

**Ressources naturelles Canada
Géomatique Canada
Centre d'information topographique
Contrat 23258-055970/001/MTB**

**Guide d'interprétation visuelle des entités géographiques naturelles
à partir des images ETM+ de Landsat et des photographies
aériennes : eau permanente**

**Léo Provencher et Jean-Marie Dubois
Géographes**

**Sherbrooke
10^e version, 17-06-2005**

Table des matières

1-	Nom de l'entité.....	5
2-	Hierarchie	5
3-	Définitions.....	5
3.1-	Eau permanente	5
3.2-	Cours d'eau	5
3.2.1-	Types de cours d'eau.....	5
3.2.2-	Bassin versant.....	7
3.2.3-	Réseau hydrographique	8
3.3-	Plan d'eau.....	13
4-	Caractéristiques	17
4.1-	Propres à l'entité.....	17
4.1.1-	Forme	17
4.1.2-	Dimensions.....	19
4.1.3-	Position topographique.....	19
4.1.4-	Drainage	19
4.1.5-	Végétation	19
4.2-	Relatives à la dynamique de l'entité	21
4.2.1-	Modes de mise en place	21
4.2.2-	État	23
4.2.3-	Variations spatiotemporelles	23
4.3-	Relatives à l'environnement.....	24
5-	Conditions optimales d'identification	24
6-	Exemples	26
6.1-	Présence et limite d'eau permanente	26
6.2-	Formes de cours d'eau.....	28
7-	Interprétation	29
7.1-	Cheminement critique	29
7.1.1-	Distinction et délimitation.....	29
7.1.2-	Identification	29
7.2-	Vérification avec des sources complémentaires d'information	30
8-	Éléments de confusion	31
9-	Références	53

Introduction

L'objectif du projet est de produire un guide d'interprétation visuelle des entités géographiques naturelles de la BDG (Base de données géospatiale) à partir des images ETM+ de Landsat-7 et des photographies aériennes. La méthodologie et la fiche d'interprétation sont développées dans Provencher et Dubois (2004a) et la démarche à partir d'un cas d'application a déjà fait l'objet d'un consensus avec le personnel du CIT à Sherbrooke (Provencher et Dubois, 2004b). La signification des rubriques de la fiche d'interprétation se trouve en annexe.

Les 8 entités naturelles de la BDG (Centre d'information topographique, 2004) relèvent de 8 thèmes regroupés en 3 domaines : hydrographie, formes du terrain et végétation (tableau 1). À des fins pratiques d'interprétation, elles sont souvent scindées en sous-thèmes et représentées sur 17 fiches.

Avertissement : les exemples et l'illustration des possibilités de confusion n'ont pu être très développés vu le temps limité imparti à ce projet de guide. Il est conseillé de compléter au fur et à mesure que d'autres cas seront documentés, surtout à partir d'images ETM+ de Landsat.

Tableau 1 : Hiérarchie des entités géographiques naturelles

Domaine	Thème	Sous-thème	Entité BDG	Fiche	
Hydrographie	Cours d'eau	Cours d'eau pérenne	Eau permanente	Eau permanente	
		Alluvions	Eau intermittente	Eau intermittente	
		Chute	Perturbation des eaux	Chute et rapides	
		Rapides	Perturbation des eaux	Chute et rapides	
		Plan d'eau	Eau douce pérenne	Eau permanente	Eau permanente
			Alluvions, surface rocheuse	Eau intermittente	Eau intermittente
			Eau marine	Eau permanente	Eau permanente
			Alluvions, surface rocheuse (estran)	Eau intermittente	Eau intermittente
			Écueil	Perturbation des eaux	Écueil
		Milieux humides	Étangs de toundra	Sol saturé	Étangs de toundra
			Fondrière de paises	Sol saturé	Tourbière de paises
			Marais, marécage et tourbière uniforme (terre humide)	Sol saturé	Terre humide : marais, marécage et tourbière
			Tourbière en lanières	Sol saturé	Terre humide : tourbière réticulée
	Formes du terrain	Glaciaires	Débris glaciaires	Forme terrestre	Débris glaciaires
			Esker	Forme terrestre	Esker
Moraine			Forme terrestre	Moraine	
			Glacier et calotte glaciaire et plate-forme de glace	Neige et glace permanentes	Neige et glace permanentes
		Périglaciaires	Sols polygonaux	Forme terrestre	Sols polygonaux
			Pingo	Forme terrestre	Pingo
		Littorales	Flèche et cordon littoraux	Forme terrestre (sable)	Flèche et cordon littoraux
		Éoliennes	Dunes	Forme terrestre (sable)	Dunes
Végétation	Régions boisées		Régions boisées	Régions boisées	

