

**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

Service Hydrologique

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU CADRE DE VIE**

Délégation à la qualité de la vie

O.P.I.T.

METHODOLOGIE DE CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNEES D'OCCUPATION DU SOL PAR TELEDETECTION

RAPPORT INTERMEDIAIRE

AVRIL 1979

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

Service Hydrologique

MINISTERE de l'ENVIRONNEMENT
et du CADRE de VIE

Délégation
à la Qualité de la Vie

O.P.I.T.

METHODOLOGIE DE CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNEES
D'OCCUPATION DU SOL PAR TELEDETECTION

Rapport Intermédiaire

M. LOINTIER - S. PIEYNS

PARIS, Avril 1979

S O M M A I R E

INTRODUCTION

	Pages
1 - DOCUMENTS UTILISES ET METHODES DE TRAITEMENT	
1.1 - DOCUMENTS LANDSAT DISPONIBLES AU 01.04.1979	
1.2 - EXPOSE GENERAL DE LA METHODE	3
1.2.1 - COLLECTE DE VERITES TERRAIN	3
1.2.2 - DATES UTILISEES	4
1.2.3 - CHOIX DES ZONES TEST	4
1.2.4 - REPERAGE GEOGRAPHIQUE	4
1.2.5 - PROCEDURE LOTERIE ET TRAITEMENT PHOTOGRAPHIQUE	5
2 - INTERPRETATION DES IMAGES LANDSAT	6
2.1 - TIRAGE AU MILLIONIEME	6
2.2 - COMPOSITION COLOREE	7
2.3 - TIRAGE SUR FILM	8
2.4 - EQUIDENSITE	17
3 - RESULTATS DU TRAITEMENT NUMERIQUE	21
3.1 - THEME EAU LIBRE	21
3.1.1 - ZONES ET DATES D'ETUDE	21
3.1.2 - RESULTATS	22
3.2 - THEME FORET	30
3.2.1 - ZONES ET DATES D'ETUDE	30
3.2.2 - RESULTATS	30
3.3 - THEME ZONES URBANISEES	37
3.3.1 - ZONES ET DATES D'ETUDE	37
3.3.2 - RESULTATS	38
4 - COUTS	41
CONCLUSION	42

Par lettre de commande n° 188/78, notifiée le 8 décembre 1978, le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, dans le cadre du Programme Interministériel de Télédétection, confiait à l'ORSTOM une étude concernant la mise au point d'une méthodologie pour la constitution d'une base de données d'occupation du sol par traitement et interprétation d'images Landsat sur la région Alsace/Lorraine (scène 211-026, fig. 1 et image n° 2).

Le présent rapport est défini au paragraphe 6 de l'annexe technique jointe à la lettre de commande. Il présente la méthode utilisée pour la recherche des thèmes "eau libre", "surfaces urbanisées" et "forêts" avec distinction feuillus-résineux. Ce choix a été guidé par la possibilité d'obtenir, dès le début des travaux, une vérité terrain précise, indispensable à l'interprétation des informations Landsat. Les cartes I.G.N. et les photographies aériennes ont été complétées par les renseignements fournis par l'Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse (A.F.B.R.M.) et par l'Office National des Forêts de Sarrebourg (O.N.F.) que nous remercions pour leur collaboration.

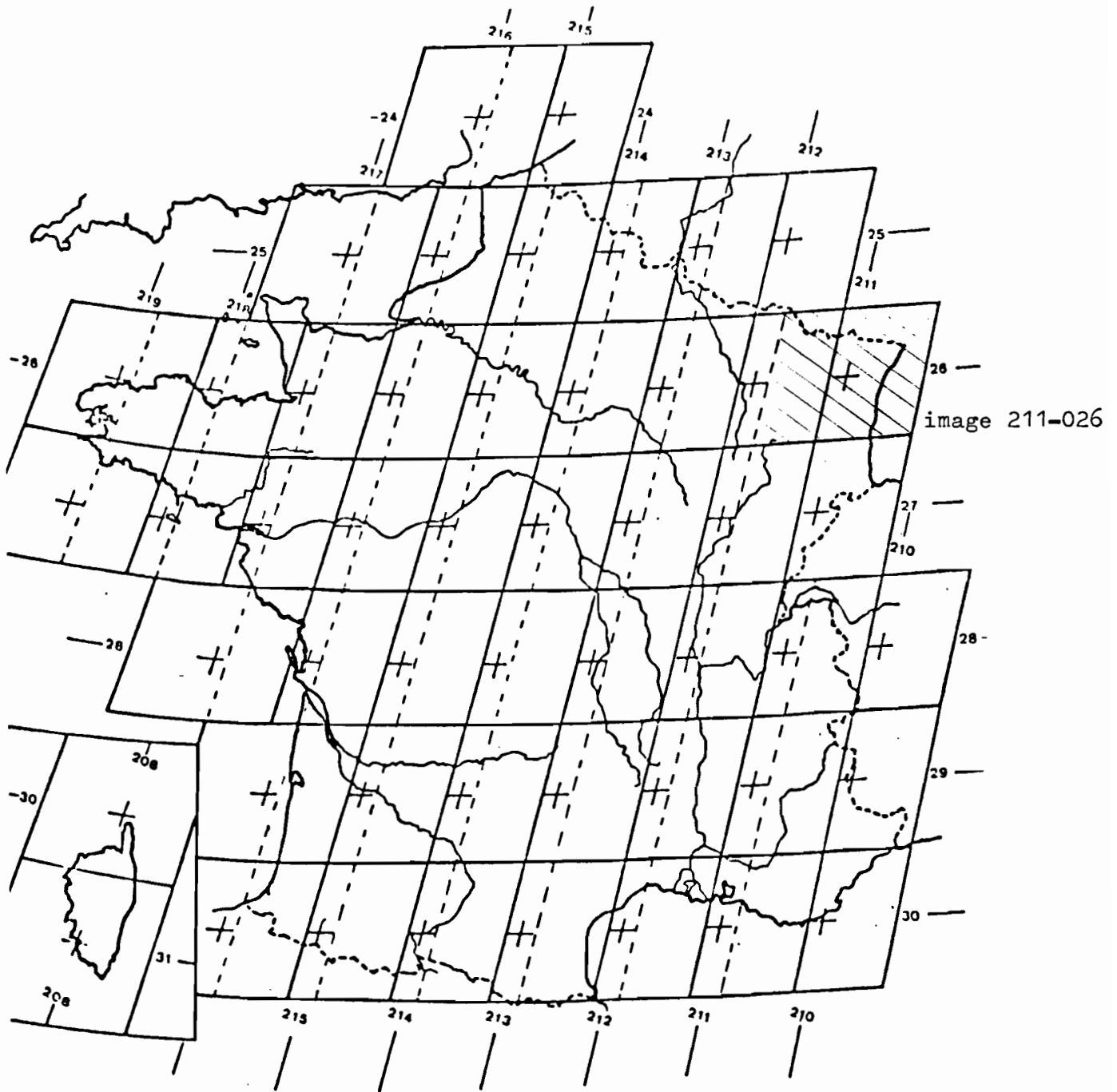
On a volontairement insisté sur la partie traitement photographique qu'il est important de mener de front avec le traitement numérique pour lequel nous donnons les premiers résultats ainsi qu'une évaluation des performances et des coûts. Tous ces points seront repris et développés dans le rapport final.

1 - DOCUMENTS UTILISES ET METHODES DE TRAITEMENT

1.1 - Documents Landsat disponibles au 1er avril 1979

La liste des images utilisées sur la scène 211-026 est présentée dans le tableau 3. Les bandes magnétiques disponibles sont désormais au nombre de quatre.

Les traitements photographiques ont pu être menés sur toutes ces dates. Le traitement numérique a commencé sur les dates des 4 mars et 13 août 1976 dont les bandes magnétiques étaient disponibles dès le début de l'étude.



Traces et rangs des passages du satellite LANDSAT

- la trace représente une orbite. ex. : 211 au jour J
212 au jour J + 1
211 au jour J + 18
- le rang définit l'image sur la trace (ex. : 026)
- le centre de l'image est repéré par la croix
- le recouvrement latéral de deux images est de 40 % environ

Figure 1

IMAGE DU 18 AVRIL 1976

FRANCE

E006-30 E007-001 0000-001 N049-301 E008-00 E008-301
18APR76 C N50-21/E007-55 N N50-23/E008-02 MSS 6 R SUN EL44 AZ140 193-6298-G-1-N-P-2L NASA ERTS E-2452-09382-6 01

E006-30 E007-001 E007-301 E008-001 E008-301

Echelle



E006-00 E006-301 E007-001 E007-301 N048-001 E008-001
18APR76 C N48-56/E007-16 N N48-58/E007-23 MSS 6 R SUN EL45 AZ139 193-6298-G-1-N-P-2L NASA ERTS E-2452-09385-6 01

0000

(encadre)

1.2 - Exposé général de la méthode

1.2.1 - Collecte de vérités terrain

La complexité de la réflectance - phénomène enregistré par le satellite - contraint le thématicien à collecter une vérité terrain précise, utilisée dans deux cas :

- "initialisation" du traitement numérique,
- contrôle du résultat obtenu, soit par traitement photographique, soit par traitement numérique.

Pour les quatre thèmes étudiés, les documents de référence ont été la carte I.G.N. au 1/25.000ème et les photographies aériennes dont la liste est donnée dans le tableau 4. Les documents mis à notre disposition par l'A.F.B.R.M. ont permis de préciser l'état des étangs temporaires aux dates de passage du satellite. Les documents de l'O.N.F. de Sarrebourg ont été utilisés pour décrire deux cents parcelles forestières des Forêts Domaniales de Fénétrange, Languimberg, Sarrebourg et Albestroff.

Pour chacune de ces parcelles, on a recueilli le maximum d'informations, afin de déterminer le ou les paramètres principaux influençant la réflectance. On a pris en compte les facteurs suivants :

- essences, proportions et répartition ;
- régime forestier : semis, fourré, gaulis, perchis, futaie ; *
- hauteur en 1976 ;
- âge en 1976 ;
- densité de peuplement ;
- date des principaux traitements ;
- état sanitaire ;
- sous-étage ;
- végétation au sol.

Un exemple d'utilisation de ces renseignements est présenté dans la partie "Traitements photographiques" ; ils permettent des comparaisons avec les phénomènes observés sur les données Landsat.

*nota : le gaulis correspond aux arbres de hauteur 4 à 9 m ;
le perchis correspond aux arbres de hauteur 10 à 20 m ;
la futaie correspond au stade adulte, hauteur 21 à 26 m.

1.2.2 - Dates utilisées

La répétitivité des passages sur une même trace est de 18 jours soit 20 traces par an. Principalement à cause des phénomènes météorologiques, on ne dispose généralement que de deux ou trois images par an : les années 1977 et 1978 sont très décevantes puisqu'il n'y a pas d'images utilisables sur la scène qui nous intéresse.

Compte tenu des délais pour obtenir une bande magnétique, on a commencé l'étude avec les bandes des 4 mars et 13 août 1976, alors qu'il aurait été intéressant de pouvoir choisir une date en fonction d'un objectif thématique précis. Le tableau 5 donne, à titre indicatif, les dates de passage du satellite Landsat 3 sur la scène 211-026.

1.2.3 - Choix des zones test

Ce choix a été guidé par les contacts pris sur le terrain avec des organismes capables de fournir des renseignements pour l'année 1976.

C'est donc la zone de la Forêt Domaniale de Fénétrange qui a retenu notre attention, puisqu'elle permettait d'étudier les thèmes "feuillus", "résineux" et "eau libre". Pour les "zones urbaines", on a effectué des essais sur des villes d'importance différentes Dieuze, Sarrebourg, Pont-à-Mousson, Metz. La liste complète de ces zones est donnée au paragraphe 3.

Pour des raisons pratiques, la surface des zones test a été limitée à une ou deux pages d'imprimante classique, soit environ 7 000 pixels (picture élément) par page (3 000 hectares), représentant 0,1 % de l'image totale.

1.2.4 - Repérage géographique

Afin de comparer les résultats du traitement à une carte ou à une photographie aérienne, on a utilisé provisoirement un calque comportant un carroyage LAMBERT de 1 km par 1 km, à l'échelle de la page d'imprimante. Celle-ci provoquant une anamorphose, le carreau Lambert mesure 46,2 mm par 52,6 mm. La grille obtenue est orientée par rapport aux lignes/colonnes Landsat, compte tenu du cap du satellite par rapport à ce carroyage, d'un angle de 9° 30' environ.

Cette méthode permet de comparer chaque carreau, après un calage préliminaire, par rapport aux formes remarquables rencontrées : lacs, canaux, voies ferrées, cornes de bois, etc... Pour les surfaces utilisées, on réalise un calage à deux ou trois pixels près. Néanmoins, ceci n'est utilisable que ponctuellement et nécessite un recalage pour chaque nouvelle vue.

Lors de l'établissement de cartes définitives, il est prévu d'introduire le carroyage LAMBERT et de le déformer par approches successives jusqu'à ce que celui-ci permette la coïncidence avec des amers ponctuels classiques ou des formes linéaires remarquables tels que fleuves, lacs ou voies ferrées. Cette étape permettra également d'utiliser le Fichier Physiographique du bassin de la Moselle donnant, pour les différents thèmes retenus, les pourcentages d'occupation du sol dans un carreau de 5 km x 5 km calé sur le carroyage LAMBERT. On aura ainsi une évaluation statistique du résultat des traitements entrepris.

1.2.5 - Procédure LOTERIE et traitement photographique

Sans détailler le contenu de cette procédure qui sera exposé dans le rapport final, il nous apparaît utile de résumer ses principales propriétés :

Cette procédure est du type "gestion de données" rentrant dans la catégorie "supervisée interactive" utilisant un algorithme "par bornes".

En effet, on réalise le classement de l'image en choisissant des seuils parmi les valeurs radiométriques d'un ou de plusieurs canaux. L'opérateur remet en cause les bornes à chaque traitement afin d'obtenir la meilleure représentation du thème recherché, au niveau de la vue* choisie (7 000 à 15 000 pixels).

On obtient les résultats suivants :

- serpent du lot comportant les huit valeurs radiométriques retenues (deux par canal) ;
- la parenté qui permet d'éliminer les bornes inutiles et, donc, d'étendre éventuellement le traitement à des zones plus vastes ;
- la recherche du serpent optimum par un test de stabilité (voir 3.2) ;

* Le terme "vue" utilisé dans ce rapport est équivalent au terme "fenêtre" employé par le Bureau de Télédétection de l'ORSTOM.

- la construction de courbes d'homogénéité d'un lot (voir exemple en 3.1), par rapport à celle de la vue ;
- la recherche de "lots radiométriques" homogènes sans "à priori" thématique, en analysant les tableaux de valeurs radiométriques des 4 canaux (polynombre), les plus fréquents dans une vue.

La principale propriété de cette méthode réside dans son "initialisation" au niveau de la vue complète choisie (7 000 pixels minimum), sans faire intervenir des parcelles test pour démarrer le traitement, celles-ci pouvant présenter des phénomènes radiométriques particuliers. Par contre, il est nécessaire de réaliser de nombreux essais lors de la recherche du serpent d'un lot pour déterminer les valeurs radiométriques idéales.

Parallèlement à ce travail, on a réalisé des essais sur les images Landsat, en utilisant les possibilités offertes actuellement par les procédés photographiques. Le Bureau de Télédétection de l'ORSTOM mène des recherches dans le domaine photographique visant à obtenir une similitude avec le traitement numérique "Loterie". Un exemple est présenté au paragraphe 2.4.

2 - INTERPRETATION DES IMAGES LANDSAT

2.1 - Tirage au millionième

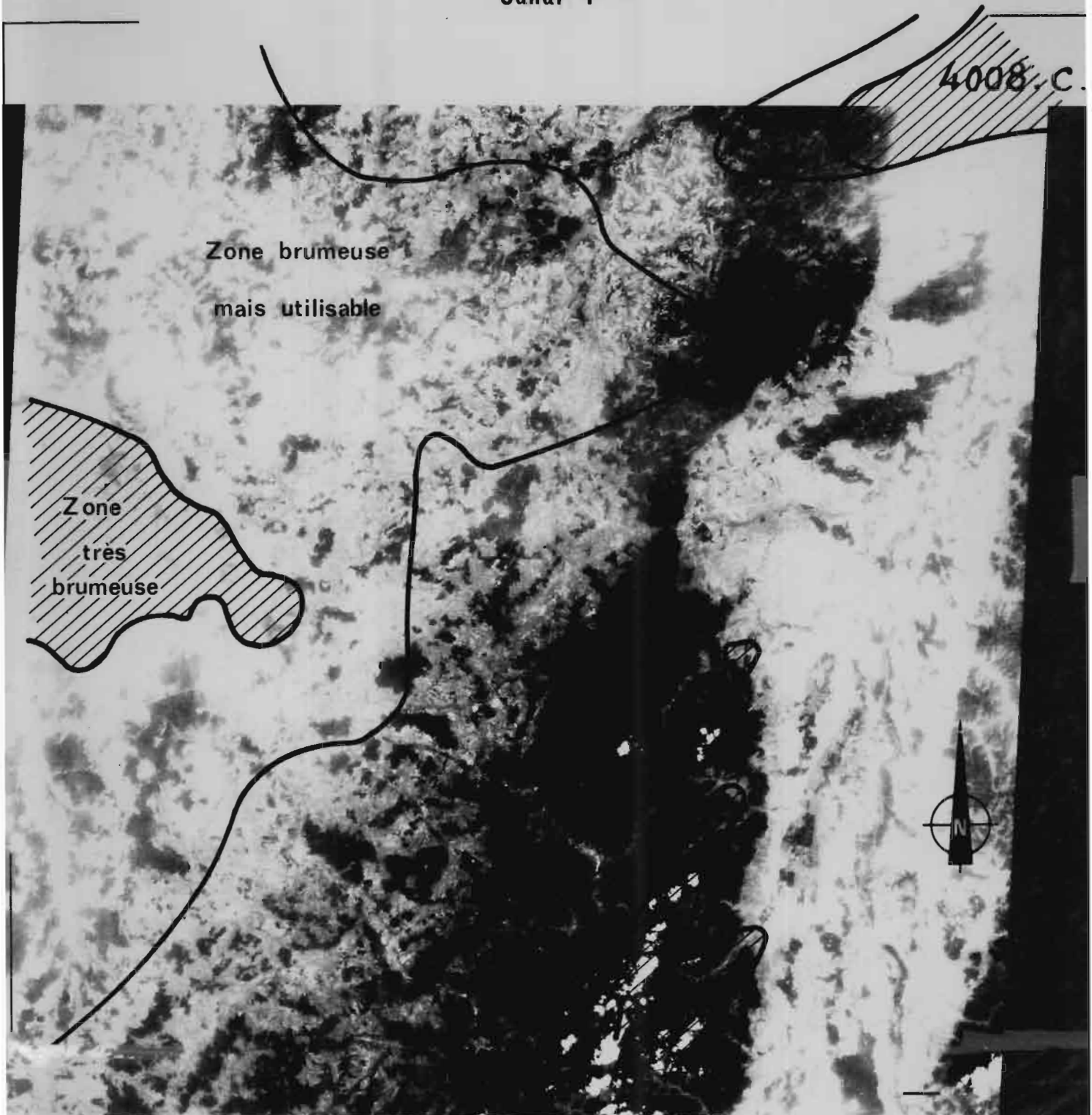
Obtenu directement par contact du négatif Landsat, le tirage papier du film permet d'apprécier la qualité d'une image, canal par canal.

