

XIV CONGRES DE LA SOCIETE INTERNATIONALE DE PHOTOGRAMMETRIE
HAMBOURG 1980

N° de la commission : 1

N° du groupe de travail : 1/5

Genre d'exposé : COMMUNICATION

Nom de l'Auteur : D. BOREL

CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES - TOULOUSE - FRANCE

L'EXPLOITATION DES DONNEES LANDSAT AU CNES
CONTROLE QUALITE DES PRODUITS ELABORES

SOMMAIRE

Le CNES exploite pour le compte de l'E.S.A. une centaine de bandes magnétiques LANDSAT par an. Le produit standard livré est une image multispectrale améliorée sur chaque canal par "stretching"; en outre, la densité optique maximum des films est maintenue entre tolérances pour garantir leur reproductibilité.

L'auteur décrit l'organisation adoptée pour garantir la qualité finale des produits; les critères objectifs et subjectifs du contrôle sont définis ainsi que les actions correctrices, allant de la seule réfection du film à celle du traitement complet des données.

Le coût de ce contrôle est chiffré et quelques réflexions proposées sur les méthodes susceptibles d'abaisser ce coût.

1 - INTRODUCTION : Le projet EARTHNET

Dans le cadre d'un contrat avec l'Agence Spatiale Européenne, les différents pays membres procèdent à l'achat, au traitement, à la dissémination, entre autres produits satellites, des produits LANDSAT.

En FRANCE, le Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale (GDTA), "Point de contact National EARTHNET" a confié la production de l'imagerie concernant ce pays au Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). Ce dernier traite, au rythme d'une centaine de scènes par an, les bandes numériques acquises auprès des stations terriennes de FUCINO (Italie) et KIRUNA (Suède). (Figure 1)

Le traitement consiste, à partir des données image précorrigées à la station, à effectuer une adaptation de dynamique ("stretching") pour relever le contraste sur les sols au détriment des autres macro éléments

(eau, nuages, neige).

