



National Library
of Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Canadian Theses Service

Service des thèses canadiennes

Ottawa, Canada
K1A 0N4

NOTICE

The quality of this microform is heavily dependent upon the quality of the original thesis submitted for microfilming. Every effort has been made to ensure the highest quality of reproduction possible.

If pages are missing, contact the university which granted the degree.

Some pages may have indistinct print especially if the original pages were typed with a poor typewriter ribbon or if the university sent us an inferior photocopy.

Reproduction in full or in part of this microform is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30, and subsequent amendments.

AVIS

La qualité de cette microforme dépend grandement de la qualité de la thèse soumise au microfilmage. Nous avons tout fait pour assurer une qualité supérieure de reproduction.

S'il manque des pages, veuillez communiquer avec l'université qui a conféré le grade.

La qualité d'impression de certaines pages peut laisser à désirer, surtout si les pages originales ont été dactylographiées à l'aide d'un ruban usé ou si l'université nous a fait parvenir une photocopie de qualité inférieure.

La reproduction, même partielle, de cette microforme est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30, et ses amendements subséquents.

UNIVERSITE D'OTTAWA

LA TELEDETECTION D'UN ENVIRONNEMENT FORESTIER ABITIBIEN:
COMPARAISON DES IMAGES MSS, TM ET SPOT

PAR

JEAN CHAMBERLAND

THESE

SOUMISE A L'ECOLE DES ETUDES SUPERIEURES ET DE LA RECHERCHE COMME
EXIGENCE PARTIELLE EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE
DE: MAITRISE ES ARTS (GEOGRAPHIE)

OTTAWA, ONTARIO

19 AVRIL 1991



National Library
of Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Canadian Theses Service Service des thèses canadiennes

Ottawa, Canada
K1A 0N4

The author has granted an irrevocable non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of his/her thesis by any means and in any form or format, making this thesis available to interested persons.

The author retains ownership of the copyright in his/her thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without his/her permission.

L'auteur a accordé une licence irrévocable et non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de sa thèse de quelque manière et sous quelque forme que ce soit pour mettre des exemplaires de cette thèse à la disposition des personnes intéressées.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège sa thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

ISBN 0-315-68034-2

Canada



UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA

ABREGE:

Trois images satellites multitudes et diachroniques provenant des senseurs B.M.S.. TM et SPOT ont été analysées en vue de leur contribution à la foresterie pour un secteur sis dans le nord-ouest québécois. Le résultat de ce travail avait comme assise principale l'analyse visuelle; il appert que le document TM (19-09-84) a le mieux répondu aux paramètres inhérents à cette recherche.

ABSTRACT:

Three satellite images originating from MSS (06-19,1983), TM (09-19,1984) and SPOT (04-22,1987) were analysed in a forestry context for a region part of north-western Quebec. The result of this work was mainly based on visual analysis; the TM image best performed according to the parameters on wich this research was conducted.

REMERCIEMENTS:

Je tiens d'abord à remercier mon directeur de thèse, le Dr. Hugues Gagnon, pour son support et sa patience tout au long de cette supervision. Par la suite, j'étends mes remerciements aux membres du comité de cette défense de thèse.

Je veux saluer la contribution du Dr. J.R. Eyton dans mes pérégrinations albertaines.

Cette thèse est le produit du support constant de mes affectionnés parents, Clément et Fernande, ainsi que de mes rocambolesques frères, Roland et Claude.

J'aimerais remercier, du plus profond du coeur, les personnes qui ont eu pignon sur rue à l'auberge de mes sentiments pendant ces quelques tumultueuses années.

Enfin, je voudrais dédier ce laborieux travail à ma compagne, Barbara ainsi qu'à ma fille, Eve-Marie. Et nous continuons à cultiver notre jardin...

TABLE DES MATIERES

PAGE

CHAPITRE I	Introduction	2
CHAPITRE II-	Contexte général	
2.1	Problématique	6
2.2	Objectifs	9
2.3	Ouvrages antérieurs	10
CHAPITRE III-	Région à l'étude	
3.1	Localisation	21
3.2	Géologie	21
3.3	Physiographie	22
3.4	Dépôts de surface	23
3.4.1	Zones géomorphologiques	23
3.4.2	Les complexes fluvioglaciaires et la moraine de Roulier	24
3.4.3	Glaciation et déglaciation	25
3.5	Climat	27
3.6	Sols	28
3.7	Flore	29
3.8	Végétation	30
3.9	Occupation humaine	32
CHAPITRE IV-	Méthodologie	
4.1	Renseignements sur les satellites	
	LANDSAT IV et V MSS - TM	34
4.1.1	Le balayeur multispectral	34
4.1.2	Le senseur Thematic Mapper	36
4.2	Le satellite SPOT	38
4.2.1	L'instrument HRV	38
4.3	Acquisition des images	41
4.4	Sélection des sites	42
4.5	Analyse densitométrique	44
4.6	Traitement des données:	
	le système SAS	47
4.6.1	La procédure DISCRIM	48
4.6.2	Interprétation de l'analyse discriminante	54
4.6.2.1	Sommaire de la classification pour les données calibrées: Travail-forêt. Probabilité postérieure d'appartenance à chaque groupe.	58
4.6.2.2	Résultat de la classification pour les données calibrées: Travail-forêt	62
4.7	Homogénéisation des documents satellites	63

4.8	La cartographie	64
4.8.1	La projection diapositive	64
4.8.2	L'analyse visuelle	65
4.8.2.1	Le choix des variables	67
4.8.2.2	Le report	70

CHAPITRE V- Résultats et commentaires

5.1	Synthèse forestière	79
5.1.1	Image MSS	88
5.1.2	Image TM	90
5.1.3	Image SPOT	91
5.1.4	Sommaire du suivi des changements perçus à partir des trois images	93
5.2	Apport à la foresterie	95
5.3	Commentaires	98

Chapitre VI-	Conclusion	101
--------------	------------	-----

	Bibliographie	104
--	---------------	-----

	Annexe 1	109
--	----------	-----

LISTE DES TABLEAUX, PHOTOGRAPHIES ET CARTES

	PAGE
TABLEAU I- OUVRAGES ANTERIEURS	16
TABLEAU II- SOMMAIRE DE L'ANALYSE DISCRIMINANTF	55
TABLEAU III- RESULTAT DE L'ANALYSE DISCRIMINANT	57
TABLEAU IV- GUIDE D'INTERPRETATION DES IMAGES	81
PHOTOGRAPHIE I- SECTEUR I - B.M.S	72
PHOTOGRAPHIE II- SECTEUR I - TM	73
PHOTOGRAPHIE III- SECTEUR I - SPOT	74
PHOTOGRAPHIE IV - SECTEUR II - B.M.S.	75
PHOTOGRAPHIE V - SECTEUR II - TM	76
PHOTOGRAPHIE VI - SECTEUR II - SPOT	77
CARTE I - REGION A L'ETUDE	20
CARTE II - SYNTHESE REGIONALE - SECTEUR I - B.M.S	82
CARTE III - SYNTHESE REGIONALE - SECTEUR I - TM	83
CARTE IV - SYNTHESE REGIONALE - SECTEUR I - SPOT	84
CARTE V - SYNTHESE REGIONALE - SECTEUR II - B.M.S.	85
CARTE VI - SYNTHESE REGIONALE - SECTEUR II - TM	86
CARTE VII - SYNTHESE REGIONALE - SECTEUR II - SPOT	87
CARTE VIII - LAC ROGER (1:100,000ième)	Pochette en annexe
CARTE IX - CARTE FORESTIERE (1:50,000ième)	Pochette en annexe

Chapitre 1- Introduction

La situation dans le domaine forestier peut, à bien des égards, être considérée comme ayant changé et ce, depuis le début des années '70. En effet, nous assistons au Canada et, dans une certaine mesure au niveau provincial, à un changement d'attitude face aux stratégies liées tant à la récolte de la biomasse forestière qu'à l'aménagement des superficies existantes et au suivi des secteurs ayant déjà été exploités. D'une vision des ressources reposant naguère sur le potentiel illimité de nos forêts, s'en substitue maintenant une dénotant le caractère limité de celles-ci.

Plusieurs facteurs contribuent à expliquer ce changement de cap. D'abord, il y a l'évolution des méthodes de prélèvement de la biomasse passant de l'emploi de la scie à chaîne à l'abatteuse; deuxièmement, l'évolution en hausse des superficies de coupe conditionnée par la rentabilité des industries de transformation y étant liées; troisièmement, par l'apparition et la comptabilisation de problèmes entomologiques et pathologiques; quatrièmement, par la perte de volumes marchands détruits par les feux de forêt et cinquièmement par l'état des zones en voie de régénération.

Cette prise de conscience est le fruit d'observations et de recherches de la part des forestiers eux-mêmes, mais aussi, de nombreux chercheurs oeuvrant dans des secteurs divers du monde forestier.

Nous pouvons citer, entre autres, le recours de plus en plus marqué à la télédétection depuis le début des années '60. Celui-ci se fait par l'utilisation de photographies aériennes, d'échelles et de types variés, pour la visualisation et l'estimation de nombreux paramètres de la scène forestière. Plus encore la disponibilité depuis 18 ans de données multispectrales provenant des satellites Landsat a permis une vue synoptique à des échelles variant du 1:1,000,000 au 1:50,000. Les avenues tracées en ce sens par les plate-formes américaines se veulent de plus en plus des supports importants à une meilleure compréhension de la mosaïque forestière.

Récemment, plusieurs pays européens dont la France, se lancèrent dans un programme de télédétection spatiale baptisé "SPOT" (système probatoire pour l'observation de la terre). Il se concrétisa par l'envoi du satellite "SPOT 1", dont les données sont disponibles depuis la fin février 1986.

Nous tenterons, à l'intérieur de ce travail, d'établir la contribution de l'imagerie multispectrale diachronique des 3 générations de satellites disponibles, au suivi des changements perceptibles en milieu forestier. Pour ce faire, une diapositive couleur de Landsat 1V MSS (19-06-83), une photographie couleur de Landsat V TM (17-09-84) et une diapositive couleur de SPOT 1 HRV MLA (22-04-87) seront utilisées pour mener à bien cette tâche.

L'emphase sera plus particulièrement mise sur les possibilités intrinsèques à chacune des images lorsque traitées de façon visuelle. Les travaux issus, par près de deux décennies de recherches basées sur les données des satellites Landsat de même que celles provenant des simulations SPOT, ouvriront la voie aux possibilités de nos documents. La sélection des sites représentatifs des scénarios rencontrés sur le terrain, servira de base à l'analyse du contenu de l'information densitométrique propre à l'image Spot. Ces données seront jaugées et incorporées à une grille de classification forestière s'apparentant à celle d'usage dans la confection de cartes de synthèse forestière au Québec. Nous tenterons d'établir sa pertinence suite à une routine informatisée. Après coup, nous verrons ce qui filtre des documents satellites lorsque comparés et soumis à une analyse visuelle opérée à travers un vecteur optique de transposition cartographique; nous esquisserons ainsi les paramètres en vertu desquels il serait loisible d'en tirer le meilleur parti.

Cet exercice aura, comme trame de fond, un secteur sis en Abitibi-Témiscamingue dans le nord-ouest québécois.



Chapitre 2- CONTEXTE GENERAL

2.1 Problématique

La discussion qui suit se concentre sur la dimension forestière prévalant dans la province de Québec. Guidé par une rationalisation de l'exploitation forestière sur son territoire, le gouvernement québécois via l'ex-ministère des Terres et Forêts, a procédé à l'aube des années '70 à une division de la région forestière commerciale (sud du 52e parallèle) en régions administratives et unités de gestion. Il y eut 9 régions administratives créées chapeautant un total de 44 unités de gestion. Chacune de ces entités a comme but premier de gérer l'allocation des surfaces de coupe et de maintenir à jour l'inventaire de la biomasse forestière s'y trouvant. Pour ce faire, l'utilisation de la photographie aérienne couplée à des relevés au sol permettent de dresser le profil des forêts sous leur juridiction. Il y a d'ailleurs une action concertée à tous les dix ans entre le Service de l'inventaire forestier à Québec et chacune des 44 unités de gestion pour la mise à jour des données statistiques compilées et l'évaluation de la tendance observée suite aux opérations forestières ayant eu cours durant cette période.

Cet exercice permet en outre de déceler les secteurs où l'équilibre des stocks est menacé. A l'heure actuelle, ceci correspond aux domaines climatiques de la sapinière à bouleau blanc et à la pessière noire.

Le glas sonné autour de l'équilibre des stocks est aujourd'hui d'actualité dans le nord-ouest québécois. Cette région, dominée par les deux domaines climatiques précédemment cités, est en proie, pour deux unités de gestion (83: Val d'Or; 86: Harricana) à une rupture de stock à moyen terme (15 ans). Ce scénario tient en gros à trois facteurs, en plus d'un autre dont il est difficile de mesurer l'importance.

En premier lieu, il y a la surexploitation des forêts de ces biomes; deux causes y sont associées. La première est celle du mode d'allocation des concessions forestières et des pressions qui en résultent de la part des industriels de la forêt. Ceux-ci veulent avoir accès aux stocks à proximité des infrastructures de transformation. A ces considérations, vient se greffer le mode de prélèvement de la biomasse forestière. Selon la stratégie choisie et l'équipement employé sur le terrain, il y a une relation directe avec le succès de la régénération.

En second lieu, il y a des lacunes au niveau de l'aménagement à l'intérieur de ces unités de gestion. Ceci est dû au peu de ressources, tant humaines que monétaires, mises à la disposition des gestionnaires des forêts de ce secteur par le Ministère de l'Energie et des Ressources. Ce scénario devrait se résorber suite à l'adoption d'une nouvelle politique forestière en 1985, et qui souligne que les secteurs en arrérage devront être

prioritairement aménagés.

En troisième lieu, il y a les dommages causés par la tordeuse du bourgeon de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clem.)) qui s'attaque surtout aux sapins baumiers, épinettes blanches et, dans une moindre mesure, aux épinettes noires. Depuis les vingt dernières années, les peuplements conifériens de sapins du nord-ouest québécois et de l'outaouais ont connu une infestation, notable par la quantité de m³ de résineux commercialisables perdus, suite aux assauts voraces de ces prédateurs.

En dernier lieu, il existe un problème dont les effets sont mal connus, celui des pluies acides. La publication d'une étude sur la qualité des eaux de 64 lacs de la région périphérique de Rouyn-Noranda apporte d'autres éléments pouvant se greffer à la dynamique forestière. Cette étude, réalisée par le Ministère de l'Environnement du Québec, démontre que la région sise "à moins de 125 km au sud-est de Rouyn-Noranda est très affectée par les précipitations acides générées par l'anhydride sulfureux (SO₂) en provenance des fonderies de la compagnie Mines Noranda Ltée de Noranda"⁽¹⁾. En outre, il semble que l'effet des pluies acides sur la forêt a des répercussions sur le taux de germination des semences et provoque un ralentissement de croissance.

¹. Dupont J. Nature et étendue de l'acidification de 64 lacs de la région de Rouyn-Noranda. P.120. Min.Env.Qué. Publication PA-9, 1984.

Ces éléments mettent donc en lumière le contexte forestier régional et relèvent certaines des contraintes rencontrées.

2.2 Objectif

Nous voulons établir la contribution de l'imagerie satellite multispectrale multidate, Landsat IV MSS, Landsat V TM et SPOT HRV MLA, traitée de façon visuelle au suivi des changements perceptibles en milieu forestier. L'accent sera mis sur les possibilités d'identification des peuplements, la délinéation des surfaces récoltées et "l'apparentabilité" de circonscrire les secteurs défoliés par un vecteur entomologique. Nous désirons aussi voir dans quelle mesure une résolution au sol plus fine (Landsat IV MSS: 82 m.; Landsat V TM: 30 m.; SPOT MLA (données géocodées avec corrections systématiques): 12.5 m.), un étalement de la fourchette spectrale différent, de même qu'une séquence phénologique couvrant toute la période végétative, génèrent comme information forestière. De quelle façon un intervenant du monde forestier pourrait-il se servir de ces documents, eu égard à leur interprétabilité et aux coûts qui y sont associés?

2.3 Ouvrages antérieurs:

La détermination des changements apparus en territoire forestier constitue une des facettes dans la mise à jour de l'inventaire forestier dont l'aménagement conséquent est tributaire. Pour ce faire, l'utilisation des satellites de télédétection représente une des solutions les plus prometteuses qui s'offre aux gestionnaires de la forêt.

Déjà, l'utilisation de l'imagerie Landsat B.M.S. se rencontre dans la cartographie effective des types de couverts forestiers (Heath, 1974; Heller, 1975; Beaubien, 1977, 1978, 1979; Rubec et Wickware, 1978) des perturbations (Lee, 1975; Bryant et al., 1979) et de la défoliation (Rhode et Moore, 1974); ces applications s'appuient toutes sur des analyses de scènes individuelles.

L'analyse diachronique révèle un potentiel plus considérable; ceux qui y ont travaillé souscrivent au fait qu'il devient plus aisé de circonscrire et de comptabiliser l'ampleur des perturbations en plus d'accroître la définition des différents couverts forestiers (Lee, 1975; Murtha et Watson, 1975; Orhaug et al., 1976; Williams et al., 1979; Banner et Lynman, 1981; Nelson, 1983; Jano et Pala, 1984).

Cependant, les contraintes spatiales et spectrales

du B.M.S. font qu'il ne peut répondre qu'à certains besoins des forestiers. Un de ses avantages, certes, est qu'il permette une vue synoptique de la surface terrestre; mais, dans une perspective où, plusieurs auraient souhaité qu'il puisse éventuellement remplacer la photographie aérienne panchromatique et infrarouge dans la confection de cartes d'inventaire forestier, ces espoirs n'ont été que partiellement rencontrés.

La disponibilité de données provenant de l'appareil "Thematic Mapper" en milieu forestier a rendu la classification encore plus compatible avec la réalité terrain.

Les premiers travaux portant sur des simulations "TM" ont surtout mis l'accent sur le contenu de son information, sa façon de la traiter par différentes approches statistiques, de manière à jauger sa justesse et son détail (Dottavio et Williams, 1982; Nelson et al., 1984;) de même que sa séparabilité entre différentes classes de couvertures forestières (Latty et Hoffner, 1981). Plus encore, il convenait d'établir pour fins d'interprétation, un mode de présentation couleur de l'imagerie facilitant à l'interprète l'extraction de l'information. La difficulté provenait du fait que dans la génération d'un produit photographique, il fallait choisir 3 des 6 bandes réfléchies du capteur. Suite aux travaux de Horler et Ahern (1986), corroborant ceux de Crist et Cicone (1984), ils considèrent que pour une discrimination générale du type de couvert forestier, la sélection optimale

devrait reposer sur les bandes TM 3,4, 5. En plus, l'étude des données TM du nord-ouest de l'Ontario (région de Dryden, Horler et Ahern, 1986) révèle un contenu quant à la densité des couverts ainsi qu'à la régénération. Néanmoins, les données ne permettaient pas de discriminer l'épinette noire du pin gris à la lumière de la seule réflectance spectrale.

L'approche visuelle découlant de l'interprétation de films transparents disponibles commercialement a été peu documentée. Benson et Gloria (1985) ont tenté de déterminer la valeur relative d'images composites B.M.S. et TM de Landsat IV, pour le nord de la Californie, basée sur l'identification des grands types de couverts forestiers en utilisant des techniques d'interprétation connues (Colwell, 1978; Benson et Dummer, 1983). Ils ont défini 8 catégories forestières agréant aux besoins de stratification et se prêtant à l'élaboration de clés sélectives d'interprétation d'images. Quinze interprètes ont été sollicités pour identifier des points répartis de façon aléatoire sur les images. Les meilleurs résultats ont été obtenus suite à l'interprétation d'une image des bandes TM 3, 4, 5. L'image des bandes 1, 2 et 4 du B.M.S. a mieux performé pour 4 des huit thèmes: conifère de faible densité, feuillu, sol dénudé et affleurement rocheux. Dans un contexte, sensiblement plus compatible avec le nôtre (SE et NO du Wisconsin), Hopkins et al., (1988) ont conclu que l'imagerie TM (bandes 3, 4, 5) a permis une séparation visuelle allant au-delà du groupement mélangé. Une distinction potentielle d'espèces ou

de groupes d'espèces a été fortement indiquée par la ségrégation Pin gris de Pin rouge.

L'imagerie simulée "SPOT" a été bien scrutée sous son apport à la foresterie. Laframboise et al., (1985, 1) soulignent que lorsqu'acquise en automne, l'image SPOT peut permettre d'isoler les cimes mortes (couverts résineux; mélangés dominés par les feuillus) selon trois classes. Ceci est d'autant plus important pour nous car nous disposons d'une image de printemps (SPOT 1 HRV2 MLA, 22-04-87) où la végétation arborescente n'avait pas encore entamé sa feuillaison. Dans le contexte plus large de la cartographie forestière où les données simulées du TM et de SPOT ont été analysées, Laframboise et al. (1985, 2) jugent qu'elles devraient permettre de remplacer la photographie aérienne dans les zones où la concentration de mises à jour la justifie. Elles pourraient aussi être utilisées comme outil complémentaire pour la cartographie forestière au 1:20,000 et comme document de base pour une cartographie de synthèse à l'échelle du 1:50,000 ou du 1:125,000. Les données multispectrales simulées SPOT (ibid cité) avec 20 m. de résolution au sol ont aussi permis de délinéer facilement 2 niveaux de densité (3 sur un document orienté) chez les résineux. Pour les feuillus, la différence est nette entre la classe arborescente et arbustive. Pour ce qui est de la composition, le problème demeure. La distinction épinette noire de pin gris ne pouvait être opérée. Cependant, on note la possibilité de distinguer nettement les zones protégées en bordure des plans

d'eau, ce qui représente un ajout, surtout à la lumière des provisions établies en ce sens par la nouvelle politique forestière du gouvernement québécois.

Pour leur part, Buchheim et al. (1985) ont réussi à isoler de façon visuelle plusieurs groupements forestiers, d'une acuité se rapportant au niveau III de la classification américaine (Anderson et al., 1976). Ceci est dû à la très bonne qualité tant de l'information spectrale que texturale propre à l'imagerie multispectrale "SPOT". Ces auteurs furent aussi en mesure de déterminer 2 niveaux de défoliation conséquents à la présence de la tordeuse du bourgeon de l'épinette (sévère: 75 à 100% du feuillage atteint; arbres morts). Ils attribuent cette performance au stade auquel les données furent recueillies (18 juin) et soulignent le fait de pouvoir discriminer plusieurs niveaux de défoliation sur un document de la mi-été.

Dans un dernier temps, une équipe de chercheurs canadiens (Ahern et al., 1985) s'est penchée sur la question relative aux limites inhérentes aux trois générations de satellites actuels, eu égard à l'information forestière, lorsqu'abordée sous le couvert des résolutions spectrale et spatiale. Des données aéroportées du 22 août 1980 ont été recueillies par un capteur Daedalus et ont permis de simuler les bandes du B.M.S. avec résolution de 50 mètres, les bandes 1 à 5 du TM avec 30 mètres de résolution, de même que les 3 bandes de SPOT avec 20 mètres de résolution au sol.

Des images infrarouges couleurs composites à l'échelle du 1:50,000 furent générées pour analyse visuelle; trois personnes ayant de bonnes connaissances en photointerprétation procédèrent à l'analyse des documents. Voici ce qu'ils ont tiré des documents.