Les canaux 4 (0,5 - 0,6 μ m) et 5 (0,6 - 0,7 μ m), situés dans le domaine visible du spectre électromagnétique, permettent de localiser les zones nuageuses et surtout les zones brumeuses. Le document n° 6 présente un zonage réalisé à partir du canal 4 sur l'image du 13 août 1976. On distingue les zones très nuageuses ou très brumeuses comme à l'ouest de Nancy, où l'on évitera tout traitement numérique, et une zone de brume plus vaste, mais moins dense, sur laquelle on pourra travailler, mais en prenant quelques précautions.

L'examen des canaux 6 (0,7 - 0,8 μ m) et 7 (0,8 - 1,1 μ m), situés dans le proche infrarouge, ne laisse pas apparaître ces zones de brume.

IMAGE DU 13 AOUT 1976

Canal 4



Echelle

DOCUME

ANDSAT 1

PRISE DE VUE: 13AUG76

0 10 20 30 40 50km

ORBITE 20661

CYCLE 83

35 4

CENTRE: N 48.74 / E -7.03

TRACE 211 / SCENE 26

SOLEIL (MRAD): EL 717 AZ 2127

LOCALISATION DES ZONES BRUMEUSES

(Tirage sur papier très contrasté) (N41P-4)

L'examen de ces épreuves permet, en outre, de constater que, dans les canaux 6 et 7, le thème "eau libre" apparaît dans les valeurs radiométriques les plus basses, le thème "forêts" apparaissant, en général, dans les canaux 4 et 5.

Enfin, la superposition d'une grille de 3240 colonnes et 2280 lignes, au pas de 100, permet de délimiter les zones d'études dans les coordonnées Landsat.

2.2 - Composition colorée

Afin de réaliser la synthèse des informations contenues dans les canaux Landsat, on fait appel au procédé classique de la synthèse soustractive utilisée en photographie couleur. On a utilisé les films inversibles diazoïques comportant, sur des supports séparés transparents, les trois pigments complémentaires : jaune, magenta et cyan. Pour obtenir un document positif, on utilise un positif transparent d'un canal Landsat. Ne disposant que de trois pigments, on est conduit à éliminer un canal, le 6 en général, voisin du 7. L'attribution du jaune au canal 4, du magenta au canal 5, du cyan au canal 7 permet, par superposition, d'avoir un document coloré se rapprochant des photos en infrarouge-couleur.

L'examen de ces compositions colorées ne met pas en évidence les brumes citées plus haut. Par contre, l'analyse d'agrandissements au 1/500.000 ou au 250.000ème au rétro-projecteur permet de faire les remarques suivantes :

- le thème "eau libre" apparaît nettement en sombre. Les canaux 4 et 5 montrent des nuances propres à chaque étang. On peut suivre, à l'aide des cinq dates disponibles, la vidange de l'étang temporaire de Lindre et l'évolution de l'étang de Gondrexange, où la cornée de Réchicourt subit des variations de couleur importantes en août 1975 et mai 1976.

Ces nuances, retrouvées lors du traitement numérique, font l'objet d'une étude de terrain plus détaillée, menée par l'Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse.

- le thème "forêts" peut être analysé directement à la table lumineuse, à partir d'un document au 1/150.000ème. La comparaison avec une carte de gestion communiquée par l'O.N.F.-Sarrebouurg permet de localiser certaines parcelles. La séparation forêt-non forêt est nette à toutes les dates, ainsi que la distinction feuillus-résineux. On remarque, de plus, différentes nuances, au sein même de la

forêt de feuillus, à toutes les dates, mais surtout en avril 1976. On distingue nettement des parcelles rouge sombre, d'autres, rouge clair.

- le thème "zones urbanisées" apparaît en général dans les bleus, mais sans constante de coloris, aux cinq dates considérées :
 - . bleu-vert en août 1975 et août 1976,
 - . violet en mars et avril 1976,
 - . bleu en mai 1976.

Le nombre de "zones" de même couleur, dans les surfaces cultivées, laisse prévoir quelques difficultés à isoler ce thème dont la radiométrie semble peu stable dans le temps.

2.3 - Tirage sur film

A partir du négatif Landsat au millionième, il est possible de réaliser des agrandissements à des échelles comprises entre le 1/500.000ème et le 1/100.000ème.

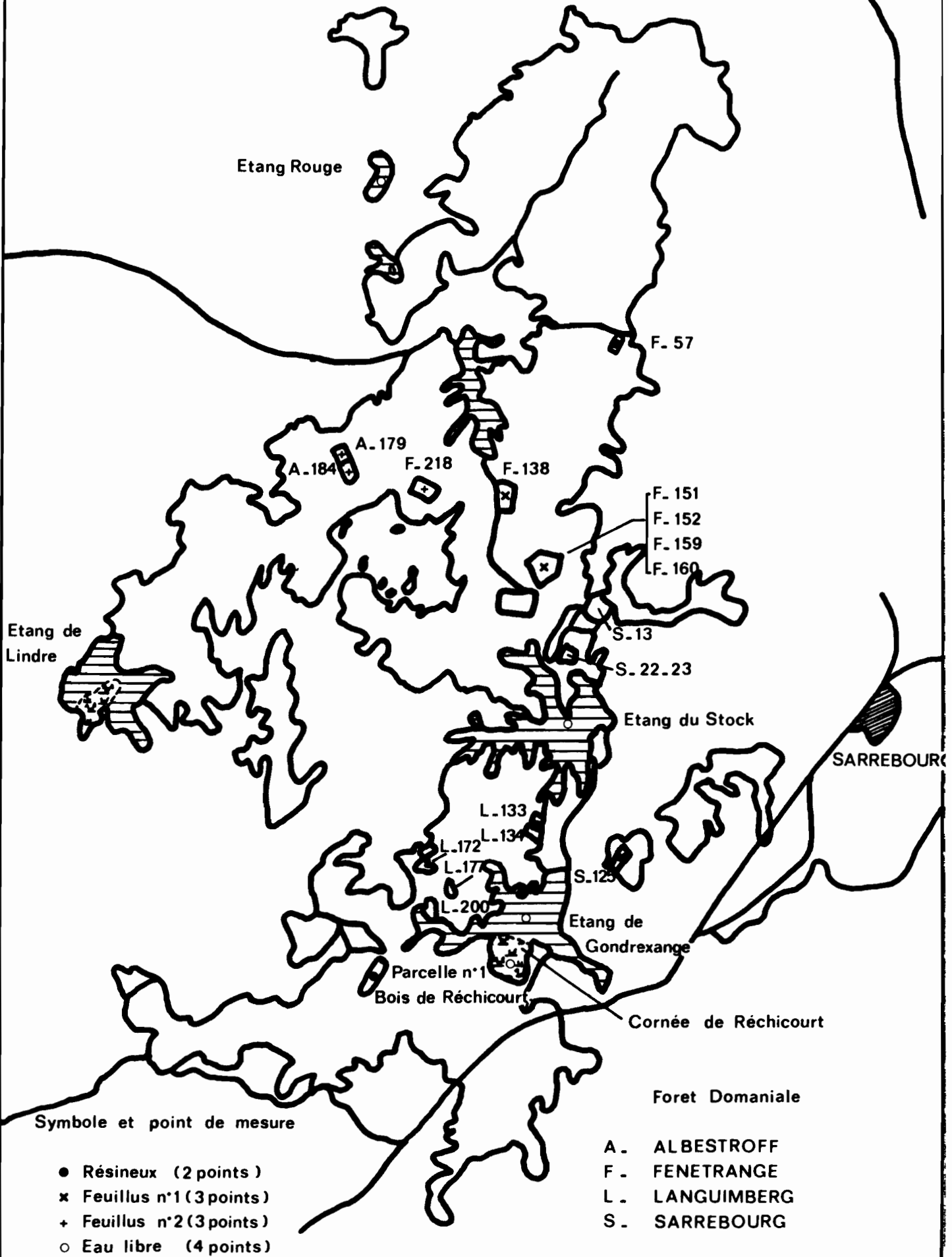
Afin de permettre la comparaison relative de la radiométrie des quatre thèmes dans les quatre canaux et aux cinq dates disponibles, on a effectué des tirages au 1/150.000ème sur la zone test de la forêt de Fénétrange. L'échelle utilisée permet de mesurer la densité photographique des parcelles forestières et des étangs dont la surface, à cette échelle, est comprise entre 10 et 30 mm². La figure 7 présente le contour de la forêt de Fénétrange ainsi que le nombre et la position des points de mesure retenus. On a ainsi 2 mesures sur les résineux, 3 mesures sur les feuillus apparaissant en clair, 3 sur les feuillus apparaissant en sombre, 4 sur les étangs et 2 sur la ville de Sarrebourg.

L'utilisation du même film (N41P) et des mêmes conditions de développement permet de conserver la même courbe de noircissement présentée en figure 8a. Cette courbe exprime la relation entre la lamination (produit du temps d'exposition par l'éclairement) appliquée au document d'origine et la densité photographique obtenue sur le film. Pour chaque canal, on a maintenu la lamination dans des limites permettant de travailler sur la partie rectiligne de la courbe.

Un densitomètre digital COSAR 50 a permis d'effectuer les mesures sur un cercle de 1 mm de diamètre.

REPERAGE DES PARCELLES FORESTIERES

Fig-7



Symbole et point de mesure

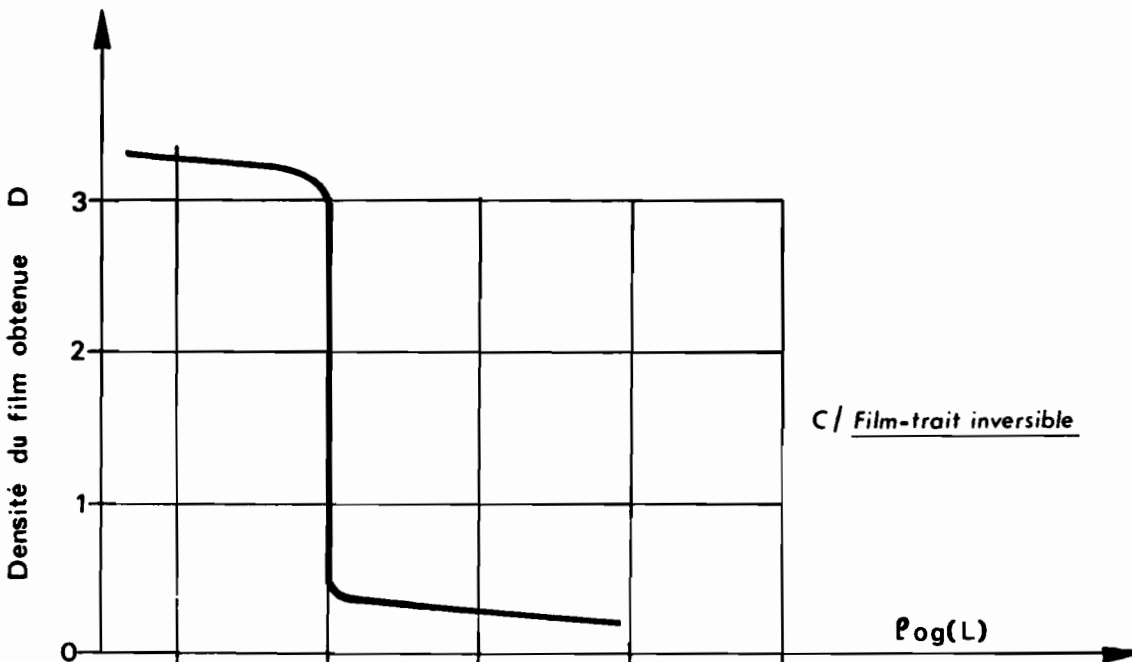
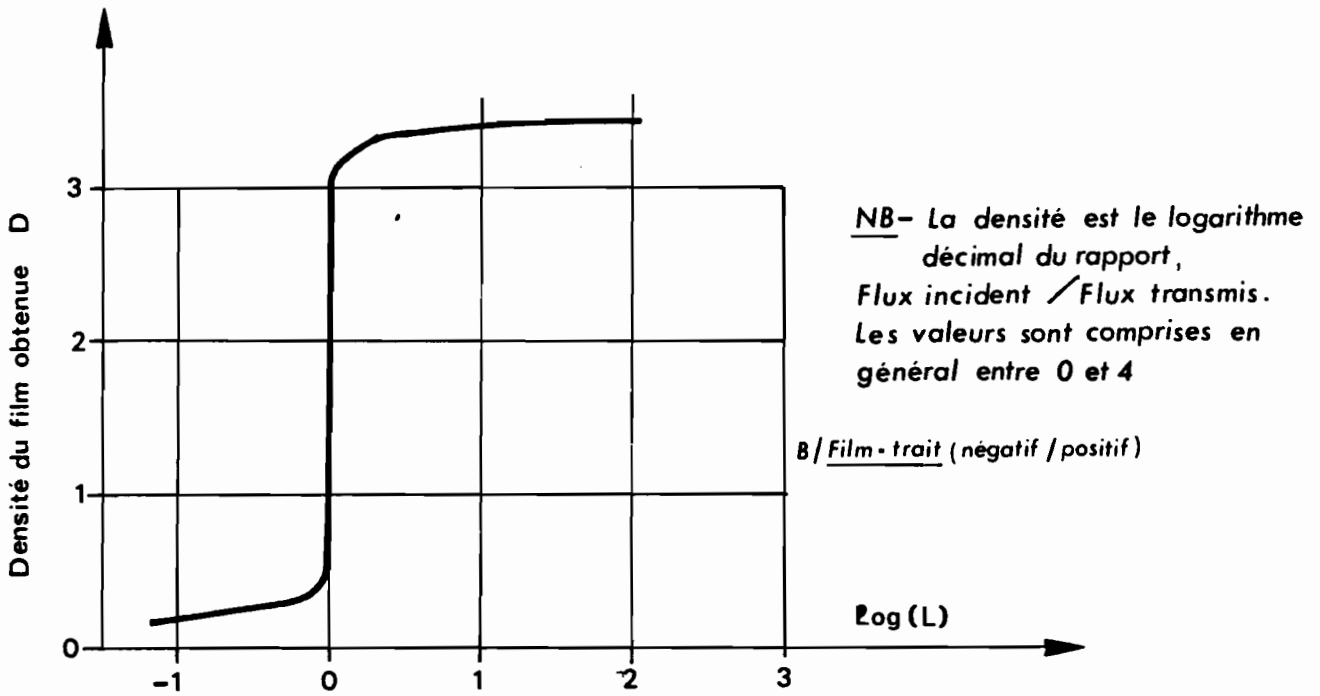
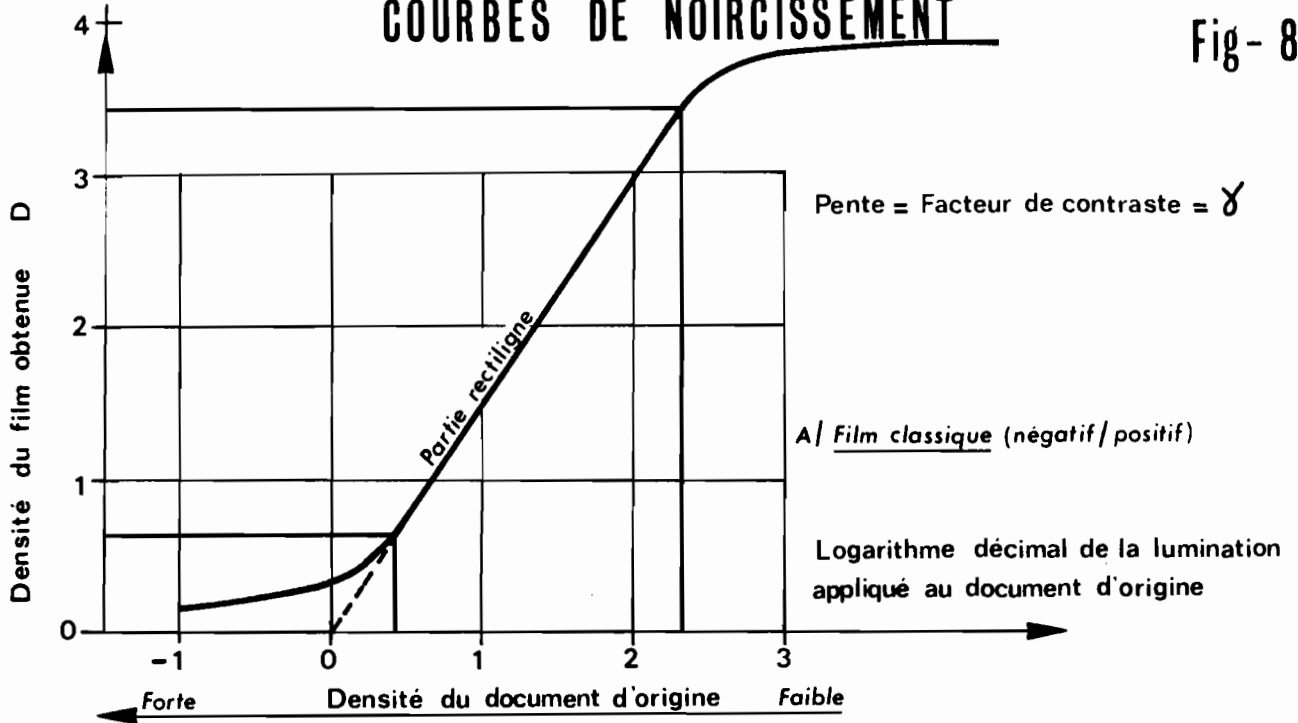
- Résineux (2 points)
- × Feuillus n°1 (3 points)
- + Feuillus n°2 (3 points)
- Eau libre (4 points)

Foret Domaniale

- A. ALBESTROFF
- F. FENETRANGE
- L. LANGUIMBERG
- S. SARREBOURG

COURBES DE NOIRCISSEMENT

Fig- 8



Les résultats bruts sont présentés en figure 9. Sur l'axe des abscisses, on a reporté les 4 canaux et, sur l'axe des ordonnées, les densités photographiques décroissantes afin de conserver une analogie avec les données numériques.