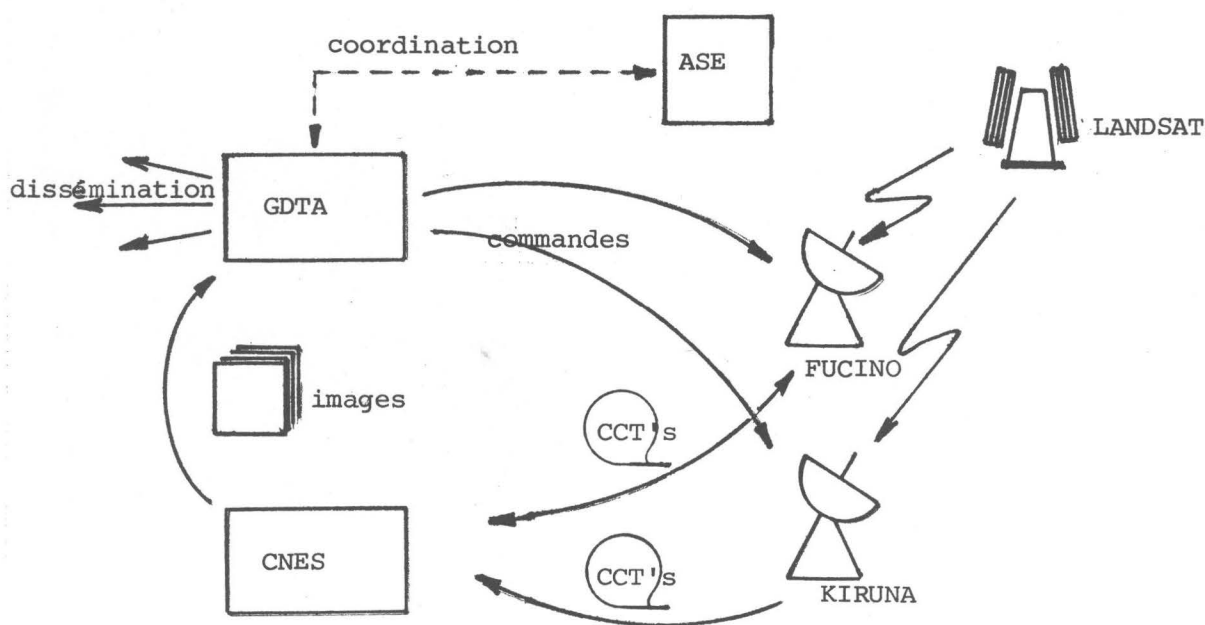


Figure 1 : Organisation EARTHNET/LANDSAT en FRANCE

L'image finale est un "produit photographique standard" constitué de 4 films positifs correspondant aux 4 canaux LANDSAT d'origine. (Figure 2).

Les moyens utilisés par le CNES, localisés au Centre Spatial de TOULOUSE, comptent :

- l'ordinateur CDC 7600 du Centre Informatique,
- un restituteur sur films noir et blanc VISUMATRA connecté à un SEMS/SOLAR 1665,
- un laboratoire photographique pour le traitement des films.

2 - PRODUCTION ET CONTROLE QUALITE

Outre l'amélioration du contraste sur les sols, les spécifications sur le produit standard comprennent :

- la correction de l'anamorphose du pixel LANDSAT,
- une échelle simple, compatible avec le format du film requis par le VISUMATRA, en l'occurrence 1/1400 000,
- homogénéité de la densité optique maximale, qui, pour garantir une bonne reproductibilité photographique doit être maintenue dans la tolérance :

$$D_{\max} \leq 1,35 \pm 0,05$$

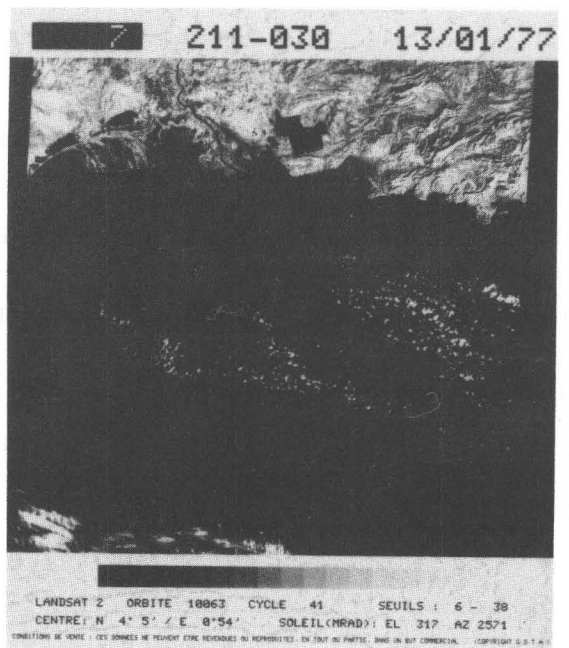
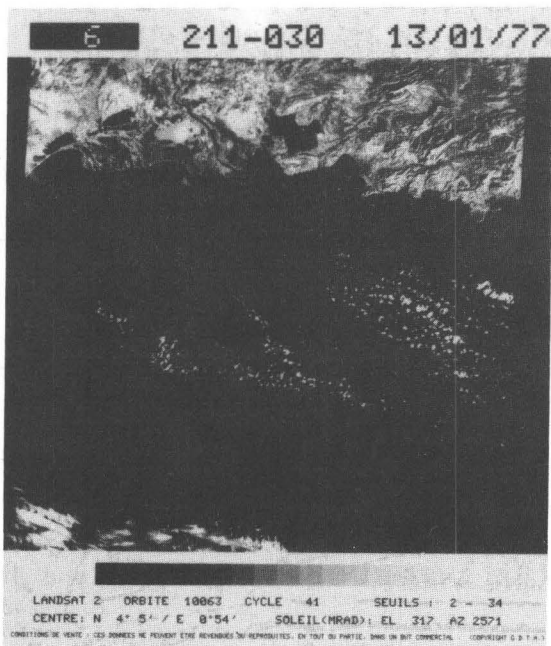
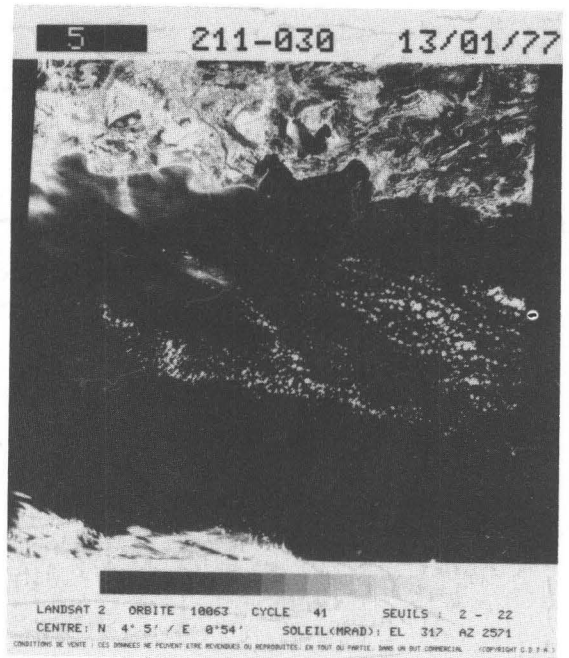
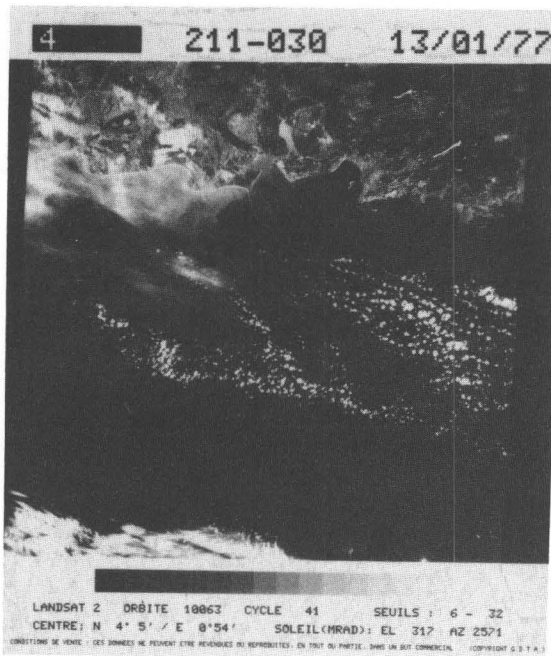