TABLEAU I

senseur simulé	échelle	espèces	Insectes maladies	Routes	Utilisation du sol	Feux forêts	Super ficie	Coupes Type	âge	Régénération
20 m. HRV MLA SPOT	1:50,000	4	2	1-2	1-8	2 **	2	1-3 C/D	1-2	1
30 m. Bandes 1 à 5 TM 50 m.	1:50,000	4	-----	1-2	1,3-7	2 **	2	1	1-2	-----
Bandes 1 2-4 B.M.S.	1:50,000	4	-----	1-2	1,3-7	2 **	2	1	1-2	-----

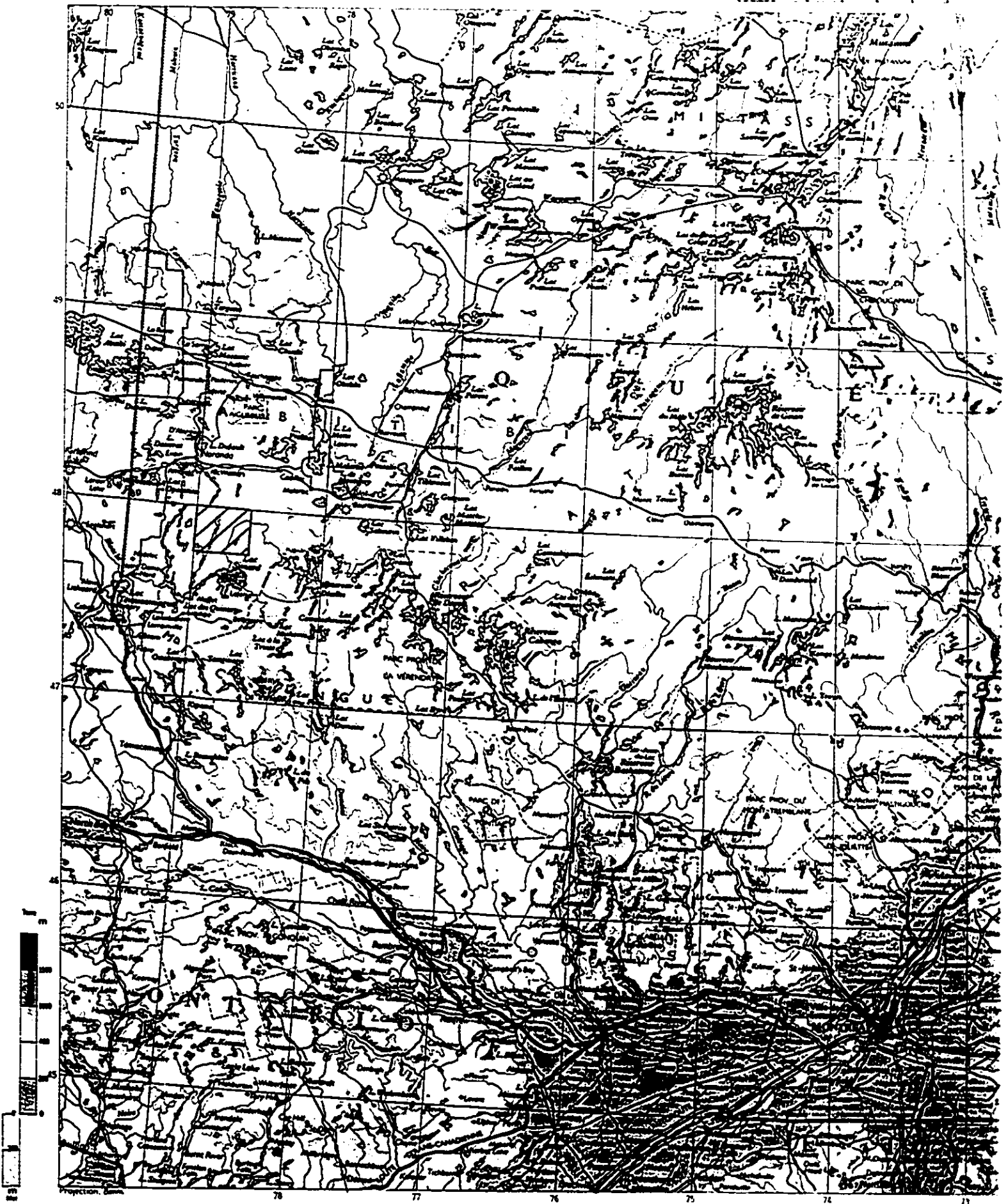
** à la vraiseemblance du thème coupe totale

Légende

- espèces**
1. Sépare les espèces par classes de 10%
 2. Sépare par groupe de catégories (ex: feuillus tolérants, feuillus intolérants, sapins)
 3. Sépare les types de couverts par tranches de 10% (ex: résineux, mélangés, feuillus)
 4. Sépare les types de couverts par tranches de 25%
- Insectes
maladies**
1. Sépare par niveaux de dommages
 2. Détecte la présence de dommages
- Routes**
1. Sépare par classe de route
 2. Détecte les nouvelles constructions
- Utilisation
du sol**
1. Détecte les secteurs urbains
 2. Détecte les secteurs agricoles
 3. Détecte les lacs
 4. Détecte les lignes hydroélectriques
 5. Détecte les rivières
 6. Détecte les secteurs en friche
 7. Détecte les tourbières
 8. Détecte les ruisseaux
- Peux de
forêt**
1. Identifie des secteurs de 6 hectares ou plus
 2. Identifie des secteurs de 3 à 5 hectares
 3. Identifie des secteurs de 1-2 hectares
- Coupes**
- a) superficie**
1. Identifie des secteurs de 6 hectares ou plus
 2. Identifie des secteurs de 3 à 5 hectares
 3. Identifie des secteurs de 1 à 2 hectares
- b) type**
1. Reconnaît les coupes à blanc
 2. Distingue entre coupes à blanc et coupes partielles
 3. Sépare par types de coupes
 - A. de jardinage
 - B. d'éclaircissement
 - C. par bandes
 - D. en damiers
- c) âge**
1. Sépare par groupes de 10 ans
 2. Sépare par groupes de 5 ans
 3. Sépare par groupes de 1 à 3 ans
 4. Sépare par groupes de 1 an.
- Régénération**
1. Sépare par types de couverts (feuillus ou résineux)
 2. Sépare par espèces
 3. Sépare par classes de 5 ans

Nous voyons que le type de comparaison que nous voulons effectuer a déjà été sondé sous divers aspects, mais non à la lumière de la facette diachronique. Nous pouvons ainsi étayer notre recherche à partir des bases fournies par ces différents auteurs.

Chapitre 3- REGION A L'ETUDE



3.1 Localisation

Elle est située à 380 km au nord-ouest d'Ottawa et à 50 km au sud-est de Rouyn-Noranda dans le nord-ouest québécois. Elle fait partie de la limite septentrionale du comté de Témiscamingue. Elle est comprise entre le 78° 30' et le 79° de longitude ouest de même que du 47° 45' et du 48° de latitude nord. Elle correspond, en tous points, au feuillet 1:50,000ième 31 M/15, Lac Roger, Québec, de la Direction des levés et de la cartographie du Ministère de l'Energie et des Ressources du Canada. Essentiellement à vocation forestière, elle couvre une superficie de 117,600 hectares, répartis dans les U.G.F. 83 (Val d'Or) et 82 (Rouyn-Noranda).

3.2 Géologie

Le substrat régional fait partie du bouclier canadien et est associé à la province du lac Supérieur. La lithologie est caractérisée par des roches plutoniques (granites et roches apparentées), volcaniques et parfois d'origine sédimentaire qui peuvent être métamorphisées par endroits (Barlow, 1899).

3.3 Physiographie

Cette région fait partie de la "petite enclave argileuse", telle que décrite par Barlow (1899). Elle correspond à la masse d'eau tardi-glaciaire, dénommée lac Barlow (Wilson, 1938) qui a recouvert la région lors du retrait de la calotte laurentienne. Le relief est peu accidenté; les secteurs les plus déprimés étant situés à 274 mètres a.n.m. (au-dessus du niveau de la mer) et les sommets culminant à 414 mètres a.n.m. . La totalité de la région a son réseau hydrographique associé au bassin versant de la rivière des Outaouais. Les principaux bassins lacustres et rivières d'importance que l'on y retrouve sont les lacs Berval, Caron, Caribou, Beaudry, Roger, Basserode, Clérion et Hippocampe, de même que les rivières Roger, Kinojévis et Darlens qui sont des tributaires importants de la rivière des Outaouais.

3.4 Dépôts de surface

3.4.1 Zones géomorphologiques

Plusieurs auteurs ont contribué à l'étude de cette région. Notons les travaux de Barlow (1899), Wilson (1938), Vincent et Hardy (1977) et Veillette (1983,1986). Nous ferons surtout référence à ce dernier, vu l'étendue de sa contribution, tant dans un contexte régional qu'extra-régional.

Cet auteur considère que pour bien visualiser l'étendue et le type de dépôts en présence, nous devons faire appel à trois zonations propres à un environnement glaciolacustre.

La première est la plaine argileuse. Elle couvre les secteurs les plus bas en altitude. Elle comprend les argiles glaciolacustres et silts varvés qui ont été mis en place là où la profondeur du bassin était supérieure à 50 mètres (pour notre secteur, altitude <315-330 mètres, Veillette,1983).

La deuxième est la zone intermédiaire qui se situe entre le niveau maximal atteint par les eaux glaciolacustres (entre 365 et 380 mètres pour notre secteur, *ibid*, 1983) et le niveau maximal de la plaine argileuse. Ses principales caractéristiques sont le remaniement des formations meubles par l'action des vagues et l'absence de varves. Les dépôts que l'on y trouve sont

des sables, des sables et graviers, des graviers grossiers et des blocs. L'auteur (ibid cité) y fait aussi référence en parlant du "faciès sub-littoral et de plages".

La troisième est la zone supra-aquatique, située au-dessus du niveau maximal atteint par les eaux glaciolacustres. Le till y est présent et est plus épais que dans la zone précédente, là où il a subi un délavage. Les formes fluvioglaciaires, telles que les eskers, ont des sommets minces et des pentes abruptes.

3.4.2 Les complexes fluvioglaciaires et la moraine de Roulier

Les complexes fluvioglaciaires, résultant de rivières coulant à la base du glacier, ont été mis à jour lors du retrait glaciaire. Leur morphologie est celle de buttes filiformes, pouvant atteindre 20 mètres de hauteur et plusieurs kilomètres de longueur, composées de sables, graviers et blocs de moins de 1 mètre où une stratification peut quelquefois être observée.

A l'intérieur de notre secteur, ils sont conformes aux dépressions structurales orientées NE-SO. Nous en trouvons deux; le premier complexe suit un axe allant de la rivière Darlens, se prolongeant à l'est du lac Clérion; l'autre est confiné au sud du lac Caron.

La moraine, désignée formellement de Roulier par Vin-

cent et Hardy (1977), couvre, pour sa partie orientale, un secteur s'étendant au sud du lac Caron jusqu'à l'extrémité sud-est du lac Basserode. Celle-ci est composée de sables, graviers et blocs de plus de 1 mètre, de même que de "flow till" (ibid cité). Sa morphologie, sa stratification de même que son orientation, témoignent d'une halte dans le retrait du glacier.

Ces deux types de forme ont eu leur surface modifiée par les eaux glaciolacustres ce qui, au contact entre l'esker du lac Caron et la moraine de Roulier, a donné lieu à une plaine d'épandage qui couvre plus de 25 km².

3.4.3. Glaciation et déglaciation

Suite à l'examen des surfaces striées observées dans notre secteur, il semble que la dernière glaciation s'est faite en direction du SO (ibid, 1986). Elle a laissé un placage de till qui, en de nombreux endroits, a été recouvert par les dépôts glaciolacustres.

La déglaciation s'est faite selon un axe SO-NE, à l'oblique du lac Témiscamingue et dans l'axe de la moraine d'Harricana. Les eaux glaciolacustres ont pénétré dans cette ouverture qui devait résulter d'une zone de glace plus mince (ibid, 1983). L'ouverture s'est prolongée dans le NE, avec individualisa-

tion progressive de ce qui apparaît comme étant deux masses de glace, l'une se retirant du SO vers le NE, comme en témoigne la moraine d'Harricana, l'autre SE au NO, selon la position frontale et la stratification observée dans la moraine de Roulier. L'auteur (ibid cité), après avoir proposé un modèle de retrait faisant appel à deux glaciers (Hudson et du Nouveau-Québec) a poursuivi ses recherches dans un contexte extra-régional et selon les évidences tirées de mesures de stries le long de complexes fluvioglaciaires, de forages, du transport de blocs erratiques et de l'analyse lithologique des tills, a reformulé une hypothèse reposant sur une seule calotte glaciaire (Laurentienne) qui se serait divisée, dans notre secteur, en deux lobes distincts (ibid, 1986). Ainsi, les eaux glaciolacustres ont envahi la région aux environs de la moraine McConnell vers 10,200 ans $\pm$ 180 B.P. (GSC-3467) et notre secteur vers 8690 ans $\pm$ 150 B.P. (GSC-3412) (ibid, 1983). Elles sont responsables de la mise en place des différents dépôts de surface tels que ceux précédemment mentionnés en 3.4.1 . Suite à la vidange du lac Barlow, se sont ensuite constitués des dépôts alluviaux le long des rivières Kinojévis et des Outaouais, et des tourbières, dans les zones déprimées et sur les plateaux là où la nature des dépôts ne favorisait pas un drainage adéquat.

3.5 Climat

Les données météorologiques disponibles pour notre secteur sont issues des relevés de la station "Rapide II" qui fut opérationnelle jusqu'en septembre 1970. Basé d'après une compilation datant de la fin des années '60, voici le scénario rencontré.

La température moyenne annuelle est de 1.9°C . Janvier est le mois le plus froid avec un minimum absolu de -46°C et une température moyenne de -18°C . En juillet, le mois le plus chaud, la moyenne se situe à 17.7°C .

La précipitation annuelle dont environ 25% tombe sous forme de neige, se situe à 810 m.m. . C'est un niveau passablement bas qui peut favoriser l'avènement de feux de forêt. Quant à la période sans gelée, elle est de l'ordre de 1. jours.

Référence: Ferland, M.-G. et Gagnon, R.-M., 1967. Climat du Québec méridional. Min. Rich. Nat., Québec. 93 p.

3.6 Sols

Nous n'avons pas procédé à une analyse des sols "in situ". La typologie, ici présentée, fait appel aux observations et travaux de Lafond et Ladouceur (1968) qui ont couvert tout le bassin de la rivière des Outaouais et de Brown (1981) qui a compilé un impressionnant échantillonnage de paramètres forestiers au sud de notre secteur.

C'est à partir des dépôts laissés par le retrait des glaciers, bassin glaciolacustre et des rivières que s'est constituée le matériel parental qui s'est différencié pour donner les types de profils rencontrés dans la région. Ils sont le résultat de l'action, plus ou moins intensive, des principaux facteurs pédogéniques tels le climat, la topographie, la pente, le drainage, l'âge et la végétation.

Un premier groupe se rapporte à l'ordre des sols organiques; ceux-ci sont le lot des tourbières et des communautés telles que les mélaizaies et pessières noires à sphaignes. Ils se rencontrent dans tous les bas-fonds mal drainés et aussi sur les plateaux où le drainage est particulièrement lent.

Le deuxième groupe est classé comme faisant partie de l'ordre podzolique; la majorité des communautés forestières rencontrées évoluent sur des podzols humo-ferriques (Brown, 1981).

3.7 Flore

Nous procéderons à l'énumération des espèces arborescentes rencontrées. Le nom latin sera donné de même que son équivalent français.

- * *Acer saccharum* Marsh. = Erable à sucre
- * *Betula alleghaniensis* Britton = Bouleau jaune
- * *Ostrya virginiana* (Mill.) Koch = Ostryer de Virginie
- * *Acer rubrum* L. = Erable rouge
- * *Acer pensylvanicum* L. = Erable de Pennsylvanie
- Betula papyrifera* Marsh. = Bouleau à papier ou
 Bouleau blanc
- * *Populus balsamea* Michx. = Peuplier baumier
- * *Populus grandidentata* Michx. = Peuplier à grandes
 dents
- Populus tremuloides* Michx. = Peuplier faux-tremble
- * *Fraxinus nigra* Marsh. = Frêne noir
- * *Pinus strobus* L. = Pin blanc
- Pinus divaricata* (Ait.) Dumont = Pin gris
- Abies balsamea* (L.) Mill. = Sapin baumier
- Picea glauca* (Moench) Voss. = Epinette blanche
- Picea mariana* (Mill.) BSP. = Epinette noire
- * *Thuja occidentalis* L. = Thuja occidental ou cèdre
- Larix laricina* (Du Roi) K. Koch. = Mélèze laricin

Toutes les espèces précédées d'un astérisque sont rencontrées de façon sporadique et ne forment que rarement des communautés, au sens entendu dans la classification forestière québécoise. Seuls, l'érable à sucre et le bouleau jaune donnent leur nom à des communautés, en deux sites pour le premier et en six sites pour le second.

3.8 Végétation

La région à l'étude se situe, selon la classification des forêts du Canada de Rowe (1959), dans la section B.7 Missinaibi - Cabonga. Grandtner (1966), bien qu'adhérant à cette catégorisation, la raffine et précise qu'elle constitue la zone de la sapinière à bouleau jaune, au sud de notre secteur, et la sapinière à bouleau blanc au nord.

Elle coïncide, en regard du milieu étudié, avec la limite septentrionale du pin blanc, du bouleau jaune et de l'érable à sucre.

La forêt prédominante est à caractère mixte, consistant en une association du sapin baumier, de l'épinette noire et du bouleau blanc avec, de façon éparse, quelques épinettes blanches et peupliers faux-tremble. Cette association est un type dominant apparaissant dans des conditions de pentes moyennes (stations mésiques).

On note toutefois que les bouleaux à papier ont été atteints de la "mort en cime" et que les sapins baumiers ont été dévastés par l'épidémie de la tordeuse du bourgeon de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clem.)).

Nous retrouvons également quelques peuplements d'érable

à sucre et de bouleaux jaunes qui colonisent les crêtes à texture grossière ou les pentes à fort drainage avec orientation SE.

Sur quelques sommets rocheux, nous dénombrons encore quelques pins blancs. Ils sont les derniers reliquats d'une période où l'on procéda à l'abattage, sur stations xériques, de la majorité d'entre eux.

Les terrasses sableuses, de part et d'autre des rivières, favorisent le pin gris, bien qu'il soit associé à l'épinette noire sur des sols rocheux pauvres et aussi, suite à un feu de forêt.

L'épinette noire avec le mélèze laricin, couvrent les étendues formées de sols organiques saturés en eau. Le cèdre, de même que le frêne noir, affectionnent les terrains où la nappe phréatique est près de la surface.

~
Nous sommes donc en présence d'un milieu où le climax régional s'apparenterait à la dénomination de Grandtner. Toutefois il convient de noter que notre secteur a connu, pour la majorité de sa superficie, 3 récoltes forestières, en plus d'autres intrants tels que feux, chablis, dépérissement et de facteurs difficilement quantifiables tel l'effet des pluies acides. C'est dire que nous sommes en présence d'un milieu, pour le moins, perturbé.

3.9 Occupation humaine

On ne retrouve aucun représentant des races euro-canadiennes habitant ce secteur sur une base annuelle. Seuls quelques autochtones de la nation algonquine et qui sont, pour la plupart, "sédentarisés" aux réserves de Long Point (Winneway, Est du lac Simard) et de Notre-Dame-Du-Nord, Québec, y pratiquent encore des activités liées à leur mode de vie traditionnel; la villégiature ainsi que la pêche et la chasse représentant le fief saisonnier des habitants des communautés non-autochtones des environs.

Chapitre 4- METHODOLOGIE

11

4.1 Renseignements sur les satellites Landsat IV et V MSS - TM

Il importe, à ce stade, de donner quelques renseignements sur les satellites dont nos images proviennent. Le satellite Landsat (satellite pour l'observation de la terre) IV, est le quatrième, d'une série de sept, qui a été largué dans l'espace le 16 juillet 1982. Landsat V est opérationnel depuis le 1er mars 1984. Leurs orbites sont répétitives, circulaires, héliosynchrones et quasi-polaires, à une altitude de 705 km. Ils ont un angle d'inclinaison de 98.2° et traversent l'équateur en mode descendant à 9 heures 45 A.M. heure locale. Leur cycle orbital est de 16 jours. Les orbites de ces deux satellites ont été déphasées de 8 jours, de façon à ce qu'il y ait un cycle de couverture répétitive de 8 jours, dans le passage alternant de l'un ou de l'autre de ces satellites au-dessus d'un point terrestre.

4.1.1 Le balayeur multispectral

Le balayeur multispectral couvre une séquence de 185 km X 185 km à l'intérieur de 4 bandes spectrales. Deux sont dans le visible: la bande 1: 0.5-0.6 micron (vert); la bande 2: 0.6-0.7 micron (rouge); et deux sont concentrées dans le proche-infrarouge: la bande 3: 0.7-0.8 micron et la bande 4: 0.8-1.1 micron. Le champ de vue instantané (IFOV: instantaneous field of view) du balayeur

est carré et résulte dans une cellule de résolution au sol de 82 m. d'un côté. Le champ total de visé balayé est approximativement de 14.92° ; un miroir balayant oscillant est utilisé pour la collection de l'information. Le miroir oscille une fois chaque 33 milliseconde. Six lignes contigues sont balayées simultanément avec chaque oscillation du miroir. Cette particularité requiert quatre groupes (un par bande) de chacun six détecteurs (un pour chaque ligne). Le signal analogue capté par chacun des détecteurs est converti sous une forme digitale par un convertisseur analogue-digital à bord du satellite. Un écart numérique digital, variant de 0 à 64 (6 bits), est utilisé à cette fin. Le convertisseur recueille les données des détecteurs environ 100,000 fois par seconde, résultant en un espacement nominal au sol de 56 m. entre chaque lecture. Etant donné cet espacement, les valeurs de l'image forment une matrice de cellules de 56 X 82 m. (pixel). Le balayeur multispectral balaie chaque ligne, d'ouest en est, en mode descendant vers le sud selon la trajectoire de la plate-forme, ce qui assure une progression des lignes balayées. Une scène nominale comporte 2340 lignes balayées, avec 3240 pixels par ligne ou 7,581,600 pixels par canal. Avec quatre observations spectrales par pixel, chaque ensemble de données, propre à une image, comporte plus de 30 millions d'observations. Considérant qu'une image est échantillonnée en environ 25 secondes, le taux de génération des données est, pour le moins, énorme. Les données peuvent être retransmises aux stations réceptrices au sol par les antennes des bandes X et S à bord du satellite ou par l'antenne à haut gain

(High gain antenna) qui peut relayer l'information à un satellite de communication géosynchrone placé à 41° de longitude ouest et qui fournit une couverture quasi-complète de l'hémisphère occidental.