Il serait délicat de considérer ces courbes comme des courbes caractéristiques de la réflectance :

- les négatifs Landsat présentent des différences de densité assez diverses, surtout entre le canal 4 et le canal 7. L'étalement sur l'axe des ordonnées est donc différent.
- la calibration des canaux, en fonction de l'énergie reçue, est une notion mal connue et il s'avère délicat de considérer l'axe des abscisses comme une portion du spectre électromagnétique correspondant aux canaux Landsat ($0,4 \mu\text{m}$ à $1,1 \mu\text{m}$).

Néanmoins, ces mesures au densitomètre permettent une approche de la position relative des thèmes et une comparaison entre les dates. Nous nous bornerons donc à des remarques qualitatives.

La figure 10 présente les mêmes résultats, par canal, ramenés à des écarts de densité constants, calés arbitrairement par rapport aux valeurs maximales et minimales du film.

Les valeurs obtenues à la date du 13 août 1976 confirment l'observation visuelle des positifs : la brume affecte la radiométrie dans des proportions importantes dans les canaux 4 et 5, alors qu'il ne semble pas y avoir d'effet semblable sur les canaux 6 et 7.

Thème "eau libre" : les quatres points de mesure ont des densités très différentes dans le canal 4. A toutes les dates et dans tous les canaux, c'est l'étang du Stock et la partie Nord de Gondrexange qui possèdent les densités les plus élevées. A toutes ces dates, c'est le canal 7 qui va nous permettre de discriminer l'eau libre, tandis que le 4 va apporter des informations complémentaires sur la "couleur" de l'eau.

Thème "forêts" : la distinction forêt-non forêt semble se faire dans les canaux 4 et 5 en général, mais il manque des mesures sur les zones cultivées. La distinction feuillus-résineux est nette dans les cas suivants :

- canal 4 en août 1975, mars 1976, avril 1976, mai 1976.
- canal 5 en mars et avril 1976.
- canal 6 et 7 à toutes les dates.

RESULTATS BRUTS DES MESURES DENSITOMETRIQUES

Fig-9

× Densités minimales et maximales
 ● Eau ▲ Résineux ▽ F1 (feuillus1)
 • F2 ○ Ville B Brume

Film: N41P Facteur de contraste: $\gamma = 2,8$

Satellite: L 2

L 1

L 2

L 1

L 1

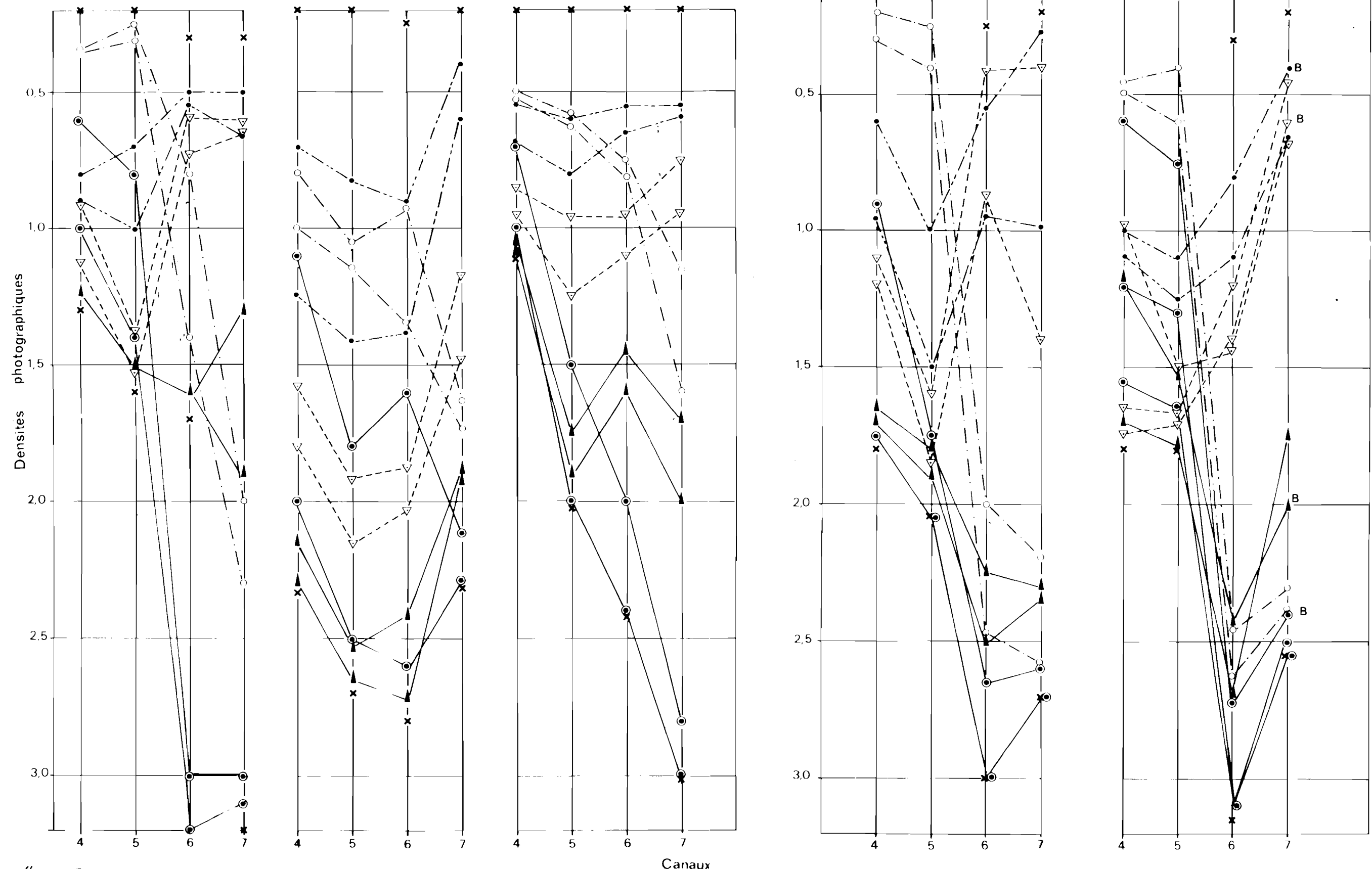
Date: 28 08 75

04 03 76

18 04 76

15 05 76

13 08 76

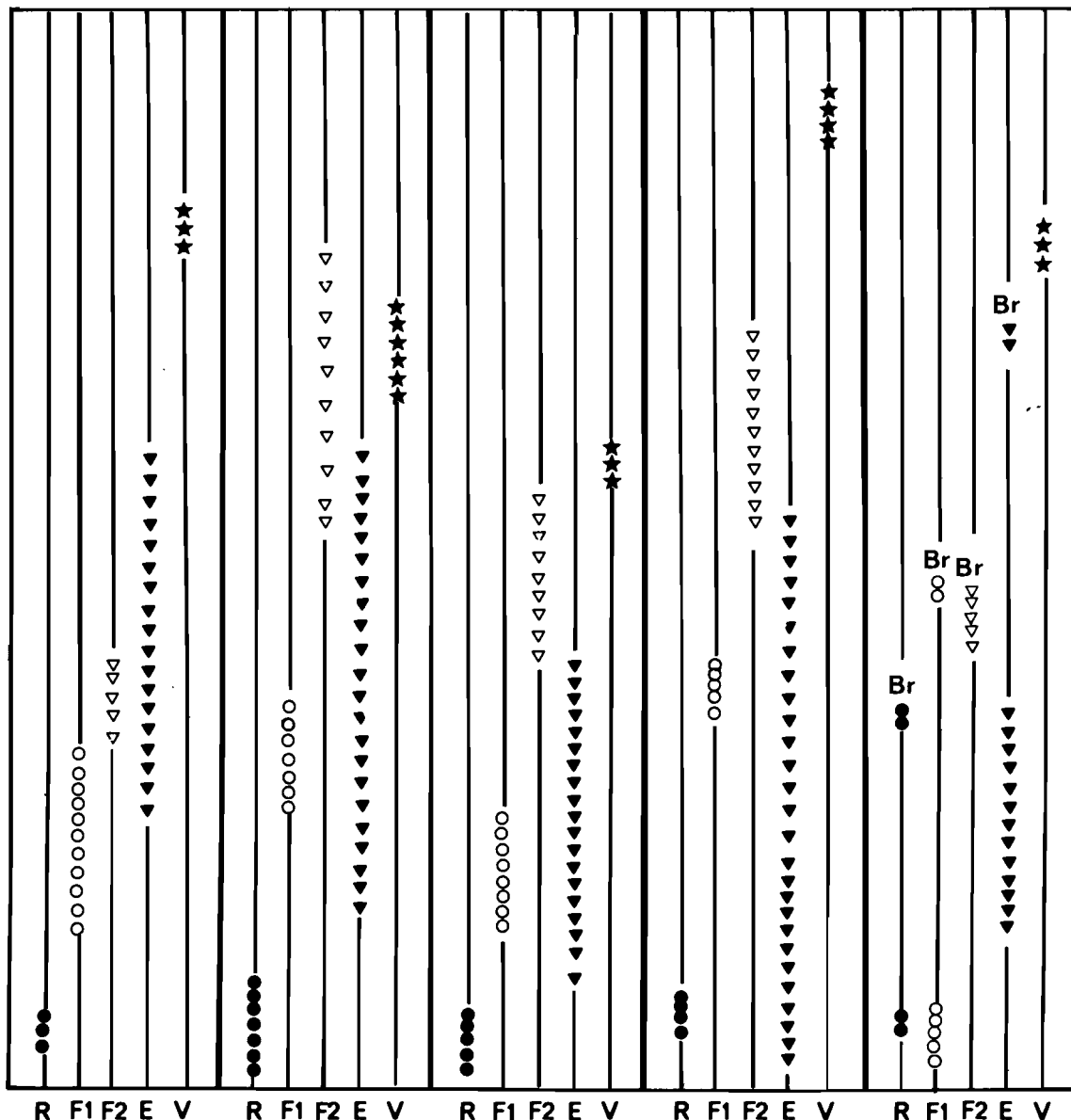


CANAL_4

Comparaison de chaque thème aux 5 dates utilisées,
par canal

densités
faibles

densités
fortes



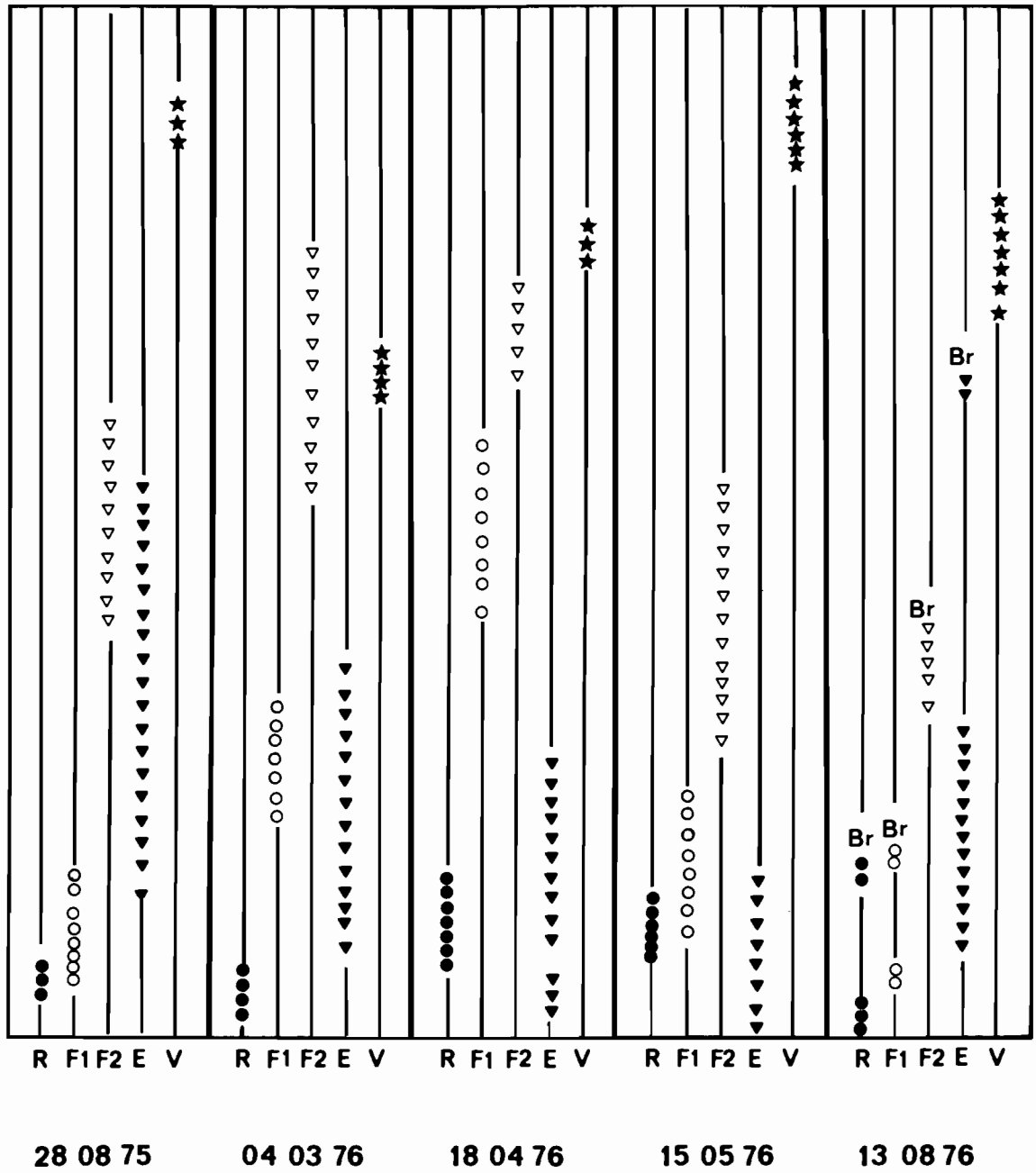
satellite :	Landsat 2	Landsat 1	Landsat 2	Landsat 1	Landsat 1
date :	28 08 75	04 03 76	18 04 76	15 05 76	13 08 76