1- Nom de l'entité

Eau permanente

2- Hiérarchie

Hydrographie – cours d'eau ou plan d'eau – eau permanente

3- Définitions

3.1- Eau permanente

Cours d'eau ou partie de cours d'eau, ainsi que plan d'eau ou partie de plan d'eau présent de façon pérenne, indépendamment des variations saisonnières ou annuelles de débit, de pluviométrie ou des marées. La limite est le niveau moyen des basses eaux. En milieu fluvial, cette limite devrait correspondre au lit mineur, mais elle peut aussi correspondre au lit d'étiage dans certains milieux à fort étiage (voir section 5.2.3, figure 9).

3.2- Cours d'eau

Appareil d'écoulement naturel linéaire des eaux, permanent ou intermittent, parfois en partie souterrain, permettant l'écoulement de l'eau en milieu terrestre. Il arrive parfois qu'un cours d'eau ou qu'une partie d'un cours d'eau naturel soit canalisé.

3.2.1- Types de cours d'eau

Tout cours d'eau est constitué d'au moins un chenal. Le **chenal** est la partie habituellement mouillée d'un cours d'eau naturel entre deux berges. Ce terme est surtout utilisé pour distinguer les divers bras d'un cours d'eau, par exemple dans une plaine d'inondation ou un delta.

Un cours d'eau peut porter divers noms en lien avec ses dimensions, sa position hiérarchique et certaines autres caractéristiques physiques : estuaire, fleuve, rivière, ruisseau, canal, fossé (Figure 1).

