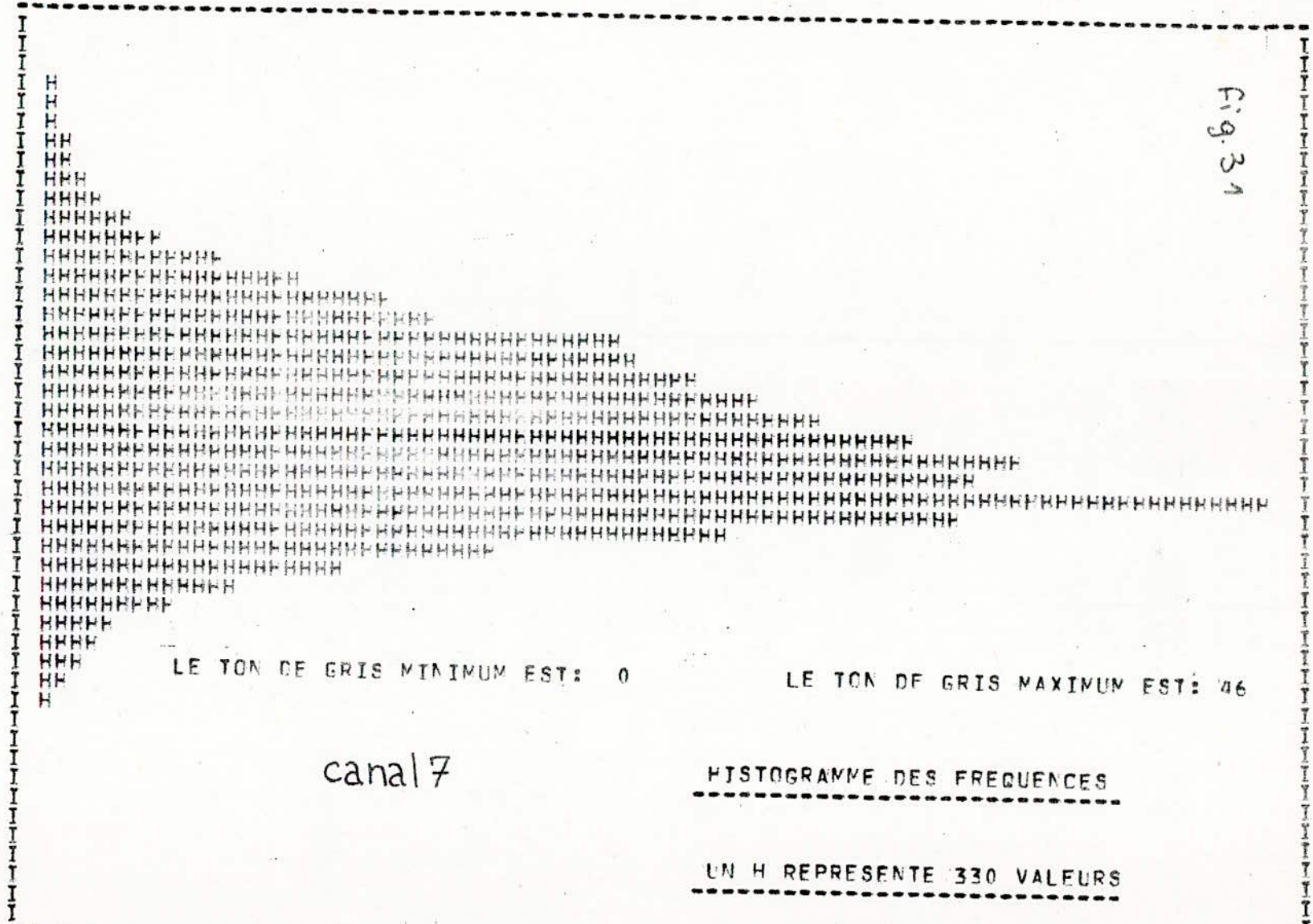


Fig. 31

Canal Niveau	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7
M I N	11	4	3	0
M A X	64	81	89 89	46

fig.32.

1.3. L'IMAGE COMPRESSEE

Dans le chapitre I de cet ouvrage, nous avons vu les différentes manipulations qu'il était possible de réaliser sur une image et leur utilité dans certains cas.

Dans la première phase du logiciel, nous verrons l'intérêt de l'une d'elle : la COMPRESSION;

Etant donné les dimensions des images étudiées, leur représentation nécessitera des méthodes de traitement et de mise en forme particulièrement élaborées.

L'image compressée correspondant à l'image étudiée peut être exploitée pour l'obtention de certains résultats approximatifs. La réduction des dimensions d'une image permet d'en faire sans difficulté une sortie sur écran visuel ou sur imprimante, tout en gardant son allure générale.

Afin que l'image compressée soit efficacement utilisée, il faudrait tenir compte du fait que les classes "rares" ne sont pas toujours représentées dans ce cas, et que les contours des objets sont souvent déformés.

Malgré ces deux inconvénients, la compression d'une image permet de donner une idée générale sur sa représentation réelle. Il est alors possible de différencier, sans trop de précision, les différentes zones de l'image.

Il suffit ensuite de situer la fenêtre désirée et d'en faire une sortie correspondant à l'image réelle afin de pouvoir l'étudier finement. Ceci évite le traitement de toute l'image, ce qui réduit le temps d'exécution et la place mémoire sur ordinateur. L'image compressée offre l'avantage d'être facilement maniable. Elle peut servir de base pour des études plus précises. L'image étudiée est de dimension (512 x 512) soit 262 144 points.

Le coefficient de compression est choisi de façon à ce que l'image compressée puisse être représentée sur une seule largeur du listing de l'imprimante de l'ordinateur. On réduit pour cela l'image de (4 x 4) fois. L'image compressée aura une dimension de (128 x 128) soit (1/16) de l'image réelle.

Dans le cas de ce logiciel, l'image compressée servira de base pour la détermination des centres de classes initiaux par échantillonnage.

L'obtention de l'image compressée nécessite plusieurs étapes de traitement. A cet effet plusieurs algorithmes ont été établis.

- S/P MINMAX
- S/P CLAS
- S/P ORDRE
- S/P REDVEC
- S/P COMP
- S/P TRAIT.

1.3.1. FONCTION DES SOUS-PROGRAMMES UTILISES.

a -- Le sous-programme MINMAX :

(voir 1.1)

b - Le sous programme CLAS.

Vu l'utilisation que l'on veut faire de l'image compressée, il n'est pas nécessaire que la classification qui lui est appliquée soit très exacte.

Le S/P CLAS a pour but le calcul des bornes de classes à utiliser pour une classification approximative.

Ces bornes seront déterminées par un découpage uniforme de toute la gamme des tons de gris compris entre le MIN et le MAX.

Le nombre de classes est choisi au préalable par l'opérateur.

La répartition des niveaux de gris selon les classes, par cette méthode, sera différente de la répartition réelle, néanmoins, elle permet d'obtenir une image compressée assez représentative de l'image réelle.

c - Les sous-programmes ORDRE, REDVEC et COMP.

La lecture et le traitement des données de l'image sur disque, se fait par enregistrement de 128 octets.

Pour qu'il y ait correspondance directe entre les coordonnées d'un point de l'image et sa position dans la mémoire périphérique (le disque), nous avons établi des programmes qui vont nous permettre de traiter les informations de l'image, ligne par ligne (c'est-à-dire par bloc de 512 octets). Ceci entraîne une manipulation beaucoup plus souple des données.

Cette opération est effectuée grâce aux S/P REDVEC et ORDRE.

La structure des données sous cette forme, va permettre de procéder à une compression de l'image de façon relativement simple. La méthode de compression appliquée est celle qui utilise la moyenne arithmétique des niveaux de gris d'une zone Z dont les dimensions sont fixées par le coefficient de compression choisi. Le S/P COMP permet alors l'obtention d'une matrice de dimension (128 x 128). Chacun de ses éléments représentera la moyenne

```

SUBROUTINE CLAS(L,MIN,MAX,NCL)
DIMENSION L(1)
NCL=5
INT=(MAX-MIN)/NCL
NC=NCL-1
51 DO 51 J=1,NC
L(J)=MIN+(J*INT)
L(NCL)=MAX
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE REDVEC(V1,V2,V3,V4,V,LVECT,MA,MB,MC,MD,L,MAV)
INTEGER V,V1,V2,V3,V4
DIMENSION V(1),V1(1),V2(1),V3(1),V4(1)
DIMENSION MA(1),MB(1),MC(1),MAV(1)
DIMENSION LVECT(1),L(1)
INTEGER A,B
K=0
B=0
DO 51 I=1,2048
READ(4'I')(LVECT(J),J=1,128)
J=0
A=B+1
B=B+128
DO 52 LL=A,B
J=J+1
52 V(LL)=LVECT(J)
IF(B.LT.512) GO TO 51
K=K+1
CALL ORDRE(K,V1,V2,V3,V4,V)
IF(K.LT.4) GO TO 10
CALL COMP(V1,V2,V3,V4,L,MA,MB,MC,MD,MAV)
10 K=0
51 B=0
CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE ORDRE(K,V1,V2,V3,V4,V)
INTEGER V1,V2,V3,V4,V
DIMENSION V1(1),V2(1),V3(1),V4(1),V(1)
IF(K.EQ.1) GO TO 10
IF(K.EQ.2) GO TO 12
IF(K.EQ.3) GO TO 14
IF(K.EQ.4) GO TO 16
10 DO 51 J=1,512
51 V1(J)=V(J)
GO TO 8
12 DO 52 J=1,512
52 V2(J)=V(J)
GO TO 8
14 DO 53 J=1,512
53 V3(J)=V(J)
GO TO 8
16 DO 54 J=1,512
54 V4(J)=V(J)
8 RETURN
END