4.1.2 Le senseur Thematic Mapper

Le Thematic Mapper est un balayeur multispectral hautement avancé incorporant un nombre d'améliorations de conceptions spectrales, radiométriques et géométriques relativement au B.M.S. Les améliorations spectrales incluent l'acquisition des données dans sept bandes, plutôt que quatre, avec de nouvelles bandes dans les portions du spectre correspondant au visible (bleu), au moyen infrarouge et au thermique. Aussi, basé sur l'expérience tirée des données du B.M.S. et du résultat de recherches radiométriques extensives de terrain, l'amplitude des longueurs d'onde et la localisation des bandes T.M. ont été choisies de façon à améliorer la différenciabilité spectrale de la majorité des milieux de la surface terrestre. Radiométriquement, le T.M. opère sa conversion du signal analogue-digital dans une fourchette de 256 nombres digitaux (8 bits). Ceci correspond à une augmentation quadruple dans l'échelle des grisés relativement aux 64 (6 bits) utilisés par le B.M.S.. Géométriquement, les données T.M. sont échantillonnées selon un champ de vue instantané (IFOV) de 30 mètres (pour toutes les bandes, sauf celle du thermique qui est de 120 mètres). De plus, à l'instar du B.M.S., qui recueille ses données lorsque son

champ de vue instantané est traversé d'ouest en est le long d'une ligne balayée, le T.M. acquiert ses données durant les deux pulsions (avant: ouest en est; renversée: est en ouest) couvertes par son miroir balayant. Cette procédure de balayage bidirectionnel est employée afin de réduire le nombre d'oscillations du miroir balayant et d'augmenter la période de temps que chaque détecteur peut consacrer à une portion donnée de la terre à l'intérieur de son champ de vue instantané. Le T.M. balaie à travers un champ de vue total de 15.4° . Il complète approximativement sept cycles de balayage bidirectionnel par seconde. Ce nombre, relativement peu élevé, limite l'accélération du miroir balayant, améliorant l'intégrité géométrique du processus de collecte des données tout en augmentant la performance du signal-au-bruit (signal-to-noise) du système.

Une autre différence majeure entre le T.M. et le B.M.S. réside dans le nombre de détecteurs utilisés par les diverses bandes de détection. Alors que le B.M.S. utilise six détecteurs pour enregistrer les données de chacune de ses quatre bandes spectrales (totalisant 24 détecteurs), le T.M. utilise 16 détecteurs pour chacune de ses bandes non-thermales (bandes 1-2-3-4-5-7) et 4 pour sa bande thermique. Ainsi, 16 lignes de chacune des bandes non-thermales et 4 de données thermale sont recueillies à chaque oscillation du miroir balayant. Le taux de transmission des données impliquées est substantiel; le B.M.S. transmet 15 megabits par seconde (Mbps) et le T.M. 85 Mbps. .

4.2 Le satellite SPOT

Le "satellite pour l'observation de la terre" SPOT 1, a été lancé le 21 février 1986 par la France. Ses émissions sont captées, pour l'ouest de l'Amérique du nord, à la station de Prince-Albert en Saskatchewan alors que pour l'est, de même que pour les Antilles, à la station de Gatineau au Québec.

Tout comme les satellites Landsat, SPOT 1 a une orbite circulaire, quasi-polaire et héliosynchrone mais, à une altitude de 832 km. . Il a un angle d'inclinaison de 98.7° et traverse l'équateur en mode descendant à 10hrs 30 A.M. heure locale.

Le satellite comporte deux parties: la plate-forme qui contient les instruments nécessaire à la commande de l'orbite, à la réception des instructions et à l'alimentation électrique et, la charge utile qui comprend les instruments d'observation de la terre et l'appareillage de télémessure.

4.2.1 L'instrument HRV (haute résolution dans le visible)

L'engin spatial contient deux imageurs à haute résolution dans le visible de conception identique que l'on peut exploiter indépendamment ou selon divers modes de couplage. A l'inverse du système à miroir oscillant du système imageur de

Landsat, le système HRV de SPOT produit des images par le recours au mode de balayage "en peigne" (push-broom scanning mode); chaque ligne de l'image est formée au moyen d'un réseau linéaire de détecteurs situés dans le plan focal de l'instrument et qui procède à un balayage commandé électroniquement. Les lignes successives de l'image sont produites par suite du déplacement du satellite sur son orbite. On obtient des lignes de détection droites et continues, comportant 6000 éléments d'affichage fondamentaux par ligne en mode panchromatique et 3000 pour chacune des bandes en mode multispectral, sans distorsion géométrique due à l'accélération ou la décélération du miroir oscillant. De plus, les images Landsat ne peuvent viser que le nadir alors que les HRV de SPOT sont totalement orientables sur la trace, ce qui permet d'observer d'autres régions que celle qui est située directement sous le trajet du satellite. La largeur de la bande observée s'étend de 60 km. pour la visée du nadir à 80 km. pour la visée latérale. La visée latérale de l'instrument HRV comporte une autre caractéristique importante, soit l'enregistrement de paires d'images stéréoscopiques d'une même scène (c'est-à-dire des images enregistrées à des angles de visée différents pendant deux passages successifs du satellite à proximité de la scène observée). Ainsi, à l'intérieur des 26 jours compris dans le cycle orbital du satellite, un point situé à l'équateur peut être observé 7 fois alors qu'à 45° de latitude, 11 observations sont possibles.

Chacun des deux imageurs HRV est opéré en deux modes;

l'un, panchromatique qui couvre la portion noire et blanche du spectre électromagnétique (0.51 à 0.73 micron) avec une résolution de 10 mètres au sol; l'autre, multispectral (infrarouge couleur) qui renferme trois bandes (0.51 à 0.59, 0.61 à 0.68 et 0.79 à 0.89 micron) affichant une résolution au sol de 20 mètres.

Les données analogues recueillies sont converties en 256 nombres digitaux (8 bits) et transmises, soit à une station de réception au sol (lorsqu'étant dans un rayon de 2600 km. d'une station) ou conservées sur un des enregistreurs magnétiques à bord qui retransmet subséquemment ces données lorsque le satellite se trouve dans la zone couverte par la station de Kiruna en Suède ou du centre de commande à Toulouse en France.

4.3 Acquisition des images

Nous avons procédé à une sélection des scènes ne comportant aucune couverture nuageuse. Ceci s'est fait à partir des données informatisées du système "RESORS", du Centre Canadien de Télédétection à Ottawa.

L'image transparente de Landsat IV B.M.S. des bandes 1-2-4 a été acquise le 19 juin 1983. Elle couvre une période où le développement des feuilles des peuplements décidus en était à sa quatrième semaine. La scène fait partie de l'orbite 18-027 et porte le # 4033815322. C'est un produit standard ne comportant pas de corrections géométriques, ni de rehaussement axé sur les peuplements forestiers. L'échelle est du 1:1,000,000ème.

Le produit photographique, issu des données du T.M. de Landsat V, a été généré à partir des bandes 3-4 et 5. Elle date du 17 septembre 1984; à cette période les feuillus commençaient tout juste à arborer leur coloris automnal. Elle fait partie de l'orbite 18-027 et porte le numéro # 50200-153243. C'est aussi un produit standard qui, tout comme l'image précédente, ne comporte ni corrections géométriques, ni rehaussement. Son échelle est du 1:500,000ème.

L'épreuve transparente SPOT 1 HRV2 MLA (multilinear array: réseau linéaire multibande) a été produite suite aux données

recueillies le 22 avril 1987, pour la 174e orbite du satellite. Le numéro de la scène est: 10425-164714. Les bandes 1-2 et 3 ont été jointes dans la génération de cette image infrarouge fausse-couleur. C'est un produit avec gains standards où les données sont géocodées avec corrections systématiques (28 km X 40 km), ce qui rééchantillonne les pixels, leur donnant une configuration de 12.5 mètres de côtés. La précision géodésique est estimée à 1.5 km.; aucun rehaussement n'y a été effectué. A noter, la précocité peu commune, du printemps. Les lacs se sont départis de leur glace aux environs du 14 avril et aucune trace de neige n'est perceptible sur l'image. L'échelle du document est du 1:400,000ème.

4.4 Sélection des sites

Afin de pouvoir identifier et circonscrire les changements perceptibles suite à la comparaison des 3 documents satellites, il a fallu, à priori, procéder à une sélection des sites représentatifs des scénarios existants en milieu forestier, à partir de documents de terrain. Ceci s'est fait en vertu des cartes 1:20,000 (3LM/15 NO; NE; SE; SO), du Service de l'inventaire forestier du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, remises à jour en 1984 et 1985. Les sites retenus (176 sites au total) devaient représenter, le plus fidèlement possible, l'ensemble de la région et servir de base, à l'analyse du contenu

de l'information densitométrique du document SPOT. Les sites ont été reportés des cartes au 1:20,000ème à la carte au 1:50,000ème (31M/15) sous forme de cote alphanumérique d'au plus 4 caractères. Le premier, les deux premiers ou les trois premiers caractères sont alphabétiques. Ils identifient la classe à laquelle l'observation se rapporte. Nous énumérerons les différentes catégories répertoriées:

Rj: Résineux jeunes	R: Résineux
Pm: Picea mariana	Ll: Larix laricina
PL: Picea et Larix	Pb: Pinus banksiana
LP: Larix et Picea	PmA: Picea mariana et Abies
F: Feuillus	Pt: Populus tremuloides
P: Populus	Bb: Bouleau blanc
Ba: Betula alleghaniensis	Ct: Coupe totale
Mj: Mélangé jeune	Mr: Mélangé en régénération
M: Mélangé	T: Tourbière
Bp: Bouleau à papier en environnement de coupe partielle	Rpl: Résineux en plantation
Es: Epidémie sévère	Ds: Dénudé sec
	Ho: Eau

Il y est ensuite ajouté un ou deux caractères numériques. Par exemple, Es 12 signifie: épidémie sévère 12e site.

Deuxièmement, la localisation a été faite à partir des cartes topographiques et forestières. La nomenclature utilisée est la suivante; les quatre premiers caractères (3 en moyenne) identifient la proximité d'un plan d'eau, suivie de sa position azimutale en regard de celui-ci:

RKj: Rivière Kinojévis	R2 ou Rp2: Rapide Deux
LCl: Lac Clérion	RDl: Rivière Darlens
LCb: Lac Caribou	PLCL: Gravière lac Clérion
LHp: Lac Hippocampe	LHd: Lac Head
LBy: Lac Beaudry	LBs: Lac Basserode

LRg: Lac Roger	LBv: Lac Berval
LCa: Lac Caron	LEc: Lac à l'Eau Claire
RuCl: Ruisseau Clérion	LRio: Lac Rio
LJy: Lac Johnny	LAn: Lac Andras
RPEST: Rapide à l'esturgeon	

Dans un troisième temps, nous avons relevé la description du site, telle qu'apparaissant sur les cartes forestières au 1:20,000ième. Nous vous suggérons de consulter l'annexe 1 en fin de document afin de pouvoir bien comprendre la légende forestière ainsi qu'une carte forestière au 1:50,000ième en appendice, telle qu'établie à la Direction générale des forêts, du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec. Elle s'établit comme suit:

- 1°) Le type de couvert
- 2°) Lorsque nécessaire, le sous-groupement
- 3°) La densité/hauteur du couvert supérieur
- 4°) La perturbation ou l'origine du peuplement
- 5°) L'âge

Ainsi BjR(F)C2ell20, correspondrait à un groupement d'essences mélangées dominé par le bouleau jaune et de résineux avec tendance feuillue, de densité entre 40-60% et de hauteur variant de 17 à 22 mètres, étant affligé d'une épidémie légère et dont l'âge est de plus de 100 ans.

4.5 Analyse densitométrique

Nous n'avons pu procéder à une analyse densitométrique

que sur le document Spot. L'imagerie Landsat B.M.S., bien qu'étant un produit photographique transparent, ne pouvait, compte-tenu de la petitesse de son échelle (1:1,000,000), se prêter à cette opération. Il aurait fallu sélectionner un ensemble de sites complètement différents de ceux sur lesquels nous nous sommes concentrés et qui, n'auraient pas fait partie du secteur à l'étude. Nous avons donc dû nous soustraire à cette opération.

En ce qui a trait au document Landsat TM, de par sa nature (épreuve photographique sur papier), il ne pouvait être compatible avec le densitomètre qui n'accepte que des documents transparents.

Cet aspect, bien que semblant contraignant surtout dans le cadre d'une analyse basée sur une interprétation visuelle, ne pose en rien une limite à la portée de ce que doit représenter notre travail. Après nous être concentrés sur cet aspect et, avoir revu la littérature à ce sujet, il nous est apparu évident, que les trois types de documents satellites ne pouvaient être comparés sous une base commune. La première raison étant que les calibrations radiométriques des différents senseurs n'ont rien en commun; deuxièmement, le stade phénologique, passablement étendu, introduit un bruit dans toute espèce de comparaison surtout lorsque l'on fait appel à des bandes qui ne représentent pas les mêmes fenêtres spectrales; troisièmement, l'échelle telle que soulignée précédemment, se veut un frein dans le report des sites devant

être analysés, ceci, même en ayant en vu le scénario optimum qui serait celui de pouvoir disposer de documents transparents.

Ainsi, l'analyse a été effectuée à partir du densitomètre à affichage ponctuel "Quanta log de MacBeth" du département de géographie de l'Université d'Ottawa.

L'appareil livre une lecture générée par un faisceau lumineux pénétrant en un point de l'image et qui est filtré par un (d'une série de quatre) filtre (jaune, rouge, vert, bleu) dénotant la transmittance du sujet étudié. Son amplitude, basée sur une progression logarithmique, varie de 0 (transparence complète) à 3 (opacité). Il est alors possible, en échantillonnant un point, de déterminer une lecture à partir de chacun des filtres. Ces lectures, en soi, ne permettent pas de relever un caractère particulier. C'est lorsqu'elles sont comparées, les unes aux autres, que leur valeur se révèle.

La phase, la plus ardue, a été de localiser chacun des 176 sites sur le document SPOT. L'échelle du document étant du 1:400,000e, nous avons dû être très rigoureux dans le positionnement pour éviter que, sous le périmètre où le faisceau pénétrait l'image (1 m.m.), nous ne soyons en présence de deux secteurs contigus où nos mesures n'auraient pas correspondu à la sélection opérée à partir de la carte forestière au 1:20,000e. L'ensemble des données est confiné à l'alinéa 4.6.1; pour les besoins d'une

meilleure compréhension, nous livrerons la signification des différents acronymes accompagnant ce tableau. En premier lieu, il y a le numéro de l'observation; viennent ensuite le site, la localisation, la description, les différentes variables (qui sont en fait les filtres: jaune, rouge, vert et bleu) et les groupements. Ceux-ci sont catégorisés par une lettre:

A: Résineux en régénération	I: Mélangés murs
B: Résineux jeunes	J: Tourbières
C: Résineux murs	K: Coupes partielles
D: Feuillus en régénération	L: Coupes totales
E: Feuillus jeunes	M: Plantations
F: Feuillus murs	N: Dénudés secs
G: Mélangés en régénération	O: Epidémies sévères
H: Mélangés jeunes	P: Eau

Une carte de localisation des sites au 1:100,000ième peut être consultée en annexe.

4.6 Traitement des données: le système SAS

Nous avons à faire face, à ce stade, au choix d'une approche statistique nous permettant de mesurer la portée significative des 704 lectures densitométriques lorsque comparées en vertu des 176 appartenances à un des 16 groupements. Nous avons fait appel au système SAS (SAS Institute), par le biais d'une de ses composantes, la procédure DISCRIM (analyse discriminante).

Le système SAS est un ensemble de logiciels destiné à l'analyse de données. L'originalité de celui-ci, tient au fait que l'utilisateur n'a pas besoin d'être féru en langages informatiques divers pour mener à bien sa tâche. Il ne s'agit que de se familiariser avec les différents concepts de base du système, ce qui demande environ une dizaine d'heures, pour être en mesure de créer un fichier de données et de lui faire subir une des routines statistiques informatisées répondant aux objectifs de l'analyse.

4.6.1 La procédure DISCRIM

Le but de l'analyse discriminante est de trouver une règle mathématique permettant d'estimer à quel groupement une ou plusieurs observations appartiennent en se basant sur des variables de nature quantitative. Celle-ci est appropriée pour des distributions entre groupements approximativement normales.

Nous nous sommes employés à répartir nos données sous forme d'histogramme et avons pu corroborer les exigences d'une distribution normale; c'est dire que 95% de celles-ci sont situées à moins de deux écarts-types de la moyenne.

L'analyse discriminante ne doit pas être confondue avec l'analyse de cloisonnement (cluster analysis). Toutes les varié-

tés d'analyse discriminante requièrent une connaissance à priori des classes (ou des groupements) alors que dans l'analyse de cloisonnement, les données ne doivent pas fournir d'information sur l'appartenance aux groupements.

Nous vous présentons la liste de nos données ayant servi de base à l'analyse subséquente.

OBS	Site	Loc	Desc	VJ	VR	VV	VB	GROU
1	Rj1	RKjE	R6Ct10	1.39	1.17	1.69	1.91	A
2	Rj2	RP2S	M6Ct10	1.37	1.07	1.75	2.01	G
3	Rj3	LClNe	R6Br10	1.42	1.16	1.71	1.97	A
4	Rj4	RP2So	R6Ct10	1.41	1.13	1.73	1.99	A
5	Rj5	RKjE	R6-R5Ct10	1.37	1.09	1.73	1.94	A
6	Rj6	RDlO	RD5Br10	1.65	1.37	1.97	2.15	A
7	Rj7	RDlO	RC5Ct10	1.73	1.44	2.01	2.21	A
8	Rj8	LCbSo	RC5Ct10	1.09	0.85	1.46	1.72	A
9	R7	PLClEne	DENUDE SEC	1.49	1.32	1.76	1.95	N
10	R3	LHpN	RD5Ct30	1.53	1.29	1.83	2.01	B
11	R9	RdlSo	MD5Br30	1.47	1.23	1.75	1.97	H
12	R11	LHdSe	MD5Ct15	1.46	1.20	1.75	1.97	G
13	R12	LHdS	RD5Ct30	1.51	1.25	1.82	2.03	B
14	R13	LHdSe	R6Ct10	1.55	1.31	1.80	2.00	A
15	R14	RDlSo	RD5Br30	1.45	1.21	1.71	1.90	B
16	R15	LCbSo	RC5Ct30	1.35	1.13	1.65	1.86	B
17	R10	LHdS	RC5Ct30	1.67	1.41	1.93	2.11	C
18	R8	RDlO	RC5Br30	1.45	1.18	1.81	2.03	E
19	R1	LByN	RC5Br30	1.61	1.40	1.81	1.91	C
20	R2	LClNo	RC5Ct30	1.69	1.45	1.93	2.09	C
21	R4	LHpN	RC5Ct30	1.55	1.27	1.87	2.05	B
22	R5	LClE	RC5Ct30	1.65	1.37	1.97	2.16	B
23	R6	LClE	RC5Ct30	1.61	1.36	1.87	2.03	B
24	Pm4	LBsE	EB430	1.69	1.39	1.97	2.12	B
25	Ll1	LRgO	MeB350	1.63	1.40	1.73	1.86	C
26	Ll2	LRgO	MeB350	1.61	1.43	1.74	1.85	C
27	PL2	LBvN	E(Me)C450	1.58	1.40	1.77	1.87	C
28	PL1	LRgE	E(Me)C370	1.71	1.52	1.86	2.01	C
29	Pb10	RKjO	Pg(E)C350	1.61	1.39	1.83	2.01	C
30	LP3	LClSo	Me(E)B450	1.77	1.61	1.92	2.09	C
31	Pm1	LRgO	EC370	1.79	1.57	1.98	2.10	C
32	Pb4	LBsNo	PgC3Br30	1.62	1.35	1.89	2.07	B

33	Pb6	LCls	PgC370	1.75	1.55	1.95	2.11	C
34	Pm9	LCaE	E(S)B450	1.69	1.50	1.89	2.05	C
35	Pm5	LRgO	EB370	1.69	1.44	1.90	2.05	C
36	Pb5	LBsNe	PgB3Br30	1.62	1.34	1.89	2.05	C
37	Pb11	RDlNo	PgB430	1.51	1.21	1.91	2.13	C
38	Pm2	LRgO	E(E)B370	1.71	1.47	1.90	2.03	C
39	Pm6	RKjSo	E(Pg)B350	1.67	1.44	1.92	2.09	C
40	Pb9	LCbN	Pg(Pg)B330	1.65	1.39	1.95	2.09	C
41	Pb8	LBsNe	Pg(Pg)B330	1.65	1.41	1.93	2.11	C
42	Pb3	RDlNo	Pg(Pg)b330	1.67	1.43	1.93	2.09	C
43	Pb7	RKjO	Pg(E)B250	1.73	1.51	1.95	2.09	C
44	Pm3	LRgE	E(E)B390	1.71	1.46	1.93	2.08	C
45	Pb1	LCbO	Pg(Pg)A330	1.65	1.37	1.95	2.09	C
46	Pb2	LCbO	Pg(Pg)A330	1.65	1.35	1.95	2.10	C
47	Pb12	RDlSo	Pg(Pg)A330	1.71	1.44	2.03	2.23	C
48	Pm7	RKjO	E(E)B370	1.81	1.57	2.03	2.15	C
49	Pm8	RDlSo	E(E)B450	1.89	1.65	2.09	2.25	C
50	F5	RKjE	F6Ct10	1.23	1.11	1.37	1.58	K
51	F2	LEcN	F6Ct10	1.31	1.04	1.65	1.87	D
52	F3	R2Nno	FC5Br10	1.33	1.19	1.49	1.75	D
53	F1	LEcN	FC5Ct10	1.44	1.25	1.63	1.85	D
54	F4	LEcSe	FC5Ct10	1.57	1.41	1.75	1.95	D
55	F5	R2N	MD5Ct20	1.49	1.26	1.75	1.98	H
56	F6	R2Nno	F6Br10	1.49	1.24	1.81	2.06	D
57	F7	LEcO	F6Ct10	1.46	1.30	1.62	1.82	D
58	F8	LEcNo	F6Ct10	1.13	1.00	1.29	1.51	D
59	F9	R2S	FB5Ct30	1.17	0.88	1.64	1.96	E
60	F10	RDlS	PeC330	1.65	1.41	1.87	2.07	E
61	Pt5	RuClE	PeC4Cp30	1.55	1.38	1.69	1.89	E
62	P7	LCaO	FiC330	1.40	1.20	1.63	1.85	E
63	Pt9	LBsE	PeB350el	1.63	1.47	1.77	1.93	F
64	Bb9	LCbN	BbB330	1.55	1.29	1.84	2.03	B
65	Bb4	LRgO	BbD3el70	1.51	1.38	1.61	1.79	F
66	Bb5	LCaE	Bb(R)D3el70	1.67	1.45	1.91	2.04	C
67	Bb6	LBsN	BbD3el70	1.65	1.44	1.85	2.05	F
68	Pt4	LClE	PeD2el50	1.61	1.48	1.71	1.89	O
69	Bb7	LBsO	BbD2el70	1.65	1.49	1.81	1.98	F
70	Pt6	RuClE	PeD2el70	1.73	1.49	1.95	2.15	F
71	Pt2	RDlS	PeC2el50	1.77	1.61	1.83	2.01	F
72	Pt1	RDlSe	PeC250	1.77	1.63	1.83	2.01	F
73	Bb8	LCbN	BbC2el70	1.57	1.38	1.77	1.96	F
74	Bb3	LRgO	BbC290	1.63	1.48	1.73	1.89	O
75	Pt3	LClO	PeC170	1.69	1.52	1.79	1.99	F
76	Pt8	LBsN	PeB3el50	1.65	1.51	1.77	1.96	O
77	Bb2	LRioNe	BbB370	1.57	1.45	1.71	1.84	F
78	Bb1	LRioNe	Bb(R)B270	1.53	1.35	1.69	1.89	I
79	Ba1	LRioNe	BjC2el120	1.48	1.27	1.70	1.90	F
80	Rj9	LJySe	BbS(F)B370	1.53	1.32	1.75	1.91	B
81	Ct5	RuClS	M6Ct10	1.17	1.02	1.35	1.61	G
82	Mj2	R2S	R6Ct10	1.21	0.91	1.59	1.87	A
83	M10	RuClS	M6Ct10	1.41	1.28	1.51	1.71	G
84	Mj1	R2S	M6Ct10	1.11	0.72	1.71	2.03	G