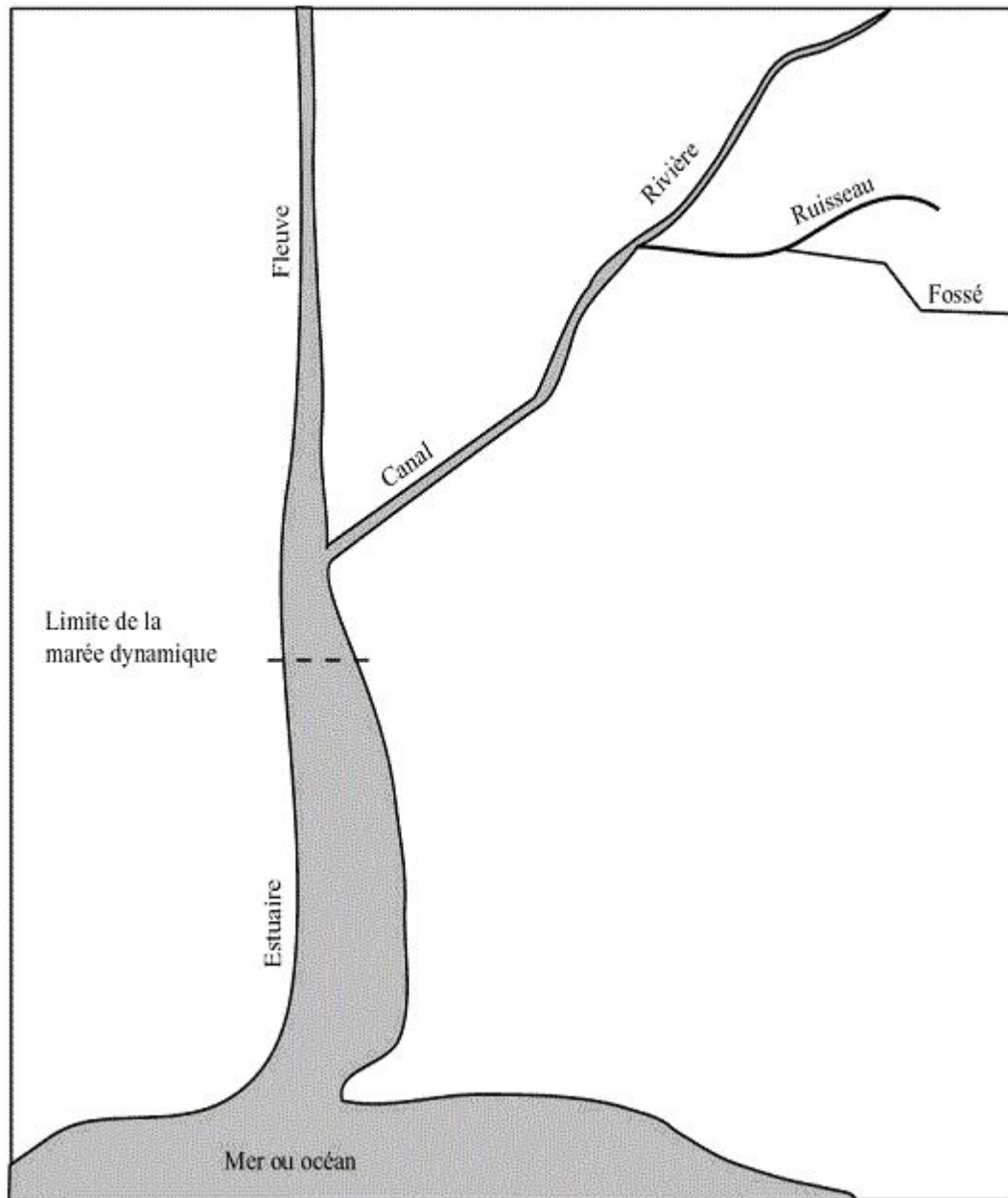


Figure 1 Types de cours d'eau

Estuaire : partie aval d'un cours d'eau permanent débouchant sur une mer, un océan ou un autre estuaire et affectée par la marée (eaux salées ou saumâtres) ou la marée dynamique (eaux douces du cours d'eau qui reflue vers l'amont lorsque la marée monte). Les estuaires sont caractérisés par une forte sédimentation surtout près de leur embouchure. Certains estuaires de très grande dimension sont considérés comme des plans d'eau (ex. : estuaire du Saint-Laurent).

Fleuve : cours d'eau permanent de premier niveau, habituellement de grande dimension (plus de 100 km), qui recueille l'eau des rivières et la conduit à la mer. Mais, dans les faits, les cours

d'eau de petite dimension (moins de 100 km) qui ont cette caractéristique portent souvent le nom de rivière.

Rivière : cours d'eau permanent de deuxième niveau, exceptionnellement intermittent dans certaines régions désertiques ou karstiques, de dimension moyenne (10 à 1 000 km), qui recueille l'eau des ruisseaux ou d'autres rivières et la conduit à un fleuve ou à la mer.

Ruisseau : cours d'eau permanent ou intermittent de troisième niveau, de petite dimension (1 à 10 km), qui recueille l'eau des sources et des fossés et l'achemine aux rivières. Au Québec, la Commission de toponymie donne le nom de **cours d'eau** à certains ruisseaux en milieu agricole.

Canal : cours d'eau artificiel permettant l'écoulement de l'eau ou le lien entre des cours d'eau naturels ou des plans d'eau. Le canal est souvent une partie d'un cours d'eau naturel redressé et endigué.