Figure 2 : Exemple de produit standard 4 canaux

- une linéarisation de la réponse en densité du film utilisé ("courbe de γ "), attestée par la mire de gris accompagnant chaque visualisation (figure 2),
- des annotations portant sur les indicatifs scène et canal, les caractéristiques horaires de la prise de vue, les seuils de "stretching", etc .. (figure 2).

La tenue de ces spécifications, sur les quelques 400 films livrés chaque année au GDTA, suppose :

- la constitution d'une chaîne de traitement opérationnelle allant de la bande numérique en entrée, au produit standard en sortie,
- une organisation du contrôle qualité en chaque point de cette chaîne.

Compte tenu des moyens utilisés, la chaîne de traitement est décomposée en 2 sous-chaînes : "informatique" et "photographique" (figures 3 et 4).

La sous-chaîne "informatique", implantée sur CDC 7600, réalise, au cours de 3 étapes :

- le test des bandes numériques reçues, pour un triple contrôle de lisibilité, de conformité aux spécifications des scènes commandées par le GDTA, de conformité aux spécifications de leur format de création,
- le calcul de l'histogramme des réflectances dans chaque canal et sa sortie sur listing,
- la mise des données au standard du code d'ordre VISUMATRA et la création correspondante des bandes (2 par scène) à restituer sur ce dernier.