85	Mj3	LEcN	M6Ct10	1.40	1.14	1.69	1.91	G
86	Mj5	LHdE	MC5Ct10	1.53	1.27	1.80	2.03	G
87	Mj4	R2No	MC5Ct20	1.54	1.28	1.82	2.05	H
88	Ct4	LC1Se	RC5Ct20	1.55	1.29	1.83	2.03	B
89	Mr9	R2O	M6Ct10	1.47	1.20	1.78	2.05	G
90	M9	LC1Ene	MC5Ct30	1.60	1.34	1.87	2.07	H
91	M4	LC1E	MC5Ct30	1.52	1.17	1.91	2.17	H
92	M3	LC1E	MB5Ct30	1.53	1.19	1.91	2.16	H
93	M5	R2N	MC5Br10	1.49	1.36	1.62	1.86	H
94	M6	LC1E	MC5Ct30	1.39	1.18	1.65	1.90	H
95	M19	RKjS	BpE(F)D3el50	1.51	1.33	1.67	1.88	I
96	M7	LRgE	BpR(F)D2el70	1.61	1.51	1.69	1.87	I
97	M13	LCaO	BpR(F)D2el70	1.53	1.36	1.67	1.89	I
98	M8	LrgE	BpS(F)D2el90	1.52	1.39	1.64	1.83	O
99	M11	RKjSo	BpE(F)D2ce90	1.64	1.49	1.76	1.94	O
100	M14	LCaO	BpR(F)C3el70	1.49	1.34	1.59	1.77	I
101	M12	RKjSo	BpE(F)C3el70	1.35	1.23	1.47	1.67	I
102	M15	LCaNe	PeE(F)C2el50	1.65	1.48	1.79	1.96	O
103	M16	LJyN	BjR(F)C2120	1.40	1.22	1.59	1.77	I
104	M18	LBsO	BjR(F)C2el120	1.51	1.29	1.73	1.98	I
105	M5	LByN	BpR(R)B350	1.35	1.17	1.55	1.63	I
106	M6	LANSe	BpE(F)B370	1.33	1.11	1.59	1.73	I
107	M17	LJyS	BjR(F)B390	1.41	1.22	1.61	1.79	I
108	T1	LRgO	TOURBIERE	1.09	1.03	1.14	1.33	J
109	T2	LByN	TOURBIERE	0.62	0.67	0.59	0.79	J
110	T3	LC1No	TOURBIERE	0.67	0.67	0.67	1.03	J
111	T4	LBsN	TOURBIERE	0.49	0.54	0.47	0.67	J
112	T5	LBsO	AULNAIE	1.38	1.16	1.65	1.85	D
113	T6	RD1O	TOURBIERE	0.55	0.54	0.59	0.89	J
114	T7	LCbN	TOURBEP+Me	1.21	0.99	1.53	1.79	A
115	T8	LRgO	TOURBIERE	1.05	1.06	1.07	1.29	J
116	T9	LC1So	TOURBIERE	0.81	0.68	1.01	1.28	J
117	T10	LHdE	TOURBMe+AULNE	1.19	0.92	1.56	1.85	G
118	Bp10	LRgE	BpD3cp50	1.06	0.99	1.23	1.45	K
119	Bp12	LRgE	BpD3cp50	1.11	0.97	1.29	1.49	K
120	Bp11	LRgNe	BpC3cp50	1.19	1.05	1.43	1.64	K
121	Bp13	RKjO	BpD3cp70	1.26	1.15	1.41	1.67	K
122	Bp14	LBsNe	BpD3ce70	1.42	1.35	1.53	1.71	K
123	Bp15	RKjO	BpD3cp70	1.29	1.20	1.37	1.60	K
124	Bp16	RKjSo	BpC3cp70	1.36	1.28	1.45	1.62	K
125	Ct7	LCaSe	Ct75	1.34	1.14	1.59	1.78	L
126	Ct10	LJySe	Ct76	1.22	1.08	1.42	1.59	L
127	Ct12	LByN	Ct78	1.16	0.96	1.41	1.59	L
128	Ct1	LRgO	Ct79	0.34	0.37	0.33	0.42	L
129	Ct9	LCbS	Ct79	1.13	1.02	1.27	1.46	L
130	Ct11	LByN	Ct79	1.19	1.10	1.29	1.49	L
131	Ct8	LCaSo	Ct81	1.22	1.08	1.39	1.55	L
132	Ct3	LByS	Ct82	0.89	0.89	0.91	1.04	L
133	Ct2	LByO	Ct82	0.89	0.88	0.93	1.08	L
134	Ct15	LRgE	Ct83	1.22	1.19	1.23	1.37	L
135	Ct13	LBsE	Ct85	1.08	1.05	1.12	1.28	L
136	Ct6	RKjO	Ct85	1.17	1.09	1.23	1.45	L

137	Ct14	LBsNe	Ct85	1.34	1.22	1.46	1.66	L
138	RP11	LRgO	EPN p82	0.81	0.82	0.81	0.97	M
139	RP12	LRgO	PIG p82	0.82	0.82	0.83	1.01	M
140	RP13	RD1O	PIG P81	0.63	0.57	0.71	1.02	M
141	Ds1	R2O	DENUDE SEC	0.85	0.79	0.91	0.94	N
142	Ds3	LBsO	DENUDE SEC	1.33	1.15	1.55	1.66	N
143	Ds4	LCbNe	DENUDE SEC	1.38	1.21	1.59	1.67	N
144	Ds2	RD1O	DENUDE SEC	1.43	1.19	1.67	1.89	N
145	Ds5	LC1E	DENUDE SEC	1.53	1.32	1.75	1.93	N
146	Ds6	LC1	DENUDE SEC	1.45	1.28	1.65	1.81	N
147	Ds7	RD1So	DENUDE SEC	1.25	1.06	1.51	1.69	N
148	Ds8	LC1E	DENUDE SEC	1.52	1.35	1.68	1.85	N
149	Ds9	LC1E	DENUDE SEC	1.59	1.38	1.83	1.99	N
150	Ds10	R2N	DENUDE SEC	1.04	1.01	1.26	1.37	N
151	Es1	LC1No	EPIDEMIE S	1.57	1.45	1.67	1.85	O
152	Es2	LC1O	EPIDEMIE S	1.57	1.37	1.77	1.97	O
153	Es3	LC1O	EPIDEMIE S	1.63	1.49	1.75	1.93	O
154	Es4	LC1No	EPIDEMIE S	1.59	1.46	1.71	1.87	O
155	Es5	LC1E	EPIDEMIE S	1.61	1.47	1.75	1.96	O
156	Es6	RuClE	EPIDEMIE S	1.79	1.62	1.89	2.07	O
157	Es7	RKjE	EPIDEMIE S	1.59	1.47	1.69	1.85	O
158	Es8	RKjO	EPIDEMIE S	1.49	1.39	1.57	1.75	O
159	Es9	LC1So	EPIDEMIE S	1.70	1.55	1.81	1.99	O
160	Es10	RuClO	EPIDEMIE S	1.57	1.39	1.74	1.93	O
161	Es11	LRgE	EPIDEMIE S	1.65	1.53	1.71	1.84	O
162	Es12	LC1Ese	EPIDEMIE S	1.65	1.49	1.78	1.97	O
163	Es13	LC1So	EPIDEMIE S	1.68	1.55	1.75	1.93	O
164	Ho1	LCaS	EAU	2.27	2.14	2.22	2.27	P
165	Ho2	LCbS	EAU	2.35	2.23	2.29	2.31	P
166	Ho3	LBsS	EAU	1.83	1.94	1.69	1.76	P
167	Ho4	LRgN	EAU	1.87	2.00	1.72	1.75	P
168	Ho5	LByO	EAU	2.07	2.09	1.97	1.97	P
169	Ho6	LB1N	EAU	1.42	1.72	1.19	1.09	P
170	Ho7	LEcO	EAU	2.07	2.09	1.97	2.01	P
171	Ho8	R2O	EAU	1.93	1.94	1.86	1.95	P
172	Ho9	RKjS	EAU	1.81	1.81	1.74	1.81	P
173	Ho10	RD1S	EAU	2.39	2.24	2.33	2.41	P
174	Ho11	LC1S	EAU	2.35	2.22	2.28	2.33	P
175	Ho12	RpEst	EAU	1.60	1.68	1.51	1.48	P
176	Ho13	LHpN	EAU	2.37	2.35	2.31	2.39	P

4.6.2 Interprétation de l'analyse discriminante

Nous avons fait subir une analyse discriminante à nos données pour tenter de mesurer leur pertinence. Deux tableaux vous sont présentés. Le premier: "Sommaire de la classification pour les données calibrées: Travail-forêt", nous livre le nombre d'observations et le pourcentage classifiés dans chaque groupe; le deuxième: "Résultat de la classification pour les données calibrées: Travail-forêt", nous révèle les données mal classifiées et leur probabilité d'appartenance à un autre groupe.

TABLEAU II

ANALYSE DISCRIMINANTE DE DONNÉES DEMONSTRATIQUES DU SATELLITE
FRANCAIS SPOT 1 ENV HLA EN VUE DE LEUR PERTINENCE
DANS UN CONTEXTE DE CLASSIFICATION
FORESTIERE (DONNÉES DU 22-04-87)

Analyse discriminante																Sommaire de la classification pour les données calibrées: "travail-forêt"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Fonction de la distance généralisée au carré:																Probabilité postérieure d'appartenance à chaque groupe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
NOMBRE D'OBSERVATIONS ET POURCENTAGE CLASSIFIES DANS LE GROUPE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
DU GROUPE		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
A		70.00	20.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[illegible]

TABLEAU III

ANALYSE DISCRIMINANTE DE DONNEES DENSITOMETRIQUES DU SATELLITE
FRANCAIS SPOT 1 EN VUE DE LEUR PERTINENCE
DANS UN CONTEXTE DE CLASSIFICATION
FORESTIERE (DONNEES DU 22-04-87)

ANALYSE DISCRIMINANTE		RESULTAT DE LA CLASSIFICATION POUR LES DONNEES CALIBREES: TRAVAIL-FORET															
OBS	DU GROUPE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	A	0.3710	0.5159	0.0000	0.0475	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0032	0.0000	0.0128	0.0000	0.0000
6	A	0.1213	0.6866	0.2338	0.0105	0.0233	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000
14	A	0.0833	0.1581	0.0264	0.0423	0.3954	0.1725	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000	0.1182	0.0001	0.0000
29	C	0.0043	0.0844	0.1384	0.0240	0.3206	0.1084	0.0000	0.0337	0.0059	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0966	0.0038	0.0000
36	C	0.0000	0.8086	0.1861	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
37	C	0.0000	0.0159	0.0367	0.1895	0.7495	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
49	C	0.0000	0.0000	0.4206	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0133	0.0000	0.0000
53	D	0.0000	0.0000	0.0000	0.0885	0.1391	0.0095	0.2775	0.0000	0.4587	0.0001	0.0000	0.0184	0.0000	0.0081	0.0000	0.0000
54	D	0.0005	0.0000	0.0007	0.3478	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0111	0.0009	0.0000	0.1932	0.0000	0.0128	0.4386	0.0000
57	D	0.0000	0.0000	0.0000	0.2555	0.0731	0.0394	0.0000	0.0000	0.5679	0.0003	0.0011	0.0430	0.0000	0.0034	0.0153	0.0000
58	D	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0231	0.0000	0.3466	0.0000	0.6506	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
61	E	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7813	0.3255	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0005	0.0088	0.0000
62	E	0.0013	0.0010	0.0000	0.5427	0.0003	0.0026	0.0000	0.0000	0.0593	0.0003	0.0000	0.0710	0.0000	0.0194	0.0000	0.0000
65	F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.2785	0.0000	0.0000	0.5761	0.0001	0.0071	0.0006	0.0000	0.0000	0.1033	0.0000
78	F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0566	0.2395	0.0000	0.0000	0.2832	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0021	0.0048	0.0000
79	F	0.0001	0.0091	0.0003	0.1506	0.1926	0.1485	0.0007	0.0000	0.3674	0.0001	0.0000	0.0109	0.0000	0.0714	0.0004	0.0000
95	F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0732	0.0493	0.0000	0.3921	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0015	0.0002	0.0000
96	F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0351	0.0002	0.0054	0.0033	0.0000	0.0000	0.9398	0.0000
100	G	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0131	0.0159	0.7335	0.0000	0.2260	0.0000	0.0077	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000
101	G	0.0000	0.0000	0.0000	0.0045	0.0054	0.0001	0.0000	0.0000	0.0323	0.0000	0.3401	0.2728	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
108	L	0.0000	0.0000	0.0000	0.0145	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.3142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	L	0.0015	0.5938	0.0000	0.2866	0.0008	0.0144	0.0000	0.0000	0.0153	0.0001	0.0000	0.0639	0.0235	0.0000	0.0000	0.0000
115	L	0.0000	0.2704	0.0000	0.3213	0.0001	0.0139	0.0000	0.0000	0.0580	0.0009	0.0001	0.2532	0.1103	0.0000	0.0000	0.0000
136	L	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.0000	0.1836	0.0000	0.0226	0.0036	0.1877	0.2518	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
137	L	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039	0.3589	0.2731	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
138	L	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3441	0.0000	0.6496	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
139	M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7001	0.0000	0.2204	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140	M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9806	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
142	M	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6873	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.3022	0.0000	0.0000
143	M	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5049	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
144	M	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0073	0.0514	0.0000	0.8048	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.1264	0.0000	0.0000
145	M	0.0001	0.0926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0759	0.0000	0.0000	0.1139	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.1287	0.0018	0.0000
147	M	0.0000	0.0009	0.0000	0.0300	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0094	0.0056	0.0000	0.6705	0.0000	0.2753	0.0000	0.0000
148	M	0.0000	0.0000	0.0011	0.0344	0.0886	0.1315	0.0000	0.0000	0.5788	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0164	0.1429	0.0000
149	N	0.0128	0.0000	0.0117	0.0308	0.0000	0.0038	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.2273	0.0000	0.0000
152	N	0.0014	0.0000	0.0033	0.0660	0.0502	0.0000	0.0000	0.0002	0.0034	0.0001	0.0000	0.0037	0.0000	0.0239	0.1023	0.0000
154	O	0.0000	0.0000	0.0003	0.0017	0.0000	0.6866	0.0000	0.0029	0.0017	0.0001	0.0002	0.0002	0.0000	0.0001	0.3347	0.0000
156	O	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.7836	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2141	0.0000
160	O	0.0000	0.0000	0.0006	0.0024	0.0032	0.5805	0.0000	0.0000	0.0758	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0032	0.3338	0.0000

4.6.2.1 Sommaire de la classification pour les données calibrées: Travail-forêt. Probabilité postérieure d'appartenance à chaque groupe. Nombre d'observations et pourcentage classifiés dans le groupe.

Nous disposions de 16 groupes pour lesquels 176 séries de 4 observations (704 données ponctuelles densitométriques) furent traitées. En terme de catégorisation, au sens entendu dans la classification forestière, nous avons élaboré des classes au niveau du groupement. Ainsi, nous retrouvons trois grands groupements: les peuplements résineux, feuillus et mélangés; ceux-ci sont situés dans les groupes de A à I. Comme il est difficile voire impossible de classifier les données en terme de hauteur des peuplements, nous avons pu néanmoins élaborer une classification basée sur la densité des peuplements et qui se traduit par l'âge du couvert forestier. C'est pourquoi, nous nous sommes hasardés à utiliser les dénominations de: en régénération, jeune et mûr pour les trois groupements ci-hauts cités. Les autres catégories avaient trait aux tourbières (J), aux coupes partielle (K) et totale (L), aux plantations (M), aux surfaces dénudées sèches (N) qui correspondent aux affleurements rocheux et stations xériques, aux peuplements victimes d'épidémie sévère (O) et aux bassins lacustres (P).

La pertinence de notre classification des données densitométriques du satellite SPOT (22-04-87) se chiffre à 73%. Deux groupes de données (14 observations) introduisent une part

non-négligeable de bruit dans cette classification, il s'agit des plantations (3 observations) et dénudé sec (11 observations). Dans le premier cas, compte-tenu de l'agencement spatial en terme de recouvrement au sol donc de densité, les plantations ont été classifiées dans le groupe "tourbière"; il faut noter que le degré de saturation en eau du sol à cette époque et le type de station représentée (humique) témoignent de l'éloquence de cette classification erronée. Dans le deuxième cas, notre connaissance du terrain nous porterait à dire que cette catégorisation employée au Ministère de l'Energie et des Ressources est peu valable, si on ne garde en vue que le critère d'accessibilité à la ressource; ainsi, à l'intérieur de nos 11 observations, celles-ci ont couvert l'essentiel du spectre représenté dans notre catégorisation. A ce point, si nous écartons ces données, le résultat de la classification serait reporté à 81%.

Nous vous livrerons la prestation affichée par nos divers groupes. L'élément résineux est certes celui qui a le meilleur résultat; sur 50 observations, 43 ont été correctement classifiées (86%). Nous recensons 70% chez les résineux en régénération, 100% chez les résineux jeunes et près de 86% pour les résineux murs. Chez les feuillus, la situation n'est pas la même; sur une possibilité de 24 observations, 15 furent correctement associées (63%). Les feuillus en régénération sont ceux qui affichent le plus faible pourcentage (38%); viennent ensuite les feuillus jeunes (60%) et les feuillus murs (82%). Nous voyons ici que le facteur

de densité au sol n'est pas suffisant pour ce type de catégorie alors que le stade phénologique en est à peine à ses premiers balbutiements. Il aurait été beaucoup plus aisé de cerner ces catégories au début du mois de juin alors que la réflexion dans la bande du proche infrarouge des étages arbustifs est à son paroxysme.

Les groupements mélangés sont au voisinage des 80%, avec 23 observations correctement classifiées sur une possibilité de 29. Les mélangés en régénération et jeunes ont été retenus à 100% alors que ceux murs ont comptabilisé 55%. Une partie des 45% manquants se trouve dans les catégories feuillues jeune et en régénération. Ici encore, on pourrait imputer cet écart au stade phénologique hâtif, qui ne permet pas de faire ressortir l'émission infra-rouge de la composante feuillue du groupement mélangé.

Les tourbières ont été bien cernées dans 6 des 7 cas présentés (87%); l'élément orphelin a été associé à un secteur affublé de l'empreinte: coupe totale. La composante aqueuse ne faisait manifestement pas partie du créneau spectral escompté.

Les coupes ont été jaugées sous les volets partiel et total. Dans le premier cas, toutes les observations (8) ont été correctement isolées; dans le second, dix des treize (77%) séries de lectures ont logé à la bonne enseigne; les cas résiduels étant identifiés en coupe partielle (1) et feuillus en régénération (2).

On pourrait avancer que le stade de régénération après-coupe observé témoigne de la réappropriation en ces sites d'essences feuillues de pleine lumière.

Notre avant-dernière catégorie a permis d'isoler 15 des 19 observations (79%) en vertu du thème: épidémie sévère; les 4 observations résiduelles ont été associées aux peuplements feuillus murs. On peut témoigner de la ressemblance entre ces deux thèmes par l'absence de feuilles ce qui, en cette période printannière hâtive, permet d'apporter un élément de réponse.

La dernière catégorie: eau, a été entièrement (100%) recensée sous le même vocable.

4.6.2.2 Résultat de la classification pour les données calibrées: Travail-forêt

Dans ce tableau, nous retrouvons 39 observations qui, avant l'analyse discriminante ont été assignées à certains groupes et qui, après avoir été confrontées à la procédure d'analyse, ont été classifiées dans un autre groupe. C'est en fait la raison même de l'analyse discriminante qui demande une connaissance à priori des groupes à partir desquels les données seraient censées se rapporter.

Nous voyons alors dans un premier temps, le numéro de l'observation tel qu'étant recensé en 4.6.1 (de 1 à 176); nous relevons ensuite le groupe auquel elle est censée appartenir (comme dans la dernière colonne des données en 4..6.1) pour, dans un troisième temps livrer sa classification la plus vraisemblable selon la décimale la plus rapprochée de 1.

Ce qui peut se dégager de ce tableau est que ces sites ont pu, dans une certaine mesure, être incorrectement positionnés; il faut aussi souligner que le stade phénologique particulièrement hâtif ne permettait pas aux peuplements feuillus et mélangés de se faire correctement valoir en terme de densité parce que la réflexion infra-rouge était, au 22 avril 1987, réduite. C'est à ce point qu'une bande dans le moyen infra-rouge, telle que la bande 5 de TM, de même qu'une image prise au début de l'été

auraient permis d'aplanir certaines des difficultés rencontrées.

4.7 Homogénéisation des documents satellites

Comme nous disposions de trois images satellites de facture différente, nous avons dû trouver une façon de les rendre compatibles. Nous les avons rephotographiées de manière à obtenir des diapositives; les images transparentes "Landsat IV" et "Spot I" furent saisies avec pellicule "Ektachrome" 100 ASA de Kodak (m.c.) sous une table lumineuse avec verre dépoli. Une caméra "Asashi Pentax" avec téléobjectif, montée sur un trépied voué à cette fin, fut utilisée dans le cadre de cette première opération. L'épreuve photographique "Landsat V TM" fut captée avec une pellicule diapositive "Fuji" de 100 ASA et à partir d'une caméra "Hasselblad" aussi munie d'un téléobjectif.

A ce point, nous avions en notre possession 3 séries de diapositives nous permettant de passer à une autre étape.

4.8 La cartographie

Le fait de disposer de diapositives nous amena à nous pencher sur un médium permettant le report de l'image sur un fond de carte transparent obtenu par réduction au 1:100,000ième par

transfert photo-mécanique. Nous avions à notre disposition un type de table à dessin avec surface de verre dépoli où un miroir anti-reflets avait été monté avec un angle de 45°. L'ensemble de la table, qui était fabriquée en bois, avait été peinte en noir. Celle-ci avait été mise au point par le professeur J.R. Eyton du département de géographie de l'Université de l'Alberta. La prochaine étape consistait à assurer une projection qui serait réfléchie sur le fond de carte transparent au 1:100,000ième.

4.8.1 La projection diapositive

Nous avons été à même d'essayer divers modes de transposition optique pour fin d'interprétation visuelle. Un de ceux-ci fut le système "Procom" développé et commercialisé par la firme Gregory geoscience d'Ottawa. Nous avons été déçu des résultats obtenus à partir de leur appareil. Une distorsion très grande ne nous permettait aucunement un report exact des sites rencontrés. Nous avons constaté que cela était partiellement dû au type de lentille utilisée. Nous avons discuté de ce point avec quelques autres géographes qui s'étaient déjà frottés à l'analyse visuelle en télédétection. C'est ainsi que le professeur Eyton nous proposa d'utiliser son système de report cartographique.

Il convenait, à ce stade, de disposer d'un projecteur à diapositives avec plan focal plat. Ceci évite la distorsion qui

avait été rencontrée précédemment. Ensuite, il fallait placer l'appareil à une distance convenant à l'échelle recherchée. Bien que cette étape ait été quelque peu longue, une fois l'échelle atteinte, nous avons découvert avec grande satisfaction que le report était accompli avec un minimum de distorsion. Nous nous sommes assurés que c'était bien le cas avec les trois types de diapositives (X 2 secteurs) que nous avons en notre possession. Nous devons voir à ce que l'ensemble du réseau hydrographique puisse être superposé à la carte de base; ces prémices se sont bel et bien concrétisées.