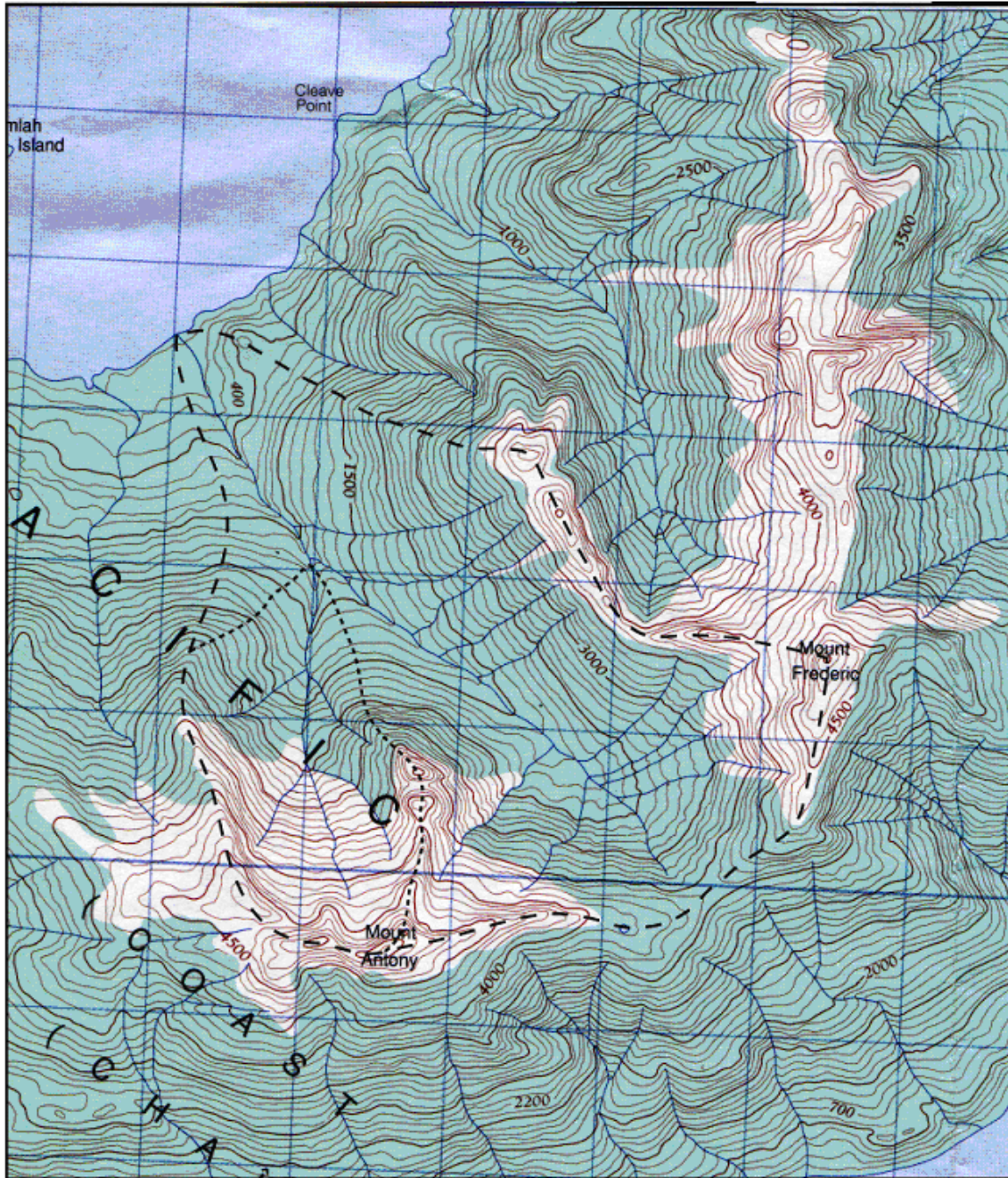
Fossé : cours d'eau artificiel, habituellement intermittent, et de très petite dimension (habituellement moins de 1 km) permettant le drainage des terres pour des utilisations urbaines ou agricoles. Seulement les fossés de grande taille sont représentés sur les cartes topographiques.

3.2.2- Bassin versant

Tout cours d'eau draine une portion de territoire, nommée **bassin versant**, lequel est délimité de ses voisins par une **ligne de partage des eaux**. Donc, tout bassin versant peut-être subdivisé en de multiples sous-bassins, la limite de subdivision étant le plus petit cours d'eau cartographié. Sur la **Figure 2**, est illustré un exemple de bassin versant avec un de ses sous-bassins.

À partir de l'embouchure du cours d'eau, cette ligne de partage des eaux suit les points de relief communs les plus élevés de l'**interfluve**, qui est l'espace entre le cours d'eau et les deux cours d'eau voisins. Une évaluation, même sommaire, de la délimitation des bassins versants à partir des courbes de niveau ou du relief lorsqu'on a un modèle numérique d'altitude, permet d'éviter des erreurs dans le tracé du réseau hydrographique (**Figure 2**).

Dans certaines régions planes, il peut arriver que des cours d'eau se rattachent à un bassin versant ou à un autre selon les saisons, en fonction de leur débit. C'est le cas par exemple de nombreux cours d'eau du Nunavik sur la frontière Québec-Labrador.



Source : carte 92L/9 (Minstrel Island, C.-B.)

- limite du bassin versant
- limite d'un sous-bassin versant

Figure 2 : Exemple de Bassin versant et de sous-bassin versant

3.2.3- Réseau hydrographique

Tout cours d'eau fait partie d'un **réseau hydrographique** qui est un système d'écoulement linéaire de l'eau, habituellement hiérarchisé (arborescent) ou structuré, assurant le drainage d'un bassin versant. Sauf dans certains cas vus plus bas, les cours d'eau d'un réseau hydrographique doivent pouvoir se suivre sans discontinuité de leur **tête** (source) à leur **embouchure** (exutoire).

Il existe divers **types de réseaux hydrographiques** (Gagnon, 1974). Les principaux réseaux hydrographiques sont illustrés schématiquement sur la **Figure 3** et représentés photographiquement sur la figure 4. Dans un même bassin versant, les cours d'eau suivent habituellement un de ces types mais peuvent en suivre plusieurs si le contexte géologique ou géomorphologique est varié.