```



```

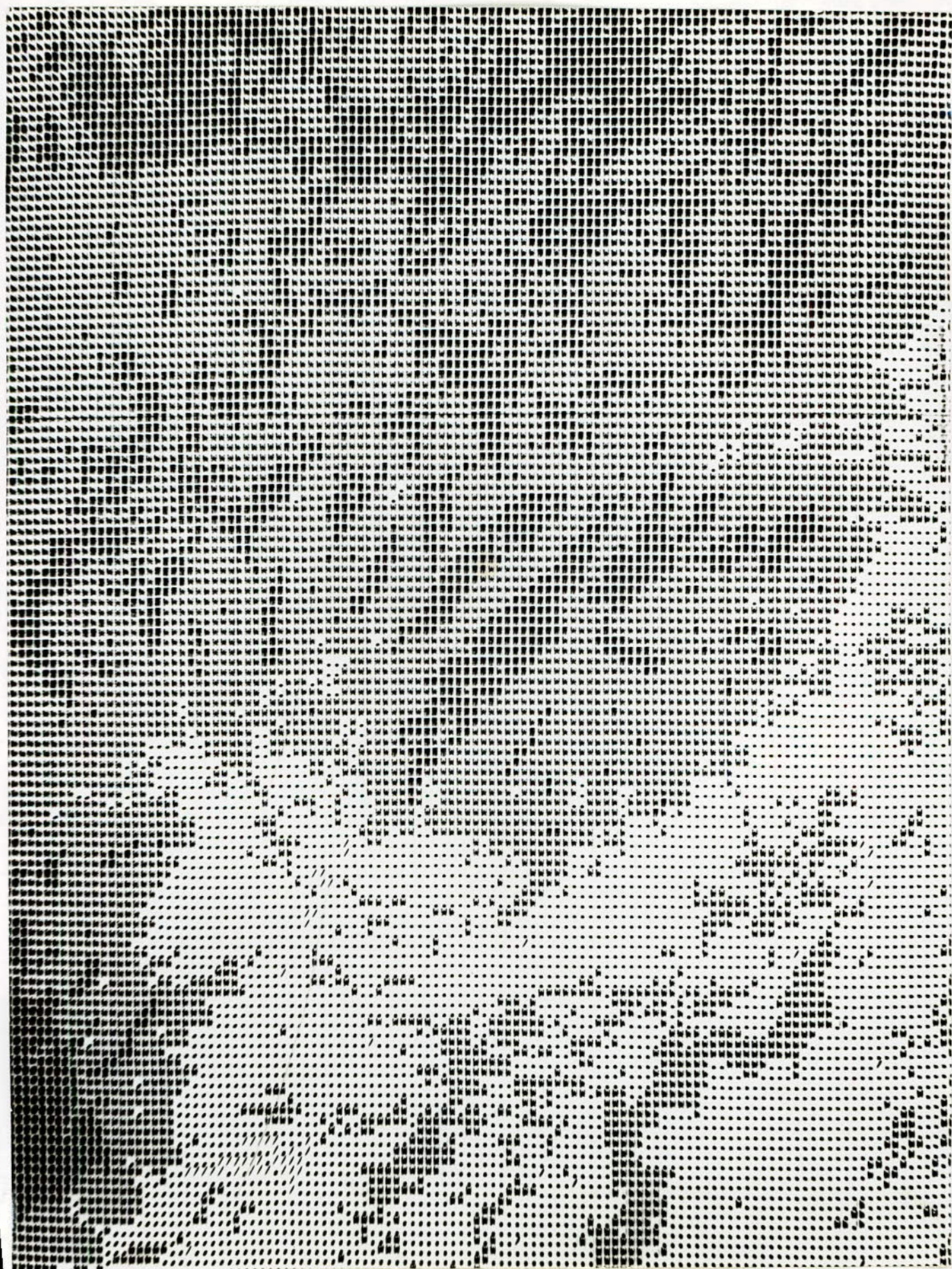
SUBROUTINE COMP(V1,V2,V3,V4,L,MA,MB,MC,MD,MAV)
INTEGER V1,V2,V3,V4
DIMENSION MAV(1),V1(1),V2(1),V3(1),V4(1)
DIMENSION MA(1),MB(1),MC(1),MD(1),L(1)
J=0
I=1
5 IP=I
N=0
IK=IP+3
DO 51 I=IP,IK
N=N+V1(I)+V2(I)+V3(I)+V4(I)
51 CONTINUE
LI=N/16
J=J+1
MAV(J)=LI
IP=I
IF(I.GE.512) GO TO 11
GO TO 5
11 IL=2
CALL TRAIT(L,MA,MB,MC,MD,MAV,IL)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE TRAIT(L,MA,MB,MC,MD,MAV,IL)
DIMENSION L(1),MA(1),MB(1),MC(1),MD(1),MAV(1)
DATA IASTER,IPOINT,ISLACH,IEGALE,IDIESE/1H*,1H.,1H/,1H=,1H#/
DATA IBLANC,IZ,IH,IX,II/1H ,1HZ,1HF,1HX,1HI/
DO 51 J=1,128
MA(J)=IBLANC
MR(J)=IBLANC
MC(J)=IBLANC
51 MD(J)=IBLANC
DO 60 J=1,128
IF(MAV(J).LE.L(1)) GO TO 10
IF(MAV(J).LE.L(2)) GO TO 12
IF(MAV(J).LE.L(3)) GO TO 14
IF(MAV(J).LE.L(4)) GO TO 16
MA(J)=IDIESE
MR(J)=II
MC(J)=IH
MD(J)=5
GO TO 60
10 MA(J)=IBLANC
MD(J)=1
GO TO 60
12 MA(J)=ISLACH
MD(J)=2
GO TO 60
14 MA(J)=II
MR(J)=IEGALE
MD(J)=3
GO TO 60
16 MA(J)=IASTER
MR(J)=IH
MD(J)=4
60 CONTINUE
IF(IL.EQ.1) GO TO 18
PRINT 160,(MA(J),J=1,128)
PRINT 161,(MB(J),J=1,128)
PRINT 161,(MC(J),J=1,128)
GO TO 15
18 PRINT 162,(MD(J),J=1,128)
160 FORMAT(2X,1FI,128A1,1HI)
161 FORMAT(1H+,2X,128A1)
162 FORMAT(2X,1FI,128(I1),1FI)
RETURN
END

```

arithmétique des radiances contenues dans une zone Z de l'image réelle. La matrice ainsi obtenue va constituer une matrice de donnée de l'image compressée, sur laquelle, nous appliquerons une classification.

d - Le sous-programme TRAIT.

Les bornes de classes étant déterminées d'après le S/P CLAS, chaque élément de l'image compressée sera affecté, selon la valeur de sa radiance, à une classe donnée.

Les classes sont délimitées par la méthode des bornes.

Afin d'obtenir une image représentée par ton de gris, le S/P TRAIT attribue à chaque classe un symbole spécifique (surimpression).

La structure de ce S/P offre la possibilité de pouvoir obtenir suivant la valeur d'un seul paramètre, soit une image représentée en ton de gris, soit une image classée uniquement.

L'exploitation de l'image compressée obtenue sera expliquée dans la deuxième phase du logiciel.

2. DEUXIEME PHASE.

La première phase étant exécutée, nous disposons des niveaux de gris MIN et MAX de l'image, de l'histogramme des fréquences, des résultats du S/P CLAS et d'une image compressée.

La troisième phase du logiciel a pour but de calculer automatiquement les centres de classes de l'image par un processus itératif. Pour réduire le temps d'exécution de ce processus sur ordinateur, il est nécessaire de l'initialiser convenablement de façon à atteindre le résultat final en un nombre d'itérations minimum. La DEUXIEME PHASE permet alors grâce aux résultats déjà obtenus (dans la première phase) de déterminer les centres de classes d'initialisations.

Trois méthodes basées respectivement sur :

- l'histogramme
- les résultats du S/P CLAS
- l'image compressée

sont utilisées à cet effet.

2.1. Méthode basée sur l'histogramme.

Dans cette méthode, le choix des centres de classes d'initialisation est fait suivant l'appréciation de l'opérateur qui se base sur l'allure de l'histogramme obtenu.

2.2. Méthode basée sur les résultats du S/P CLAS.

A la sortie du S/P CLAS, nous disposons de la valeur des bornes (niveau de gris) delimitant les différentes classes de l'image. On considère alors, dans cette méthode, que les centres de classes d'initialisation sont les niveaux de gris dont la fréquence est maximum dans un intervalle limité par deux bornes consécutives. Leur détermination est effectuée grâce au S/P CENTRE.

2.3. Méthode basée sur l'image compressée.

Cette méthode est efficace dans le cas où l'on dispose de vérités-terrains sur la scène étudiée. On repère sur la scène les thèmes précis que l'on veut étudier. On choisit alors sur l'image compressée des fenêtres (échantillons) susceptibles de représenter les différents thèmes choisis.


```

SUBROUTINE APEL(LVECT,IFREQ)
INTEGER CG(10)
DIMENSION L(10)
DIMENSION LVECT(1),IFREQ(1)
CALL MINMAX(LVECT,MIN,MAX,IFREQ)
CALL CLAS(L,MIN,MAX,NCL)
CALL CENTRE(CG,MIN,NCL,L,IFREQ)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CENTRE(CG,MIN,NCL,L,IFREQ)
INTEGER CG(1)
DIMENSION IFREQ(1),L(1)
NCL=5
K=MIN
MAXI=IFREQ(K)
N=MIN
M=L(1)
DO 73 J=N,M
IF(MAXI.GT,IFREQ(J)) GO TO 73
MAXI=IFREQ(J)
K=J
73 CONTINUE
CG(1)=K
DO 74 I=2,NCL
M=L(I)
II=I-1
N=L(II)+1
MAXI=IFREQ(N)
DO 75 J=N,M
IF(MAXI.GT,IFREQ(J)) GO TO 75
MAXI=IFREQ(J)
K=J
75 CONTINUE
CG(I)=K
74 CONTINUE
PRINT 160
160 FORMAT(15X,'LES CENTRES DE CLASSES D INITIALISATION SONT',/)
170 PRINT 170,(CG(LL),LL=1,NCL)
170 FORMAT(25X,5I3)
RETURN
END

```

resultat :