4.8.2 L'analyse visuelle

A priori, le fait de vouloir procéder à un report, sous forme cartographique, des différents types de classes telles que celles retrouvées dans notre analyse discriminante, n'a rien de l'étoffe d'un pionnier. Cependant, certaines zones d'ombre se profilent suite à un examen plus méticuleux. Le résultat de notre classification à partir du document "SPOT" n'affiche au mieux qu'une prestance de 81%. Clawson (1965) souligne que le standard de pertinence pour fin de publication cartographique devrait être au-delà de la marque des 95%. Ceci nous guide, eu égard à l'optimisation du report cartographique de nos deux secteurs, en laissant de côté les éléments porteurs de bruit tels qu'identifiés dans l'analyse et en tentant de les raffiner.

Le choix de l'approche visuelle, boudée voire ignorée d'une très grande part des utilisateurs des produits générés en télédétection, sous-tend un certain manque de rigueur en vertu de son approche; avisons-nous seulement de souligner les contributions de Ryerson (1989) et Merchant (1989) à l'élucidation des prémices inhérentes au débat: visuel versus automatisé.

La pléthore d'algorithmes disponibles pour fins de classification (tout azimut) cache une méconnaissance des bases mathématiques à partir desquelles ils sont articulés. C'est ainsi que: "les statistiques dérivées de la production d'une image et la pertinence d'un algorithme particulier ont été rarement questionnées; peu importe le cas, ces méthodes résultent normalement en cartes couleurs convenant davantage à leur générateur qu'à leur pertinence intrinsèque" (Ryerson, 1989). Certains professeurs impliqués dans la formation des étudiants en télédétection souscrivent au fait que: "ceux qui se proposent de conduire des analyses digitales à partir de données satellites devraient premièrement obtenir une solide formation en interprétation visuelle d'image" (Merchant, 1990). La connaissance obtenue par le biais de l'approche visuelle permettrait ainsi de mieux planifier l'analyse digitale. Plutôt que de faire bande à part en deux camps, comme ce qui a été suggéré plus haut, les apprenants sauront gré de constater l'extrême valeur de l'analyse spatiale dans l'interprétation visuelle d'image: ils auront perçu les

limitations inhérentes à la majorité des systèmes de traitement d'images digitales qui auront empêché le succès de l'identification et la classification de certains thèmes d'information important aux objectifs de leur projet; ce sera alors en vertu de ce constat que l'interface humain-machine permettra de résorber certaines de ces difficultés.

4.8.2.1 Le choix des variables

Nous nous sommes référés au "Manual of Remote Sensing" (American Society of Photogrammetry, 1983) pour dégager les points essentiels en vertu desquels l'analyse visuelle devrait être abordée. Il importe à ce stade de souligner que les éléments inhérents à une image et s'articulant autour de la détection, l'identification, les mesures et les aléas liés à la résolution de problèmes des phénomènes étudiés incluent:

1. la teinte et la couleur
2. la taille et la forme
3. la texture
4. l'arrangement
5. le site et l'association

Cette énumération comporte une gradation allant de l'importance fondamentale de la teinte et la couleur jusqu'à un degré de complexité plus grand, sis dans le site et l'association.

Nous parlerons des particularités propres à ces variables pour ensuite les placer dans le contexte de la génération des documents cartographiques.

1. La teinte et la couleur: elles sont définies selon les niveaux de grisés dans les documents noirs et blancs et selon la tonalité dans les documents couleurs. De nos jours, tributaires que nous sommes des multiples types de senseurs existants, la teinte et la couleur peuvent être le produit non seulement de l'énergie réfléchie mais aussi émise, transmise et diffuse. Ceci ne facilite certes pas l'approche que nous devons avoir face à nos documents qui couvrent différentes fourchettes spectrales et dont la génération en images couleurs affiche un impressionnant éventail en terme de tonalités.
2. La taille et la forme: Ils sont des aides non négligables dans les documents à petite échelle. Pensons aux routes, à la superficie de certaines surfaces cultivées, aux couloirs hydroélectriques, aux ponts, barrages, etc. Ces considérations n'auront qu'une empreinte très légère pour nos documents puisque la marque anthropique ne se manifeste pas sous ce couvert. Disons ainsi qu'elles sont reliées à l'arrangement géométrique d'objets individuels ou de phénomènes.

3. La texture: Elle est liée de façon plus étroite à l'arrangement spatial. Elle est créée par des répétitions tonales à l'intérieur d'un objet ou groupe d'objets qui sont trop petites pour être discernées individuellement. Elle pourrait être définie comme étant la perception visuelle de rugosité ou de douceur d'un objet ou d'un thème; elle est d'une très grande utilité dans le processus d'analyse.
4. L'arrangement: Il peut être constitué de main d'homme ou le fruit de phénomènes naturels. Dans ce type d'environnement, les coupes par bandes ou en damier sont de ce lot; les dépressions structurales témoignent aussi de ce vocable.
5. Le site et l'association: Nous sommes en présence de variables faisant appel à un processus déductif. Ils s'apparenteraient à la localisation d'un trait particulier à un environnement donné pour en extraire des composantes. Le cas d'une tourbière à sphaigne peut être un indicateur de la présence de pessières noires, de frênaies noires ou de mélaizaies, tout comme celui d'un ruisseau sur dépôts argileux laisse présupposer des aulnaies, de part et d'autre de son lit.

Nous clorons cette rubrique avec le commentaire d'un photo-interprète américain M. Steven Spurr: "rien, ni manuels, ni méthodes ne vaut la connaissance intime du phénomène observé".

4.8.2.2 Le report

Il a été effectué selon une chronologie allant de l'image de 1983 à celle de 1987. Nous avons consigné nos observations dans le tableau IV: "Guide d'Interprétation des Images et Confusions Entre les 13 Classes de la Classification Forestière".

Notre méthode de recherche et d'identification s'est esquissée en gardant bien en vue que nous procédions de la considération générale au détail spécifique, du connu à l'inconnu.

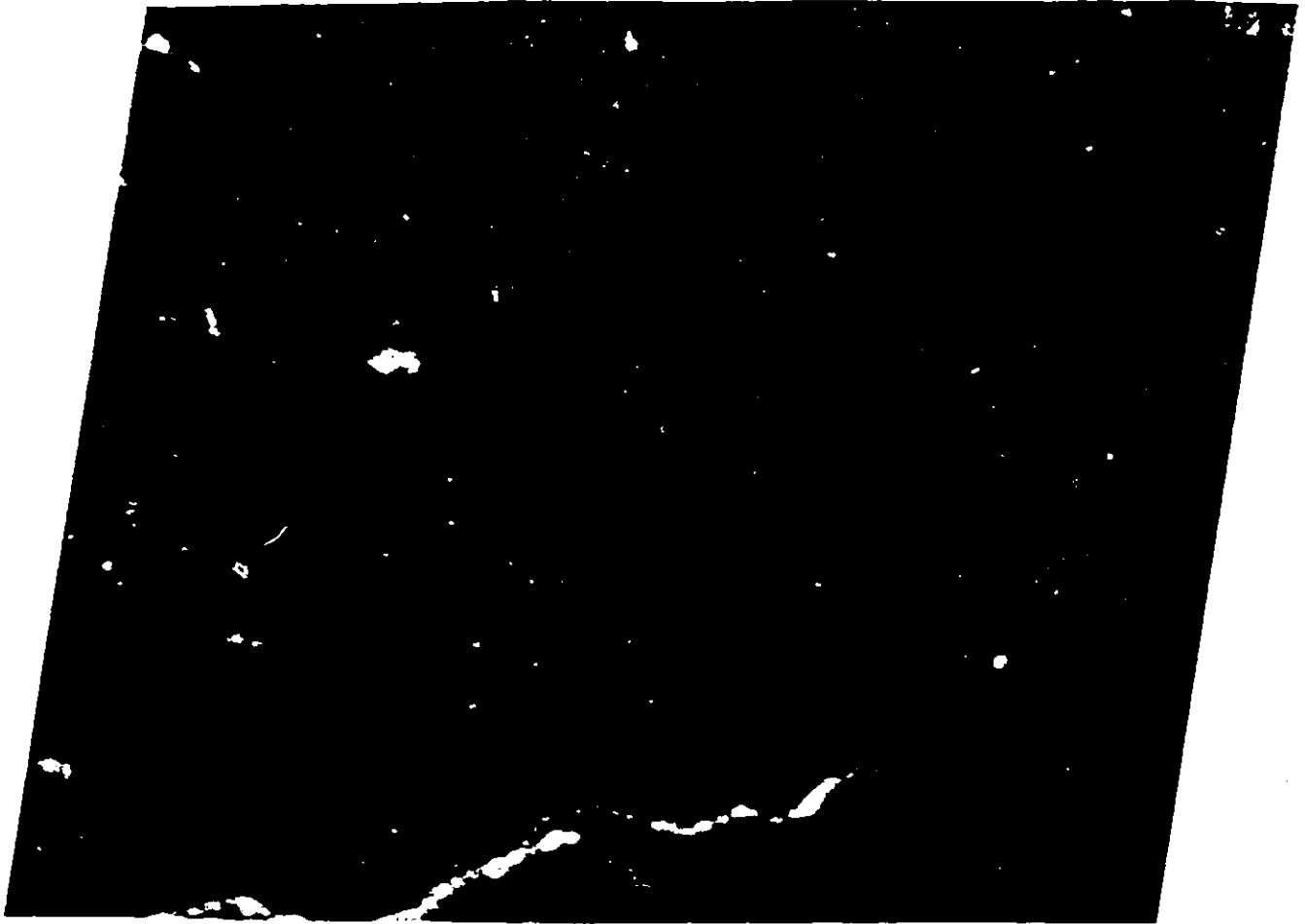
Nous avons commencé par délinéer le réseau hydrographique puis, les environnements humides (tourbières, marécages, ruisseaux, plaines alluviales). Nous avons par la suite isolé les sites marqués par une empreinte anthropique: les coupes totale et partielle.

Nous avons après-coup évalué les sites qui ont fait les frais de l'analyse densitométrique. Nous nous sommes rendus compte que la réflectance spectrale, bien que garante d'une bonne part d'information, ne peut à elle seule constituer un tremplin

permettant de brosser un fidèle portrait de l'identification des différentes classes forestières. Nous avons quand même pu assigner une couleur (apparence) aux différentes classes.

Nous disposions aussi, pour étayer nos recherches, de la carte topographique; celle-ci étant transparente, il nous était possible de considérer la topographie dans le report sur carte. En plusieurs occasions, s'il surgissait un doute prenant une allure incontournable, nous nous reportions à une photographie panchromatique au 1:40,000ième d'un secteur adjacent au nôtre. Par comparaisons, nous en venions à y voir plus clair. Dans les cas limites, nous nous prévalions de la carte forestière au 1:50,000ième. Celle-ci ayant été confectionnée pour l'inventaire forestier en 1983-1984, elle savait guider voire ultimiser notre choix.

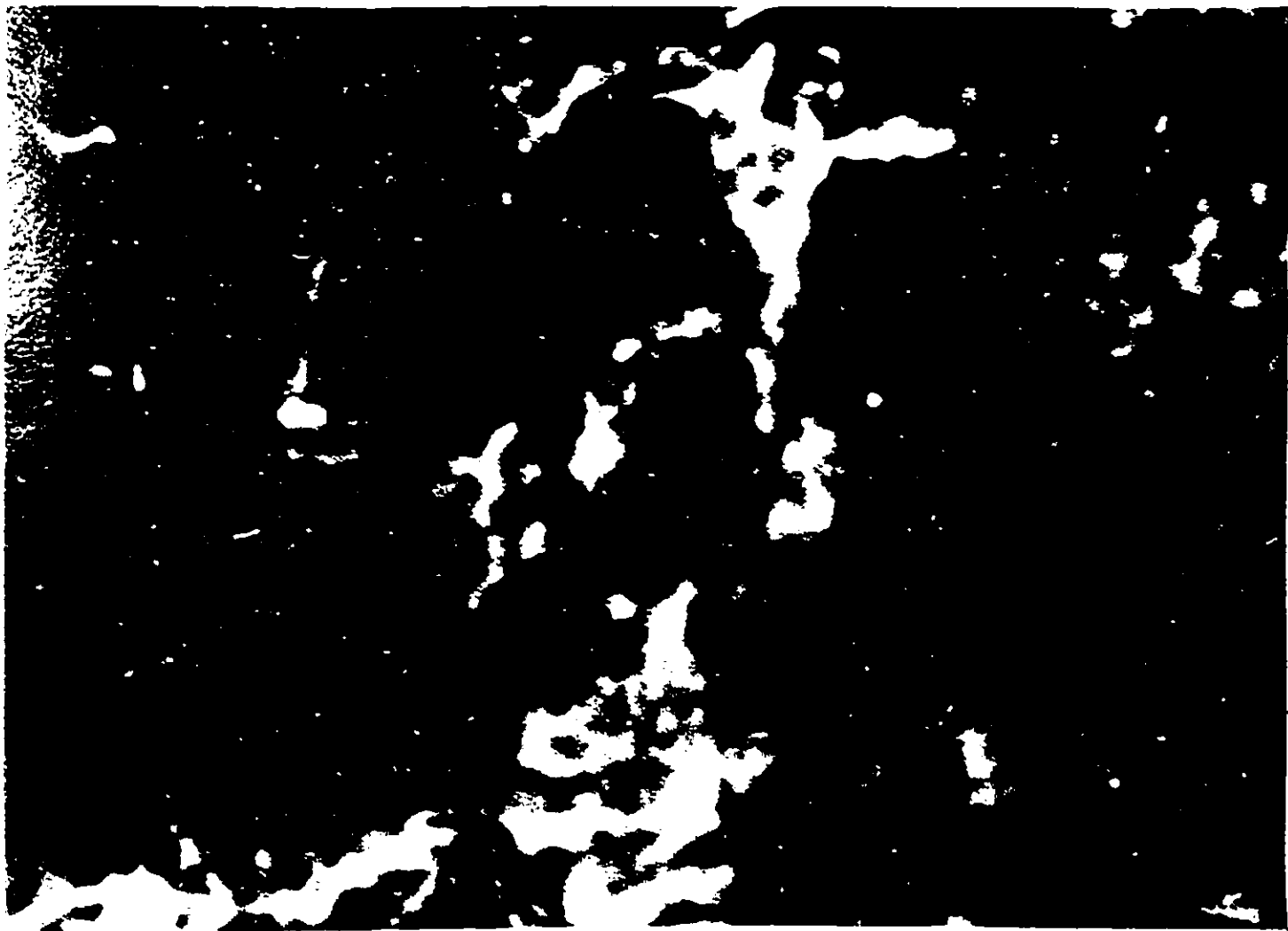
Nous vous présentons une photocopie-couleur laser des diapositives restituées sous forme photographique. Vous noterez la piètre qualité de l'imagerie LANDSAT TM; ceci ne correspond en rien avec la qualité du document à partir duquel nous avons travaillé et qui était excellente.



PHOTOGRAPHIE I.

Secteur I
Landsat IV
B.M.S.

Lac Basserode
19-06-83
Bandes 1-2-4
Crbite: 18-027 # 4033815322



PHOTOGRAPHIE II.

Secteur I
Landsat V
TM

Lac Basserode
17-09-84
Bandes 3-4-5

Orbite: 18-027 # 50200-153243



PHOTOGRAPHIE III. Secteur I Lac Basserode
Spot I. 22-04-87
HRV2 MLA Bandes 1-2-3
Orbite: 174 # 10425-164714



PHOTOGRAPHIE IV.

Secteur II	Lac Clérion
Landsat IV	19-06-83
B.M.S	Bandes 1-2-4
Orbite: 18-027	# 4033815322



PHOTOGRAPHIE V.

Secteur II

Lac Clérion

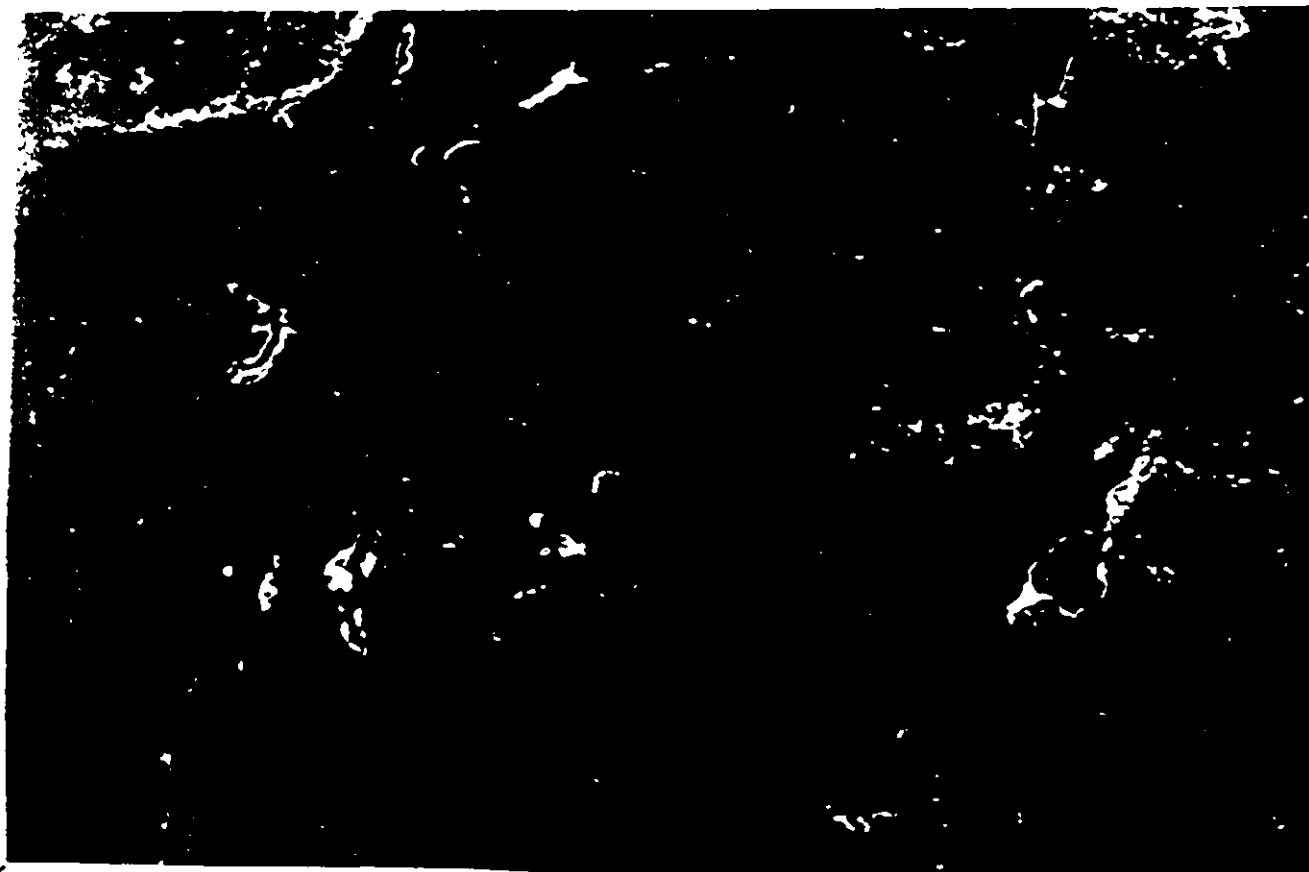
Landsat V

17-09-84

TM

Bandes 3-4-5

Orbite: 18-027 # 50200-153243



PHOTOGRAPHIE VI.

Secteur II
Spot I
HRV2 MLA
Orbite: 174

Lac Clérion
22-04-87
Bandes 1-2-3
10425-164714

Chapitre V- Résultats et commentaires

5.1 Synthèse forestière

Les documents cartographiques issus de nos tribulations vous sont livrés, précédés du tableau III "Guide d'Interprétation des Images et Confusions Entre 13 Classes de la Classification Forestière". Vous devez noter l'absence de 3 classes pourtant présentes dans l'analyse discriminante:

- 1) Mélangé en régénération (G)
- 2) Plantations (M)
- 3) Eau (P)

Dans le premier cas, nous ne disposions, en nos deux secteurs, que de 2 sites de moins de 1 hectare ce qui rendait l'identification très hasardeuse. Les plantations ne se retrouvaient en aucune de nos sous-scènes et l'eau était la classe la plus élémentaire à identifier.

Il est de bon aloi de noter que certaines des classes ayant fait piètre figure au niveau de l'identification densitométrique, ont bien performé dans l'approche visuelle. Nous pensons aux secteurs dénudés secs et aux feuillus en régénération.

Nous avons ajouté une classe: aulnaie. Celle-ci étant représentée de façon linéaire, il fut impossible de l'isoler dans la phase d'analyse densitométrique. Par contre, lors du processus d'analyse alors que nous l'avons considérée selon plus d'une

variable. il fut décidé qu'il convenait de la répertorier dans notre classification.

Nous discuterons de la prestation affichée par les 3 générations de satellites.