Réseau hydrographique dendritique

Ensemble de cours d'eau ramifiés comme les branches d'un arbre (arborescence). C'est le réseau de base le plus fréquent dans un milieu d'érosion uniforme normal (ex. : région appalachienne).

Réseau hydrographique angulaire

Ensemble de cours d'eau arborescents, mais à angles droits. C'est le réseau le plus fréquent en milieu rocheux fracturé (ex. : Bouclier canadien).

Réseau hydrographique parallèle

Ensemble de cours d'eau parallèles et rectilignes sur des surfaces rocheuses ou de dépôts meubles imperméables uniformes et homogènes à pente régionale constante dans un même sens. C'est un réseau fréquent dans les plaines côtières (ex. : sud-ouest de la baie James).

Réseau hydrographique annulaire

Ensemble de cours d'eau disposés en anneaux, souvent avec de nombreux cours d'eau secondaires perpendiculaires de faible longueur. C'est le réseau le plus fréquent dans les structures géologiques en dôme où des roches de différentes résistances à l'érosion forment des anneaux concentriques (ex. : mont Mégantic).

Réseau hydrographique radial

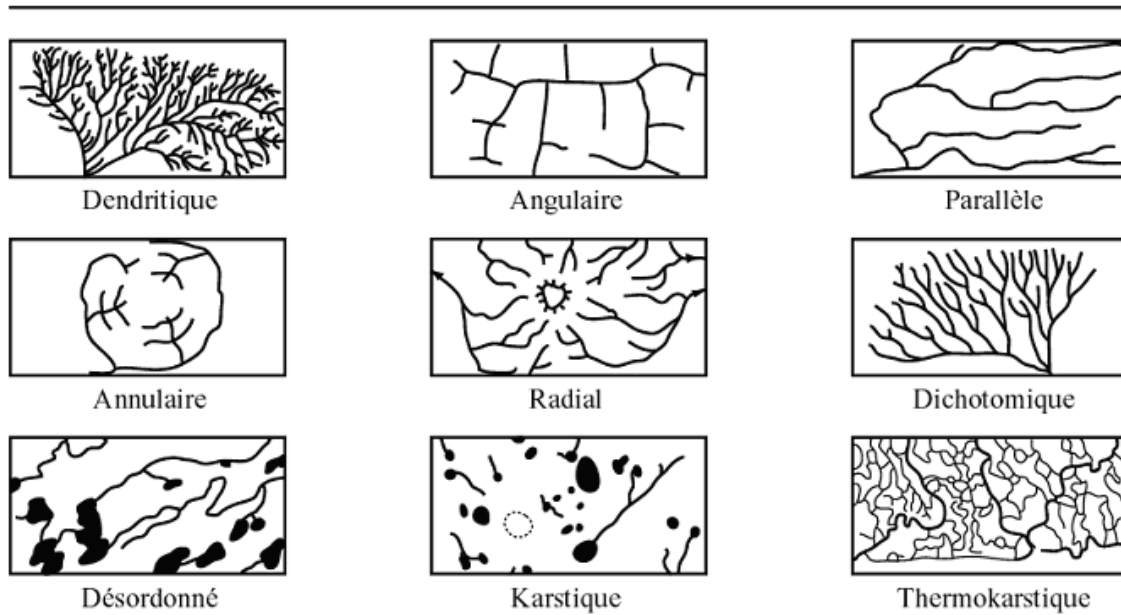
Ensemble de cours d'eau divergents à partir d'un point central. C'est le réseau le plus fréquent sur les montagnes de forme circulaire ou conique.

Réseau hydrographique dichotomique

C'est en fait un réseau hydrographique dendritique inversé. Plutôt que d'amener les eaux vers un collecteur, les divers embranchements arborescents distribuent les eaux à partir d'un collecteur. C'est un type de réseau qu'on ne trouve que sur les deltas ou les cônes alluviaux (ex. : delta du fleuve Mackenzie).