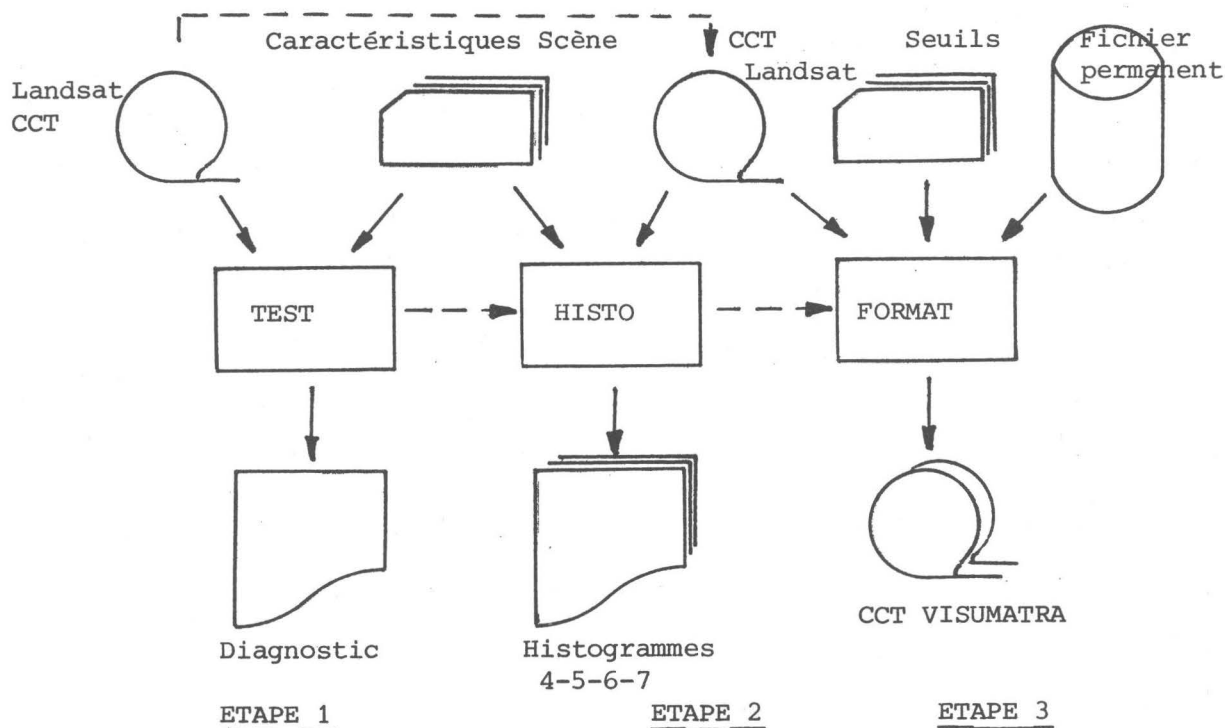


Figure 3 : Sous-chaîne de traitement "informatique"

La sous-chaine "photographique" permet, successivement, la restitution à raison de 2 canaux par "master" 240 x 460 mm, des bandes créées, le développement de ces films et leur conditionnement en pochettes de 4 canaux.

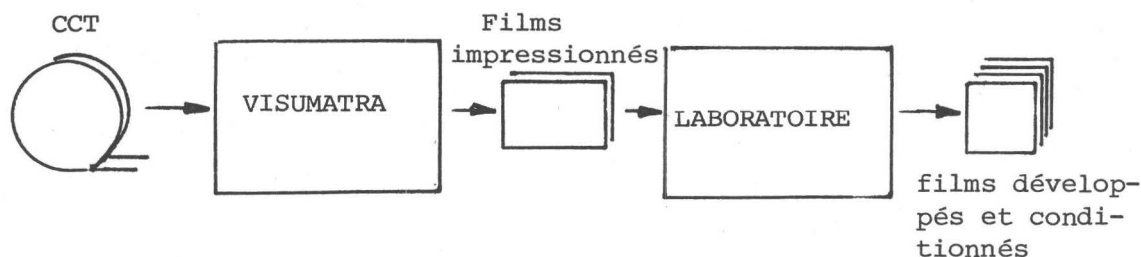


Figure 4 : Sous-chaine de traitement "photographique"

Aux fins du contrôle qualité, les ressources humaines de l'entité d'exploitation ont été structurées en 2 cellules autonomes, responsables chacune de la mise en oeuvre d'une sous-chaine et du niveau de contrôle correspondant. Le responsable de l'entité conserve un niveau de contrôle dépassant le cadre de responsabilité de chaque cellule.