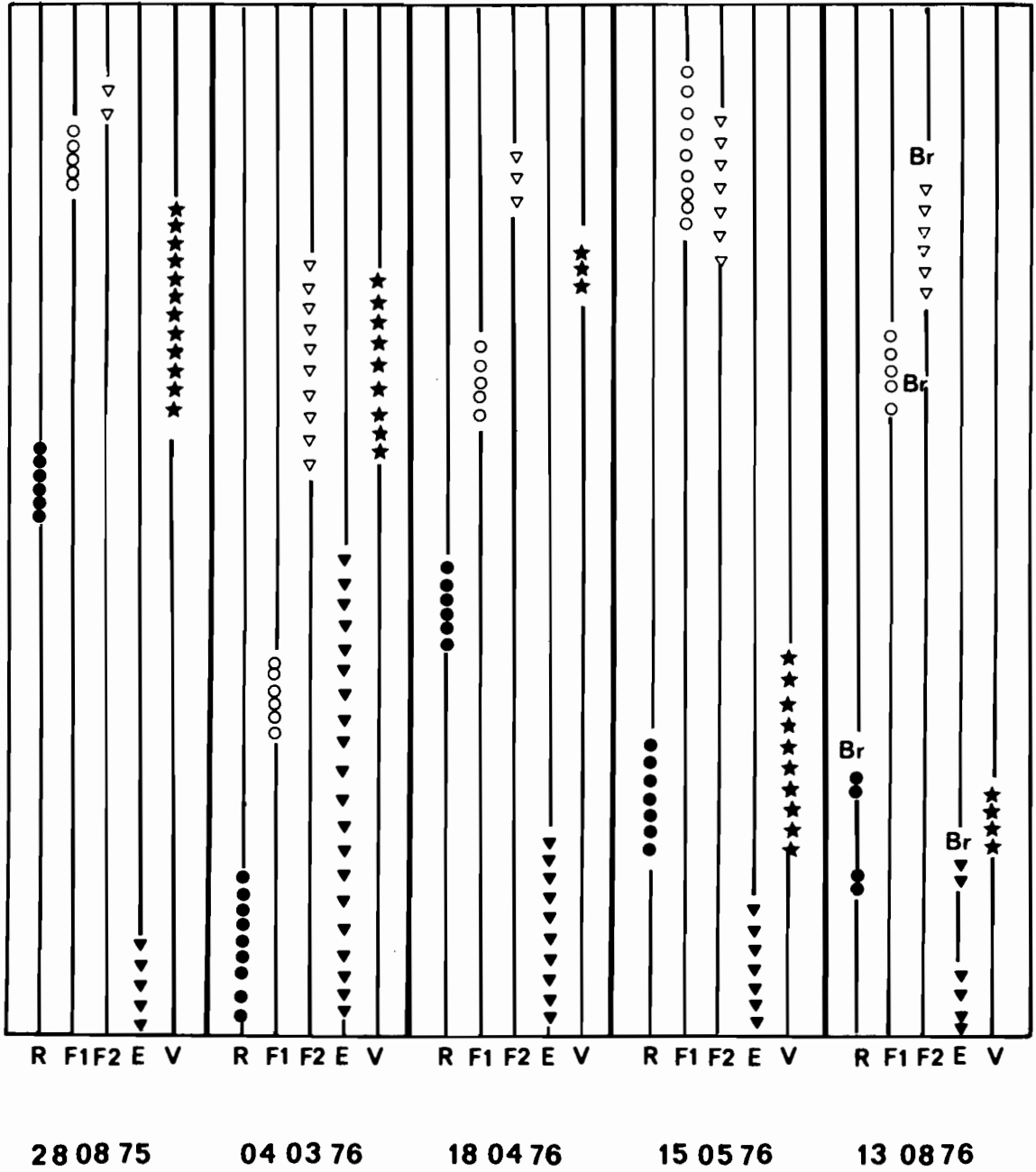
- Résineux
- Feuillus 1
- ▽ Feuillus 2
- ▼ Eau
- ★ Ville
- Br mesures sous le voile de brume

calage par rapport aux minima et maxima de densité du film utilisé

CANAL_5

Fig - 10.1
suite





On rencontre les résineux dans les valeurs de densité élevée (valeur radiométrique basse), tandis qu'ils occupent la même position relative dans les canaux 6 et 7. L'existence de deux sortes de feuillus, suggérée par les compositions colorées, est confirmée par des mesures nettement différentes, dans les canaux 4 et 5 à toutes les dates et dans les canaux 6 et 7 en août 1975, mars et avril 1976. Un complément d'informations de terrain sur les parcelles mesurées a été fourni par l'O.N.F.-Sarrebouurg ; il permet une première interprétation.

Le tableau n° 10bis montre que ce sont les paramètres "régime", "hauteurs", "âges", évidemment liés, qui changent la radiométrie. On distingue donc les deux groupes :

- futaies,
- fourrés - gaulis.

Thème "zones urbanisées" : pour chaque date, la position relative de ce thème est constante dans les canaux 4 et 5, tandis qu'on observe quelques variations dans les 6 et 7.

On remarquera l'instabilité de la position relative de ce thème au cours du temps. Il sera intéressant d'extraire ultérieurement les valeurs numériques et de refaire les mêmes comparaisons.

2.4 - Equidensité

A partir d'un film transparent (positif ou négatif), il est possible d'obtenir, par contact, un document sur film-trait dont la réponse est totalement binaire. La figure 8b montre la réponse d'un tel film.

L'apparition des pigments du film-trait est une fonction de la lamination reçue. On peut donc choisir la valeur de gris du document d'origine, c'est-à-dire la densité, à partir de laquelle on désire obtenir la réponse du film. Cette réponse se traduit, pour des luminations croissantes, par l'apparition des pigments pour une émulsion "négatif-positif" (fig. 8b) ou par leur disparition dans le cas d'une émulsion "inversible" (fig. 8c).

Un positif film du canal 6, le 18 avril 1976, sur la zone Nancy-Metz au 1/250.000ème, a permis de réaliser le document n° 11 en utilisant un film cypochrome inversible à pigments noirs. La disparition des pigments a été obtenue pour une densité du positif d'origine fixée à 0,6. On regroupe ici, en noir, les thèmes "eau libre", "forêts" et "zones urbanisées".

Un positif film du canal 7, de la même zone, a permis de réaliser le document n° 12 en fixant le seuil de disparition

ZONE DE NANCY METZ

Equidensité sur le canal 6 le 18 04 76

$2,5 < d < 0,60$

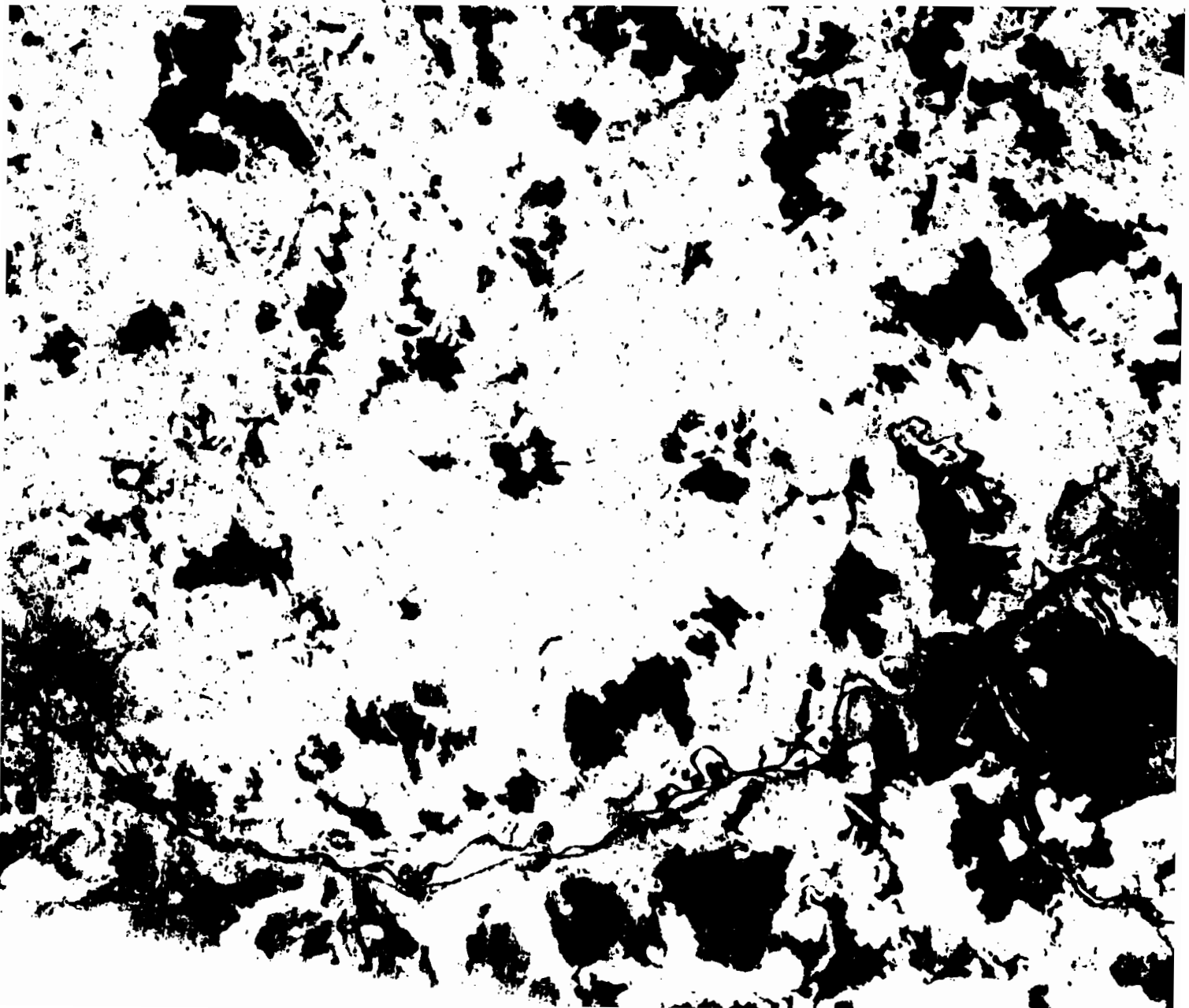
en noir :

l'eau libre

éch. 1/250 000

la forêt

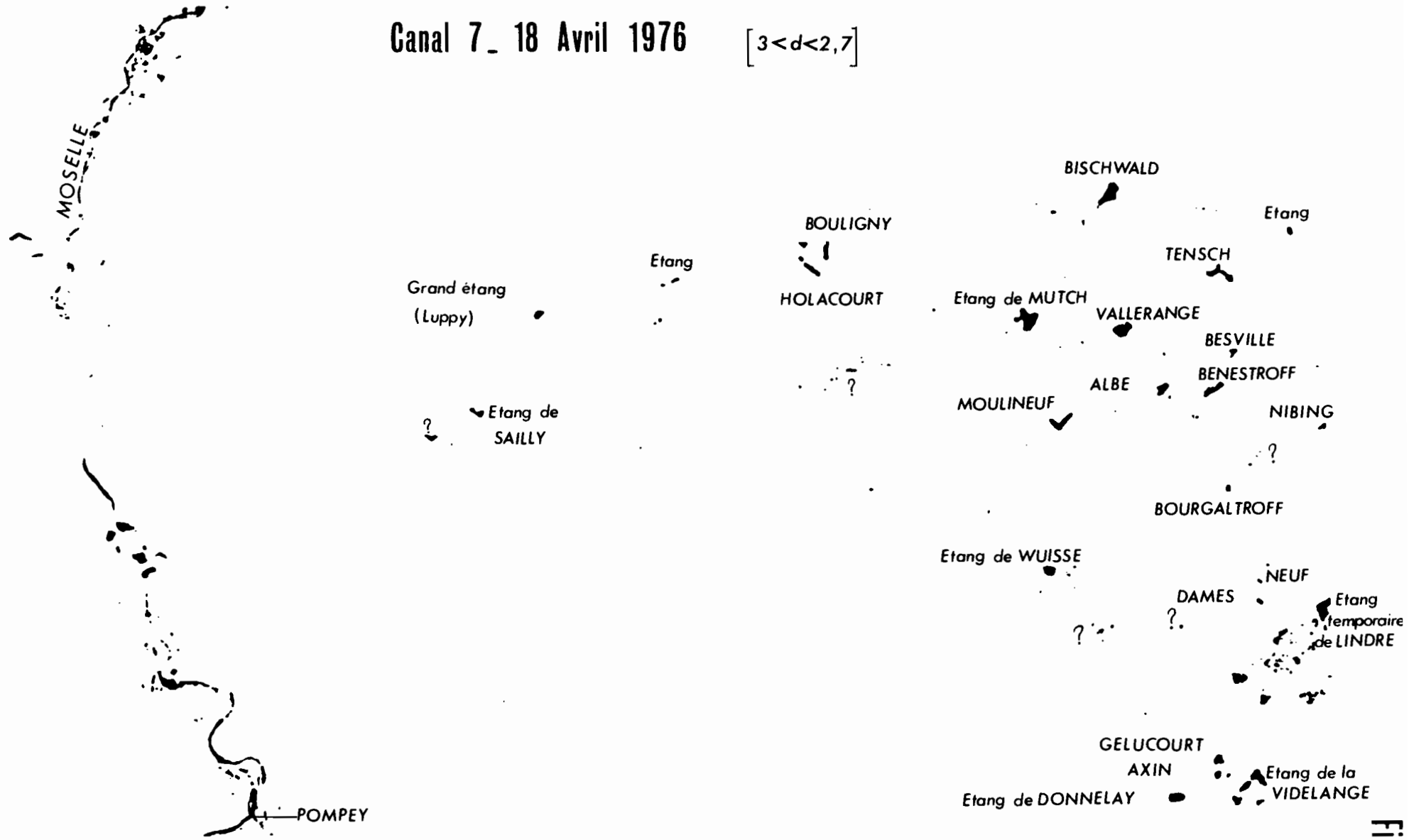
les villes



EQUIDENSITE SUR LE THEME EAU LIBRE

Canal 7_ 18 Avril 1976

[$3 < d < 2,7$]



des pigments à 2,7. On obtient ainsi, en noir, une représentation du thème "eau libre".

La recherche d'une analogie avec le traitement des images par la procédure LOTERIE conduit à réaliser l'équidensité colorée. En effet, le support du cypochrome étant transparent, on peut superposer plusieurs films présentant des pigments différents (jaune, magenta, cyan ou noir) et des seuils choisis en fonction des besoins. Un exemple est présenté à la figure 13. La superposition de quatre films transparents de couleur différente permet de réaliser, sur un ou plusieurs canaux, la sélection de plages de gris, tout comme le ferait la procédure LOTERIE en bornant les valeurs radiométriques d'un ou de plusieurs canaux. Les combinaisons de couleurs utilisées dans l'exemple 13 permettraient d'obtenir, en noir, le thème "eau libre", en marron, le thème "résineux", en vert, le thème "zones urbanisées", en jaune, le thème "feuillus" et, en blanc, les thèmes non classés.

Bien que la radiométrie transposée sur les négatifs ne soit étalée que sur 15 valeurs de gris alors qu'il y en a 128 sur la bande magnétique, l'équidensité colorée permet de traiter, à peu de frais, une image complète et d'obtenir une vue d'ensemble d'un traitement numérique.

3 - RESULTATS DU TRAITEMENT NUMERIQUE

3.1 - Thème "eau libre"

3.1.1 - Zones et dates d'étude

Dates	Nom des Vues	Coordonnées Landsat	
		Colonnes	Lignes
13.08.76	Forêt de Fénétrange	1571 - 1690	910 - 1030
13.08.76	Bois des enfants	1580 - 1700	1050 - 1170
13.08.76	Réchicourt	1600 - 1720	1085 - 1205
13.08.76	Dombasle	921 - 1040	1320 - 1440
13.08.76	Metz	541 - 660	710 - 828
13.08.76	Saint-Georges	1701 - 1820	1140 - 1258
13.08.76	Mittersheim	1501 - 1860	870 - 990
13.08.76	Stock	1501 - 1860	990 - 1110
13.08.76	Gondrexange	1501 - 1860	1110 - 1230
13.08.76	Sarrebourg II	1831 - 1949	1030 - 1084
04.03.76	Sarrebourg III	1701 - 1820	1136 - 1191
04.03.76	Pont-à-Mousson	341 - 460	1118 - 1173
04.03.76	Dieuze	1201 - 1320	1100 - 1155

3.1.2 - Résultats

Le tableau 14 résume les résultats obtenus sur 10 vues extraites de la bande du 13 août 1976 et sur 3 vues extraites de la bande du 4 mars 1976.

Pour chaque vue, on a reporté les 8 valeurs définissant le serpent réel du lot "eau libre". La colonne "parenté" indique les valeurs de chaque canal réellement utilisables pour définir un lot. On remarquera l'importance du canal 7 qui est toujours utilisé avec des valeurs pratiquement identiques à la même date. Les canaux 5 et 6 sont bornés différemment, suivant les cas, pour éliminer les confusions avec d'autres thèmes. Lorsque la parenté du lot demeure relativement stable sur plusieurs vues et qu'un essai, sur une grande partie de l'image, semble satisfaisant, cette "parenté du lot" deviendra la "parenté du thème eau libre", à la date considérée.

Il faut également remarquer qu'il n'y a aucune similitude des valeurs radiométriques entre le 4 mars (canal 7 borné à 14) et le 13 août 1976 (canal 7 borné entre 40 et 46).

La colonne "pourcentage de parasites" a été obtenue par comptage des points qui ne correspondaient pas aux informations fournies par la carte IGN et les photographies aériennes, corrigées par les renseignements de l'A.F.B.R.M. Le repérage de ces "parasites" a été assuré par l'emploi de la grille LAMBERT décrite au paragraphe 1.2.4.

Les principales confusions proviennent en général des résineux dont la radiométrie, dans le canal 7, relaie celle de l'eau. Dans certains cas, le canal 6 s'est avéré efficace pour effectuer une meilleure séparation de ces deux thèmes. Une autre confusion, plus délicate à éliminer, est provoquée par les surfaces récemment incendiées, surtout en août 1976, année de la sécheresse. Ces cas particuliers, dont la surface relative reste très faible, ont été en partie éliminés en choisissant un seuil sur le canal 5 égal à 38.

Les pourcentages d'erreurs relevées sont compris en général entre 0 et 7,2 %. Ce pourcentage est nettement plus élevé dans la vue "Dombasle", le 13 août 1976, où l'importance relative du lot est faible (0,9 % de la vue) et où l'on a recherché la continuité de la Meurthe alors que celle-ci a une largeur souvent inférieure à la définition du satellite

Landsat (56 m par 79 m). Dans la vue "Dieuze" du 4 mars 1976, c'est le pourcentage relatif du lot très faible (0,3 %) qui provoque une augmentation des parasites. Dans cette vue, on recherchait un étang de 20 pixels environ (9 hectares) et on a recensé 5 pixels parasites.