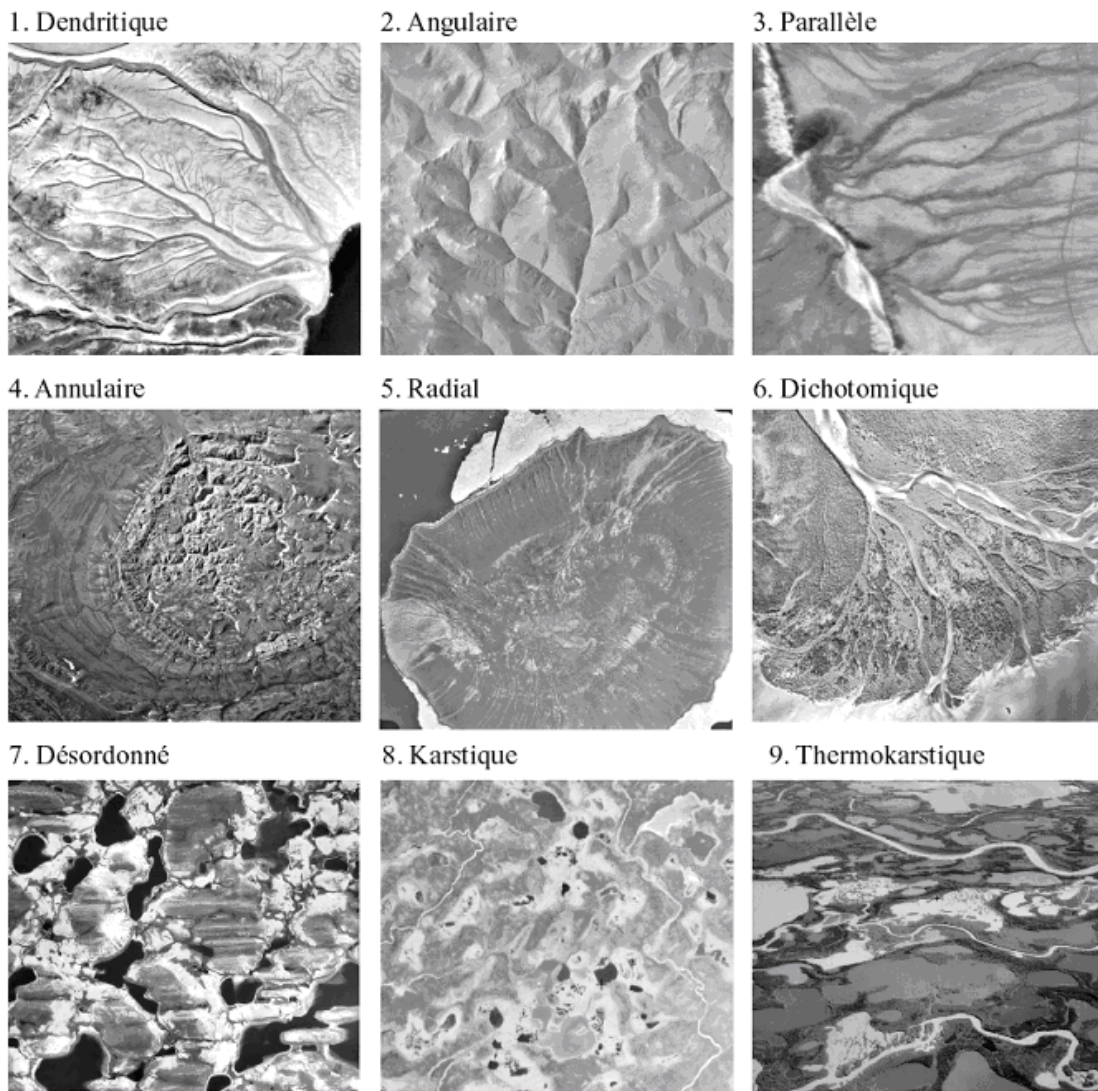
Réseau hydrographique désordonné

Ensemble de cours d'eau et de plans d'eau d'orientations diverses dans les milieux rocheux ou de dépôts glaciaires imperméables à topographie peu contrastée (ex. : centre nord de l'île d'Anticosti).



Modifié de Cazabat (1969), Gagnon (1974), Way (1973) et Wilmet (1993)

Figure 3 : Nomenclature des principaux réseaux hydrographiques



Photos : A12147 (8), A13752 (28), A16193 (91), A16748 (130), A5020 (88R), A13440 (388) et Lab-SP-18 (128), A11531 (410), T428c (161) du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources du Canada

Modifié de Provencher et Dubois (en prép.)