LE TON DE GRIS MINIMUM EST: 3

LE TON DE GRIS MAXIMUM EST: 89

LES CENTRES DE CLASSES D INITIALISATION SONT

20 31 45 55 74

```

SUBROUTINE TRANS(LVECT,CG,NCL,V)
INTEGER AA,BB,CC,DD
INTEGER CG(1)
INTEGER V(1)
DIMENSION IA(10),IB(10),IC(10),ID(10)
DIMENSION LWET(256)
50 DO 50 I=1,NCL
101 READ(105,101)(YA(I),IB(I),IC(I),ID(I))
FORMAT(4I3)
DO 51 IL=1,NCL
AA=((IA(IL)-1)*4)+1
BB=((IC(IL)-1)*4)+1
CC=(IC(IL))*4
DD=(ID(IL))*4
CALL AGVECT(LVECT,V,AA,DD,BB,CC,LWET)
51 CALL TRI(LWET,IL,CG)
CONTINUE
152 PRINT 152,(CG(IL),IL=1,NCL)
FORMAT(5X,5(I3,2X))
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE AGVECT(LVECT,V,AA,DD,BB,CC,LWET)
INTEGER V(1)
INTEGER AA,BB,CC,DD,A,B
DIMENSION LVECT(1),LWET(1)
50 DO 50 K=1,256
LWET(K)=0
LA=AA-1
NA=(LA*4)+1
ND=DD*4
B=0
DO 51 I=NA,ND
READ(4,T)(LVECT(J),J=1,128)
A=B+1
B=B+128
J=0
DO 52 LL=A,B
52 J=J+1
V(LI)=LVECT(J)
IF(B.LT.512) GO TO 51
IJ=BB
IH=CC
CALL FREQ(IJ,IH,V,LWET)
51 B=0
CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE TRI(LWET,IL,CG)
INTEGER CG(1)
DIMENSION LWET(1)
MAX=LWET(1)
DO 61 I=1,256
IF(LWET(I).LE.MAX) GO TO 61
MAX=LWET(I)
IG=I
61 CONTINUE
CG(IL)=IG
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE FREQ(IJ,IH,V,LWET)
INTEGER V(1)
DIMENSION LWET(1)
DO 51 J=IJ,IH
K=V(J)
51 LWET(K)=LWET(K)+1
CONTINUE
RETURN
END

```


Dans cette méthode, la détermination des centres de classes d'initialisation sera basé sur les échantillons choisis. Ces échantillons ayant été pris à partir de l'image compressée, il est nécessaire de retrouver sur l'image complète les zones relatives à chacun. Un centre de classe initial sera le niveau de gris dont la fréquence est maximum dans une zone ainsi définie.

Pour réaliser les différentes opérations nécessaires à l'application de cette méthode, nous avons conçu les programmes.:

- S/P TRANS
- S/P AGVECT
- S/P FREQ
- S/P TRI

Remarque : Il est possible d'initialiser le processus itératif par des centres de classes d'initialisation pris au hasard dans l'image. Par exemple, les N premiers éléments de la première ligne de l'image (N étant le nombre de classes). Ceci entraîne un temps d'exécution relativement long sur ordinateur (Le nombre d'itération peut-être très élevé).

3. TROISIEME PHASE.

Cette phase constitue l'étape la plus importante du logiciel conçu. C'est du résultat de cette phase que dépendra la performance de la classification réalisée. En effet, c'est à ce niveau que s'effectue la "CLASSIFICATION AUTOMATIQUE" par la méthode itérative. La classification automatique nécessite le choix au préalable d'un facteur de discrimination à respecter pour le calcul des centres de classes. La détermination de ce facteur de discrimination peut-être basée sur un calcul de distance, sur le maximum de vraisemblance entre les points etc...

Dans ce logiciel, nous avons choisi comme facteur de discrimination la distance entre les points de l'image (en niveau de gris). Plusieurs types de distances peuvent être utilisés à cet effet.

Nous citerons dans cet ouvrage quelques méthodes de calcul de ses distances. Nous appliquerons dans le cadre du logiciel "la distance euclidienne".

3.1. Calcul des distances :

Soit un ensemble de points X_k , sur lesquels P caractères ont été mesurés. Un point X_i est alors exprimé comme un vecteur à P composantes :

$$X_k = \left\{ X_{ki} \right\} = \begin{bmatrix} X_{k1} \\ X_{k2} \\ \vdots \\ X_{kp} \end{bmatrix}$$

Sur la base de ces P caractères, nous désirons calculer la ressemblance entre 2 de ces points.

Par analogie avec la distance entre deux points dans l'espace \mathbb{R}^3 , les caractères étant les coordonnées, nous définissons la distance entre deux points.

Remarque : Plus la ressemblance est grande, plus la distance sera petite et inversement.

Dans la suite, pour des simplifications d'écriture, nous désignerons par X le point X_k et par X_i (ou Y_i) le $i^{\text{ème}}$ caractère de ce point.

3.1.a -- Distance Euclidienne.

La distance euclidienne est calculée par :

$$D(X, Y) = \left\{ \sum_{i=1}^P (X_i - Y_i)^2 \right\}^{1/2}$$

où : X et Y représentent deux éléments de l'image,
et P le nombre de caractères X_i et Y_i décrivant ces points.

Si nous travaillons dans P canaux, ces caractères seront les valeurs des densités optiques dans les P canaux.

Nous pouvons dans ce cas définir la distance moyenne :

$$D(X,Y) = \frac{1}{P} \left\{ \sum_{i=1}^P (X_i - Y_i)^2 \right\}^{1/2}$$

Cette distance ne diffère de la première que par une seule constante; elles sont équivalentes du point de vue résultat. Si nous utilisons un seul canal ($P=1$), l'écriture se simplifie. Les caractères décrivant un point étant réduits à un seul, nous aurons :

$$D(X,Y) = \| X - Y \|$$

3.1.b - Distance

C'est la mesure de l'angle formé entre deux vecteurs ayant pour origine celle des coordonnées et pour extrémité les points figuratifs des individus (éléments de l'image) X et Y dans l'espace des P caractères. Si $\Theta(X,Y)$ est cette distance, nous calculons :

$$\cos \Theta(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^P X_i Y_i}{\left[\sum_{i=1}^P X_i^2 \sum_{i=1}^P Y_i^2 \right]^{1/2}}$$

3.2 Description de la méthode de classification automatique utilisée.

Les centres de classes initiaux étant déterminés dans la deuxième phase (par l'une des trois méthodes) et le moyen de discrimination étant choisi, la troisième phase aura pour but de calculer par une méthode itérative les centres de classes définitifs. Déroulement de la méthode :

-- Calcul de la distance d'un point de l'image aux différents centres de classes initiaux.

-- Comparaison de ces distances pour déterminer la plus petite d'entre elles.

-- Affectation du point analysé à la classe dont le centre lui est le plus proche.

Ces opérations ayant été appliquées à tous les points de l'image, on détermine.

-- Le nombre de points de l'image affectés à chaque classe et la somme de leurs densités optiques.

On calcul alors les nouveaux centres de classes, comme étant, pour une classe donnée :

La somme des densités optiques des éléments qui la constituent par rapport au nombre de ces éléments.

On détermine ainsi tous les nouveaux centres de classes.

-- On compare ensuite les nouveaux centres de classes aux centres de classes d'initialisation. Deux cas peuvent se présenter :

1er cas : Tous les centres de classes homologues sont égaux. Ceci signifie que les centres de classes sont stables. Le processus est alors terminé.

2ème cas : Les centres de classes homologues ne sont pas tous égaux. On détermine alors de nouveaux centres de classes, en prenant comme centres de classes d'initialisation ceux calculés dans la dernière étape du processus.

Remarque :

Il est nécessaire d'augmenter les itérations jusqu'à ce que tous les centres de classes calculés dans une dernière étape soient de même valeur que ceux calculés précédemment. En effet, si un seul d'entre eux n'est pas égal à son homologue, son ajustement entraînerait inévitablement le déplacement de tous les autres centres de classes. Seule une superposition de tous les centres de classes homologues, en même temps, peut affirmer leur stabilité.

Les différentes opérations de cette phase sont effectuées grâce aux sous programmes :

- S/P ITER
- .. S/P RANG
- .. S/P CALCUL


```
C PROGRAMME PRINCIPAL
  DEFINE FILE 4=BD(R:256,G:1,RW,BN,FI)
  INTEGER CG(10)
  REAL N
  DIMENSION LVECT(128),LRANG(128),N(10),S(10),RG(10),X(10)
  READ(105,101)(CG(LL),LL=1,5)
  READ(105,102)NCL
101   FORMAT(5I3)
102   FORMAT(I3)
  CALL ITER(CG,SG,LVECT,NCL,LRANG,N,S,X)
  END
```

```
SUBROUTINE RANGE(X,LVECT,LRANG,NCL)
  REAL N
  DIMENSION LVECT(1),LRANG(1),N(1),S(1),RG(1),X(1)
  DO 61 J=1,128
  K=1
  Y=FLOAT(LVECT(J))
  DA=(X(K)-Y)**2
  LRANG(J)=K
  DO 62 K=2,NCL
  DD=(X(K)-Y)**2
  IF(DA.LE.DD) GO TO 62
  DA=DD
  LRANG(J)=K
62  CONTINUE
61  CONTINUE
  RETURN
  END
```

```
SUBROUTINE CALCUL(N,S,LRANG,NCL,LVECT)
  REAL N
  DIMENSION LRANG(1),LVECT(1),N(1),S(1)
  DO 62 J=1,128
  Y=FLOAT(LVECT(J))
  DO 63 L=1,NCL
  IF(LRANG(J).NE.L) GO TO 63
  N(L)=N(L)+1
  S(L)=S(L)+Y
63  CONTINUE
62  CONTINUE
  RETURN
  END
```

```

SUBROUTINE ITER(CG,BG,LVECT,NCL,LRANG,N,S,X)
INTEGER CG(1)
REAL N
DIMENSION LVECT(1),LRANG(1),N(1),S(1),BG(1),X(1)
ITERMX=40
DO 50 L=1,NCL
50 X(L)=FLCAT(CG(L))
PRINT 151
PRINT 153
PRINT 152
PRINT 150,(X(L),L=1,NCL)
150 FORMAT(20X,5(2X,E10.4))
151 FORMAT(1H1)
152 FORMAT(5X,27(1H-),/)
153 FORMAT(5X,'INITIALISATION DU PROCESSUS')
ITERA=0
20 ITERA=ITERA+1
DO 51 II=1,NCL
51 S(II)=0
N(II)=0
DO 60 I=1,2048
READ(4,'I')(LVECT(J),J=1,128)
CALL RANGE(X,LVECT,LRANG,NCL)
CALL CALCLL(N,S,LRANG,NCL,LVECT)
60 CONTINUE
DO 70 L=1,NCL
70 BG(L)=S(L)/N(L)
PRINT 171,ITERA
PRINT 172
PRINT 170,(BG(L),L=1,NCL)
170 FORMAT(15X,5(2X,E10.4),/)
171 FORMAT(5X,'ITERATION NUMERO',I3)
172 FORMAT(5X,19(1H-),/)
IF(ITERA.EQ.ITERMX) GO TO 21
M=0
DO 71 L=1,NCL
IF(BG(L).EQ.X(L)) GO TO 12
X(L)=BG(L)
GOTO 71
12 X(L)=BG(L)
M=M+1
71 CONTINUE
IF(M.EQ.NCL) GO TO 21
GO TO 20
21 DO 54 L=1,NCL
B=IFIX(BG(L))-BG(L)
IF(B.LT.1/2) GO TO 10
BG(L)=IFIX(BG(L))-1
GO TO 54
10 BG(L)=IFIX(BG(L))
54 X(L)=BG(L)
PRINT 179
PRINT 181
179 FORMAT(5X,'LES CENTRES DE CLASSES DEFINITIFS')
181 FORMAT(5X,33(1H-))
PRINT 180,(X(L),L=1,NCL)
180 FORMAT(20X,5(2X,E10.4))
PRINT 151
RETURN
END

```


INITIALISATION DU PROCESSUS

ITERATION NUMERO 1 .2200E+02 .2700E+02 .3200E+02 .4100E+02 .4600E+02

 .2097E+02 .2690E+02 .3303E+02 .3939E+02 .4638E+02

ITERATION NUMERO 2

 .2013E+02 .2609E+02 .3303E+02 .3915E+02 .4428E+02

ITERATION NUMERO 3

 .2013E+02 .2609E+02 .3303E+02 .3897E+02 .4346E+02

ITERATION NUMERO 4

 .2013E+02 .2609E+02 .3303E+02 .3897E+02 .4346E+02

LES CENTRES DE CLASSES DEFINITIFS

 .2000E+02 .2600E+02 .3300E+02 .3800E+02 .4300E+02

STEP TIME 30' 7" 2
%FIN.