Néanmoins, la détection des petits étangs est assez bonne puisque, après enquête sur le terrain, on a pu vérifier la création effective de certains d'entre eux non mentionnés sur les documents de référence et la disparition d'autres retenues d'eau comme l'étang du Moulin près d'Azoudange (10 hectares).

Les renseignements fournis par l'A.F.B.R.M. ont permis de réaliser une estimation des surfaces des grands étangs de Fénétrange. En août 1976, pour les étangs de Mittersheim, de Gondrexange et du Stock, la surface calculée grâce aux observations Landsat est inférieure de 10 % à la surface de référence.

Afin de mieux accéder aux phénomènes radiométriques, on a réalisé, pour chaque vue, les histogrammes des quatre canaux ; un exemple est présenté dans la figure 15. Pour chaque valeur radiométrique d'un canal, il est porté le nombre de pixels de la vue appartenant à cette valeur ; on apprécie ainsi les minimums et maximums et les seuils utilisables lors d'une première approche. A titre indicatif, on a reporté sur ceux-ci l'histogramme du serpent du lot "eau libre".

Lorsque le pourcentage du thème dépasse 2 à 3 % de l'ensemble de la vue, la procédure LOTERIE permet de construire un graphe d'homogénéité comme celui de la figure 16. Sur cette figure on a porté, en abscisses, l'occurrence des polynombres (R), c'est-à-dire le nombre de pixels dont la radiométrie est identique dans les 4 canaux et en ordonnées l'occurrence d'occurrence (\bar{R}), c'est-à-dire le nombre de fois que l'on rencontre la même valeur de R. Ainsi, si tous les pixels de la vue étaient identiques, on aurait un seul point en A (vue homogène) et si tous les pixels étaient différents, on aurait un seul point en B (vue hétérogène). On compare de cette façon l'homogénéité d'un thème dans plusieurs vues.

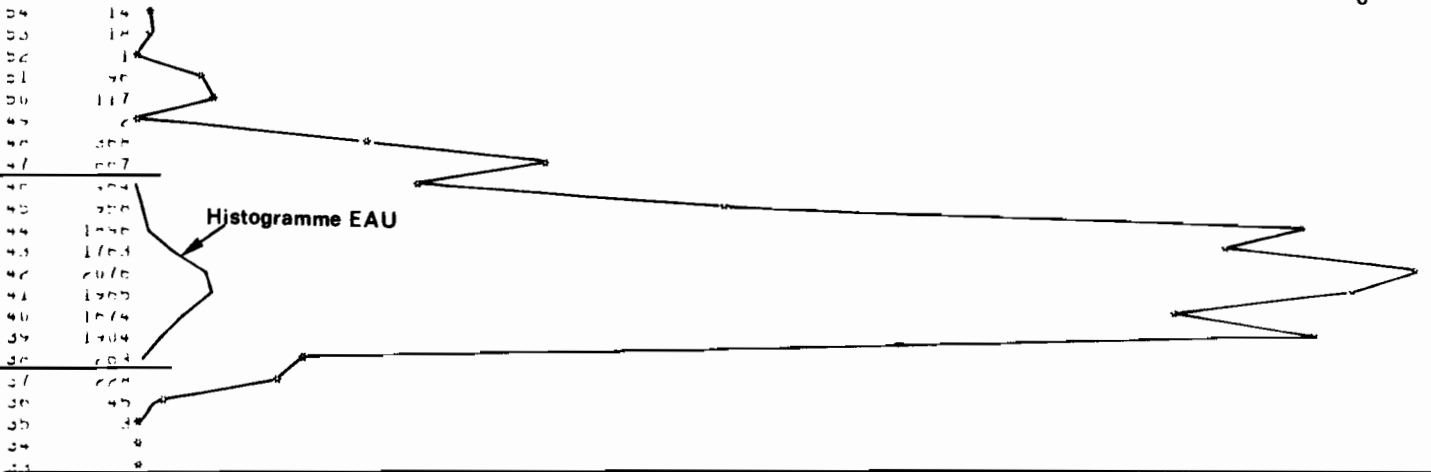
La figure 17 présente le résultat d'un classement sur l'étang de Gondrexange dans lequel le canal 4 fait apparaître les différences de nature d'eau observées sur les compositions colorées, le 13 août 1976. La cornée de Réchicourt (classée -) se sépare nettement du reste de l'étang (classé .) dont les valeurs radio-

60
 59
 58
 57
 56
 55
 54
 53
 52
 51
 50
 49
 48
 47
 46
 45
 44
 43
 42
 41
 40
 39
 38
 37
 36
 35
 34
 33

211 20
 HISTOGRAMME CANAL 4

FORET DE FENETRANGE 13AUG76

Fig. 15

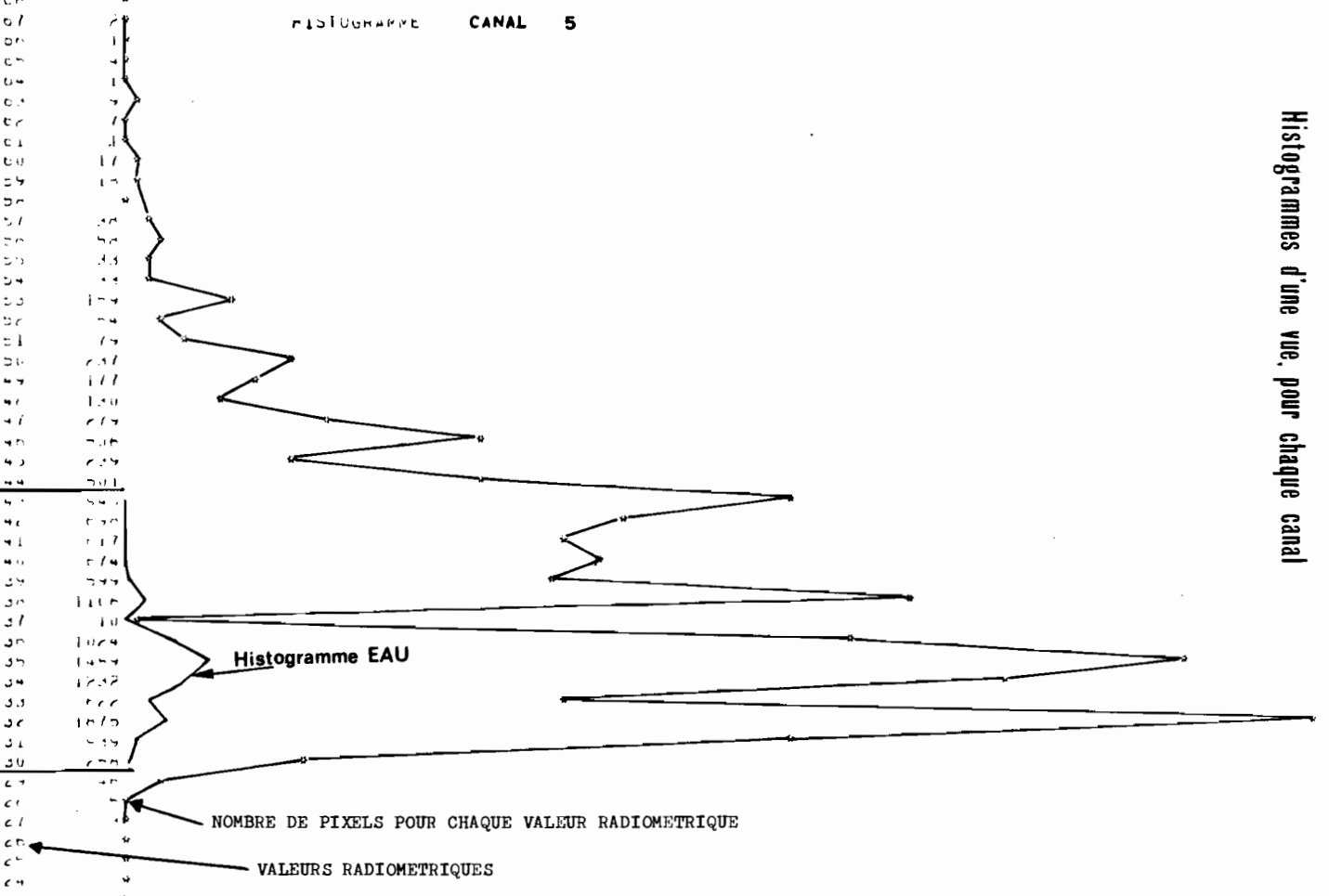


60
 59
 58
 57
 56
 55
 54
 53
 52
 51
 50
 49
 48
 47
 46
 45
 44
 43
 42
 41
 40
 39
 38
 37
 36
 35
 34
 33
 32
 31
 30
 29
 28
 27
 26
 25
 24
 23

211 20
 HISTOGRAMME CANAL 5

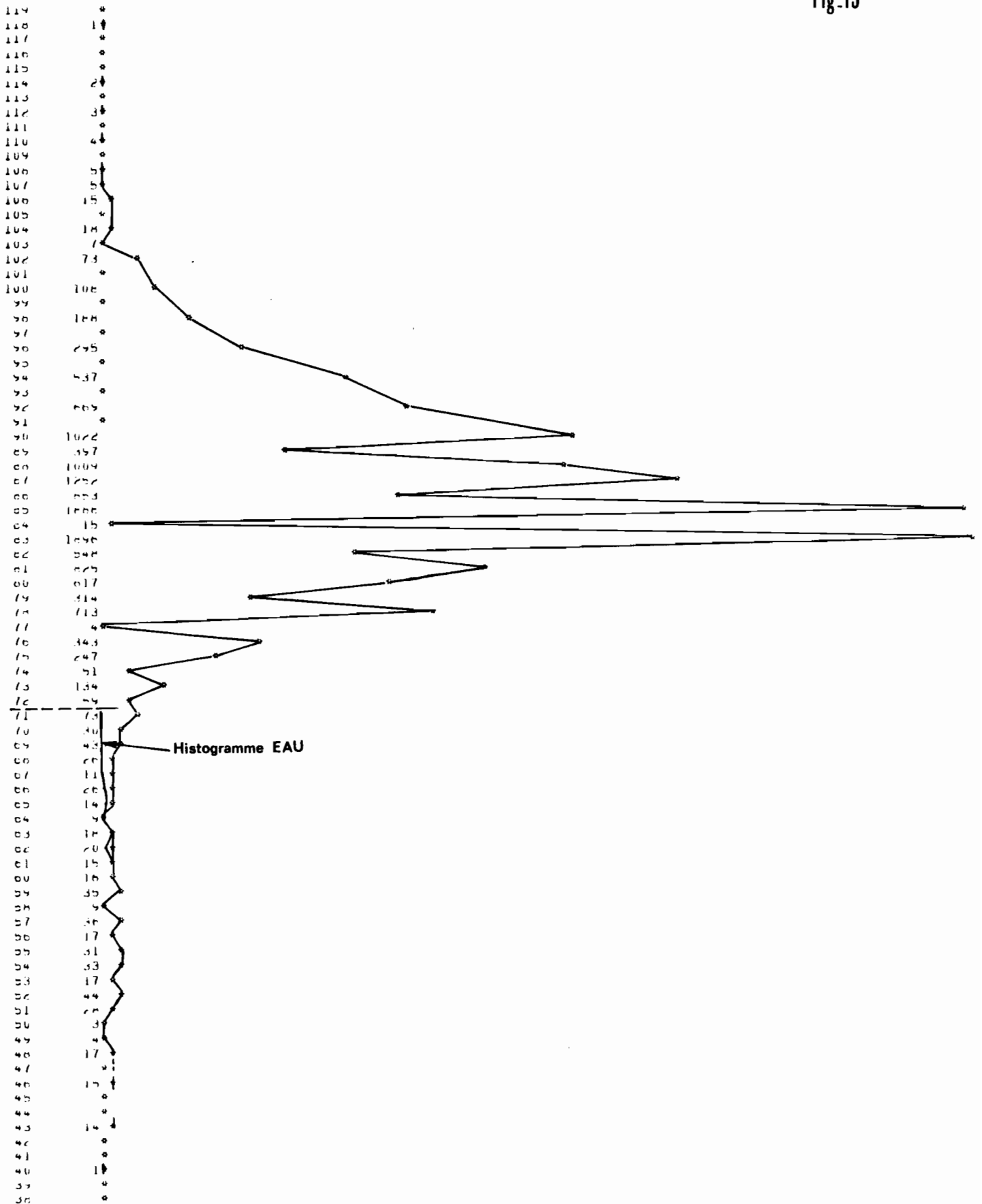
FORET DE FENETRANGE 13AUG76

Histogrammes d'une vue, pour chaque canal



HISTOGRAMME CANAL 6

Fig.15



211 26

FORET DE PENETRANCE 13AUG76

HISTOGRAMME CANAL 7

Fig.15

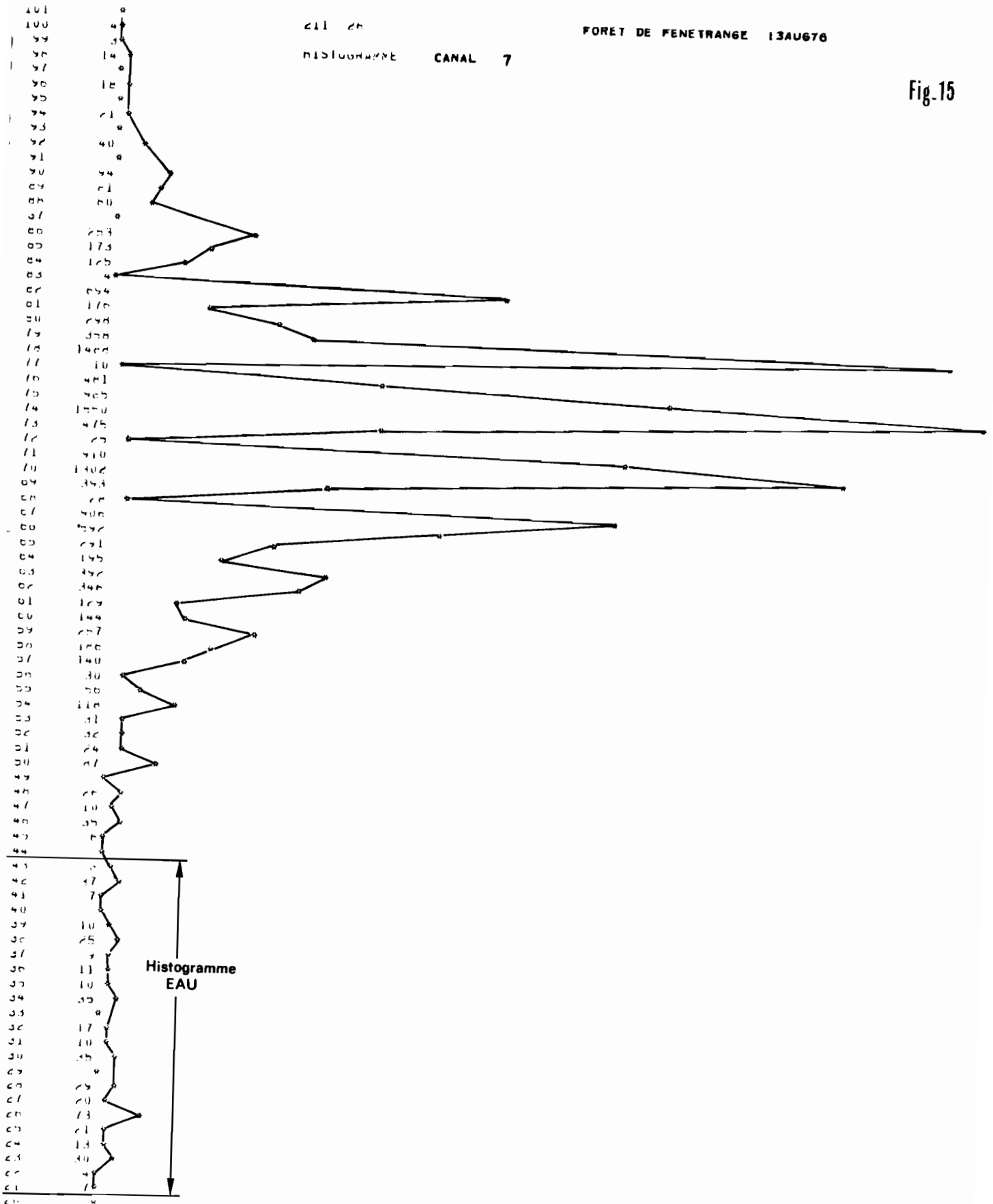
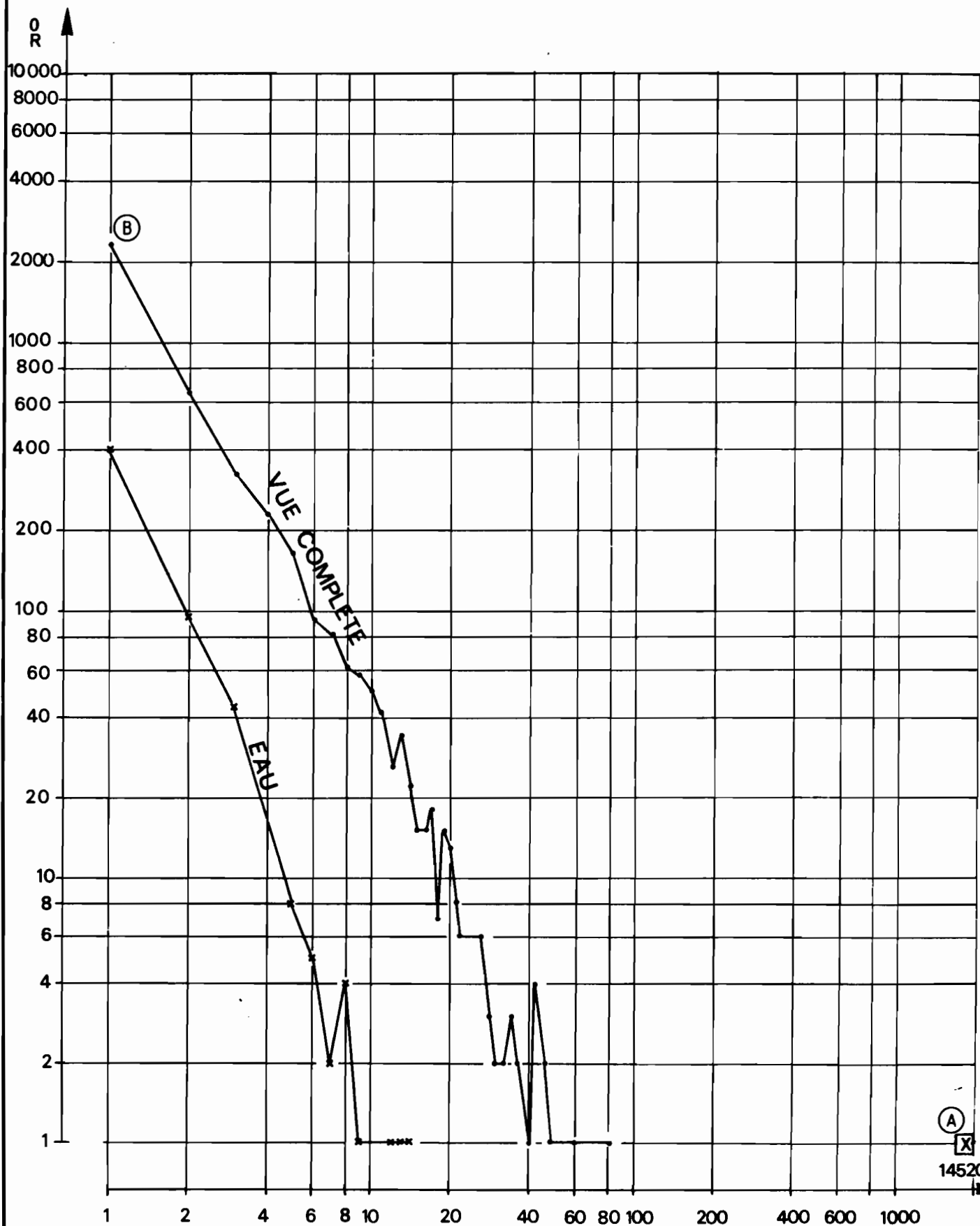