La figure 5 schématise l'organisation correspondante et les "boucles de réaction" induites par le contrôle sur le processus d'exploitation; il est alors possible de lister les principales anomalies rencontrées et les réactions qu'elles entraînent au niveau de responsabilité concerné :

DEFAUTS	MOYENS DE CONTROLE	REACTION CORRESPONDANTE
. bande LANDSAT illisible, non conforme	diagnostic exploitation CDC	(1) saisie GDTA
. autre défaut d'origine sur les données	diagnostic CDC ou examen visuel des films	(1) ou (6) saisie GDTA
. défaut manipulation bande LANDSAT	diagnostic exploitation CDC	(2) réfection exploitation "informatique"
. défaut manipulation des films	examen visuel des films	(3) ou (5) réfection exploitation "photographique"
. densité maximale hors tolérance	contrôle densitométrique	(3) réfection exploitation "photographique"

. mauvaise dynamique de l'image	examen visuel des films	(4) réestimation des seuils de "stretching"
. compatibilité imparfaite dérouleurs	diagnostic exploitation SOLAR	(4) réfection exploitation "informatique"

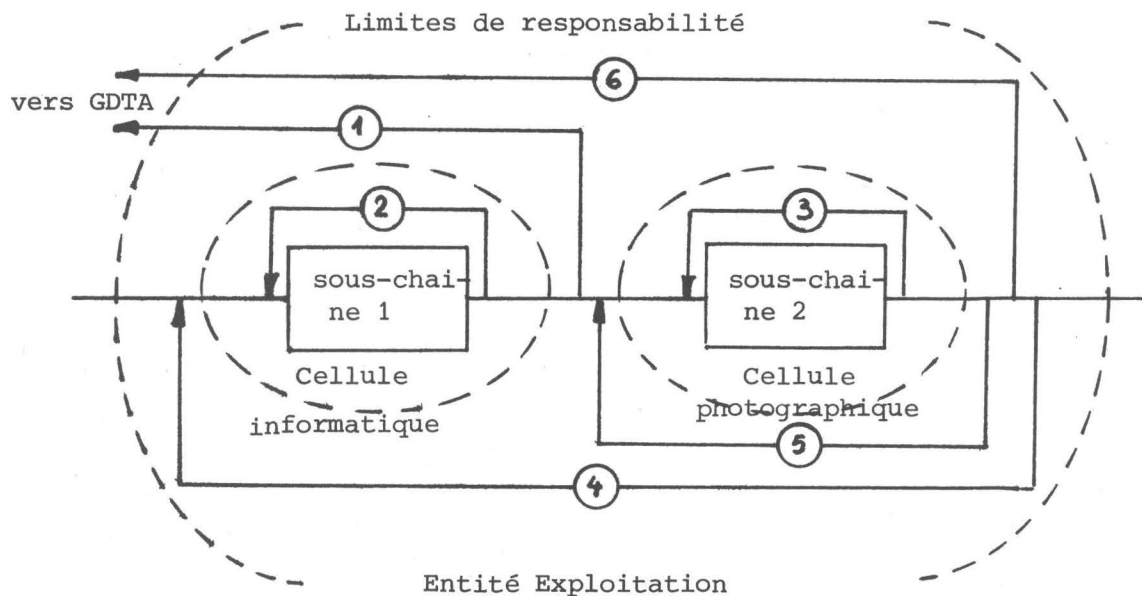


Figure 5 : Organisation de l'entité exploitation

3 - COÛTS ET AMÉLIORATIONS

Une façon d'appréhender le coût du contrôle consiste à mesurer le taux de rebut résultant sur les films produits. Si l'on convertit le nombre de bandes VISUMATRA créées, le nombre de films livrés, en nombre équivalent de "masters", on peut les comparer aux statistiques de production de ces derniers; la ventilation du nombre de "masters" produits s'effectue alors selon le schéma de la figure 6.