TABLEAU IV

"GUIDE D'INTERPRETATION DES IMAGES ET CONFUSIONS ENTRE 13 CLASSES DE LA CLASSIFICATION FORESTIERE"

Classes de la carte de référence	apparence	MSS confusion	apparence	TM confusion	apparence	SPOT confusion
1. Résineux en régénération	Bleu pâle verdâtre	2-10	Kaki	2	Rosé	9
2. Résineux jeune	Verdâtre	3	Kaki orangé	1	Brun-rouge	4-7
3. Résineux mur	Vert foncé	----	Vert foncé	----	Brun	----
4. Mélangé jeune	Brun-rosé	7	Vert-gris	2	Rouge-brun	2
5. Mélangé mur	rouge-brun	7	Brun-orangé	7	Gris-brun	3
6. Feuillu en régénération	Rosé	4	Vert-jaune	7	Gris-rosé	----
7. Feuillu jeune	Orangé	5-4	Ocre	6-1	Orangé	4
8. Feuillu mur	Rouge	---	Vert pâle	---	Gris	13 a-b
9. Tourbière	Gris-ocre	---	Gris-bleuté	11	Gris-blanc	9
10. Aulnaie	Bleuté	---	Rosé	---	Bleu-gris	---
11. Dénudé sec	ocre	---	Mauve	---	Gris-blanc	9
12. Coupes: partielle	Bleuté avec taches	---	Jaune	---	Ocre	---
totale	Bleu pâle	---	Rosé blanc	---	Bleu pâle	10
13. Epidémie: a) légère	Pas visible	---	Orangé	5-2	Cendré	8
b) sévère	Pas visible	---	Rouille	5-2, 13	Grisé terne	8-13 a

SYNTHESE FORESTIERE
 LANDSAT IV BMS BANDES 1-2-4
 19-06-83 secteur 1- Lac Basseroche



Echelle
 1: 100,000e
 1 2 3km

LEGENDE

Peuplement

Résineux en régénération

Résineux jeune

Résineux mur

Mélangé jeune

Mélangé mur

Feuillu en régénération

Feuillu jeune

Feuillu mur

Autre

Tourbière

Aulnaie

Dénuddé sec

Lac et rivière

Perturbation

Coupe partielle

Coupe totale

Epidémie légère

Epidémie sévère

--couleur avec points
 blancs fins

--couleur avec points
 blancs gras

Source: Centre canadien de télédétection
 Orbite: 18 027 numéro: 4033815322

SYNTHESE FORESTIERE
LANDSAT V TM BANDES 3-4-5
17-09-84 Secteur 1- Lac Basseroide



Echelle
1: 100,000e
1 2 3km

LEGENDE

Peuplement

Résineux en régénération

Résineux jeune

Résineux mur

Mélangé jeune

Mélangé mur

Feuillu en régénération

Feuillu jeune

Feuillu mur

Autre

Tourbière

Aulnaie

Dénudé sec

Lac et rivière

Perturbation

Coupe partielle

Coupe totale

Epidémie légère -couleur avec points blancs fins

Epidémie sévère -couleur avec points blancs gras

SYNTHÈSE FORESTIÈRE
 SPOT 1 HRV2 MLA BANDES 1-2-3
 22-04-87 Secteur I - Lac Basserode



Echelle 1 2 3 km
 1: 100,000e

Source: Centre canadien de télédétection
 Orbite: 174 numéro: 10425-164714

LÉGENDE

Peuplement

Résineux en régénération

Résineux jeune

Résineux mur

Mélangé jeune

Mélangé mur

Feuillu en régénération

Feuillu jeune

Feuillu mur

Autre

Tourbière

Aulnaie

Dénudé sec

Lac et rivière

Perturbation

Coupe partielle

Coupe totale

Epidémie légère - couleur avec points blancs fins

Epidémie sévère - couleur avec points blancs gras

SYNTHESE FORESTIERE
 LANDSAT IV BMS BANDES 1-2-4
 19-06-83 Secteur II - Lac Clérion



Echelle
 1: 100,000e
 1 2 3 km

Source: Centre canadien de télédétection
 Orbite: 18-027 numéro: 4033815322

LEGENDE

Peuplement

Résineux en régénération

Résineux jeune

Résineux mur

Mélangé jeune

Mélangé mur

Feuillu en régénération

Feuillu jeune

Feuillu mur

Autre

Tourbière

Aulnaie

Déboisé sec

Lac et rivière

Perturbation

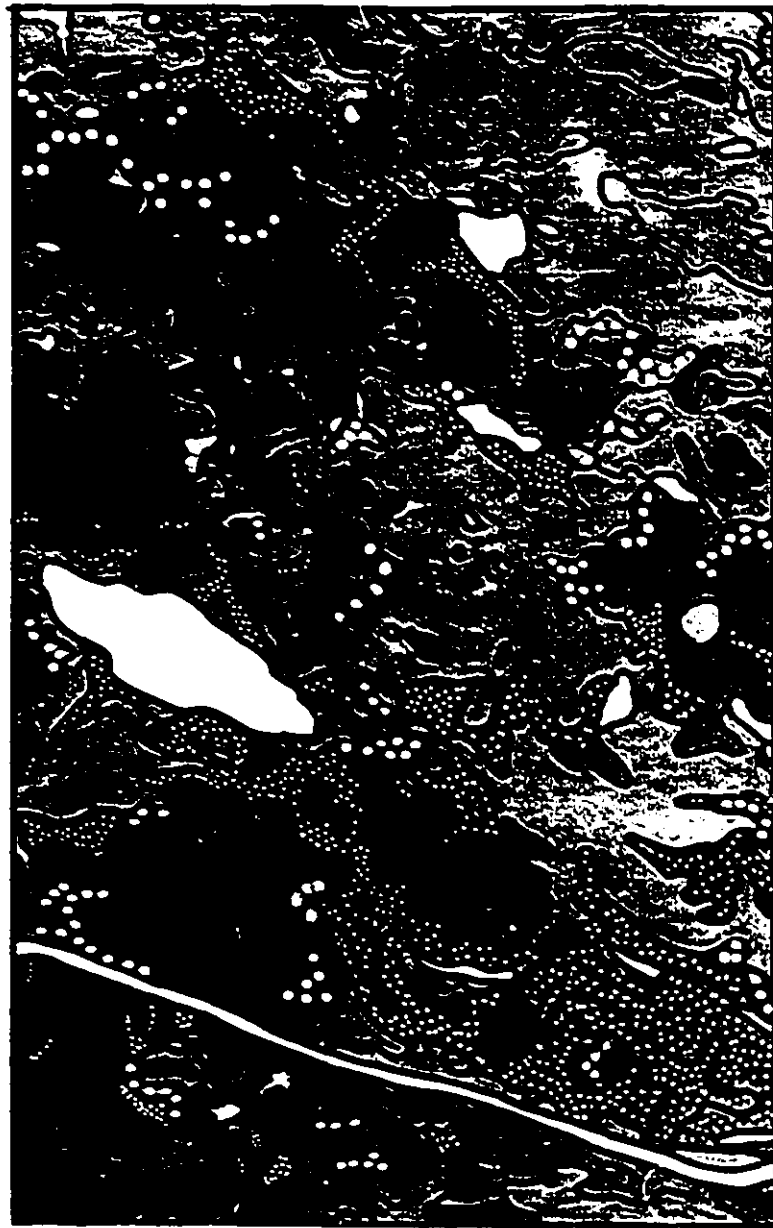
Coupe partielle

Coupe totale

Epidémie légère
 -couleur avec points blancs fins

Epidémie sévère
 -couleur avec points blancs gras

SYNTHESE FORESTIERE
 LANDSAT V TM BANDES 3-4-5
 17-09-84 Secteur II - Lac Clérion



Echelle
 1: 100,000e
 1 2 3 km

Source: Centre canadien de télédétection
 Orbite: 18-027 numéro: 50200-153243

LEGENDE

Peuplement

Résineux en régénération

Résineux jeune

Résineux mur

Mélangé jeune

Mélangé mur

Feuillu en régénération

Feuillu jeune

Feuillu mur

Autre

Tourbière

Aulnaie

Dénudé sec

Lac et rivière

Perturbation

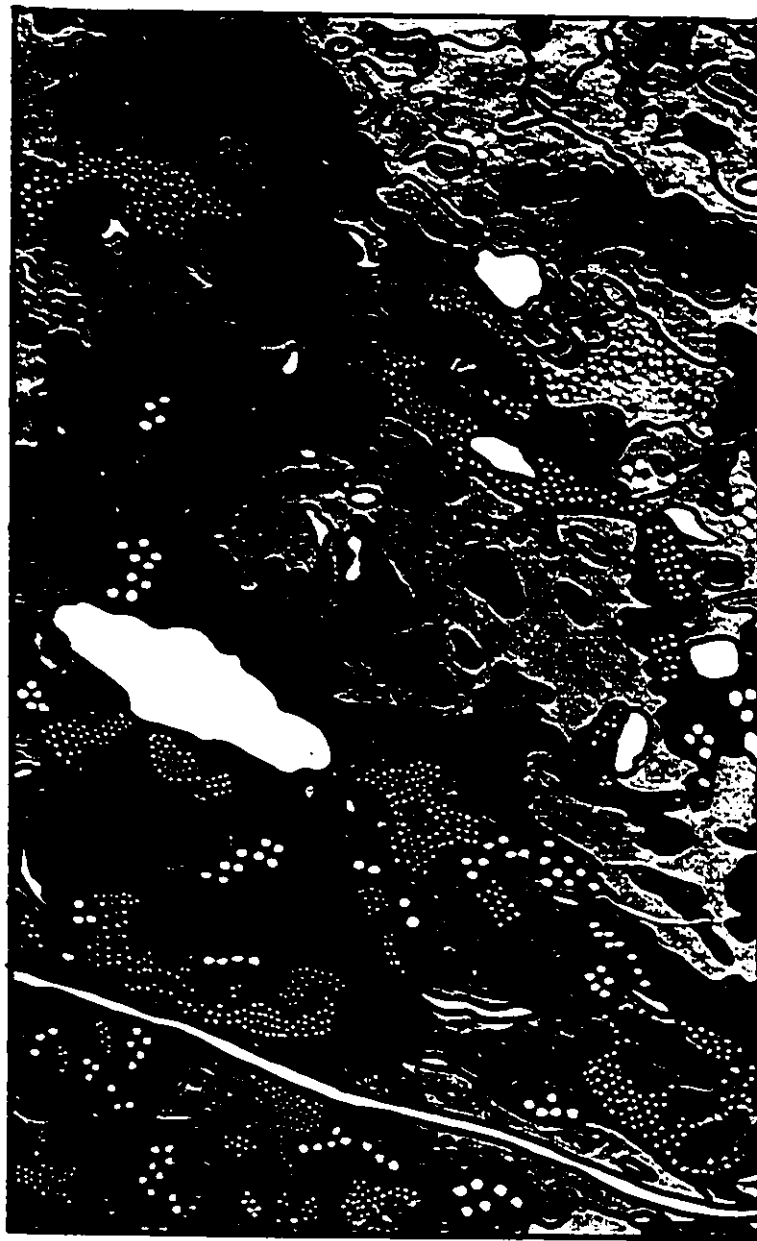
Coupe partielle

Coupe totale

Epidémie légère -couleur avec points blancs fins

Epidémie sévère -couleur avec points blancs gras

SYNTHESE FORESTIERE
 SPOT 1 HRV2 MIA BANDES 1-2-3
 22-04-87 Secteur II - Lac Clérion



Echelle
 1: 100,000e
 3km

Source: Centre canadien de télédétection
 Orbite: 174 numéro: 10425-164714

LEGENDE

Peuplement

Résineux en régénération

Résineux jeune

Résineux mur

Mélangé jeune

Mélangé mur

Feuillu en régénération

Feuillu jeune

Feuillu mur

Autre

Tourbière

Aulnaie

Dénudé sec

Lac et rivière

Perturbation

Coupe partielle

Coupe totale

Epidémie légère

Epidémie sévère

-couleur avec points blancs fins

-couleur avec points blancs gras

5.1.1 Image MSS (BMS)

Nous relevons une possibilité d'identification de 12 des 13 thèmes de notre classification; la classe épidémie ne pouvant tout simplement pas être relevée. Ceci semble conforme avec les observations faites par d'autres chercheurs. Le créneau spectral le plus éloquent à son endroit se situe dans le moyen infrarouge (1.55 à 1.75 micron) bande présente dans l'instrument TM; nous pouvons aussi souligner la trop faible résolution spatiale qui, avec un pixel de 82 m. X 56 m., ne permettrait pas de la circonscrire. Une autre observation pourrait être imputée au discernement spatial de l'étage arborescent supérieur qui renferme des feuillus pionniers alors que le sous-étagement coniférien, très souvent affecté, est recouvert à l'intérieur de cette saison.

La délinéation des divers thèmes, bien qu'étant limitée par ce qui vient d'être soulevé, s'est assez bien faite. Là où les problèmes ont surgi, nous étions face à des secteurs où le facteur "densité" (en régénération, jeune) était à un niveau trop bas. Lorsque nous relevions moins de 40% à ce chapitre, la variable "texture" jouait un rôle prépondérant.

Vous noterez que la classe: coupes, a été traitée bien qu'elle ne figure pas dans nos deux 2 secteurs. Nous l'avons relevée en périphérie de nos sous-scènes. Son apport au suivi des changements en milieu forestier étant notable, nous nous sommes

prévalus de sa contribution pour tenter de la jauger.

Ainsi l'imagerie du B.M.S. a certains attributs. Au 1:100,000ème, nous sommes à la limite de sa capacité de résolution au sol. Elle permet de répertorier les grands groupements forestiers (communautés); elle isole les secteurs ayant connu des perturbations anthropiques telles que les coupes totales et partielles. Sa précision n'est par contre pas suffisante pour la considérer comme avantageuse dans un suivi des opérations forestières. Elle demeure un outil permettant une vue synoptique à l'échelle régionale. C'est, de loin, son trait le plus convaincant.

5.1.2 Image TM

La performance de l'instrument "Thematic Mapper" est très bonne. Non seulement avons-nous réussi à identifier les différentes classes de l'analyse mais nous avons été en mesure de les circonscrire avec une distorsion très faible en comparaison du document précédent. Les fenêtres spectrales choisies (bandes 3-4-5) ont permis d'aplanir de nombreux doutes quant à la catégorisation; la résolution au sol plus fine (30 mètres) en a facilité le report. Le stade phénologique a permis une lecture optimale des faciès arborescents recensés. Alors que nous avons dû considérer plusieurs variables dans l'imagerie B.M.S., il n'en était de même pour TM. Les décisions prenaient forme beaucoup plus aisément.

Les thèmes les plus frappants tirés de l'image sont les coupes totales et partielles par leur signature, on ne peut plus spécifique, et leur exactitude dans le report. Aussi les épidémies légères et sévères ont pu être relevées avec succès. Celles-ci sont concentrées dans des serres biogéographiques où le drainage est lent; on les retrouve aussi de part et d'autre du réseau hydrographique. Ce qui étonne, c'est que lorsque considérée dans son ensemble, l'image TM laisse poindre ces secteurs à la première visualisation. Une difficulté, certes hardie à résoudre, tient dans l'apposition du dénominatif: légère et sévère, sachant que l'épidémie frappe non seulement les peuplements purs (ex: résineux) mais aussi mélangés et feuillus (sous-étagement). Nous avons ainsi

réagi par la densité du phénomène observable dans chaque catégorie rencontrée.

L'image TM est garante d'une pléiade d'information forestière. Sa limite, quant à la nomenclature des faciès rencontrés, serait au niveau des groupements; se hasarder à plus de détails serait possible avec 3 scènes d'une même année couvrant tout le spectre végétatif. Ainsi, elle peut prétendre à un outil de report cartographique pour le suivi des opérations forestières, la cartographie synthèse des couvertures en présence et l'état phytosanitaire des peuplements. A cet égard, elle pourrait être abordée comme "vecteur d'entrée" dans les premières phases d'analyse des infestations parasitologiques.

5.1.3 L'image SPOT

Nous constatons d'abord la finesse du détail tel que livré par le document. La résolution au sol de 20 mètres rééchantillonnée à 12.5 mètres est un gage de précision dans la cartographie.

L'identification des peuplements est beaucoup plus difficile en raison de la sélection de cette image du 22 avril 1987. Le stade phénologique printannier laisse poindre des possibilités pour l'isolation des peuplements résineux et mélangés mais les feuillus sont trop souvent en conflit visuel avec la

catégorie: épidémie. Nous avons dû composer avec les données de l'analyse discriminante pour résorber cette anicroche. Pour bien performer dans une cartographie de synthèse forestière, une image multispectrale SPOT doit pouvoir représenter la réflexion infra-rouge des différents biomes forestiers. Dépendamment des aléas météorologiques annuels, nous pouvons avancer la date du 15 juin comme base végétativo-spectrale optimale: en cette période, la couverture feuillue ne recouvre pas l'ensemble des habitats et permet de discriminer les nuances dans la composition des peuplements.

Le report des opérations forestières (coupes totales, partielles, par bandes) est très convenable. C'est le point majeur en faveur de ce type d'image. Il est même possible de cerner les sites où le parterre de coupe est jonché de débris résiduels à cette opération.

Le thème épidémie a été déduit sur une bonne part des sous-scènes. Ayant déjà procédé à la cartographie de deux générations différentes d'images, nous étions en mesure d'estimer la composition des couvertures non-résineuses de nos secteurs et de là, présupposer du degré d'infestation des peuplements. En observant la carte générée pour le secteur II (Lac Clérion), vous noterez que les zones d'épidémie ne sont pas seulement concentrées dans les groupements résineux, mais mélangés et feuillus (sous-étagement).

Nous voyons donc que bien qu'étant plus performante au niveau de l'exactitude du report cartographique des coupes et de certains peuplements, l'imagerie SPOT du printemps ne peut aspirer à la comparaison avec le document TM. Son apport à la cartographie de synthèse forestière serait optimal au voisinage du 15 juin; sa contribution au niveau de la défoliation des peuplements serait perceptible, sans données collatérales, si 3 documents couvrant toute la période végétative étaient comparés. L'imagerie SPOT pourrait, sous ce jour, être facilement employée dans la confection de cartes de synthèse, d'opérations et de défoliations forestières à l'échelle du 1:50,000ième.

5.1.4 Sommaire du suivi des changements perçus à partir des trois images

Les changements majeurs qui ont eu cours, sont le fait de récoltes forestières. Nous voyons qu'entre l'été 1983 (juin '83) et l'automne 1984 (septembre '84) les secteurs sis aux abords des lacs Basserode et Roger ont été coupés. La démarcation, quoique nette, n'a pas été comptabilisée en terme de superficie. L'image du printemps 1987 (après 31 mois), nous fait voir l'évolution des superficies de coupe avec comme différence l'apparition de coupes par bandes.

Un autre changement, plus subtil, est celui des secteurs

touchés par la tordeuse du bourgeon de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clem)). En 1983, selon notre document et nos aptitudes, nous n'étions pas en mesure d'en recenser la présence. Nous n'impliquons cependant pas le fait qu'elle était absente; la pellicule diapositive de 1984, nous montre l'étendue de l'épidémie, alors que pour le printemps 1987, l'infestation semblait s'être considérablement propagée.

Un autre point visualisable est l'évolution du réseau des chemins forestiers; leur retour spectral permet de les isoler facilement. Enfin, nous constatons que les secteurs adjacents aux cours d'eau sont protégés; une bordure forestière d'environ 100 mètres y est laissée. Ceci représente un nouvel état de fait prescrit en vertu du nouveau régime forestier québécois mis en branle en 1985.

5.2 Apport à la foresterie

La sélection d'une scène satellite implique qu'à priori quelques questions soient posées:

- 1) Quelle est la superficie à l'étude?
- 2) Quels facteurs ou phénomènes doivent être isolés?
- 3) Quelle exactitude planimétrique doit être rencontrée?
- 4) Quelle saison répond le mieux aux besoins de l'analyse?
- 5) Quelle est la disponibilité des scènes pour la période escomptée?
- 6) Quels sont les coûts à considérer?

Ces interrogations s'avèreront judicieuses dans le choix à opérer.

Nous vous ferons part d'un des scénarios les plus vraisemblables auquel un gestionnaire forestier aurait à faire face; la sélection d'une épreuve diapositive pour fin d'interprétation visuelle devrait permettre de considérer:

- la végétation arborescente commercialisable
- le suivi des interventions forestières (coupes à blanc, partielle, en damier, par bandes)
- les secteurs protégés en bordure des routes et du réseau hydrographique

- la mise à jour des chemins forestiers
- les épidémies (défoliation).

Le document choisi devrait se situer au début de l'été; nous avançons encore la date du 15 juin comme repère. Le discernement des peuplements est à un optimum, en gardant en vue la présence de faciès forestiers mixtes. Les interventions forestières y sont notables et l'état du parterre de coupe peut être déduit. Les zones protégées en bordure des routes et du réseau hydrographique sont aisément délimitables. Les chemins forestiers sont isolables par leur fort retour spectral et les secteurs en proie aux vecteurs entomologiques sont en pleine expansion, ainsi que comptabilisables en terme de superficie.

Notre premier choix se porterait sur l'image TM. On peut, en bénéficiant de plusieurs fenêtres spectrales, compenser pour la résolution plus faible qu'avec le produit SPOT. Les coûts sont aussi à considérer.

L'imagerie B.M.S. peut être acquise en mode couleur multispectral pour environ \$300.00. L'imagerie TM composée en trois bandes demande une obole d'environ \$600.00 alors que pour le produit multispectral couleur SPOT, il en coûte \$1100.00.

Il s'avère qu'à l'heure actuelle le produit diapositive

transparent TM représente non seulement le meilleur moyen terme pour une interprétation visuelle mais permet aussi à une personne ayant de bonnes connaissances de base en photointerprétation d'en tirer de judicieux résultats.

L'imagerie B.M.S sera toujours à considérer dans le cadre d'une synthèse régionale; c'est un outil de planification très utile vu la superficie du territoire répertoriable (185 km. X 185 km.). Elle ne devrait pas être acquise pour des fins d'interprétation visuelle en deça du 1:100,000ème.

Quant à l'imagerie SPOT, elle pourrait être utilisée de façon visuelle dans un contexte de mise à jour des opérations forestières et de comptabilisation des surfaces récoltées et récoltables. Le suivi des secteurs aux prises avec une épidémie devrait être analysé dans la fourchette temporelle de la mi-juin au début juillet. Le coût qui est associé à ce type de document peut être allégrement recouvré si on le compare à celui de la photographie aérienne infrarouge. Celle-ci lorsque choisie, peut représenter, si on parle de superficie couverte comparable, 10 fois la somme ici en cause.

Nous voyons que loin d'être un produit répondant qu'aux strictes attentes des initiés, l'imagerie satellite, interprétée de façon visuelle, se doit d'être plus répandue dans son utilisation. Elle compense largement le manque de perspective du milieu

dans sa globalité tel que véhiculé par l'approche automatisée.

5.3 Commentaires

L'élaboration de cette recherche a été parsemée de quelques écueils. Au départ, les images satellites dont nous disposions n'étaient pas de même facture. Le fait d'avoir eu à les saisir sous pellicule photographique et de générer des diapositives s'est traduit par une perte d'information. Ceci dit, les résultats que nous avons réussi à en tirer sont toutefois probants.

Par la suite, la sélection des sites ayant servi à l'analyse discriminante s'est faite à partir de cartes d'inventaire forestier; elles étaient nos documents de base. On peut, reprocher à ce type de cartes de ne pas être entièrement exactes. Leur pertinence se chiffrerait au-delà de 95% selon les responsables de l'inventaire forestier en place à Québec; mais, après les avoir utilisées et mises à l'épreuve sur le terrain, nous en sommes venus à la conclusion que leur marge d'erreur est plus près des 10%. C'est dire que des 176 sites où nous avons répertorié nos données, on doit garder à l'esprit qu'une erreur potentielle de 10% peut s'y trouver. Autre point: le report des sites sur la diapositive SPOT soumis à l'analyse densitométrique a, sans doute, été témoin d'erreurs de localisation. Le périmètre sondé couvrait un diamètre de 1 millimètre. C'est fort mince mais plausible qu'en

certain cas celui-ci ait recouvert deux secteurs contigus. L'analyse discriminante doit donc, dans son interprétation, être le miroir de ces remarques.

Par le choix de l'approche visuelle, nous avons ouvert la porte à des considérations d'ordre qualitatives. L'élaboration des variables de l'analyse visuelle et la confection d'une grille d'interprétation des images doivent être perçues comme répondant aux besoins spécifiques de cette recherche. Il serait ainsi possible de s'en inspirer mais non de l'adopter dans son entièreté. Pour sa part, l'analyse discriminante, pendant quantitatif de notre démarche, se veut un support aux variables qualitatives en vertu de sa caution à la véracité des classes choisies; le produit de notre travail peut être qualifié d'hybride qualitatif-quantitatif. N'est-ce encore pas le lot de la géographie?

En terminant, nous croyons que l'utilisation d'images satellites devrait être promue, non seulement dans le cadre géographique tel qu'ici élaboré, mais à l'ensemble des sciences de la terre. L'information pouvant en être extraite est vaste et la venue de nouveaux satellites LANDSAT VI et VII de même que SPOT II et III ainsi que RADARSAT laisse augurer à des applications très précises qui rendront quasi obsolète l'utilisation de la photographie aérienne.

CHAPITRE VI- Conclusion

L'apport de l'imagerie satellite multidade diachronique LANDSAT IV B.M.S., LANDSAT V TM et SPOT I HRV a été comparé pour un environnement forestier selon une approche visuelle.

Disposant de cartes d'inventaire forestier au 1:20,000ième me comme document de base, nous avons élaboré une classification forestière pour 176 sites représentatifs des scénarios forestiers rencontrés. Une analyse densitométrique a reposé sur ces sites à partir de l'image transparente SPOT; pour cerner la pertinence de notre catégorisation, nous avons procédé à une analyse discriminante qui a affiché un résultat de 81%. Cette prestation nous a permis d'utiliser les sites répertoriés comme support aux variables de l'analyse visuelle utilisées dans le report cartographique. Nous avons généré 3 séries de deux cartes restituant une synthèse forestière comprenant 13 classes. L'accent a été mis sur l'identification des peuplements forestiers, la délinéation des surfaces récoltées et la circonscription des secteurs défoliés par un parasite de nature entomologique.