Fig-16

HOMOGENEITE DE LA VUE DE FENETRANGE ET DU THEME EAU-LIBRE



(A) X
14520^R

Milberg

Etang de
GONDREXANGE

Canal de la
Marne au Rhin

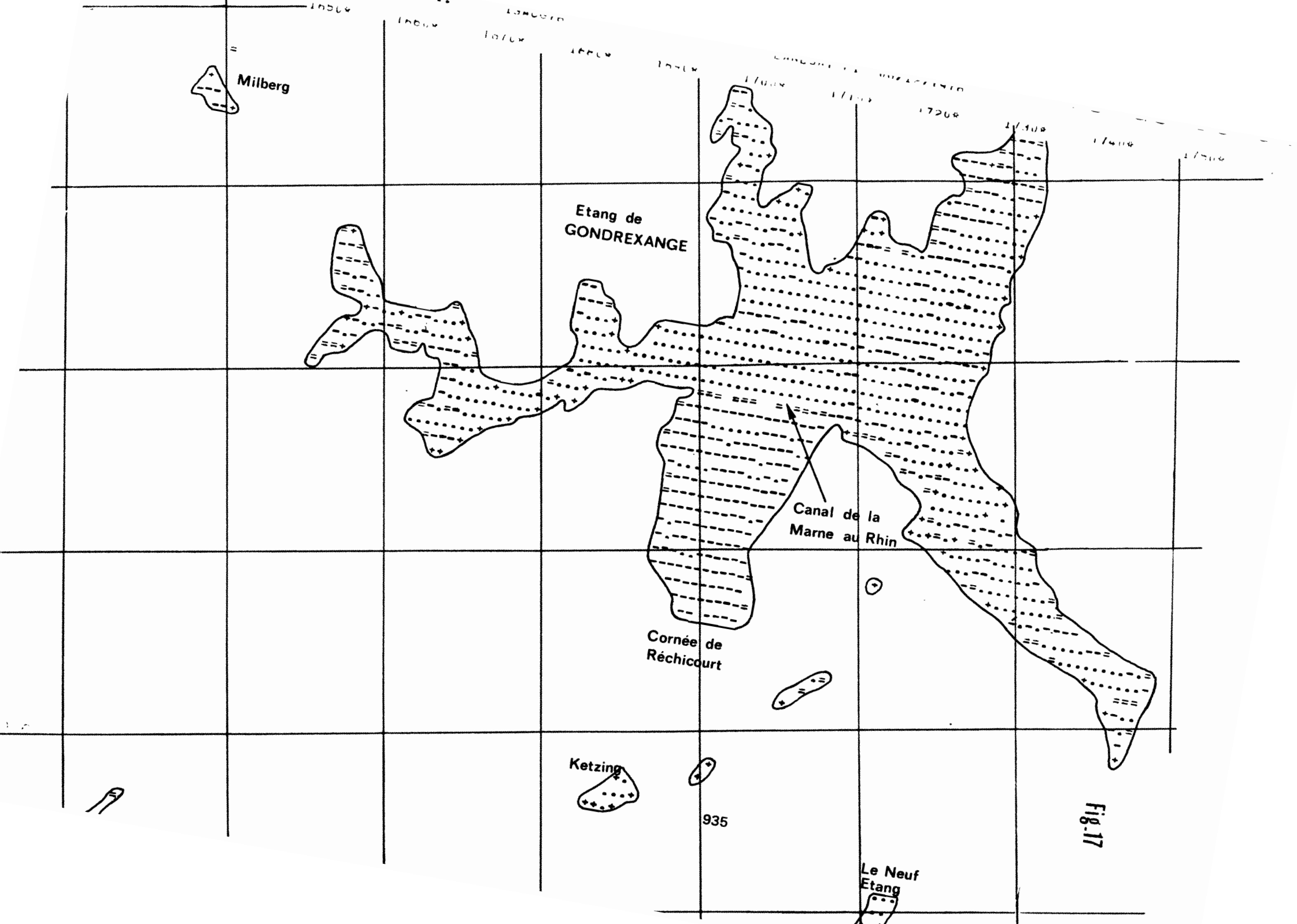
Cornée de
Réhicourt

Ketzing

935

Le Neuf
Etang

Fig. 17



métriques dans le canal 4 sont plus basses. L'interprétation de cette différence est encore à l'étude, avec le concours de l'A.F.B.R.M., en considérant qu'il s'agit de l'expression d'un phénomène physico-chimique, biologique, ou d'une variation importante de la profondeur de la cornée, séparée du reste de l'étang par le canal des Houillères.

3.2 - Le thème "forêt"

3.2.1 - Zones et dates d'étude

Pour août 1976, on a utilisé les vues de "Fénétrange", Saint-Georges", Mittersheim, Stock, Gondrexange déjà définies, auxquelles il faut ajouter :

Dates	Nom des Vues	Coordonnées Landsat	
		Colonnes	Lignes
13.08.76	Kerprich	1320 - 1440	920 - 1040
13.08.76	Badonviller	1751 - 1870	1350 - 1468
13.08.76	Sarrebourg I	1841 - 1959	1005 - 1059

Pour mars 1976, on a utilisé les trois vues déjà citées dans le thème "eau libre".

3.2.2 - Résultats

Les tableaux 18 et 19 présentent les résultats obtenus sur ces vues.

La colonne "parenté" indique qu'en général on doit borner trois ou quatre canaux pour obtenir "le lot forêt".

Les traitements réalisés sur la bande magnétique du 13 août 1976 montrent que la séparation forêt-non forêt est obtenue principalement par le canal 5, dont la valeur demeure très "critique" Sous le voile de brume, on obtient de bons résultats en bornant le canal 5 à 36, tandis qu'il faut descendre cette valeur vers 30 lorsqu'il n'y a pas de brume. Dans les deux cas, la définition reste acceptable. Le canal 4 a été utilisé pour renforcer la sélectivité en regard des

zones cultivées. Le canal 6 s'est avéré utile dans certaines zones pour éliminer une confusion importante avec les prairies (borne à 94). Le canal 7 ne donne aucune sélectivité supplémentaire, mais il met en évidence les résineux ainsi que les différents stades d'évolution cités dans la partie 2.3. Pour ce canal, les résineux se regroupent dans les valeurs comprises entre 41 et 60-66 suivant les vues. La séparation des régimes de feuillus s'obtient entre 65 et 83 pour les futaies et 84-128 pour les fourrés-gaulis. Cette coupure à 83 ne permet pas, dans les exemples étudiés, de séparer les stades intermédiaires comme le bas-perchis et le haut-perchis, ces deux stades se distribuant dans l'une ou l'autre des classes citées (le bas-perchis avec le fourré-gaulis, le haut-perchis avec la futaie en général).

Les traitements réalisés sur la bande magnétique du mois de mars 1976 montrent, dans l'ensemble, les mêmes tendances générales, bien que les valeurs radiométriques soient très différentes. La seule constante remarquable semble être le nombre d'échelons pris sur le canal 5 pour définir le lot forêt. A partir du minimum donné par l'histogramme du canal 5, sur l'ensemble de la vue, on obtient la borne supérieure en rajoutant 8 ou 9 valeurs (pour les deux dates). Par contre, dans la recherche des résineux, c'est toujours le canal 5 de l'image de mars qui donne les meilleurs résultats, le 7 permettant de séparer quelques parasites du thème "eau libre". Ceci confirme les remarques tirées de l'observation des compositions colorées et des mesures densitométriques.

La recherche des limites de la forêt et des "parasites" a été faite en utilisant la grille LAMBERT et par comparaison aux cartes et aux photographies aériennes I.G.N. Le pourcentage d'erreurs est compris entre 0,8 et 7,8 % suivant les cas (7,2 % d'erreur moyenne). Dans certaines vues, grâce aux enquêtes sur le terrain et aux informations de l'O.N.F.-Sarrebouurg, on a pu évaluer l'erreur commise sur les résineux, celle-ci a été de 5 % au maximum.

Les principales erreurs sont provoquées suivant les vues, par les villes et les prairies, surtout lorsque celles-ci comportent des vergers. La vue de Badonviller a mis en évidence le problème des pentes à l'ombre couvertes de résineux. Leur radiométrie est identique à celle de l'eau et aucun canal n'a laissé apparaître de solution permettant de discriminer ces deux thèmes. Seul un traitement local résoudrait cette confusion, en isolant la zone du massif vosgien où les lacs sont peu nombreux.

FORET DE FENETRANGE STABILITE

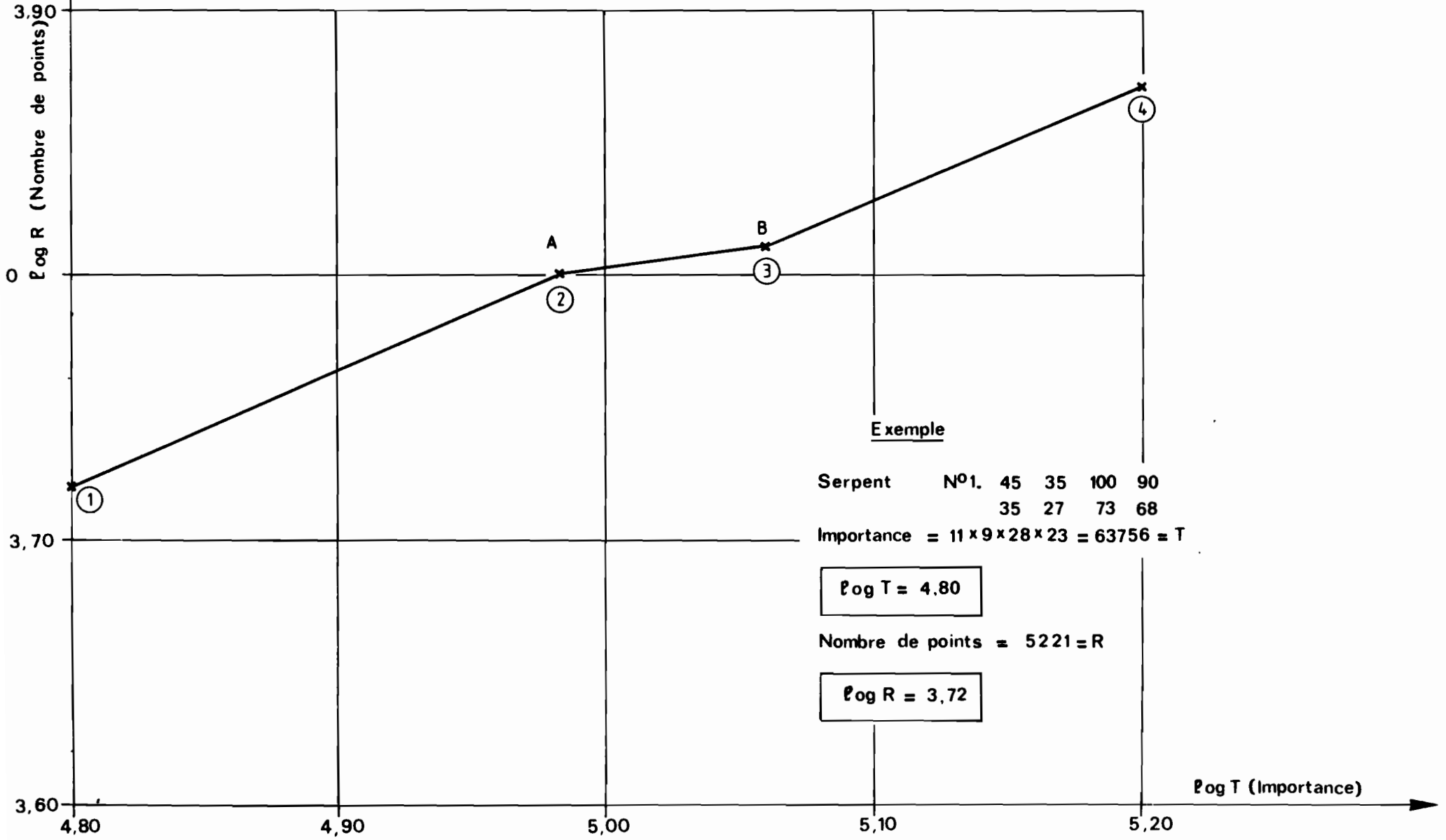
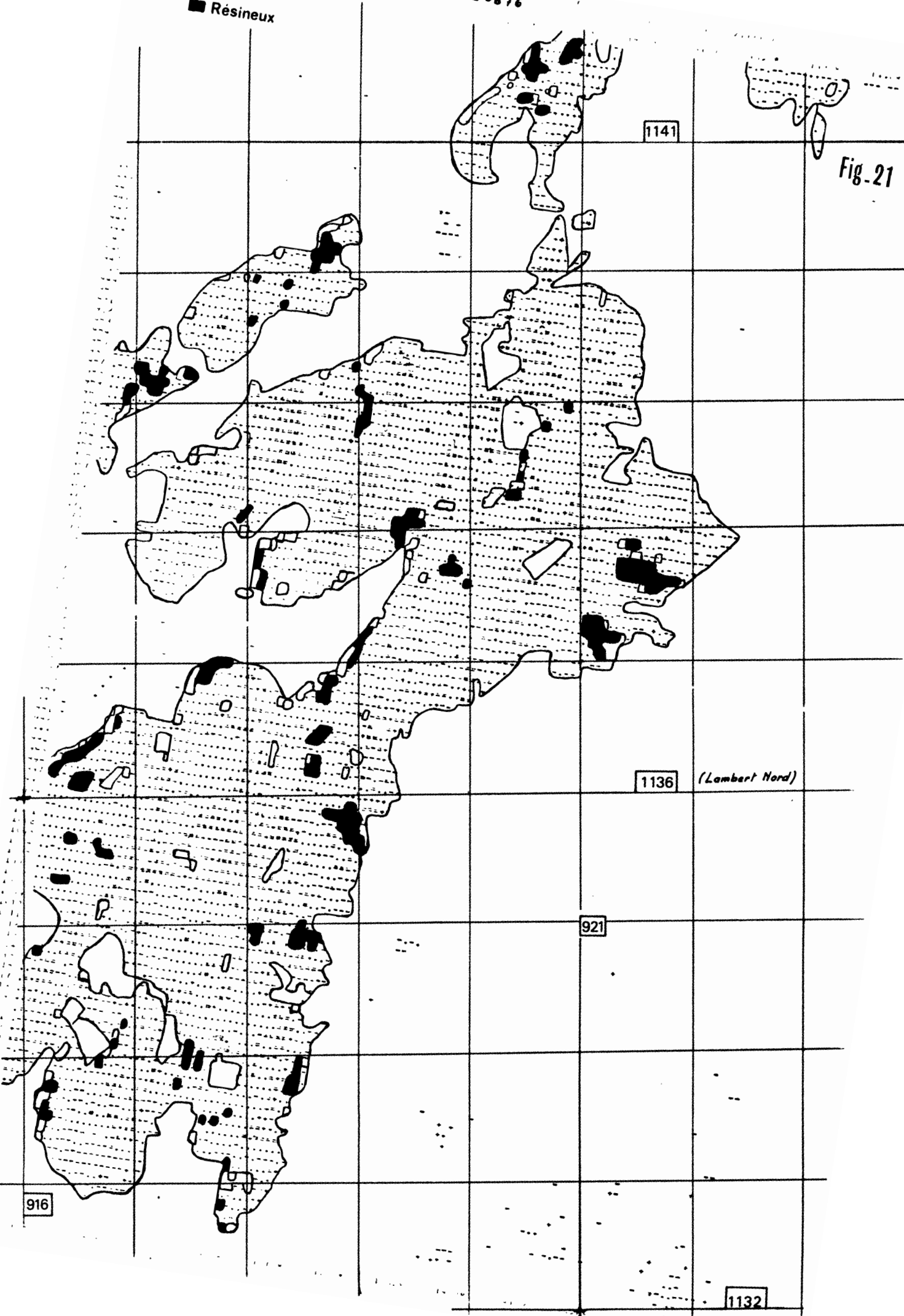
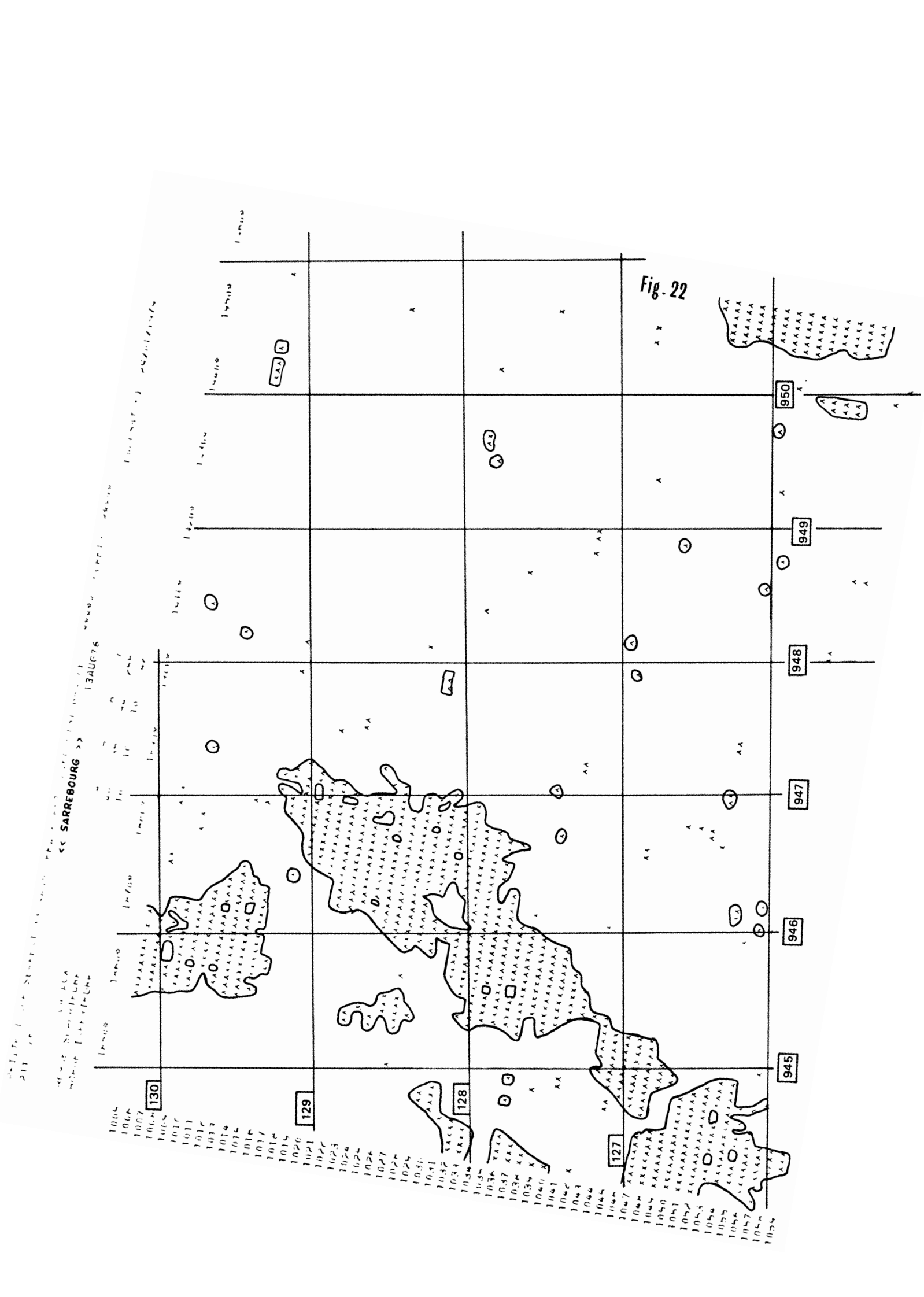