La plus grosse part du rebut est ainsi imputable aux fréquentes incursions hors tolérances de la densité optique maximale des films élaborés; un progrès n'est possible à attendre que de l'amélioration de la stabilité du processus chimique de développement des films, laquelle suppose en retour, la surveillance de nombreux paramètres (température des bains, PH, vitesse de transfert dans la machine de développement, débit de régénération).

La seconde cause de rebut, par ordre d'importance, est le rejet des

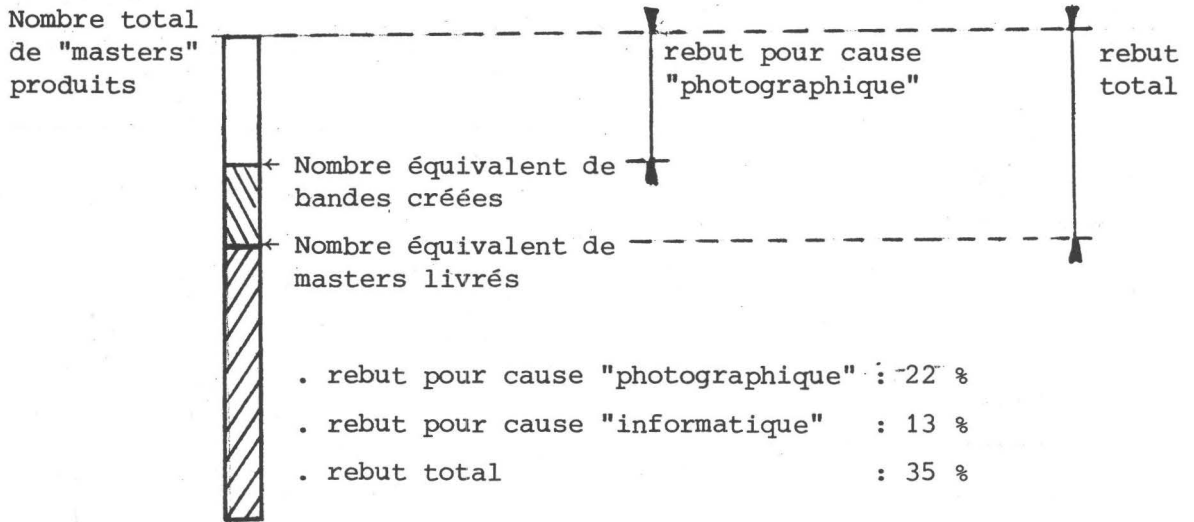


Figure 6 : Ventilation de la production

images pour mauvaise dynamique, c'est-à-dire la mauvaise appréciation des seuils de "stretching" effectuée à partir de l'examen des histogrammes des réflectances calculés sur les 4 canaux.

Pour bien situer la difficulté de cette appréciation nous avons repris en figure 7 l'histogramme, sur le canal 5, d'une scène entachée de nuages et relative à 2 îles (CORSE et SARDAIGNE).