JOB TIME 30' 33" 3
9/ 1/ 1982 14H14'26" 2.
JOB TERMINATED

4. QUATRIEME PHASE.

Les centres de classes définitifs étant déterminés, la quatrième phase a pour but de faire une sortie de l'image étudiée sur imprimante. Les opérations suivantes sont alors effectuées :

- Affectation de chaque point de l'image à la classe dont le centre lui est le plus proche. Cette fonction est assurée par le S/P AFFECT.
- Affectation d'un symbole spécifique à chaque classe de l'image, dans le but de la représenter en ton de gris. Ceci nécessite des instructions de mise en forme et d'impression (sur impression); Cette opération est effectuée grâce au S/P AFFECT et au S/P TRACE.

Afin de repérer facilement un point ou une zone de l'image, nous avons conçu un sous programme NUM qui permet de représenter l'image dans un système à deux dimensions.


```

DEFINE FILE 4=B0(R:256,G:1,RW,BN,FI)
INTEGER Y,A,B
INTEGER DD,DA
INTEGER V(512),V1(512),V2(512),X(10),CLASSE(128)
DIMENSION MA(128),MB(128),MC(128)
DIMENSION LVECT(128)
READ(105,101)(X(I),I=1,5)
101 READ(105,103)(NCL)
103 FORMAT(5I3)
FORMAT(I3)
CALL NUM(V,V1,V2)
B=0
DO 50 N=2050,2053
I=N
PRINT 151
PRINT 152
A=B+1
B=B+128
PRINT 150,(V2(J),J=A,B)
PRINT 150,(V1(J),J=A,B)
PRINT 150,(V(J),J=A,B)
PRINT 153
NL=0
1 READ(4*I)(LVECT(J),J=1,128)
NL=NL+1
DO 60 J=1,128
K=1
Y=LVECT(J)
DA=(X(K)-Y)**2
5 CLASSE(J)=1
K=K+1
DD=(X(K)-Y)**2
IF(DA.LT.DD) GOTO 10
DA=DD
10 CLASSE(J)=K
IF(K.LE.NCL) GO TO 5
60 CONTINUE
CALL TRACE(MA,MB,MC,CLASSE,NL)
I=I+4
IF(I.LE.4097) GOTO 1
50 CONTINUE
151 FORMAT(1H1)
150 FORMAT(4X,128I1)
152 FORMAT(1X,////)
153 FORMAT(5X,3('BELKACEMI 'MERZOUK 'TILIKETE MALIKA '))
STOP
END

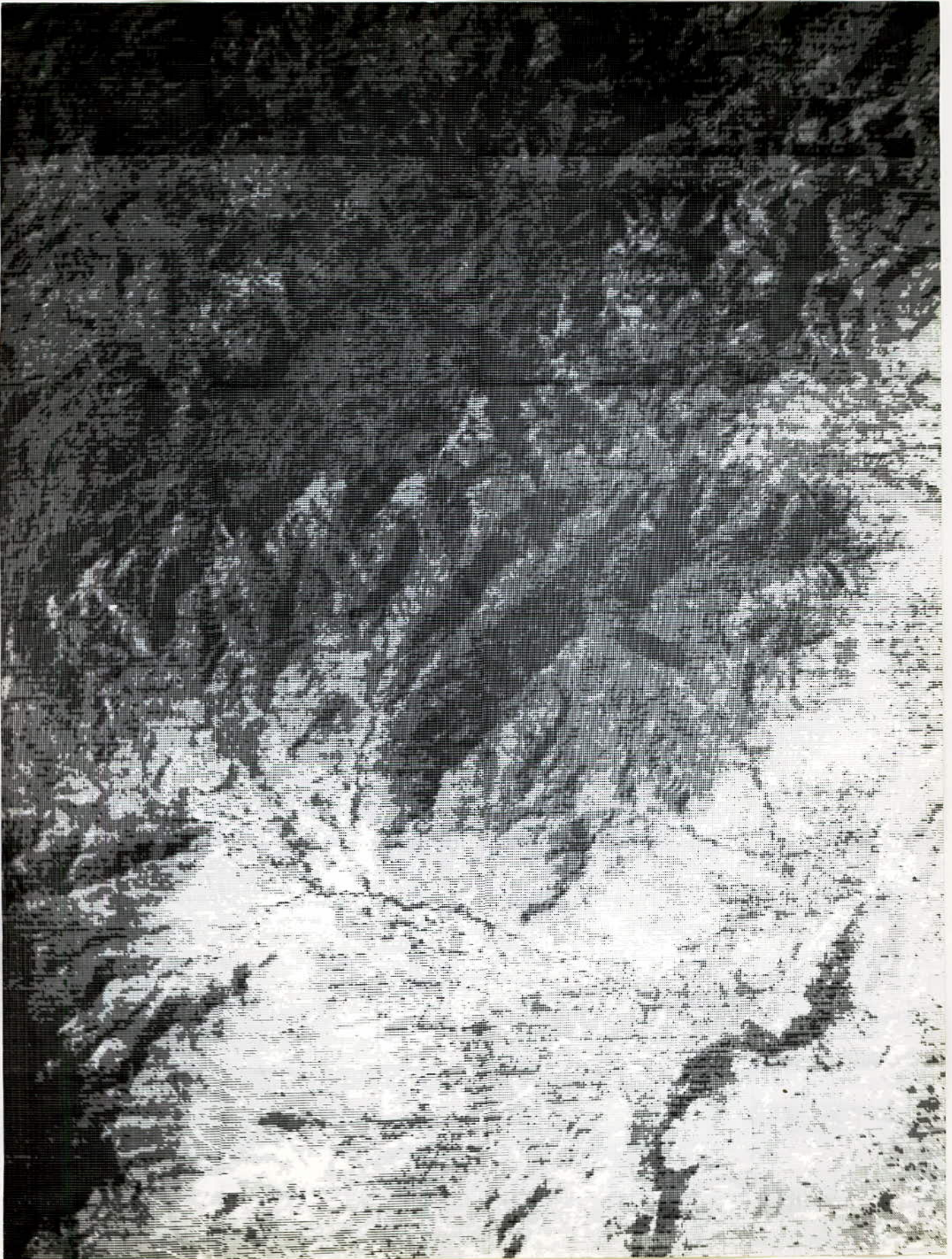
```

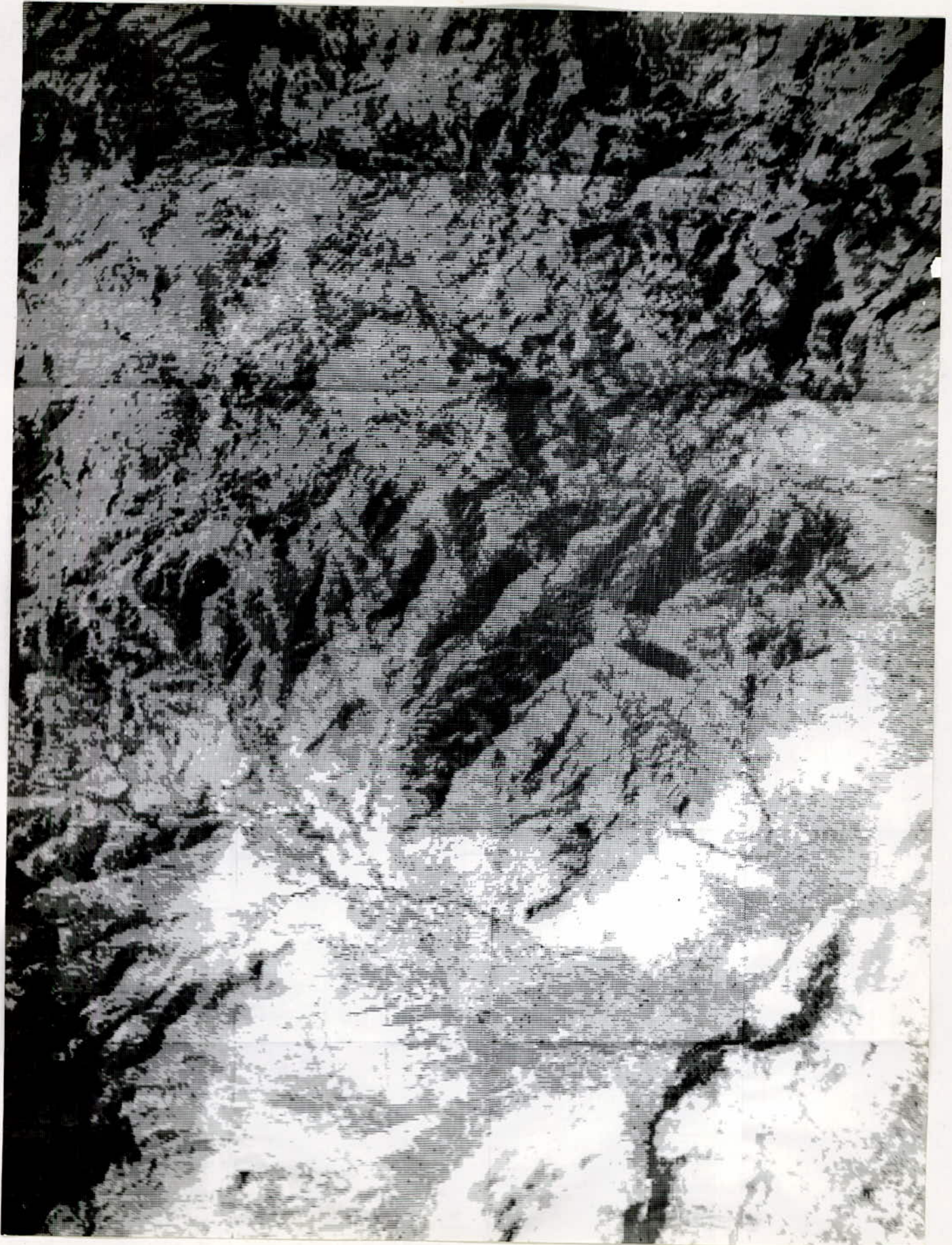
```

SUBROUTINE NUM(V,V1,V2)
INTEGER V,V1,V2
DIMENSION V(1),V1(1),V2(1)
DO 50 I=1,512
V1(I)=0
50 V2(I)=0
V(I)=0
I=0
1 L=0
DO 60 K=1,10
I=I+1
L=L+1
IF(I.GT.512) GO TO 10
IF(K.NE.10) GO TO 15
V(I)=0
GO TO 20
15 V(I)=L
20 IF(I.LT.100) GO TO 25
M=I/100
J=I-(M*100)
V1(I)=J/10
25 GO TO 60
V1(I)=I/10
60 V2(I)=I/100
GO TO 1
10 RETURN
END