Fig- 20

■ Résineux

Fig-21





Une erreur systématique a été également observée sur les pixels dont la position est "à cheval" sur l'eau et la forêt. Ceux-ci apparaissent alors dans la classe "résineux" montrant les étangs bordés d'une ligne de conifères.

Afin de mieux cerner les valeurs optimales d'un serpent, lorsque le thème dépasse 25 % de l'ensemble de la vue, la procédure LOTERIE permet de construire un graphique de stabilité dont un exemple est présenté à la figure 20 (thème "forêt", vue de Fénétrange). Ce test consiste à élargir les intervalles de définition en recherchant le palier A-B où le nombre de points du lot considéré devient presque constant. En B, on dépasse la définition du lot étudié et l'élargissement provoque l'apparition de points appartenant à un autre thème. L'élargissement des bornes du serpent est quantifiable grâce à la notion d'importance qui est égale au produit du nombre d'échelons utilisés dans chaque canal. C'est le nombre théorique de combinaisons radiométriques entre les 4 canaux. Cette valeur est portée en abscisse tandis que le nombre de points réels, pour un serpent donné, est porté en ordonnée. Ce test permet, dans l'exemple cité, de retenir le serpent n° 3. Ce test de stabilité a été réalisé chaque fois que le nombre de points de la vue le permettait.

La figure 21 montre un exemple de l'utilisation d'un tel serpent, sur la vue, Bois de Kerprich, dans laquelle on a classé les feuillus et les résineux (ces derniers sont en noir sur le document). Les vides dans la forêt correspondent aux clairières ou au stade fourré, en général composé de petits boqueteaux d'arbustes ne dépassant pas un mètre de hauteur. On remarquera les "parasites" au sud situés dans quelques champs et sur la ville de Dieuze.

La figure 22 montre un essai sur les bois situés à l'ouest de la ville de Sarrebourg, sur lesquels on a placé le carroyage kilométrique Lambert qui permet le repérage et le comptage des points hors thème.

3.3 - Thème "zones urbanisées"

3.3.1 - Zones et dates d'étude

Les vues utilisées ont été celles de Metz, Sarrebourg II, Sarrebourg III, Pont-à-Mousson et Dieuze dont nous avons donné les coordonnées lignes-colonnes.

3.3.2 - Résultats

Le tableau 23 présente les résultats sur deux vues du 13 août 1976 et trois vues du 4 mars 1976.

Aux deux dates, ce sont les canaux 5 et 7 qui sélectionnent les points du thème cherché. Le canal 6 permet d'éliminer certains parasites situés dans les zones cultivées. Les valeurs de parenté retenues sont très semblables pour chacune des dates considérées. Néanmoins, on remarquera les différences de radiométrie entre les valeurs d'août et de mars. Ceci tend à montrer que l'on ne peut en aucun cas appliquer les valeurs obtenues pour une date donnée, à une autre date.

Les nombreux essais réalisés sur ces vues ont montré qu'il était plus efficace d'effacer du fichier les thèmes déjà cernés (ex. "eau libre" et "forêt") à l'aide d'un programme spécial contenu dans la procédure LOTERIE. En effet, lorsque les autres thèmes sont effacés, la parenté utilisant deux ou trois bornes sur les huit possibles, permet d'inclure certains points appartenant au thème cherché, alors que ces points auraient été éliminés automatiquement par une borne supplémentaire justifiée, en général, par la suppression des "parasites". Cette méthode est, en quelque sorte, une façon détournée d'extraire tous les pixels appartenant au thème étudié. Les essais sur la vue Sarrebourg III ont montré qu'il était possible de trouver 10 % de points supplémentaires appartenant effectivement au thème "zones urbaines", alors que "l'image d'un serpent" à 6 bornes par exemple ne les faisait pas apparaître à cause des contraintes trop nombreuses. On peut donc imaginer que la recherche des thèmes, au sein d'une vue, peut être hiérarchisée, par effacements successifs, en prenant comme fil conducteur, soit l'ordre d'apparition des thèmes par valeurs radiométriques croissantes, soit par complexité croissante d'isoler chaque thème : eau libre, puis forêt, puis zones urbaines, etc...

Néanmoins, dans ce thème, le pourcentage de "parasites" reste élevé et les résultats sur les vues du mois d'août sont moins performants en général que ceux obtenus en mars (voir Sarrebourg II et III) où le pourcentage d'erreur demeure voisin de 10 %. Ceux-ci sont, en général, assez peu dispersés et concernent certaines zones cultivées. La vue de Dieuze, étudiée à la date de mars 1976, montre la limite de la méthode lorsque la surface de la ville est inférieure à 100

CANAL	4	5	6	7
HORNE SUPERIEURE	24	25	34	24
HORNE INFERIEURE	14	14	26	14

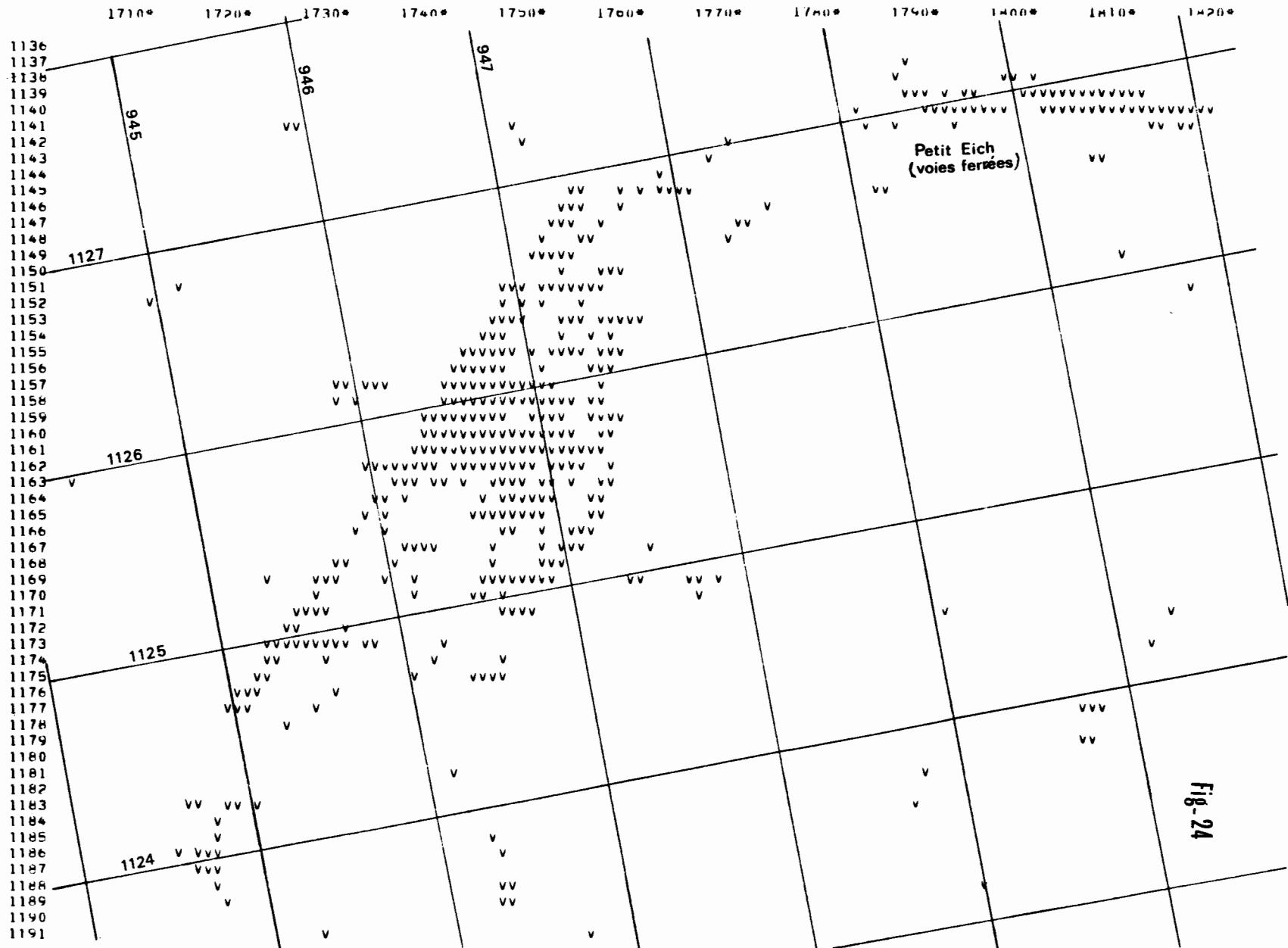


Fig-24

1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173

PONT A MOUSSON

04 MAR 76 URBANISE

4	5	6	7
27	26	38	24
20	20	27	15

350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460

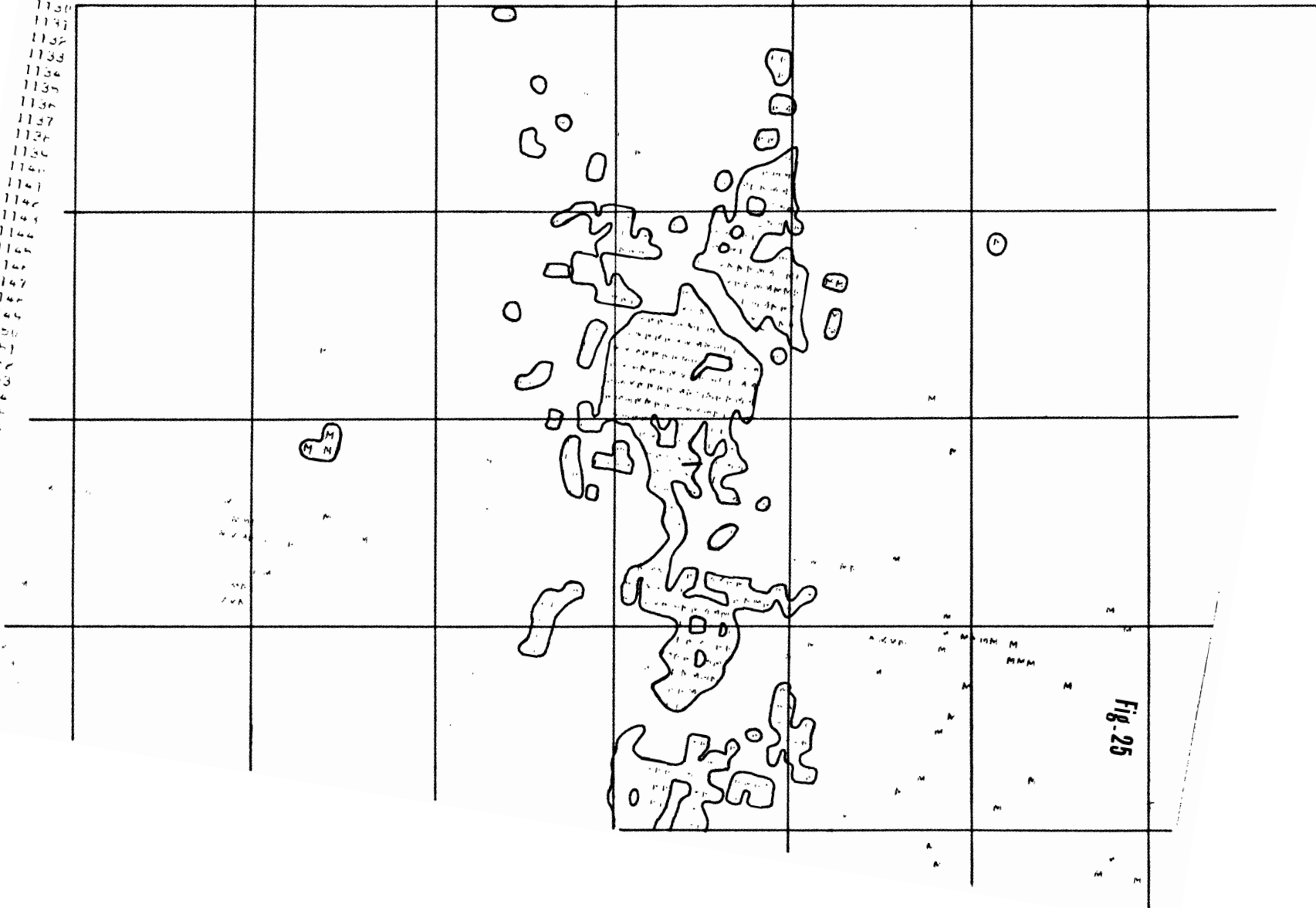


Fig. 25

pixels (44 hectares). Il n'a pas été possible d'isoler, dans un même serpent, les points composant cette ville. L'addition de plusieurs serpents a été tentée, mais sans succès. La radiométrie apparaît très variable surtout à cause de la diversité des objets au sol : centre ville, places, jardins, zones pavillonnaires, toits de couleurs différentes, etc...