Il appert que, compte-tenu du type d'images disponibles et de la période à l'intérieur de laquelle les images ont été générées, l'image TM, sous le biais de son information forestière, a mieux répondu aux attentes inhérentes à ce travail. Nous en sommes venus à la conclusion que des fenêtres spectrales plus définies, couvrant une portion plus large du spectre électromagnétique, compensent pour une résolution au sol plus faible.

Il ne faudrait néanmoins pas prétendre pour autant que l'imagerie SPOT devrait être laissée pour compte: la période où elle fut acquise est, en grande partie, responsable de certains des avatars rencontrés.

L'analyse visuelle s'est avérée une méthode éprouvante mais constructive dans la poursuite de cet exercice. Elle nous a permis de cheminer plus loin au niveau des liens, des interrelations existant entre les différentes composantes du milieu. Ce n'est certes pas une avenue qui est privilégiée de nos jours mais qui gagnerait à l'être. Elle permet de remplacer avantageusement la photographie aérienne là où un suivi ou des mises à jour, en contexte forestier, doivent être faites. Par surcroît, elle permet à l'utilisateur qui serait appelé à travailler avec un algorithme dans la composition d'une image selon divers thèmes, de mieux percevoir certaines relations quelquefois masquées par la pléiade d'informations de nature mathématique qui, trop souvent, prennent le pas.

Il appert que le futur de la télédétection, considéré à travers son pendant d'interprétation automatisée, devra être revu à la lumière de certaines variables abordées dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, J.R., E.E. HARDY, J.T. ROACH ET R.E. WITMER, 1976. "A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensing data", U.S. Geological Survey Professional Paper 964, Washington D.C., 28 p.
- AHERN, F.J., D.N.H. HORLER, J. CIHLAR, W.J. BENNETT ET E. MAC-AULAY, 1985, "Digital Processing to Improve Forest Classification Results at Resolutions of 5 to 50 Meters", Proceedings of symposium on techniques for extraction of information from remotely sensed data, Rochester, N.Y.
- BANNER, A. ET T. LYNHAM, 1981, "Multitemporal Analysis of Landsat Data for Forest Cutover Mapping: An Evaluation of Two Procedures", Proc. 7th can. symp. on rem. sens., Winnipeg Manitoba. 8 p.
- BARLOW, A.E., 1899, "Geology and Natural Resources of the Area Included by Nipissing and Temiscaming Map Sheets Comprising Portions of the District of Nipissing, Ontario and of the County of Pontiac, Québec", Report of the Geological Survey of Canada, no. 672, pp. 18-287.
- BEAUBIEN, JEAN ET S.J. DAUS, 1977, "Le Traitement numérique des Données LANDSAT pour la Cartographie", Can. symp. on rem. sens., 4th Proceedings, Québec, 8p.
- _____, 1978, "Forest Type Mapping from Satellites Six years after", Can. symp. on rem. sens., 5th Proceedings, Victoria, pp. 7-15
- _____, 1979, "Forest Type Mapping from LANDSAT Digital Data", Phot. eng. rem. sens., Vol. 45, No. 8, pp. 1135-1144.
- BENSON, A.S., ET K.J. DUMMER, 1983, "Analysis of Photo Interpretation Test Results for Seven Aerospace Image Types of the San Juan National Forest, Colorado": Proceedings, 49th American Society of Photogrammetry annual meeting, Washington, D.C., pp 121-130.
- BENSON, A.S., ET S.D. GLORIA, 1985, "Interpretation of Landsat IV TM and MSS Data for Forest Surveys", Phot. eng. rem. sens. Vol. 51, no. 9, Septembre 1985, pp. 1281-1289.
- BROWN, J.L., 1981, "Les Forêts du Témiscamingue, Québec: écologie et photointerprétation", Lab. d'éc. for. Un. Laval, 341 p.
- BRYANT, E., A.G. DODGE ET M.J.E. EGER, 1979, "Small Forest Cuttings Mapped with LANDSAT Digital Data". Proceedings 13th Int. sym. on rem. sens. of env., Ann Arbor, Michigan. Vol. 2, pp. 971-981.

- CIESLA, W.N., C.W. DULL ET R.E. ACCIAVATTI, 1989, "Interpretation of SPOT 1 Color Composites for Mapping Defoliation of Hardwood forests by Gypsy Moth", Phot. eng. rem. sens., Vol. 55, No. 10, Octobre 1989, pp. 1465-1470.
- CLAWSON, M., 1965, "Land Information, Resources for the Future", Washington, D.C.
- COLWELL, R.N., 1978, "Interpretability of Vegetation Resources on Various Image Types Acquired from Earth- Orbiting Spacecraft", Journal of Applied Photogrammetric Engineering, Vol. 4, no.3, pp. 107-117.
- _____, 1983, "Manual of Remote Sensing", Am. soc. Photogramm., Falls Church, Virginia, 2440 p.
- CRIST, E.P., ET R.C. CICONE, 1984, "A Physically-Based Transformation of Thematic Mapper Data - The TM Tasseled Cap", I.E.E.E Trans. Geosci. Remote Sensing, 22, 256.
- DE GLORIA, STEPHEN D. ET A.S. BENSON, 1987, "Interpretability of Advanced SPOT Film Products for Forest and Agricultural Survey", Phot. eng. rem. sens., Vol. 53, No 1, Janvier 1987, pp. 37-44.
- DOTTAVIO, C.L., ET D.L. WILLIAMS, 1982, "Mapping of Southern pine plantation with Satellite and Aircraft Scanner Data: A Comparison of Present and Future LANDSAT Sensors", J. Appli. Photogramm. Eng., 8, 58.
- DUPONT, J., 1984, "Nature et Etendue de l'Acidification de 64 lacs de la Région de Rouyn-Noranda", Ministère de l'Environnement du Québec, Publication PA-9. 159 p.
- EYTON, R.J., 1983, "Landsat Multitemporal Color Composites", Phot. eng. rem. sens., Vol 49, No. 2, Février 1983, pp. 231-235.
- _____, 1983, "A Hybrid Image Classification Instructional Package", Phot. eng. rem. sens. Vol. 49, No. 8, Août 1983, pp. 1175-1181.
- FERLAND, M.-G. ET R.M. GAGNON, 1967, "Climat du Québec Méridional", Min. Rich. Nat., Québec, 93 p.
- GAGNON, H., 1974, "La Photographie Aérienne: son interprétation dans les études de l'environnement et de l'aménagement du territoire", Les Editions HRW, Montréal, 278 p.
- GOVERNEMENT DU CANADA, MINISTERE DE L'ENERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES, CENTRE CANADIEN DE TELEDETECTION, 1986, "Renseignements sur le Satellite SPOT". Septembre 1986. 9 p.

- GOUVERNEMENT DU QUEBEC, MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES, 1984, "Normes d'Inventaire Forestier", Editeur officiel du Québec, 177 p.
- GRANDTNER, M., 1966, "La Végétation du Québec méridional", Les Presses de l'Université Laval, 216 p.
- HEATH, G.R., 1974, "ERTS Data Tested for Forestry Applications". Phot. eng. rem. sens., vol. 40 (9). pp.1087-1091.
- HELLER, R.C., 1975, "Evaluation of ERTS-1 Data for Forest and Rangeland Surveys". U.S.D.A. Forest Service Research Paper PSW-112, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkely, California, 67 p.
- HOPKINS, PAUL F., ANN L. MACLEAN ET THOMAS M. LILLESAND, 1988, "Assesment of Thematic Mapper Imagery for Forestry Applications Under Lake States Conditions", Phot. eng. rem. sens., Vol. 54, No 1, Janvier 1988, pp. 61-68.
- HORLER, D.N.H., ET F.J. AHERN, 1986, "Forestry Information Content of Thematic Mapper Data", Int. jour. rem. sens., Vol 7, No. 3, pp. 405-429.
- JANO, A. ET S. PALA, 1984, "A Practical Method for Monitoring and Mapping Cutovers Based on the Digital Analysis of LANDSAT Data and Automated Map Production", 8th Can. sym. rem. sens., Montréal, pp.567-573.
- KARTERIS, MICHAEL A., 1988, "Manual Interpretation of Small Forestlands on LANDSAT MSS Data", Phot. eng. rem. sens., Vol. 54, No. 6, Part 1, Juin 1988, pp. 751-755.
- LAFOND, A. ET G. LADOUCEUR, 1968, "Les Forêts, les Climax et les Régions Biogéographiques du Bassin de la Rivière des Outaouais, Québec", Naturaliste canadien, 95, pp. 317-366.
- LAFRAMBOISE, PIERRE, JEAN BEAUBIEN, GEORGES DORVAL ET PIERRE GIGNAC, 1985 (1), "Télédétection des Dommages de la Tordeuse des Bourgeons de l'Epinette: Vers une Approche Opérationnelle", Télédétection et gestion des ressources: l'aspect opérationnel. L'association québécoise de télédétection, pp. 241-250.
- LAFRAMBOISE, PIERRE, JEAN BEAUBIEN, JEAN-PIERRE LETOURNEAU ET GUY SIMARD, 1985 (2), "L'Apport des Images LANDSAT TM et SPOT HRV à la Cartographie Forestière au Québec", Télédétection et gestion des ressources: l'aspect opérationnel. L'association québécoise de télédétection, pp. 251-259.
- LAFRANCE, P., J.-M. M. DUBOIS ET F. BONN, 1987, "La Télédétection des Milieux Humides: Comparaison des Images MSS, TM et SPOT", Naturaliste canadien. (Rev. Ecol syst.) # 114, pp. 433-448.

- LATTY, R.S., ET R.M. HOFFER, 1981, "Waveband Evaluation of Proposed Thematic Mapper in Forest Cover Classification", LARS Technical report 041581, Purdue University, W. Lafayette, Indiana, 12 p.
- LEE, Y.J., 1975 (1), "Are Clearcut Areas Estimated From LANDSAT Imagery Reliable?", Proc. NASA Earth resources survey symposium, Houston, Texas. Vol 1 (A), pp. 10-20.
- _____, 1975 (2), "Reliability of Estimating Clearcut and Uncut Mature Timber Areas Using LANDSAT Imagery", Proc. 3rd Can. symp. rem. sens., Edmonton, Alberta, pp. 265-272.
- LILLESAND, T.M. ET R. W. KIEFER, 1987. "Remote Sensing and Image Interpretation, Second Edition", John Wiley and sons, New York, 721 p.
- MARIE-VICTORIN, FR, 1964, "Flore Laurentienne", 2ème édition, Presses Univ., Montréal, Montréal, 925 p.
- MERCHANT, JAMES W., 1989, "Teaching Digital Image Analysis Strategies", Current trends in remote sensing education. Edited by: M. Duane Nellis by Geocarto international center, Hong Kong.
- MURTHA, P.A. ET E.K. WATSON, 1975, "Mapping of Forest Clear-cutting, South Vancouver Island, from LANDSAT Imagery", Proc. 3rd Can. symp. rem. sens. Edmonton, Alberta, pp.257-263.
- NELSON, R.F., R.S. LATTY ET G. MOTT, 1984, "Classifying Northern Forest Using Thematic Mapper Simulator Data", Phot. eng. rem. sens., Vol. 50, No. 5, pp.607-617
- ORHAUG, T., L. WASTENSON ET S.I. ARKERSTEN, 1976, "Forest Inventory Using LANDSAT Digital Imagery". Research institute of Swedish National Defence, Stockholm, Sweden, FOA Report A-30008-EL, 59 p.
- ROHDE, W.G., ET H.J. MOORE, 1974, "Forest Defoliation Assesment with Satellite Imagery". Proc. 9th Int. symp. on rem. sens. of env., E.R.I.M., vol. 2. pp.1089-1104.
- ROWE, J.S., 1959, "Forest Regions of Canada", Dept. of North. Aff. and Nat. Res., Canada, For. Br., Bull. 123, 71 p.
- RUBEC, C.D ET G.M WICKWARE, 1978, "Automated Land Classification in the Boreal Zone Using LANDSAT Digital Data". Proc. 5th Can. Symposium on rem. sens., Victoria, B.C., pp.1089-1104.
- RYERSON, ROBERT, 1989, "Image Interpretation Concerns for the 1990's and Lessons from the past", Phot. eng. rem. sens., Vol 55, No. 10, Octobre 1989, pp. 1427-1430.

- SAS INSTITUTE, INC., 1979, "SAS User's Guide", Box 8000, Cary, North Carolina.
- SPURR, STEVEN, H. 1960, Photogrammetry and photo-interpretation. 2nd ed., The Ronald Press Co., New York, N.Y., 472 p.
- TAYLOR, M.M., 1974, "Principal Components Colour Display of ERTS Imagery", Proc. 2th Can. symp. rem. sens., pp. 296-313.
- TROLIER, LAURIE J. ET WARREN R. PHILIPSON, 1986, "Visual Analysis of LANDSAT Thematic Mapper Images for Hydrologic Land Use and Cover", Phot. eng. rem. sens., Vol. 52, No.9, Septembre 1986, pp. 1531-1538.
- VEILLETTE, J.J., 1983 (1), "Déglaciation de la vallée supérieure de l'Outaouais, le lac Barlow et le sud du lac Ojibway, Québec", Géographie physique et quaternaire, Vol. XXXVII, No. 1, pp. 67-84.
- _____, 1986 (2), "Former Southwesterly Ice Flows in the Abitibi-Timiskaming Region: Implications for the Configuration of the Late Wisconsinan Ice Sheet", Can jour. earth science, pp. 1724-1741.
- VINCENT, J.S., ET LEON HARDY, 1977, "L'Evolution et l'Extension des lacs glaciaires Barlow et Ojibway en territoire québécois", Géographie physique et Quaternaire, 31, pp. 357-372.
- WILLIAMS, D.L., ET M.L. STAUFFER, 1979, "What can the forestry community expect from LANDSAT-D TM Data? Proceedings from the conference on remote sensing for Natural Ressources, Moscow, Idaho, pp. 475-492.
- WILSON, J.T., 1938, "Glacial Geology of Part of Northwestern, Québec, Transactions of the Royal Society of Canada, Section 4, 32, pp. 49-59.

Annexe 1

Légende forestière

Telle qu'apparaissant sur les cartes forestières à l'échelle du 1:20,000e et établie par le Service de l'inventaire forestier, de la Direction de l'Aménagement de la forêt, de la Direction générale des forêts, du Ministère de l'Energie et des Ressources, Gouvernement du Québec, 1985.

TYPE DE COUVERT

RESINEUX (groupements et sous-groupements)
Résineux R

à sapin et/ou épinette blanche	R(S)
à épinette noire et/ou rouge	R(E)
à pin blanc et/ou à pin rouge	R(Pb)
à pin rouge	R(Pr)
à pin gris	R(Pg)
à thuya (cèdre)	R(C)
à pruche	R(Pu)
à mélèze	R(Me)
(plantation)	R p

Pessière E
(l'épinette noire et/ou rouge occupent plus de 75% de la partie résineuse) E(E)

à thuya	E(C)
à mélèze	E(Me)
à pruche	E(Pu)
à pin blanc et/ou pin rouge	E(Pb)
à pin rouge	E(Pr)
à pin gris	E(Pg)
à sapin et/ou épinette	E(S)
(plantation d'épinette blanche)	EpB p
(plantation d'épinette de Norvège)	EpO p
(plantation d'épinette noire)	EpN p
(plantation d'épinette rouge)	EpR p

Sapinière S
(le sapin et/ou l'épinette blanche occupent plus de 75% de la partie résineuse) S(S)

à thuya (cèdre)	S(C)
à épinette noire et/ou rouge	S(E)
à pin blanc et/ou rouge	S(Pb)
à pin rouge	S(Pr)
à pin gris	S(Pg)
à pruche	S(Pu)
à mélèze	S(Me)
(plantation de sapin baumier)	SaB p

Pinède à pin blanc	Pb	
avec pin rouge	Pb(Pr)	
et/ou rouge s'ils occupent plus de 75% de la partie résineuse	Pb(Pb)	
avec thuya (cèdre)	Pb(C)	
avec épinette noire et/ou rouge	Pb(E)	
avec mélèze	Pb(Me)	
avec pin gris	Pb(Pg)	
avec pruche	Pb(Pu)	
avec sapin et/ou épinette blanche (plantation)	Pb(S) PiB p	
Pinède à pin rouge	Pr	
(le pin rouge occupe plus de 75% de la partie résineuse)	Pr(Fr)	
avec thuya (cèdre)	Pr(C)	
avec épinette noire et/ou rouge	Pr(E)	
avec mélèze	Pr(Me)	
avec pin blanc	Pr(Pb)	
avec pruche (plantation)	Pr(Pu) PiR p	
Pinède à pin gris	Pg	
(le pin gris occupe plus de 75% de la partie résineuse)	Pg(Pg)	
avec thuya (cèdre)	Pg(C)	
avec épinette noire et/ou rouge	Pg(E)	
avec mélèze	Pg(Me)	
avec pin rouge	Pg(Pr)	
avec pin blanc et/ou pin rouge	Pg(Pb)	
avec pruche	Pg(Pu)	
avec sapin et/ou épinette blanche (plantation)	Pg(S) PiG p	
plantation de pin sylvestre	PiS p	
Cédrière	C	
(le thuya occupe plus de 75% de la partie rés.)	C(C)	
à épinette noire et/ou rouge	C(E)	
à mélèze	C(Me)	
à pin blanc et/ou pin rouge	C(Pb)	
à pin rouge	C(Pr)	
à pin gris	C(Pg)	
à pruche	C(Pu)	
à sapin et/ou épinette blanche (plantation de thuya)	C(S) Tho p	

Prucheraie Pu
(la pruche occupe plus de 75% de la partie rés.) Pu(Pu)

à thuya (cèdre) Pu(C)
à épinette noire et/ou rouge Pu(E)
à mélèze Pu(Me)
à pin blanc et/ou pin rouge Pu(Pb)
à pin rouge Pu(Pr)
à pin gris Pu(Pg)
à sapin et/ou épinette blanche Pu(S)
(plantation) PrU p

Mélèzin Me
(le mélèze occupe plus de 75% de la partie rés.) Me(Me)

à thuya Me(C)
à épinette noire et/ou rouge Me(E)
à pin blanc et/ou rouge Me(Pb)
à pin rouge Me(Pr)
à pin gris Me(Pg)
à pruche Me(Pu)
à sapin et/ou épinette blanche Me(S)
(plantation de mélèze européen) MeU p
(plantation de mélèze japonais) MeJ p
(plantation de mélèze laricin) MeL p

MELANGES (groupements et sous-groupements) Tendance Tendance
feuillue Résineuse

Feuillus d'essences intolérantes

avec pin gris	FiPg	FiPg(F)	FiPg(R)
avec pin blanc	FiPb	FiPb(F)	FiPb(R)
avec pin rouge	FiPr	FiPr(F)	FiPr(R)
avec résineux	FiR	FiR(F)	FiR(R)
avec sapin	FiS	FiS(F)	FiS(R)
avec épinette noire ou rouge	FiE	FiE(F)	FiE(R)

Bétulaie à bouleaux blancs

avec sapin	BbS	BbS(F)	BbS(R)
avec épinette noire ou rouge	BbE	BbE(F)	BbE(R)
avec pin gris	BbPg	BbPg(F)	BbPg(R)
avec pin blanc	BbPb	BbPb(F)	BbPb(R)
avec pin rouge	BbPr	BbPr(F)	BbPr(R)
avec résineux	BbR	BbR(F)	BbR(R)

Bétulaie à bouleaux jaunes

avec pin blanc	BjPb	BjPb(F)	BjPb(R)
avec pin rouge	BjPr	BjPr(F)	BjPr(R)
avec résineux	BjR	BjR(F)	BjR(R)

Peupleraie avec sapin	PeS	PeS(F)	PeS(R)
avec pin gris	PePg	PePg(F)	PePg(R)
avec pin blanc	PePb	PePb(F)	PePb(R)
avec pin rouge	PePR	PePr(F)	PePr(R)
avec épinette noire ou rouge	PeE	PeE(F)	PeE(R)
avec résineux	PeR	PeR(F)	PeR(R)
Erablière rouge résineuse	EroR	EroR(F)	EroR(R)
Erablière résineuse	ErR	ErR(F)	ErR(R)
à pin blanc	ErPb	ErPb(F)	ErPb(R)
à pin rouge	ErPr	ErPr(F)	ErPr(R)
Mélangés à feuillus tolérants	Mft	Mft(F)	Mft(R)
sur station humide	Mfh	Mfh(F)	Mfh(R)

FEUILLUS (groupements)

Feuillus	F
d'essences intolérantes	Fi
d'essences tolérantes	Ft
sur station humide	Fh
(plantation)	Fp
Bétulaie à bouleaux blancs	Bb
à bouleaux jaunes	Bj
Peupleraie	Pe
Erablière rouge	Ero
Erablière	Er
à bouleaux blancs	ErBb
à bouleaux jaunes	ErBj
à peupliers	ErPe
à feuillus d'essences intolérantes	ErFi
à feuillus d'essences tolérantes	ErFt
Plantation d'érable à sucre	ErS p
de bouleau jaune	BoJ p
de peuplier	PeU p
de peuplier hybride	PeH p

GRILLE DENSITE-HAUTEUR

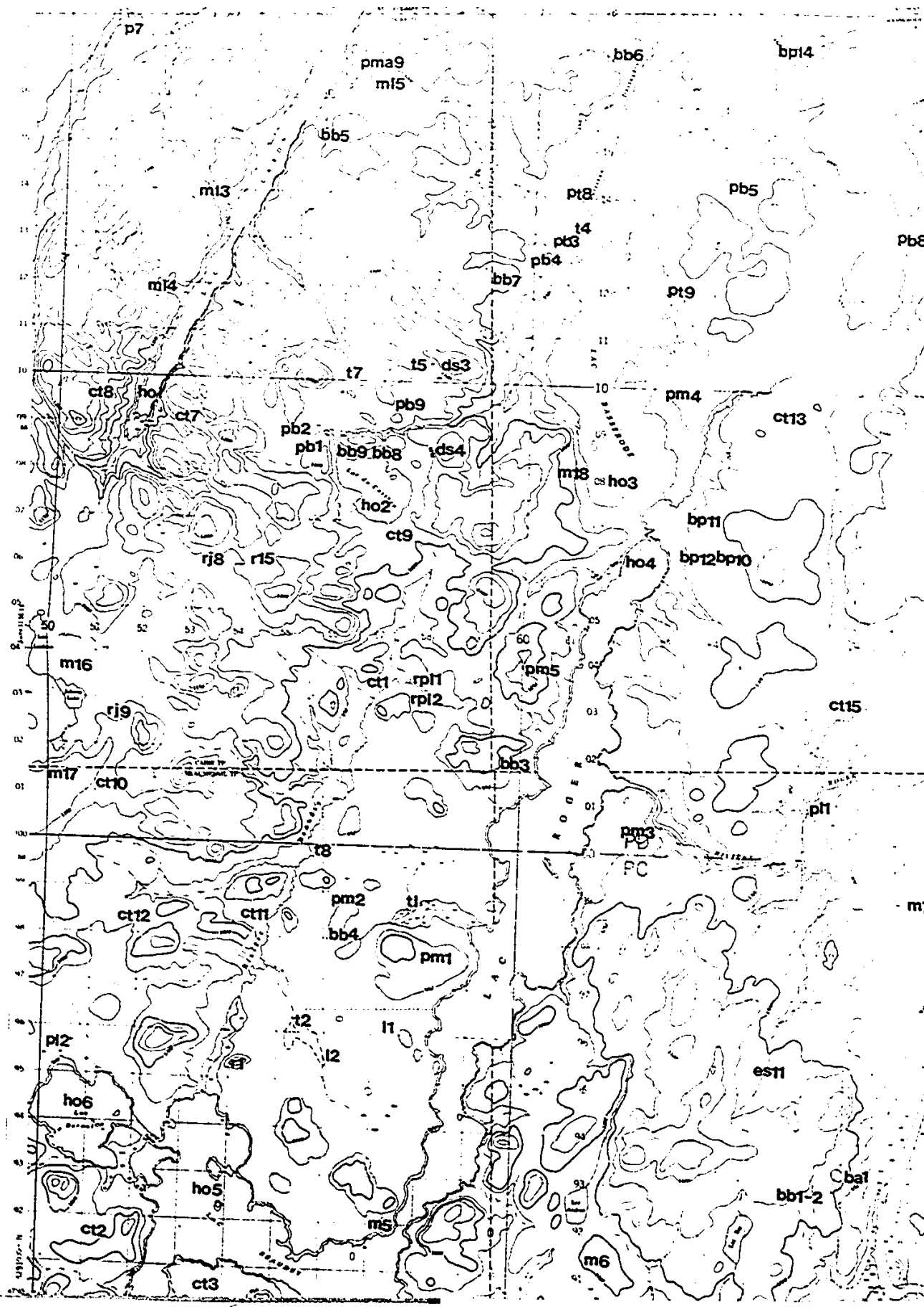
	HAUTEUR	25m	17m	12m	7m	4m
DENSITE	1	2	3	4	5	6
A	A1	A2	A3	A4	A5	6
80%	B1	B2	B3	B4	B5	6
B	C1	C2	C3	C4	C5	6
60%	D1	D2	D3	D4	D5	6
C						
40%						
D						
25%						