```

```
SUBROUTINE TRACE(MA,MB,MC,CLASSE,NL)
INTEGER CLASSE
DIMENSION MA(1),MB(1),MC(1),CLASSE(1)
DATA IASTER,IPOINT,ISLACH,IEGALF,IDIESE/1H*,1H.,1H/,1H=,1H#/
DATA IBLANC,IZ,IH,IX,II/1H,1HZ,1HP,1HX,1HI/
DO 51 J=1,128
MA(J)=IBLANC
51 MB(J)=YBLANC
MC(J)=IBLANC
DO 60 J=1,128
IF (CLASSE(J) .EQ. 1) GO TO 10
IF (CLASSE(J) .EQ. 2) GO TO 12
IF (CLASSE(J) .EQ. 3) GO TO 14
IF (CLASSE(J) .EQ. 4) GO TO 16
MA(J)=IBLANC
10 GO TO 60
MA(J)=IDIESE
MC(J)=IH
MB(J)=II
GO TO 60
12 MA(J)=II
MB(J)=IEGALF
GO TO 60
14 MA(J)=IASTER
GO TO 60
16 MA(J)=ISLACH
60 CONTINUE
PRINT 160,(NL,(MA(J),J=1,128))
PRINT 161,(MB(J),J=1,128)
PRINT 161,(MC(J),J=1,128)
160 FORMAT(1X,13,128A1)
161 FORMAT(1H+,3X,128A1)
RETURN
END
```



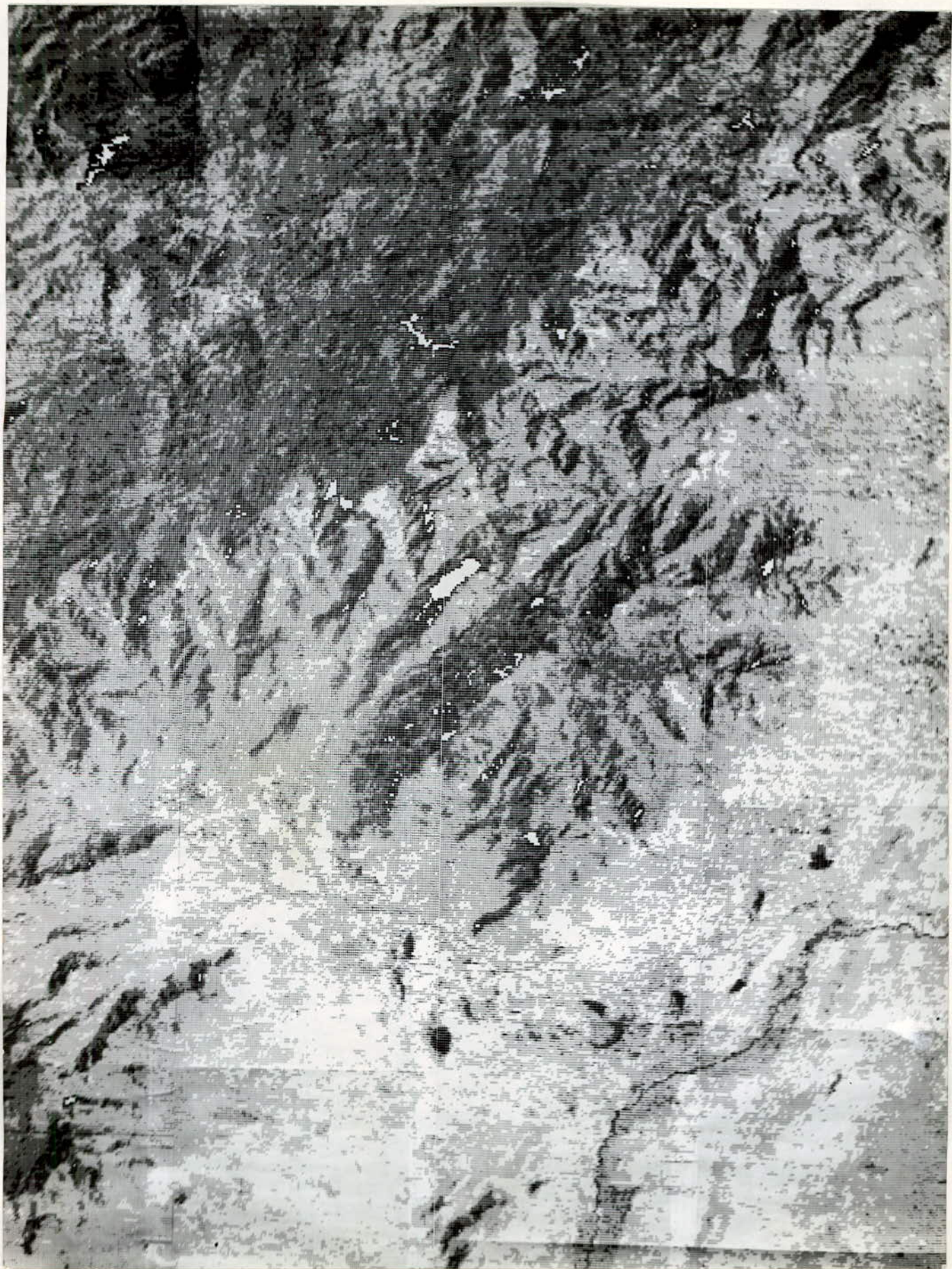


figure:37. IMAGE CANAL 7 (PALNI)

-93-



C O N C L U S I O N

L'image satellite est le seul document qui permet d'avoir des informations sur des regions où les missions aériennes sont peu fréquentes et où la photographie est inaccessible. En plus, l'image satellite donne la possibilité d'avoir des renseignements sur de grandes scènes (185 km X 185 km) en un temps relativement court (28 S), ce qui assure une certaine homogénéité des données. La répétition des prises de vue à intervalles de temps assez rapprochés permet d'étudier l'évolution d'un phénomène donné.

Les informations transmises à partir des satellites sont enregistrées sur bandes magnétiques.

Nous avons conçu et réalisé un logiciel qui permet, par une classification automatique basée sur un calcul de distance, de traiter ces informations.

Ce travail constitue un instrument de base pour l'exploitation des données enregistrées sur bandes magnétiques dans plusieurs domaines tels que les recherches minières, hydroliques et agricoles.

Le caractère multispectral des images numériques offre l'avantage de mieux discriminer et interpréter les objets qu'elles contiennent. Nous remarquons ceci dans les résultats que nous avons obtenus lors du traitement de l'image de la région de PALNI. En effet les histogrammes des fréquences des réponses spectrales de cette zone, pour les canaux 4, 5, 6 et 7, sont très différents (figures 28, 29, 30, 31) et reflètent par ce fait les particularités de chaque canal. Ces particularités permettront d'interpréter les images correspondant aux différents canaux; par exemple les figures 34, 35, 36, 37.

Une étude sur la texture, la reconnaissance de formes complèterait le traitement numérique effectué dans cet ouvrage. Nous espérons qu'une recherche sera envisagée dans ce domaine.

A N N E X E

- M I T R A 125. -

Le mitra 125 est un ordinateur à temp réel - grace à sa conception et sa structure microprogrammée, il permet d'aborder avec efficacité de nombreux domaines d'application :

- Calcul scientifique
- Automatisation du processus industriel etc

Du point de vu structure, l'ordinateur MITRA 125 est bâti autour d'une mémoire principale unique, munie de quatre accès. permettant la connection d'une à 4 unités de traitement ou coupleur.

Dans le MITRA 125,

- L'unité élémentaire d'information de la mémoire est le mot.
- Le temps d'accès de la mémoire est 400ns
- Un cycle de lecture / écriture est de 800 ns.

L'ordinateur travaille en mot de 16 bits, c'est à dire que les e: changes avec la mémoire s'effectuent par mot- Mais des micro-programmes permettent d'opérer par octets .Ainsi, les adresses du MITRA125 sont des adresses d'actes- les mots sont à des adresses paires.

- La mémoire est modulaire par blocs de 4096 mots.
- Le MITRA125 contient au maximun 8 blocs, soit 32 Kilomots

Nous donnerons un bref aperçu sur l'évaluation en DINARS du temps d'exécution, de l'occupation mémoire des différentes opérations de traitement numérique dans le cas d'une image de dimension (512 X 512) points prise dans les 4 canaux.