La figure 24 montre un résultat sur la ville de Sarrebourg en mars 1976 où l'on distingue (cf. carte 23bis) la limite ouest de la ville marquée par la voie ferrée. On obtient environ 9 % de pixels parasites. Une évaluation de la surface par planimétrie sur la carte au 1/25.000ème indique que le résultat présente une lacune de 15 % par rapport à la surface prise pour référence.

La figure 25 est un exemple de traitement sur la ville de Pont-à-Mousson.

Un traitement diachronique apporterait peut-être une solution au problème posé par les parasites situés dans les zones cultivées. On remarque en effet fréquemment que la précision cartographique est bonne, mais que le résultat statistique est très altéré du fait de la confusion avec les champs labourés.

4 - EVALUATION DES COUTS

Les travaux photographiques ont été réalisés par le Bureau de Télédétection de l'ORSTOM. Les dépenses sont évaluées à 1.300 F pour l'ensemble des travaux.

Les traitements numériques ont été réalisés au Centre Inter-Régional de Calcul Electronique (C.I.R.C.E.) à partir du Terminal du Service Hydrologique de l'ORSTOM. Pour la période du 15 septembre 1978 au 1er avril 1979, les coûts par thème se répartissent comme suit :

- eau libre	: 1.300 F
- résineux	: 1.700 F
- feuillus	: 3.500 F
- zones urbaines	: 1.500 F
	<hr/>
TOTAL	8.000 F

Pour le thème "feuillus", il est compris deux traitements sur l'ensemble de la forêt de Fénétrange (180.000 pixels soit 24 pages d'imprimante) qui ont coûté respectivement 300 F et 400 F.

CONCLUSION

La première phase de cette étude avait pour objectif de tester les possibilités offertes par les documents LANDSAT en utilisant, sur des zones définies avec les utilisateurs locaux, les traitements photographiques et numériques.

Le thème "eau libre" est isolé, aux deux dates étudiées, grâce au canal 7. Le pourcentage d'erreur est compris entre 0 et 7 % suivant les cas, avec une bonne précision cartographique. L'erreur sur l'évaluation des surfaces des grands étangs est du même ordre de grandeur que l'incertitude sur les valeurs prises pour référence. Le canal 4 apporterait des indications complémentaires sur la nature de l'eau.

Le thème "forêt" est obtenu, grâce au canal 5, aux deux dates étudiées. Le pourcentage d'erreur est de l'ordre de 7 %. L'image de Mars 1976 permet de distinguer les feuillus des résineux à l'aide du canal 5. En août 1976, c'est le canal 7 qui permet cette distinction, ainsi que la séparation de deux régimes forestiers.

Le thème "ville" demeure le plus délicat à cerner surtout lorsque celles-ci sont de faible importance. Les résultats sont altérés par une confusion systématique avec des zones cultivées. Le pourcentage d'erreur est plus fort en août qu'en mars 1976 et demeure supérieur à 10 %.

La mise en route de l'ordinateur du Bureau de Télédétection de l'ORSTOM, spécialement conçu pour traiter les informations LANDSAT, permettra de poursuivre les recherches sur les autres thèmes et de reprendre les essais à d'autres dates, dans des conditions plus favorables que celles imposées par l'imprimante classique : anamorphose de la visualisation, lenteur du dialogue. Les résultats mentionnés ici seront repris pour réaliser des traitements sur des zones plus vastes afin d'évaluer les performances de la méthode utilisée.

On a volontairement insisté sur les possibilités photographiques, afin de souligner l'intérêt qu'il y a à mener de front l'interprétation des images et le traitement numérique, lorsque celui-ci possède son équivalent photographique. Ceci doit permettre de comparer les différentes dates d'enregistrement des données et de guider le traitement numérique, toujours plus coûteux, vers des dates et des zones particulièrement adaptées à un objectif thématique.

TABLEAU N° 3

Documents LANDSAT sur la scène 211/026 au 1er avril 1979

N°	DATE	IDENTIFICATION ORSTOM	ECHELLE	SUPPORT			NUMERO DES CANAUX UTILISES	BANDE MAGNETIQUE	OBSERVATIONS
				FILM	PAPIER	COMP. COLOREE			
1	28.08.75	82 218 094 245 NO (USGS)	million	x	x	x	4, 5, 6, 7	ORSTOM	Zone Fénétrange et Haguenau Zone Nancy - Metz
			250 000e	x		x			
			150 000e	x		x			
			100 000e	x		x			
2	04.03.76	(Telespazio)	500 000e	x	x	x	4, 5, 6, 7	ORSTOM n° CIRCE 108717	Zone Fénétrange et Haguenau
			150 000e	x		x			
3	18.04.76	82 452 093 855 GO (USGS)	million	x	x	x	4, 5, 6, 7		Essai d'équidensité colo- rée sur le 250 000e. Zone Fénétrange et Haguenau Zone Nancy - Metz
			250 000e	x		x			
			150 000e	x		x			
			100 000e	x		x			
4	15.05.76	(Telespazio)	million	x	x	x	4, 5, 6, 7	ORSTOM	Zone Fénétrange et Haguenau Zone Nancy - Metz
			500 000e	x		x			
			250 000e	x		x			
			150 000e	x		x			
5	13.08.76	(Telespazio)	million	x	x	x	4, 5, 6, 7	ORSTOM n° CIRCE 108854	Zone Fénétrange et Haguenau
			500 000e	x		x			
			150 000e	x		x			

TABLEAU N° 4
Liste des cartes au 1/25.000è

			Année de mise à jour
CHATEAU-SALINS	XXXV -14	1-2	1975
		3-4	1956
		5-6	1975
		7-8	1975
SARRE-UNION	XXXVI -14	1-2	1975
		3-4	1975
		5-6	1975
		7-8	1975
PARROY	XXXV -15	1-2	1956
		3-4	1956
		5-6	1956
		7-8	1956
SARREBOURG	XXXVI -15	1-2	1976
		3-4	1976
		5-6	1956
		7-8	1956
UCKANGE	XXXIV -12	1-2	1975
		3-4	1973
		5-6	1975
		7-8	1973
SAINT-AVOLD	XXXV -13	1-2	1975
		7-8	1975
M E T Z	XXXIV -13	7-8	1975
NOMENY	XXXIV -14	3-4	1975
B R I E Y	XXXIII-12	3-4	1975
		7-8	1975

TABLEAU DES PHOTOS AERIENNES I G M

Mission de 1972 sur CHATEAU-SALINS EN PANCHROMATIQUE

n°	5	7	9				
	59	57	55	53	51	49	47
	88	90	92	94	98	100	102
	142	140	138	136	134	132	130

Ces photos couvrent la Forêt Domaniale de FENETRANGE ainsi que la Forêt de KOEKING.

Mission de 1975 sur SARREBOURG EN PANCHROMATIQUE

n°	35	33	31
	36	38	40
	136	134	132

Partie sud de la Forêt de FENETRANGE.

TABLEAU N° 5

Passages du satellite LANDSAT 3 sur la scène 211/026

Le survol de la zone est toujours à 09 h 40 T.U.

Pour la fin de l'année 1978 :

- Vendredi 08.09.78
- Mardi 26.09.78
- Samedi 14.10.78
- Mercredi 01.11.78
- Dimanche 19.11.78
- Jeudi 07.12.78
- Lundi 25.12.78

Pour l'année 1979 (20 passages) :

- Vendredi 12.01.79	- Mercredi 11.07.79
- Mardi 30.01.79	- Dimanche 29.07.79
- Samedi 17.02.79	- Jeudi 16.08.79
- Mercredi 07.03.79	- Lundi 03.09.79
- Dimanche 25.03.79	- Vendredi 21.09.79
- Jeudi 12.04.79	- Mardi 09.10.79
- Lundi 30.04.79	- Samedi 27.10.79
- Vendredi 18.05.79	- Mercredi 14.11.79
- Mardi 05.06.79	- Dimanche 02.12.79
- Samedi 23.06.79	- Jeudi 20.12.79

TABLEAU N° 10bis

Description des parcelles forestières

N° de parcelle	Essences	Régime Forestier	Hauteur en m	Agés	Densité	Traitements	Etat sanitaire	Sous-étage	Classement visuel
A 179	chêne 60 % charme 25 % divers 15 %	Fourré Gaulis	6 - 8	20 - 40	très dense	-	bon	-	Feuillus 2
A 184	chêne 50 % charme 30 % divers 20 %	Fourré	4 - 5	15	moyenne	-	bon	-	Feuillus 2
F 218	chêne 60 % charme 40 %	Fourré	4	15	très dense	-	bon	-	Feuillus 2
F 138	chêne 50 % hêtre 40 % divers 10 %	Futaie	27	150	dense	-	bon	-	Feuillus 1
F 151 152 159 160	chêne 90 % hêtre 10 %	Futaie	26	170	dense	-	bon	-	Feuillus 1
S 125	chêne 50 % hêtre 10 % divers 40 %	Futaie	26	160	dense	-	bon	-	Feuillus 1

TABLEAU N° 14

THEME "EAU LIBRE"

Nom de la Vue	Date	Nombre de points de la Vue	Serpent de la vue minimum et maximum de chaque canal CANAUX				Serpent réel du lot étudié CANAUX				Parenté CANAUX				Nombre de points du lot étudié	Pourcentage du lot dans la Vue	Pourcentage de "Parasites"	Observations
			4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7				
Fénétrange	13.08.76	14 520	54 35	67 27	118 40	114 21	46 38	47 30	71 40	43 22	-	-	-	43 -	411	2,8	2,5	Brume
Bois des Enfants	13.08.76	14 520	53 32	60 24	115 36	110 16	46 35	45 27	83 36	41 17	-	-	-	41 -	612	4,2	5,7	
Réchicourt	13.08.76	14 520	51 32	63 24	114 33	107 14	47 35	47 27	83 33	42 15	-	-	-	42 -	967	6,7	1,5	
Dombasle	13.08.76	14 520	105 39	127 32	127 54	127 28	50 41	43 36	83 54	51 30	50 -	43 -	-	51 -	133	0,9	21	Meurthe Brume
Metz	13.08.76	14 280	68 40	80 32	111 43	103 17	47 40	39 35	73 43	46 19	-	39 -	-	46 -	271	1,9	7,2	Moselle Brume
Saint-Georges	13.08.76	14 280	53 32	70 24	123 40	114 15	47 34	47 25	74 40	42 15	-	-	-	42 -	297	2,1	3,4	
Mittersheim	13.08.76	43 560	47 35	70 28	115 40	107 21	45 36	42 28	66 40	42 21	-	42 -	66 -	42 -	643	1,5	0,3	Brume
Stock	13.08.76	43 560	57 34	67 26	118 36	114 14	45 35	38 27	66 36	42 15	-	38 -	66 -	42 -	1425	3,3	1,5	
Gondrexange	13.08.76	43 560	68 30	86 24	125 33	122 14	42 31	38 25	66 33	40 15	-	38 -	66 -	40 -	1344	3	0,7	
Sarrebourg II	13.08.76	6 545	100 35	127 27	127 48	126 21	45 39	38 31	66 48	38 23	-	38 -	-	40 -	24	0,4	8,3	
Sarrebourg III	04.03.76	6 720	88 15	103 12	117 15	81 3	24 20	20 14	25 15	14 4	-	-	26 -	14 -	21	0,3	0	
Pont-à-Mousson	04.03.76	6 720	38 15	46 10	73 13	68 3	28 19	27 13	38 13	14 4	-	-	-	14 -	280	4,2	5,5	1,8 % de perte d'eau
Dieuze	04.03.76	6 720	44 14	47 10	72 13	69 0	27 14	19 12	26 13	14 3	-	-	27 -	14 -	21	0,3	25	

TABLEAU N° 18

THEME "FEUILLUS"

Nom de la Vue	Date	Nombre de points de la Vue	Serpent de la vue minimum et maximum de chaque canal CANAUX				Serpent réel du lot étudié CANAUX				Parenté CANAUX				Nombre de points du lot étudié	Pourcentage du lot dans la Vue	Pourcentage de "Parasites"	Observations
			4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7				
Fénétrange	13.08.76	14 520	54 35	67 27	118 40	114 21	47 35	37 27	103 71	93 67	[- 37 - 93] [- - - 67]	6329	43,6	2,5	Brume			
Kerprich	13.08.76	14 520	78 36	77 29	115 57	106 31	45 36	36 29	106 65	106 66	[- 36 - 106] [- - - 66]	4718	33	2,3	Brume			
Réchicourt	13.08.76	14 520	51 32	63 24	114 33	107 14	43 33	34 25	40 62	107 59	[- 34 - 107] [- - - 59]	8538	59	1,5	Brume			
Badonviller	13.08.76	14 280	55 28	70 21	110 40	110 28	41 30	30 22	110 59	110 58	[- 30 - -] [- - - 58]	5294	37	0,8				
Saint-Georges	13.08.76	14 280	53 32	70 24	123 40	114 15	39 32	31 24	94 58	94 59	[39 31 94 -] [- - - 59]	3169	22	3,5				
Mittersheim	13.08.76	43 560	47 35	70 28	115 40	107 21	45 35	36 28	94 73	96 69	[- 36 94 -] [- - - 69]	13858	32	2,3	Brume			
Stock	13.08.76	43 560	57 34	67 26	118 33	114 14	44 33	33 26	94 65	96 66	[- 33 94 -] [- - - 66]	11025	25,3	2,1				
Gondrexange	13.08.76	43 560	68 30	86 24	125 33	122 14	39 33	31 24	92 62	94 58	[39 31 92 -] [- - - 58]	8874	20,4	3,1				
Sarrebourg I	13.08.76	6 545	100 35	127 27	127 57	126 34	40 35	35 28	94 57	94 42	[40 35 94 -] [- - - 42]	887	13,5	6,5	+ résineux			
Sarrebourg III	04.03.76	6 720	88 15	103 12	117 15	81 3	20 15	20 12	37 24	36 17	[20 20 37 36] [- - - 17]	406	6,1	7,6	+ résineux			
Dieuze	04.03.76	6 720	44 14	47 10	72 13	69 0	21 14	21 15	55 18	38 15	[21 21 - 38] [- 15 - 15]	1698	25,3	6	1 % de forêt perdue			
Pont-à-Mousson	04.03.76	6 720	38 15	46 10	73 13	68 3	21 15	18 11	39 20	33 15	[21 18 - 33] [- - - 15]	1586	23,6	7,8	+ résineux			

TABLEAU N° 19

THEME "RESINEUX"

Nom de la Vue	Date	Nombre de points de la Vue	Serpent de la vue minimum et maximum de chaque canal CANAUX				Serpent réel du lot étudié CANAUX				Parenté CANAUX				Nombre de points du lot étudié	Pourcentage du lot dans la Vue	Pourcentage de "Parasites"	Observations
			4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7				
Fénétrange	13.08.76	14 520	54 35	67 27	118 40	114 21	45 36	36 28	77 69	66 41	[- 36 - 66] [- - - 41]	345	2,4	-	Brume			
Kerprich	13.08.76	14 520	78 36	77 29	115 57	106 31	45 36	34 29	78 57	66 46	[- 34 - 66] [- - - 46]	309	2,2	2	Brume			
Réchicourt	13.08.76	14 520	51 32	63 24	114 33	107 14	42 32	34 24	90 54	58 45	[- 34 - 58] [- - - 45]	439	3	5	Brume			
Badonviller	13.08.76	14 280	55 28	70 21	110 40	110 28	39 28	30 22	78 40	57 28	[- 30 - 57] [- - - -]	4435	31	0,7				
Saint-Georges	13.08.76	14 280	53 32	70 24	123 40	114 15	39 32	31 24	79 54	58 43	[- 31 - 58] [- - - 43]	276	2	3				
Mittersheim	13.08.76	43 560	47 35	70 28	115 40	107 21	45 35	36 29	92 59	64 43	[- 36 - 64] [- - - 43]	648	1,5	-	Brume			
Stock	13.08.76	43 560	57 34	67 26	118 36	114 14	44 34	33 27	90 51	60 41	[- 33 - 60] [- - - 41]	517	1,2	-				
Gondrexange	13.08.76	43 560	68 30	86 24	125 33	122 14	39 30	31 24	90 54	57 43	[- 31 - 57] [- - - 42]	645	1,5	-				
Dieuze	04.03.76	6 720	44 14	47 10	72 13	69 0	20 14	14 10	35 18	25 15	[- 14 - 25] [- - - 15]	132	2	-				

TABLEAU N° 23

THEME "ZONES URBANISEES"

Nom de la Vue	Date	Nombre de points de la Vue	Serpent de la vue minimum et maximum de chaque canal CANAUX				Serpent réel du lot étudié CANAUX				Parenté CANAUX				Nombre de points du lot étudié	Pourcentage du lot dans la Vue	Pourcentage de "Parasites"	Observations
			4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7				
Metz	13.08.76	14 280	68 40	80 32	111 43	103 17	53 40	50 35	83 43	53 22	[-	50 35	-	53 -	3425	24	5,1	Eau effacée - Brume
Sarrebourg II	13.08.76	6 545	100 35	127 27	127 57	126 34	50 39	48 35	80 51	61 25	[-	48 -	80 -	61 -	767	12	18	Eau + Forêt effacées
Sarrebourg III	04.03.76	6 720	88 15	103 12	117 15	81 3	25 18	25 16	38 26	28 10	[-	25 -	38 -	28 -	479	7	9	Eau + Forêt effacées
Dieuze	04.03.76	6 720	44 14	47 10	72 13	69 0	25 21	25 21	38 30	24 18	[-	25 21	38 30	24 18	68	1	30	
Pont-à-Mousson	04.03.76	6 720	38 15	46 10	73 13	68 3	27 20	26 20	38 27	24 15	[-	26 20	38 -	24 15	466	7	13	