PERTURBATION

Coupe partielle	cp	
Coupe partielle en damier	cd	
Coupe partielle par bande	cb	
Coupe partielle plus épidémie légère		ce
Chablis partiel	chp	
Epidémie légère	el	
Brulis partiel	brp	

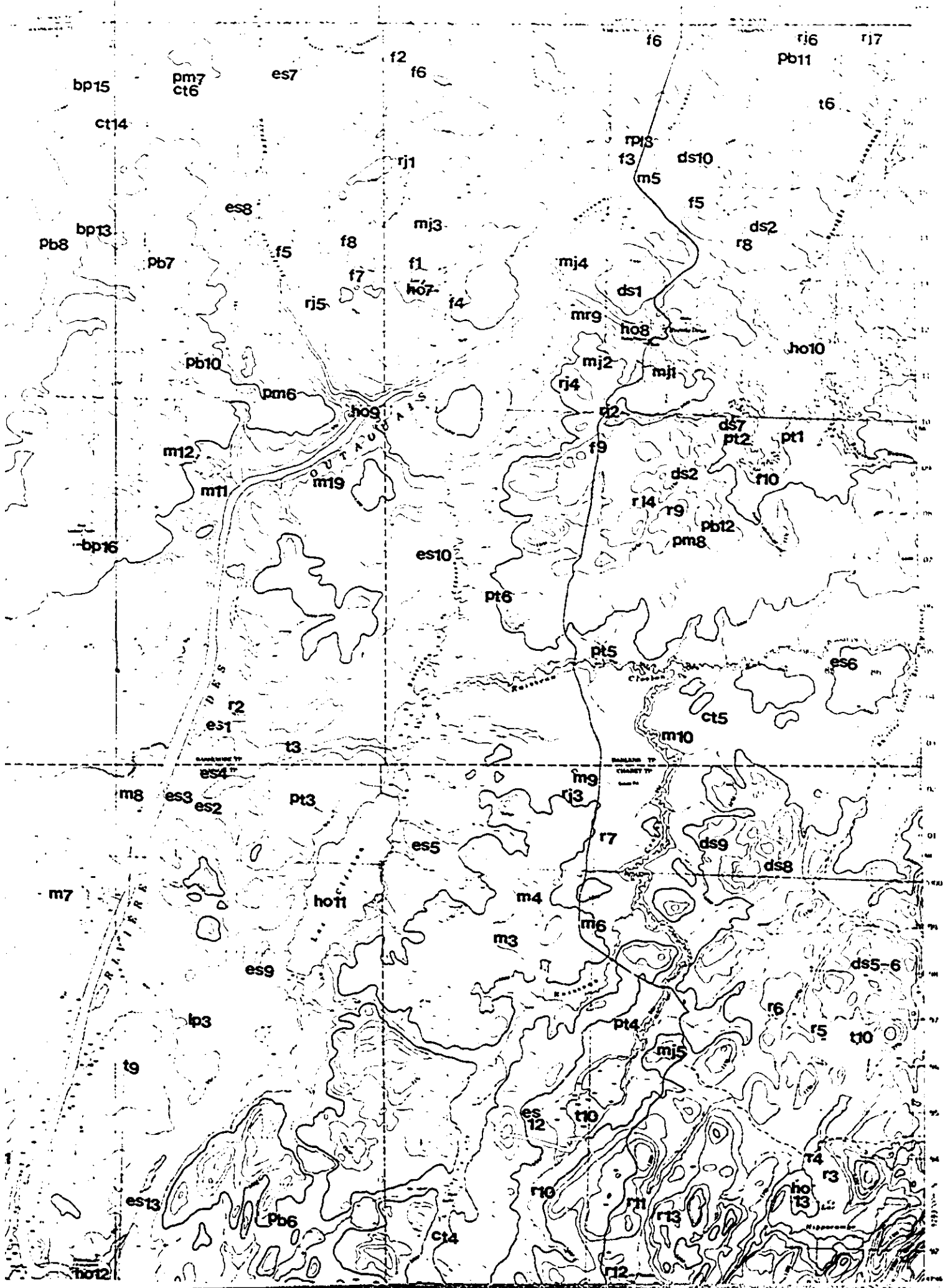
ORIGINE

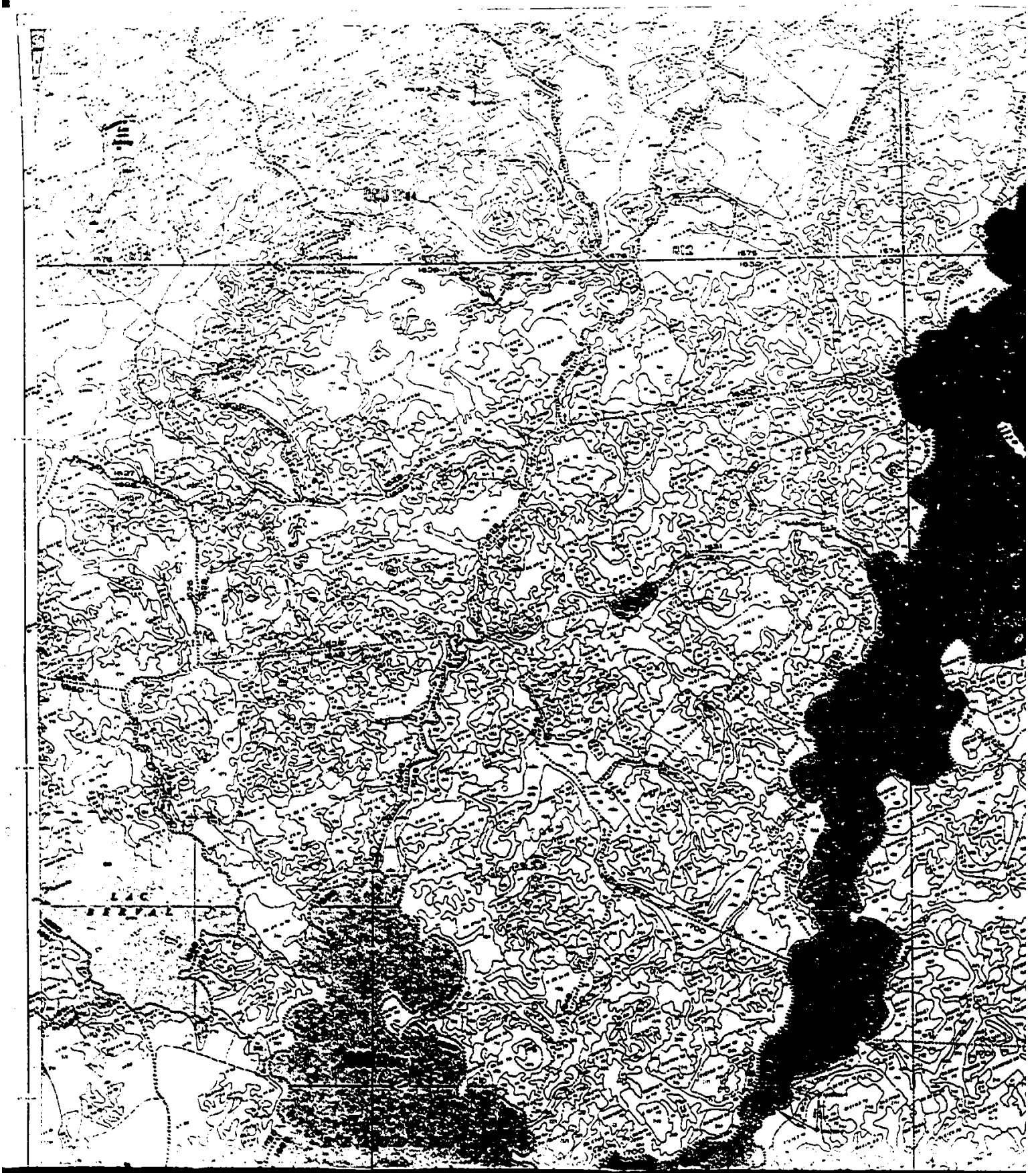
Coupe totale	ct
Brulis	br
Chablis total	cht
Epidémie sévère	es
Friche	fr
Plantation	p

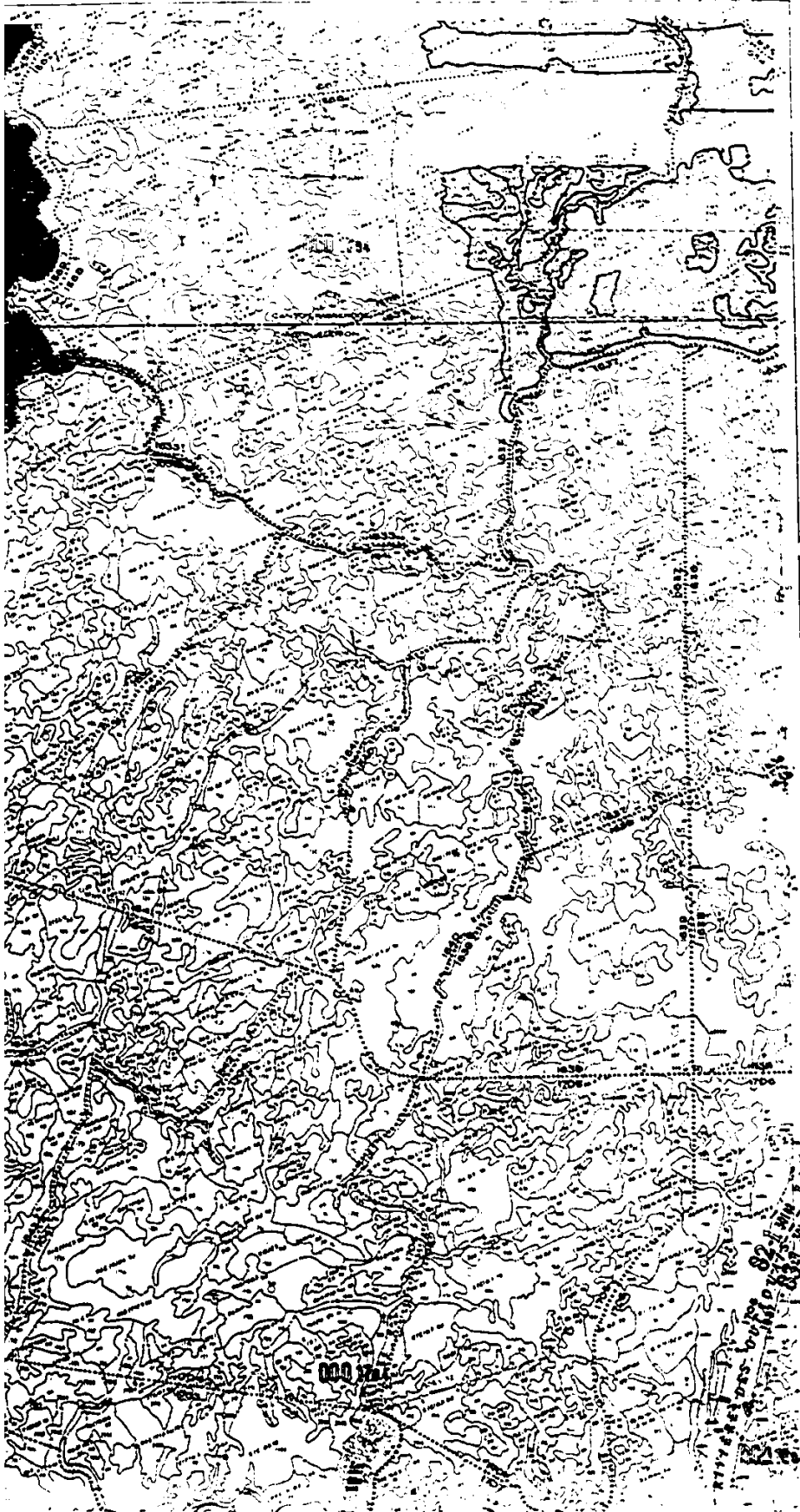


LAC ROGER
QUÉBEC

échelle 1:100000







CARTE FORESTIÈRE

000000 1 200000

V

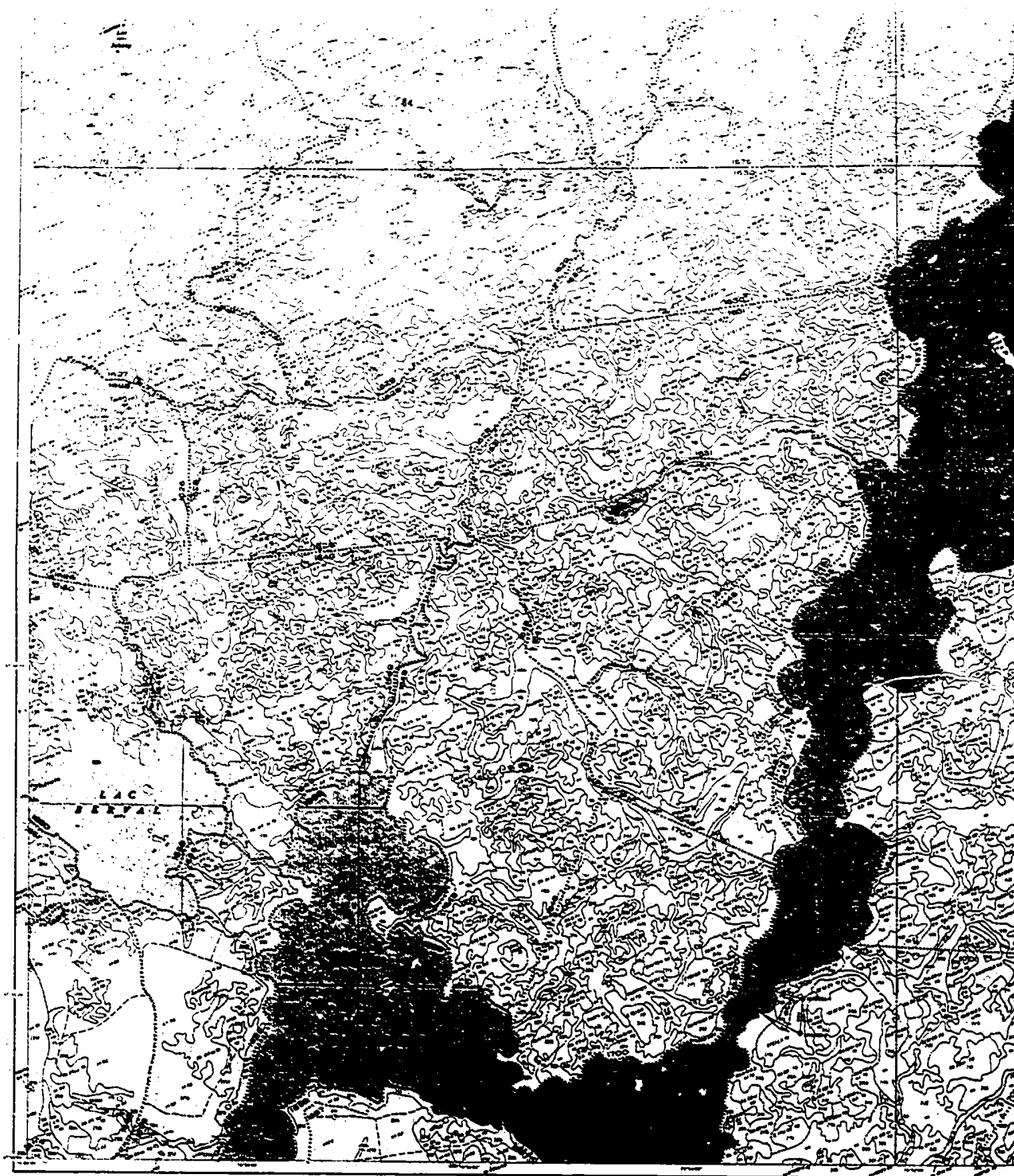
1. *Staphylococcus aureus* (Gram-positive)
 2. *Streptococcus pneumoniae* (Gram-positive)
 3. *Escherichia coli* (Gram-negative)
 4. *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-negative)
 5. *Legionella pneumophila* (Gram-negative)
 6. *Mycobacterium tuberculosis* (Gram-negative)
 7. *Cryptosporidium parvum* (Protozoan)
 8. *Giardia lamblia* (Protozoan)
 9. *Trichinella spiralis* (Nematode)
 10. *Toxoplasma gondii* (Protozoan)
 11. *Salmonella enterica* (Gram-negative)
 12. *Shigella flexneri* (Gram-negative)
 13. *Yersinia enterocolitica* (Gram-negative)
 14. *Brucella abortus* (Gram-negative)
 15. *Coccidioides immitis* (Fungus)
 16. *Histoplasma capsulatum* (Fungus)
 17. *Blastomyces dermatitidis* (Fungus)
 18. *Candida albicans* (Fungus)
 19. *Aspergillus fumigatus* (Fungus)
 20. *Microsporidium* (Protozoan)

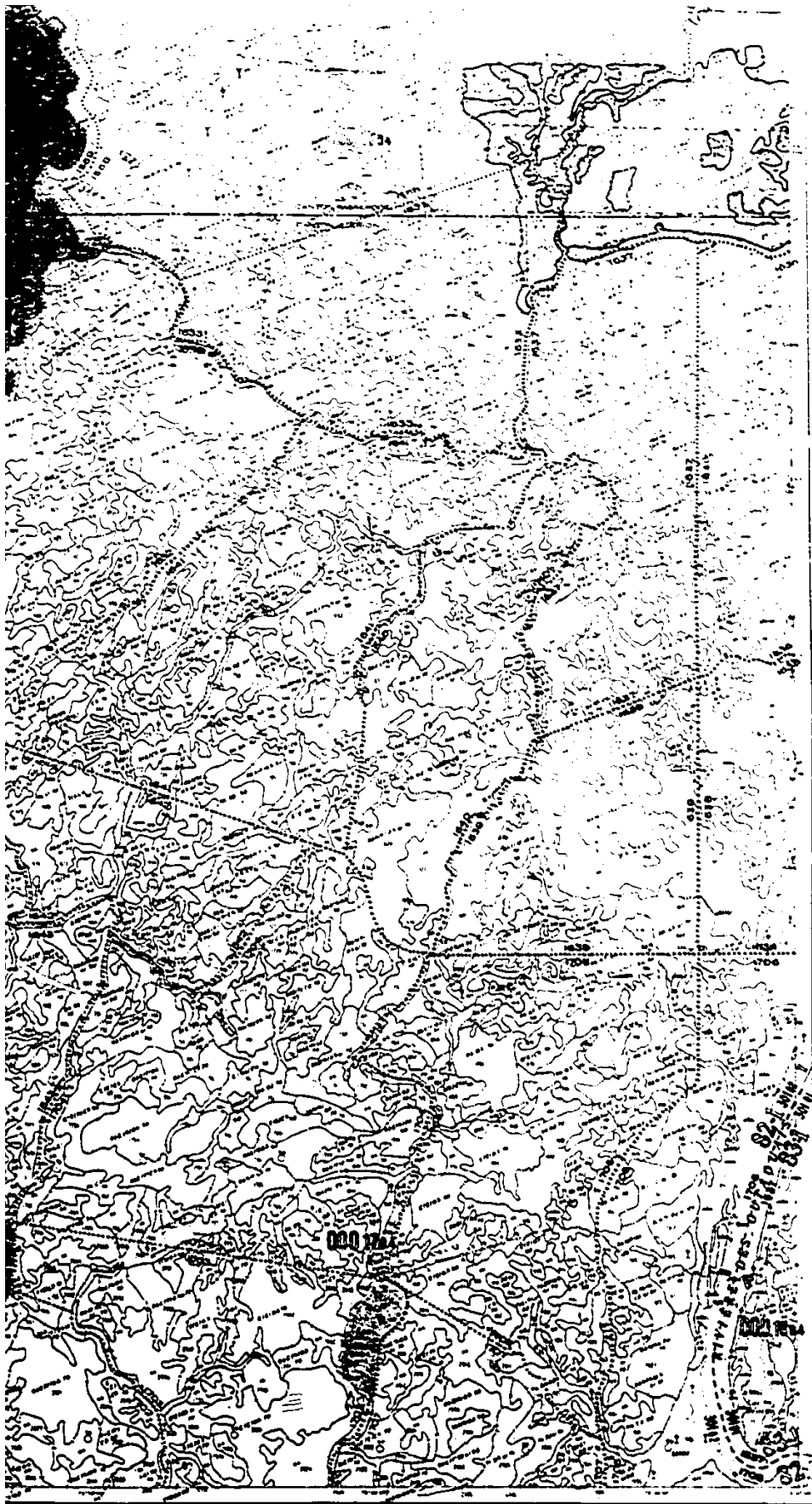
[illegible][illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	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	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1. Leistungsbewertung ist ein Teil der Prüfung.
 2. Leistungsbewertung ist ein Teil der Prüfung.
 3. Leistungsbewertung ist ein Teil der Prüfung.

52-0-3 | 52-0-2 | 52-0-1





1. Description of the terrain: The terrain is mountainous with numerous peaks and valleys. The highest peak is located in the center of the map, with an elevation of 1700 meters. The terrain is rugged and difficult to traverse.

2. Description of the vegetation: The vegetation is primarily forested, with a mix of deciduous and coniferous trees. There are some open areas with low-lying shrubs and grasses.

3. Description of the climate: The climate is temperate, with average temperatures ranging from 10°C to 20°C. There is significant rainfall, particularly in the mountainous areas.

4. Description of the population: There is a small population of people living in the area, primarily in the valleys. They are engaged in agriculture and forestry.

5. Description of the infrastructure: There is a network of roads and trails connecting the various settlements. There are also some small bridges and tunnels.

3 33-1
 000 17 84

TABLE 1. Summary of data		
32-0-3	32-0-2	32-0-1
31-0-4	31-0-5	31-0-6
31-0-7	31-0-8	31-0-9
31-0-10	31-0-11	31-0-12

31 M/15 S.O.