D'après les renseignements que nous avons eu auprès de la S N T I :

- les tarifs qu'elle pratique sont

- Temps d'exécution	71,30 DA/106,43 Sec
- Occupation mémoire	147,45 DA/2949 M. Oct
- Entrées/Sorties (DISQUE)	59,97 10^{-3} DA/Unité
- Entrées/Sorties (BANDE)	59,97 10^{-3} DA/Unité
- Imprimante	1 DA/100 Lignes
- Emplacement d'une bande	10 DA

— Tarif d'utilisation de l'ordinateur par Heure bloquée:

- Sur MITRA 125	1200 DA/Heure
-- - Sur ordinateur de grande capacité	2000 DA/Heure

Dans le cas étudié, l'occupation mémoire et le temps d'exécution de chaque opération de traitement sont donnés dans le tableau de la page suivante.

En plus, nous avons utilisé 8700 secteurs sur l'unité disque

UTILISATION DE L'ORDINATEUR
(Pour une image 512 x 512)

FONCTIONS	S/P UTILISÉS	ESPACE MEMOIRE		TEMPS
		Par S/P en octets	Global en octets	
TRACE D'HISTOGRAMME	R.P.	200	2988	3' 54"
	S/P ESPACE	382		
	S/P APPEL	4		
	S/P MINMAX	408		
	S/P HISTO	348		
CLASSIFICATION AUTOMATIQUE	S/P ITER	794	2264	30' 33"
	S/P RANGE	008		
	S/P CALCUL	074		
SORTIE DE L'IMAGE	S/P	4666	4	42' 17"
	S/P NUM.	0436		
	S/P TRACE	0402		
CENTRES DE CLAS- SES INITIAUX	S/P CENTRE	406	430	1' 06"

TAPE FORMAT

TABLE 3.1.--Tape directory: Record-byte assignments

BYTES	DATA	DESCRIPTION																				
1-4	<table border="1"> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> </table>	XXX	XXX	XXX	XXX	Record Number--always a binary 1																
XXX	XXX																					
XXX	XXX																					
5	<table border="1"> <tr><td>000</td></tr> </table>	000	Zero Fill																			
000																						
6	<table border="1"> <tr><td>011₈</td></tr> </table>	011 ₈	Record Type Code																			
011 ₈																						
7-26	<table border="1"> <tr><td>L</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>T</td></tr> <tr><td>T</td><td>Y</td></tr> <tr><td>Y</td><td>D</td></tr> <tr><td>D</td><td>D</td></tr> <tr><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>N</td><td>V</td></tr> <tr><td>∅</td><td>∅</td></tr> <tr><td>∅</td><td>∅</td></tr> <tr><td>∅</td><td>∅</td></tr> </table>	L	N	S	T	T	Y	Y	D	D	D	X	X	N	V	∅	∅	∅	∅	∅	∅	<p>Tape ID - 20 ASCII bytes of tape identification coded:</p> <p>L = Mission Designator, coded L for Landsat N = Mission Number, coded: 1, 2, or 3 S = Sensor Type, coded: M (MSS) or R (RBV) TT = Tape Type, coded: CP (Data with geometric corrections), or CA (Data without geometric corrections)</p> <p>Date of Tape YY = Last two digits of year Creation: DDD = Julian Day</p> <p>XX = Sequence number within day for each tape type</p> <p>N = CCT Volume Number V = Number of volumes in CCT set ∅ = Blanks</p>
L	N																					
S	T																					
T	Y																					
Y	D																					
D	D																					
X	X																					
N	V																					
∅	∅																					
∅	∅																					
∅	∅																					
27-29	<table border="1"> <tr><td>Day</td><td>Mon</td></tr> <tr><td>Yr</td><td></td></tr> </table>	Day	Mon	Yr		Date of CCT Tape Generation - will contain the date in binary (Yr = last two digits of year)																
Day	Mon																					
Yr																						
30	<table border="1"> <tr><td>XXX</td></tr> </table>	XXX	<p>Site of CCT Production:</p> <p>011₈ = IPF (MDP#1) at GSFC 022₈ = IPF (MDP#2) at GSFC 044₈ = IPF (QLP) at GSFC 355₈ = EDIPS at EDC (This manual only describes CCT's generated by EDIPS)</p>																			
XXX																						
31	<table border="1"> <tr><td>I</td></tr> </table>	I	Interleaving Type Indicator, with I = 000 ₈ for MSS BSQ and RBV; or 377 ₈ for MSS BIL																			
I																						
32-33	<table border="1"> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> </table>	XXX	XXX	Record length in bytes of records to follow given in binary either 3596 ₁₀ for MSS or 5388 ₁₀ for RBV																		
XXX	XXX																					

TABLE 3.4-(cont'd)

BYTES	DATA	DESCRIPTION																		
34	H	<p>Source HDT - one ASCII byte where:</p> <p>If H = C, the source HDT contains geometrically corrected data</p> <p>If H = U, the source HDT contains geometrically uncorrected data</p> <p>If H = W, field is N/A</p>																		
35-52	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>D</td></tr> <tr><td>D</td><td>D</td></tr> <tr><td>D</td><td>H</td></tr> <tr><td>H</td><td>M</td></tr> <tr><td>M</td><td>S</td></tr> <tr><td>B</td><td>M</td></tr> <tr><td>P</td><td>P</td></tr> <tr><td>P</td><td>R</td></tr> <tr><td>R</td><td>R</td></tr> </table>	A	D	D	D	D	H	H	M	M	S	B	M	P	P	P	R	R	R	<p>Scene Identification - an 18 byte ASCII field giving Scene ID and WRS Designator of the data on the tape (or tape set) defined as follows -</p> <p>Scene ID - unique scene identifier of the form:</p> <p style="text-align: center;">A D D D D H H M M S B where</p> <p>A = Landsat mission = 1, 2, or 3 D D D D = Day number, relative to launch, at time of observation H H = Hour at time of observation M M = Minute at time of observation S = Tens of seconds at time of observation B = Blank</p> <p>WRS Designator - unique terrestrial scene of the form:</p> <p style="text-align: center;">M P P P R R R where</p> <p>M = A (for ascending node) or D (for descending node) P P P = nominal WRS path number (001-251) R R R = nominal WRS row number (001-243)</p>
A	D																			
D	D																			
D	H																			
H	M																			
M	S																			
B	M																			
P	P																			
P	R																			
R	R																			
53-358	000 000	Zero Fill																		
359-360	SSS LLL	<p>Version level on the CCT set.</p> <p>SSS--Binary version number of the software. (Changes each release of module which generates CCT's.)</p> <p>LLL--Binary version number of the document which describes the CCT format. V.R (Changes each version of the CCT document. Revision changes have no impact.)</p>																		

TAPE FORMAT

SCENE ATTRIBUTES FILE

The scene attributes file can contain up to three types of records: header, ancillary, and annotation. The total number of records in the file depends on the sensor and whether or not the data are geometrically corrected. The attributes file contains records of descriptive information concerning the image within the image file. A CCT in BSQ format contains one attributes file that contains the header, ancillary (if present) and annotation records for the bands on the CCT set. The header record is the first record of each attributes file, followed by all the ancillary (if present), and then the annotation records. For both BIL and BSQ formats, the relative order as given below is important.

HEADER RECORDS

A header record is present for each band on

a BSQ CCT set and only once in a BIL CCT set. It identifies the contents of the data that follow and describes the format in which the data are recorded. Header data are further subdivided into six groups:

- a) Scene identification - bytes 1-36
- b) Spacecraft description - bytes 37-62
- c) Time of exposure and WRS information - bytes 63-92
- d) Data set characteristics
 - 1) Header data - bytes 93-98
 - 2) Annotation - bytes 99-102
 - 3) Ancillary data - bytes 103-110
 - 4) Image data - bytes 111-141
 - 5) Trailer data - bytes 142-150
- e) Special purpose fields - bytes 151-236
- f) EDIPS processing information
 - for MSS - bytes 3583-3596
 - for RBV - bytes 5375-5377

Table 2 shows the layout of header records, and table 2a the active detector-status bytes.

TABLE 3.2-Header record: Record-byte assignments

Bytes	Data	Description				
1-4	<table border="1"> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> </table>	XXX	XXX	XXX	XXX	Record number Always a binary 1 for each file present.
XXX	XXX					
XXX	XXX					
5	000	Zero fill				
6	022	Record Type Code				
7-8	<table border="1"> <tr><td>B</td><td>A</td></tr> </table>	B	A	Image ID - unique image identifier (in ASCII) of the form:		
B	A					
9-10	<table border="1"> <tr><td>D</td><td>D</td></tr> </table>	D	D	A D D D D H H M M S B where B = blank A = Landsat mission = 1, 2, or 3 D D D D = Day number, relative to launch, at time of observation H H = Hour at time of observation M M = Minute at time of observation S = Tens of seconds at time of observation B = IPF ID code = 1, 2, 3, A, B, C, or D indicating RBV; 4, 5, 6, 7, 8, or 0 (if BIL) indicating MSS		
D	D					
11-12	<table border="1"> <tr><td>D</td><td>D</td></tr> </table>	D	D			
D	D					
13-14	<table border="1"> <tr><td>H</td><td>H</td></tr> </table>	H	H			
H	H					
15-16	<table border="1"> <tr><td>M</td><td>M</td></tr> </table>	M	M			
M	M					
17-18	<table border="1"> <tr><td>S</td><td>B</td></tr> </table>	S	B			
S	B					

MANUAL ON CHARACTERISTICS OF LANDSAT COMPUTER-COMPATIBLE TAPES

TABLE 2.2 (cont'd)