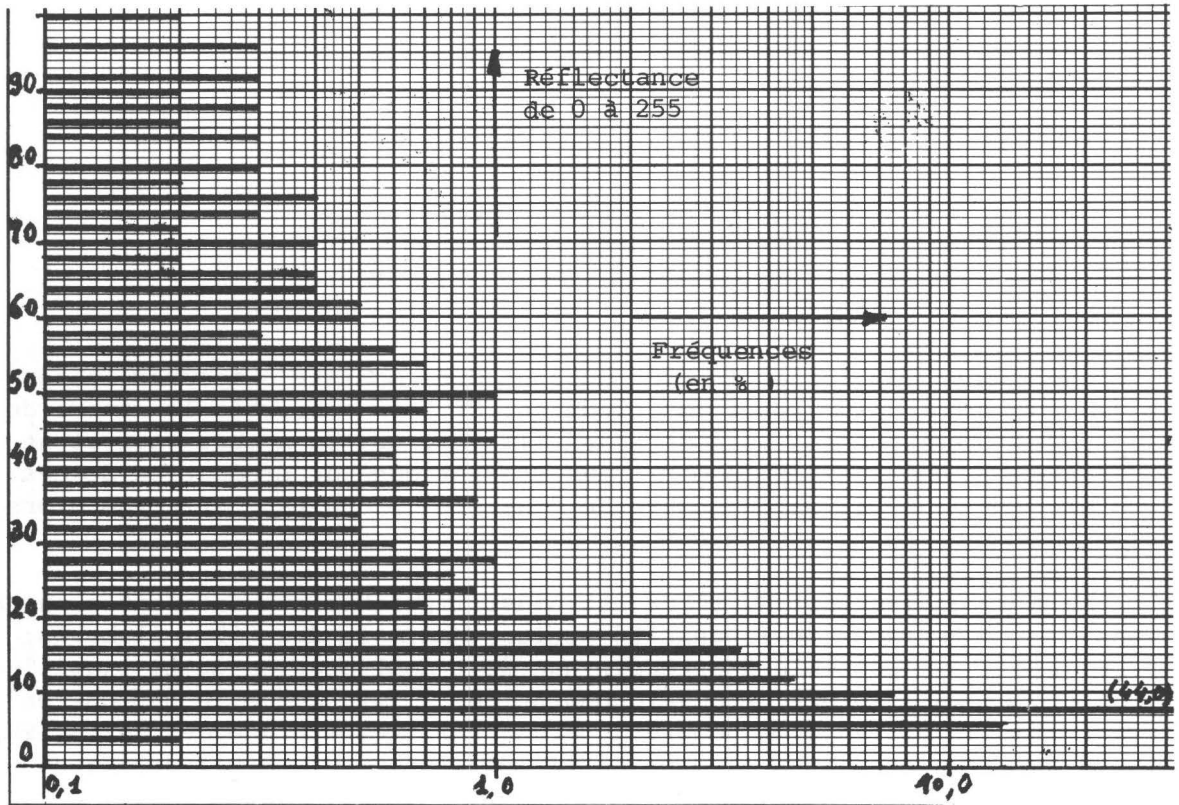


Figure 7 : Histogramme sur canal 5 de la scène 208/31 du 07.01.76

Le premier réflexe de l'opérateur fut de considérer que la mer, élément largement majoritaire, devait correspondre à la plus grande part du "pic" des basses réflectances; le choix résultant des seuils 18-100 a conduit à la restitution de l'image de la figure 8, c'est-à-dire une belle représentation nuageuse de laquelle les sols restent totalement absents.