Figure 4 : Exemples photographiques des principaux types de réseaux hydrographiques

Réseau hydrographique karstique

Ensemble de cours d'eau et de petits plans d'eau d'orientations diverses en milieu calcaire (voir fiche eau intermittente pour la répartition des régions calcaires du Canada). La particularité de ce réseau est lié au phénomène de dissolution du calcaire qui se traduit par des dépressions fermées, dont certaines sont remplies d'eau, et des cours d'eau dont certaines parties s'écoulent de façon souterraine (à partir d'une perte) et ne sont donc pas visibles en surface (ex. : centre nord de l'île d'Anticosti).

En milieu faiblement karstique en surface, indépendamment du type de réseau hydrographique, il peut arriver que seulement une faible portion de cours d'eau soit souterraine sans que l'ensemble du réseau ne présente un caractère karstique.

Réseau hydrographique thermokarstique

Spécifique aux régions périglaciaires (voir section 4.2.1-), le réseau thermokarstique est caractérisé par un ensemble de petits plans d'eau, résultant de la fonte différentielle du pergélisol, et reliés par des segments de petits cours d'eau sinueux d'orientations diverses. On emploie le terme thermokarstique pour caractériser le phénomène de fonte dont le résultat ressemble à celui de la dissolution en milieu calcaire (ex. : régions pergélisolées du Nord canadien).

3.3- Plan d'eau

Dépression topographique remplie d'eau, de différentes tailles, servant habituellement de niveau de base (embouchure) à des cours d'eau.

Un plan d'eau peut porter divers noms en lien avec ses dimensions et certaines caractéristiques physiques : océan, mer, lac, étang, étangs de toundra, lagune.

Océan ou mer

Vaste plan d'eau salée (plus de 100 km de diamètre) servant de niveau de base aux fleuves et à certaines rivières.

Lac

Plan d'eau douce, de grande dimension (1 à plus de 100 km de diamètre), plus ou moins circulaire ou allongé en fonction du relief, et circonscrit à l'intérieur des terres. On nomme parfois ainsi certains plans d'eau salée ou saumâtre en milieu rocheux qui sont séparés d'un océan, d'une mer ou d'un estuaire par un étroit goulet. Les lacs sont habituellement fermés avec un cours d'eau comme exutoire, mais certains peuvent être un élargissement d'un cours d'eau. Les lacs sont habituellement naturels, mais plusieurs ont été formés, haussés ou leur niveau contrôlé par des barrages à des fins de contrôle du niveau d'eau, de réservoirs d'eau potable ou de réservoirs hydroélectriques.

Étang

Plan d'eau douce de petite dimension (moins de 1 km de diamètre), plus ou moins circulaire et circonscrit à l'intérieur des terres. Beaucoup d'étangs sont artificiels car ils servent à des fins agricoles, aquicoles, de récréation ou d'élément paysager. Certains se présentent dans le fond de sablières, de gravières ou de mines abandonnées. D'autres, souvent plus éphémères, sont l'œuvre des castors. Le castor est un animal présent dans tout le sud du Canada, incluant les régions boréales.

Étangs de toundra

Ensemble de plans d'eau de petite dimension (quelques mètres à quelques centaines de mètres de diamètre), peu profonds et de forme circulaire liés à la fonte différentielle du pergélisol (voir fiche étangs de toundra).

Lagune

Plan d'eau salée ou saumâtre allongé (100 m à 100 km) entre la terre ferme et un cordon littoral sableux ou graveleux et percé par un ou plusieurs goulets permettant l'entrée et la sortie des eaux au gré des marées. Leur altitude est donc celle du plan d'eau adjacent. Dans le Canada atlantique, on emploie parfois le terme **barachois** pour désigner les lagunes.

Tableaux synthèses des éléments d'identification

Tableau 2 : Synthèse des éléments d'identification du cours d'eau permanent étroit

Formes	En plan : linéaire et sinueuse	
Dimensions	Longueur : décamétrique à kilométrique Largeur : métrique à kilométrique	
Position topographique	Fond de vallée	
Drainage	Ne s'applique pas	
Végétation	Généralement absente Parfois végétation aquatique en bordure Souvent masquage partiel ou total par couvert arboré	
Modes de mise en place	Érosion fluviale régressive	
État	Tous les milieux	
Variations spatiotemporelles	Généralement lit mineur stable, sauf zones de méandres, d'épandages ou deltaïques Variations saisonnières du niveau d'eau	
Environnement	Tous les milieux, sauf désertique	
Identification sur l'image	Bande 4 (IR) : eau noire	
Identification sur la photo aérienne N + B	Tonalité de gris foncé à noire Texture lisse	
Éléments de confusion	Zone de forte turbidité, marais, végétation, réflexion spéculaire, glace fluviale, niveau d'eau, perte (milieu karstique)	