Byte	Data	Description				
19-20	<table border="1"> <tr> <td>Y</td> <td>M</td> </tr> </table>	Y	M	WRS designator - unique terrestrial image identifier (in ASCII) of the form: MPPRRR where M = A (for ascending node) or D (for descending node) PPP = Nominal WRS path number (001-251) RRR = Nominal WRS row number (001-248)		
Y	M					
21-22	<table border="1"> <tr> <td>P</td> <td>P</td> </tr> </table>	P	P			
P	P					
23-24	<table border="1"> <tr> <td>P</td> <td>R</td> </tr> </table>	P	R			
P	R					
25-26	<table border="1"> <tr> <td>R</td> <td>R</td> </tr> </table>	R	R			
R	R					
27-28 29	<table border="1"> <tr> <td>Day</td> <td>Mon</td> </tr> <tr> <td>Yr</td> <td></td> </tr> </table>	Day	Mon	Yr		Date of tape generation - will contain the date in binary. (Last 2 digits of Yr.)
Day	Mon					
Yr						
30	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>000</td> </tr> </table>		000	Not used (zeros).		
	000					
31-36	<table border="1"> <tr> <td>000</td> <td>000</td> </tr> </table>	000	000			
000	000					
B. <u>Spacecraft Description</u>						
37-38	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </table>	X	X	Sensor ID - the sensor will always be either MSS or RBV. The ID will be in ASCII.		
X	X					
39-40	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> </table>	X	Y			
X	Y					
41-44	<table border="1"> <tr> <td>Y</td> <td>Y</td> </tr> </table>	Y	Y			
Y	Y					
45-46	<table border="1"> <tr> <td>000</td> <td>00x</td> </tr> </table>	000	00x	Mission number - will be either a binary 1, 2, or 3 depending on the spacecraft.		
000	00x					
47-48	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	XXX	Orbit number - binary number reflecting the orbit number of the spacecraft.		
XXX	XXX					
49-56		For MSS:				
49-50	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	XXX	Active detector status - contains detector status for the 26 MSS detectors. There is 1 bit per detector starting left to right with 1 indicating an active status. If a sensor is disabled during the data acquisition pass, this status will reflect inactive (0) for the disabled detector. See table 2-a for details.		
XXX	XXX					
51-52	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	XXX			
XXX	XXX					
53-54	<table border="1"> <tr> <td>000</td> <td>000</td> </tr> </table>	000	000			
000	000					
55-56	<table border="1"> <tr> <td>000</td> <td>000</td> </tr> </table>	000	000			
000	000					
49-56		For RBV:				
49-50	<table border="1"> <tr> <td>000</td> <td>000</td> </tr> </table>	000	000	Active camera status - contains camera status for up to 3 RBV cameras. There is 1 bit per		
000	000					

TAPE FORMAT

TABLE 3.2 (cont'd)

Bytes	Data	Description
51-52	000 00X	camera as shown below. A bit set to 1 indicates an activated camera. (If a camera is disabled during the data acquisition pass, this status will be shown as a 0 for the disabled camera.) Byte 52: 0 0 0 0 0 J K L where bits J, K, and L represent cameras 1, 2, and 3 respectively.
53-56	000 000	
57	XXX	Active detector/camera count - a binary value representing the number of active detectors/cameras based on the active detector/camera status
58-59	XXX XXX	Nominal number (in binary) of pixels/scan line in original geometrically uncorrected image
60-62	000 000	Not used (zeros)
<u>C. Time of Exposure/WRS Designator</u>		
63-72	000 000	Not used (zeros)
73-74	XXXXXX	WRS designator in fully processed image (in binary): scan line number of WRS
75-76	XXXXXX	Pixel number of WRS
Center picture exposure time (in ASCII):		
77-78	Yr Yr	Last 2 digits of year (00-99)
79-80	D D	Julian day of year (3 digits: 001-366)
81-82	D Hr	Hour (2 digits: 00-99)
83-84	Hr Min	Minutes (2 digits: 00-59)
85-86	Min Sec	Seconds (2 digits: 00-59)
87-88	Sec ms	Milliseconds (3 digits: 000-999)
89-90	ms ms	∅ = blank
91-92	∅ ∅	

MANUAL ON CHARACTERISTICS OF LANDSAT COMPUTER-COMPATIBLE TAPES

TABLE 2.5 (cont'd)

<u>Bytes</u>	<u>Data</u>	<u>Description</u>
<u>D. Data Identification and Characteristics</u>		
93-94	XXX XXX	Header record length - either 3506 ₁₀ for MSS or 5388 ₁₀ for RBV
95-96	XXX XXX	Number of header records - nominally 1
97-98	XXX XXX	Number of bytes of header data
<u>Annotation Data Characteristics</u>		
99-100	XXX XXX	Annotation record length - either 3596 ₁₀ for MSS or 5388 ₁₀ for RBV
101-102	XXX XXX	Number of annotation records - 1 if data are geometrically corrected, 2 if uncorrected
<u>Ancillary Data Characteristics</u>		
103-104	XXX XXX	Ancillary record length - either 3596 ₁₀ for MSS or 5388 ₁₀ for RBV
105-106	XXX XXX	Number of ancillary records - 0 if data are geometrically corrected, 26 ₁₀ if MSS uncorrected, 30 ₁₀ if RBV uncorrected
107	XXX	Geometric corrections applied - either 000g (no) or 377g (yes)
108	XXX	Geometric correction data present - either 000g (no) or 377g (yes)
109	XXX	Radiometric correction applied - either 000g (no) or 377g (yes)
110	XXX	Radiometric correction data present - either 000g (no) or 377g (yes)
<u>Image Data Characteristics</u>		
111-112	XXX XXX	Image record length - either 3596 ₁₀ for MSS or 5388 ₁₀ for RBV
113-114	000 000	Not used (zeros)
115-116	XXX XXX	Number of calibration/quality data words per scan line

TAPE FORMAT

TABLE 3.2 (cont'd)

<u>Bytes</u>	<u>Data</u>	<u>Description</u>
17	XXX	Image data format = 000g for unframed rectangular image, 377g for framed rectangular image, 366g for framed square image
118-119	000 000	Not used (zeros)
120	XXX	Interleaving type indicator - either 000g for BSQ or 377g for BIL
121	XXX	BIL line interleaving count - 510 if Landsat-3, 410 if Landsat-1 or -2, 0 for N/A
122	008	Number of bits per pixel - for this application it will be constant 810
123	XXX	Resampling applied: 300g = None, 011g = Cubic convolution, or 022g = Nearest neighbor
124	XXX	Map projection applied (corresponds to first map projection in ancillary and annotation data sections): 300g = None, 011g = Universal Transverse Mercator, or 022g = Polar Stereographic
125-126 For MSS		
125-126	XXX XXX	WRS offset from fully processed image center - right (positive) left (negative) pixel displacement of the World Reference System designation with respect to the picture center pixel (scan line 1492, pixel 1774). (Most significant bit indicates the sign; "0" = positive with WRS to right of picture center and "1" = negative with WRS left of picture center.) For image data without geometric corrections, zeros
125-126 For RBV		
125-126	000 000	Not used (zeros)
127-128	000 000	Not used (zeros)

MANUAL ON CHARACTERISTICS OF LANDSAT COMPUTER-COMPATIBLE TAPES

TABLE 3.2 (cont'd)

<u>Bytes</u>	<u>Data</u>	<u>Description</u>
129	XXX	Image data justification - 0g indicates left justification, 377g indicates right justification, for this application: 377g
130	XXX	Location of most significant bit - 0g indicates left, 377g indicates right, for this application: 0g
131-132	XXX XXX	Number of pixels per scan line
133-134	000 000	Not used (zeros)
135	XXX	Number usable images (or subscenes) per scene - this will contain either 110, 410, or 510
136	XXX	MSS band number (in ASCII): 4, 5, 6, 7, 8, or 0 (indicating BIL) or RBV camera number (in ASCII); A, C - camera 1; B, D - camera 2
137-139	000 000	Not used (zeros)
140-141	XXX XXX	Number of bits of support data or "one" filler in the end of each image data record: PM - 252 ₁₀ PR - 378 ₁₀ AM - 252 ₁₀ AR - 710
<u>Trailer Data Characteristics</u>		
142-143	XXX XXX	Trailer record length - either 3596 ₁₀ for MSS or 5380 ₁₀ for RBV
144-145	XXX XXX	Number of trailer records - nominally one per image
146-150	000 000	Zero filler
<u>E. Special Purpose Fields</u>		
151	XXX	Day/night flag - if 000g = day pass 377g = night pass
152-161	000 000	Not used (zeros)

TAPE FORMAT

TABLE 3.2 (cont'd)

Bytes	Data	Description		
162		For MSS		
162	XXX	Cal wedge mode 007 ₈ = low gain linear transmission 070 ₈ = low gain compressed transmission 077 ₈ = high gain linear transmission 300 ₈ = high gain compressed transmission		
162		For RBV		
162	(00)	Not used (zeros)		
<u>Temporal Registration Data:</u>				
163-164	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">V</td><td style="text-align: center;">A</td></tr> </table>	V	A	Scene ID (20 ASCII bytes) of referenced scene used for temporal registration processing of the form: ADDDDHHMMSB where A = Landsat mission - 1, 2, or 3 DDDD = Day number, relative to launch, at time of observation HH = Hour at time of observation MM = Minute at time of observation S = Tens of seconds at time of observation B = IPF ID code = (RBV) 1, 2, 3, A, B, C, or D; (MSS) 4, 5, 6, 7, or 8
V	A			
165-166	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">D</td></tr> </table>	D	D	
D	D			
167-168	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td style="text-align: center;">D</td></tr> </table>	D	D	
D	D			
169-170	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">H</td><td style="text-align: center;">H</td></tr> </table>	H	H	
H	H			
171-172	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">M</td><td style="text-align: center;">M</td></tr> </table>	M	M	
M	M			
173-174	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">B</td></tr> </table>	S	B	
S	B			
175-176	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">V</td><td style="text-align: center;">M</td></tr> </table>	V	M	WRS designator - unique terrestrial image identifier (in ASCII) of the form: MPPPRRR where M = A (for ascending node) or D (for descending node) PPP = nominal WRS path number (001-251) RRR = nominal WRS row number (001-248)
V	M			
177-178	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">P</td></tr> </table>	P	P	
P	P			
179-180	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">P</td><td style="text-align: center;">R</td></tr> </table>	P	R	
P	R			
181-182	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">R</td><td style="text-align: center;">R</td></tr> </table>	R	R	
R	R			
183-214	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">XXX</td><td style="text-align: center;">XXX</td></tr> </table>	XXX	XXX	Scan line and pixel numbers for temporal registration marks for referenced image and current image (image under processing). Temporal registration points P ₁ through P ₄ are given in the following tabular form. Entries denote byte assignments for binary scan line numbers and pixel numbers.
XXX	XXX			

MANUAL ON CHARACTERISTICS OF LANDSAT COMPATIBLE-COMPATIBLE TAPES

TABLE 2.2 - (cont'd)