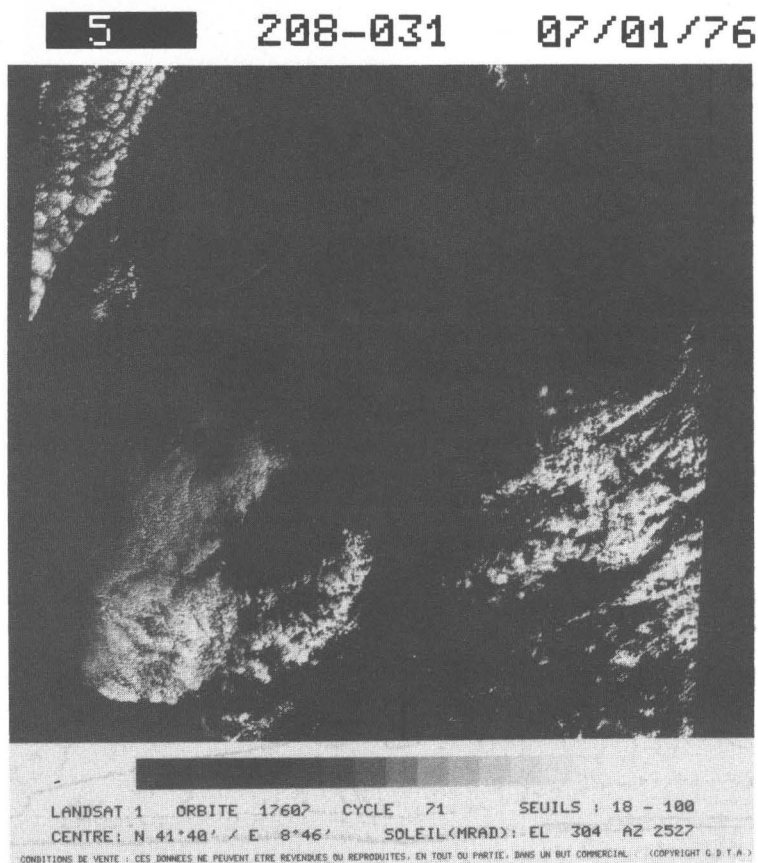


Figure 8 : Scène 208/31 - Premier essai

Après itération, il s'est avéré que la valeur convenable des seuils devait être fixée vers 4-25, montrant, pour ce cas précis, la parfaite confusion des réponses spectrales des sols et de la mer (figure 9).

Compte tenu de la structure de la chaîne d'exploitation analysée ci-dessus (figures 3 et 4) on imagine l'impact qu'une erreur d'appréciation des seuils peut avoir sur les délais de restitution du produit final.

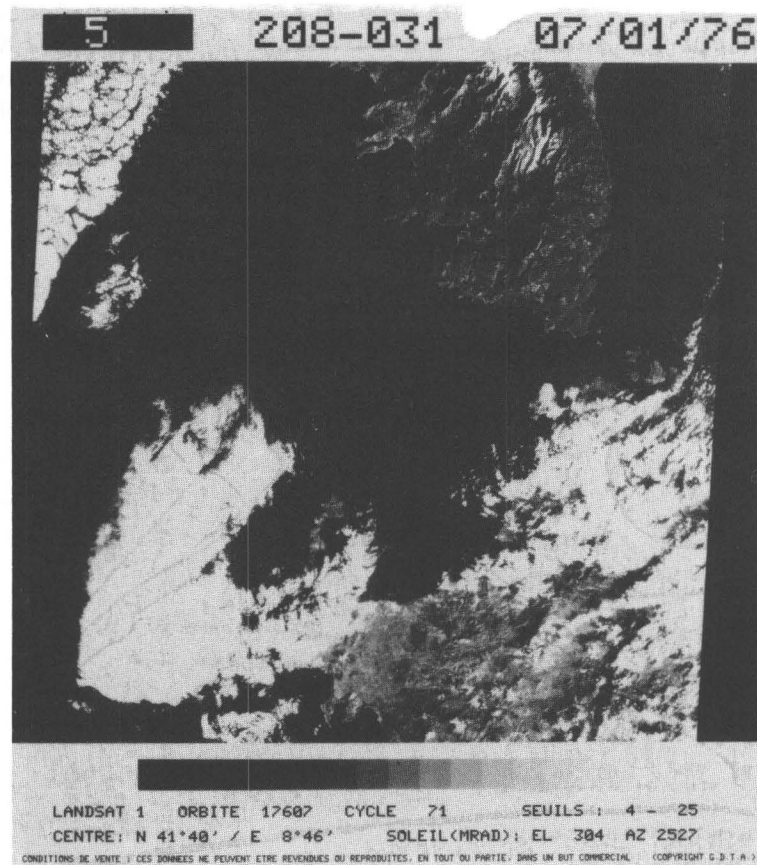


Figure 9 : Scène208/31 - Restitution finale

Une réelle amélioration ne peut être escomptée que par la mise en oeuvre d'un moyen interactif de détermination des seuils permettant, en quelques minutes, d'effectuer le processus itératif du choix et de la visualisation correspondante.

Un dispositif idéal serait donc constitué par un système de traitement et présentation d'images sur moniteur vidéo, analogue dans son principe au système TRIM-CIT/ALCATEL implanté au CNES TOULOUSE, et admettant directement en entrée les bandes de données LANDSAT dans leur format d'origine.

L'étape correspondante de traitement viendrait alors se substituer à l'étape 2 actuelle, l'intérêt de la sortie des histogrammes devenant alors secondaire.