Bytes	Data	Description					
		CURRENT IMAGE		REFERENCE IMAGE			
Temporal Registration Point		Scan Line Number	Pixel Number	Scan Line Number	Pixel Number		
P ₁		177 - 178	179 - 180	181 - 182	183 - 184		
P ₂		185 - 186	187 - 188	189 - 190	191 - 192		
P ₃		193 - 194	195 - 196	197 - 198	199 - 200		
P ₄		201 - 202	203 - 204	205 - 206	207 - 208		
163 - 214		For Imagery without Geometric Corrections:					
163-214	<table border="1"><tr><td>000</td><td>000</td></tr></table>	000	000	Not used (zeros)			
000	000						
215 - 230		For MSS Imagery with Geometric Corrections:					
		<u>Overlap Data:</u>					
		Scan line & pixel numbers (in binary) of the four overlap marks:					
215-216	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Scan line of first overlap mark (upper left)			
XXX	XXX						
217-218	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Pixel number of first overlap mark			
XXX	XXX						
219-220	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Scan line of second overlap mark (upper right)			
XXX	XXX						
221-222	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Pixel number of second overlap mark			
XXX	XXX						
223-224	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Scan line of third overlap mark (lower left)			
XXX	XXX						
225-226	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Pixel number of third overlap mark			
XXX	XXX						
227-228	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Scan line of fourth overlap mark (lower right)			
XXX	XXX						
229-230	<table border="1"><tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr></table>	XXX	XXX	Pixel number of fourth overlap mark			
XXX	XXX						
215 - 230		For MSS imagery without geometric corrections and RBV imagery:					
215-230	<table border="1"><tr><td>000</td><td>000</td></tr></table>	000	000	Not used (zeros)			
000	000						
231		For MSS:					
231	<table border="1"><tr><td>XXX</td></tr></table>	XXX	Nominal overlap mark pixel offset (in binary)				
XXX							

TAPE FORMAT

Table 3.2 (cont'd)

Data	Description					
231 For RBV:						
<table border="1"> <tr><td>000</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>XXX</td></tr> </table>	000			XXX	Not used (zeros)	
000						
	XXX					
	Quality assessment (in ASCII) of applied geometric modeling. Coded as 9 for highest to 0 for lowest. The assessment is based on the number of control points applied by setting the code equal to the truncated integer value of the expression $\frac{N+7}{8}$ where N is the number of control points.					
233-236 For MSS imagery with geometric correction applied:						
233-236	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>L</td></tr> <tr><td>R</td><td>B</td></tr> </table>	T	L	R	B	Actual number of tick marks (in binary for Top (T), Left (L), Right (R), and Bottom (B) annotation zones.
T	L					
R	B					
233-236 For RBV and MSS imagery without geometric corrections:						
233-236	<table border="1"> <tr><td>000</td><td>000</td></tr> <tr><td>000</td><td>000</td></tr> </table>	000	000	000	000	Not used (zeros)
000	000					
000	000					
237-560 For RBV:						
237-560	<table border="1"> <tr><td>000</td><td>000</td></tr> </table>	000	000	Not used (zeros)		
000	000					
	<table border="1"> <tr><td>000</td><td>000</td></tr> </table>	000	000			
000	000					
237-560 For RBV:						
237-560	<table border="1"> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>XXX</td><td>XXX</td></tr> </table>	XXX	XXX	XXX	XXX	Computed Reseau Pattern locations in the fully processed image (if CCT-AR then of first projection) - starting at the upper left corner, left to right and top to bottom. The center of each Reseau location is provided in four bytes (2 bytes for binary scan line and 2 bytes for binary pixel location). If the Reseau is not located, a default 0,0 is entered.
XXX	XXX					
XXX	XXX					

Table 3.2 (cont'd)

<u>Bytes</u>	<u>Data</u>	<u>Description</u>						
237-560		For MSS						
237-560	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> <td>XXX</td> </tr> <tr> <td>XXX</td> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	XXX	XXX	XXX	Not used (zeros)		
XXX	XXX							
XXX	XXX							
560-3582 (MSS) or 560-5374 (RBV)	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>000</td> </tr> <tr> <td>000</td> <td>000</td> </tr> <tr> <td>000</td> <td></td> </tr> </table>		000	000	000	000		Not used (zeros)
	000							
000	000							
000								
3583 (MSS) or 5375 (RBV)	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	EDIPS performed contrast enhancement (False - 0 ₈ True - 377 ₈)					
XXX								
3584 (MSS) or 5376 (RBV)	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	EDIPS performed atmospheric scatter compensation (False - 0 ₈ True - 377 ₈)					
XXX								
3585 (MSS) or 5377 (RBV)	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	EDIPS performed edge enhancement (False - 0 ₈ True - 377 ₈)					
XXX								

3586-3596 For MSS BIL only

3586	<table border="1"> <tr> <td>XXX</td> </tr> </table>	XXX	Indication of data present by band - actual data is indicated as present by a 1 in the proper bit position. Positions for placement of the 1 for bands 4 through 8 is as follows:
XXX			

00045678

When data for a given band is not present, it's position will contain a zero rather than a 1.

TAPE FORMAT

Table 3.2 (cont'd)

<u>tes</u>	<u>Data</u>	<u>Description</u>						
587	<table border="1"> <tr> <td>G(4)</td> <td>G(5)</td> </tr> <tr> <td>G(6)</td> <td>G(7)</td> </tr> <tr> <td>G(8)</td> <td></td> </tr> </table>	G(4)	G(5)	G(6)	G(7)	G(8)		<p>A five-byte field, with one byte for each of MSS bands 4, 5, 6, 7, and 8 to indicate sensor gain options, ASCII coded:</p> <p>G = "H", high gain G = "L", low gain</p>
G(4)	G(5)							
G(6)	G(7)							
G(8)								
3592-3596	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>T(4)</td> </tr> <tr> <td>T(5)</td> <td>T(6)</td> </tr> <tr> <td>T(7)</td> <td>T(8)</td> </tr> </table>		T(4)	T(5)	T(6)	T(7)	T(8)	<p>A five-byte field with one byte for each of MSS bands 4, 5, 6, 7, and 8 to indicate the type of MSS transmission, ASCII coded:</p> <p>T = "1", linear mode T = "2", compressed mode</p>
	T(4)							
T(5)	T(6)							
T(7)	T(8)							

TABLEAU RECAPITULATIF DES FIGURES

- figure 1 les plates formes d'observation
- figure 2 partage de l'image en section élémentaires
- figure 3 schema de principe de la camera électro-optique
- figure 4 schema de principe du micro-densitomètre
- figure 5 schema de principe du densiyomètre manuel
- figure 6 histogramme unimodal
- figure 7 histogramme plurimodal
- figure 8 étalement d'histogramme
- figure 9 histogramme de l'échantillon photographique
- figure 10 découpage d'histogramme
- figure 11 représentation de l'image en tons de gris
- figure 12 représentation numérique des classes
- figure 13 histogramme relatif à la fenêtre
- figure 14 représentation de la fenêtre
- figure 15 agrandissement par 3 de la fenêtre
- figure 16 compression par 2 de l'image(fig.11)
- figure17.a représentation de la classe 2
- figure17.b représentation de la classe 3
- figure17.c représentation de la classe 4
- figure17.d représentation de la classe 5
- figure 18 balayage multispectral
- figure 19 schema de discrimination
- figure 20 correction geometrique
- figure 21 structure de l'image M.S.S
- figure 22 structure de l'image R.B.V
- figure 23 structure des données dans la bande LANDSAT(ancien format)
- figure 24 bande landsat ancien format
- figure 25 extraction d'une ligne monospectrale à partir d'une ligne multispectrale

- figure 26 structure de la bande B.S.Q
- figure 27 structure de la bande B.I.L
- figure 28 histogramme relatif au CANAL 4
- figure 29 histogramme relatif au CANAL 5
- figure 30 histogramme relatif au CANAL 6
- figure 31 histogramme relatif au CANAL 7
- figure 32 tableau des minima et des maxima
- figure 33 IMAGE COMPRESSE (CANAL 4)
- figure 34 IMAGE (CANAL 4)
- figure 35 IMAGE (CANAL 5)
- figure 36 IMAGE (CANAL 6)
- figure 37 IMAGE (CANAL 7)
- figure 200 disposition des 14 orbites pour une journée
- figure 201 station de collecte de données
- figure 202 structure de l'image 236 RRR
- figure 203 structure de la bande 236 RRR
- figure 300 organisation du LOGICIEL

P R E M I E R E P A R T I E

- I- INTRODUCTION
- II- GENERALITEES
 - aquisition des information
- III- TRAITEMENT D'UNE PHOTOGRAPHIE AERIENNE
 - 1-digitalisation
 - 2-enregistrement des données
 - 3-étude statistique
 - 4-classification
 - 5-traitement et manipulations

D E U X I E M E P A R T I E

- I- LES SATELLITES LANDSAT
 - 1-généralités
 - 2-résolution spectrale
- II- INTERET DU TRAITEMENT MULTISPECTRAL
 - 1-généralités
 - 2-quelques exemples
 - 3-remarques
- III- TRANSMISSION DES INFORMATIONS PRISES PAR SATELLITES
 - 1-cheminement des informations
 - 2-corrrection géométrique
 - 3-présentation des images Landsat
- IV- LES BANDES LANDSAT
 - 1-bandes landsat ancien format
 - 2-bandes landsat nouveau format
 - 3-bande " 236 RRR "

T R O I S I E M E P A R T I E

INTRODUCTION

A- SUPPORT D'INFORMATION UTILISE

B- COMPROMIS ENTRE LE TEMPS D'EXECUTION ET L'OCCUPATION MEMOIRE

C- STRUCTURE DU LOGITIEL

1- PREMIERE PHASE

1.1-étude statistique

1.2-établissement de l'histogramme

1.3-l'image compressées

2- DEUXIEME PHASE

2.1-méthode basée sur l'histogramme

2.2-méthode basée sur le résultat du S/P CLASS

2.3-méthode basée sur l'image compressée

3- TROISIEME PHASE

3.1-calcul de distances

3.2-classification automatique

4- QUATRIEME PHASE

sorties graphique

C O N C L U S I O N

A N N E X E

B I B I O G R A P H I E

M.F.BELLAN

- NOTICE DE LA CARTE PALNI HILLS (INDIA) à 1/250 000.
Ed. Institut de la carte international du topis végétal. 1981

A .COUZY

- LA TELEDETECTION -
Ed. Que Sais -je 1981

P. ASSIRAME.

- METHODES DE CLASSIFICATION DES DONNÉES MULTIDIMENSIONNELLES EN TELEDETECTION
Application à la cartographie d'une région agricole (Camarque).

Thèse 1977

J. DESACHY

- CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA TEXTURE EN TELEDETECTION.

Thèse 1980

C.MORZIER - P.MEYLAN - A. MUSY.

TELEDETECTION - TRAITEMENT D'IMAGE PAR CLASSIFICATION.

1979

RESEARCH SENSING FROM SPACE.

- PERSPECTIVES FOR DEVELOPING COUNTRIES NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.....