Tableau 3 : Synthèse des éléments d'identification du plan d'eau permanent (incluant les larges cours d'eau)

Formes	En plan : surface à géométrie variable, de forme régulière à complexe	
Dimensions	Diamètre : décamétrique à kilométrique	
Position topographique	Dépression topographique ou fond de vallée	
Drainage	Ne s'applique pas	
Végétation	Généralement absente Parfois zones de végétation aquatique Parfois masquage de la ligne de rivage par le couvert arboré	
Modes de mise en place	Dépressions d'origines tectonique, glaciaire, périglaciaire, karstique, fluviale, etc.	
État	Tous les milieux	
Variations spatiotemporelles	Stable Parfois variations saisonnières ou pluriannuelles du niveau d'eau	
Environnement	Tous les milieux sauf désertique Plans d'eau plus fréquents dans les régions nordiques	
Identification sur l'image	Bande 4 (IR) : eau noire	
Identification sur la photo aérienne N + B	Tonalité de gris foncé à noire Texture lisse	
Éléments de confusion	Eau intermittente, forte turbidité, végétation aquatique, végétation, marais et marécages, étang de castors, glace, frasil, agitation de l'eau, réflexion spéculaire et des nuages, niveau d'eau, ombrage	

4- Caractéristiques

4.1- Propres à l'entité

4.1.1- Forme

A) Cours d'eau

Outre la forme des réseaux hydrographiques (section 3.2.2-), les cours d'eau eux-mêmes peuvent présenter diverses formes le long de leur parcours (Bravard et Petit, 2000). Les principales sont illustrées sur la **Figure 5** et des exemples sont présentés à la section 6.1- .

La plupart des cours d'eau sont à chenal unique, soit **rectiligne**, soit **sinueux**, surtout dans les parties amont des bassins versants. C'est dans ces parties que l'érosion fluviale est la plus active et manifeste. Toutes les autres formes de cours d'eau n'occupent que des parties spécifiques d'un cours d'eau : elles seront vues en détails pour aider leur identification.

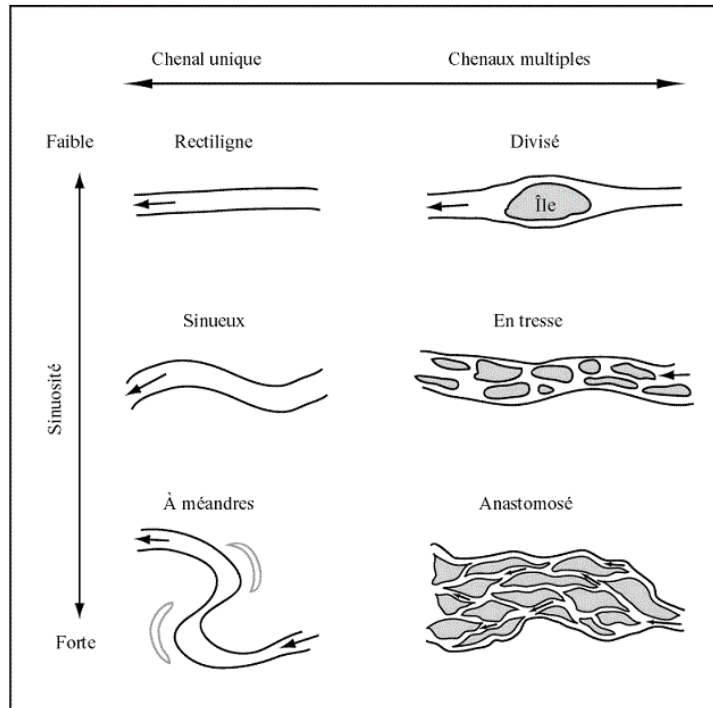
Ainsi, les **méandres** se forment habituellement dans les parties à relief plat (plaine ou plateau). Le déplacement latéral du chenal accentue les boucles des méandres jusqu'à leur recouplement, d'où la présence de portions de méandres abandonnés de part et d'autre du chenal. Ces formes en croissant, aussi appelées bras mort, peuvent être remplies d'eau ou non. Dans les cas complexes, il faut pouvoir bien identifier le chenal principal d'eau permanente des chenaux abandonnés ou intermittents (voir fiche eau intermittente).

Pour les portions de cours d'eau à chenaux multiples, le cas le plus simple est le chenal **divisé** de part et d'autre d'une île. C'est un cas fréquent qui peut se trouver sur n'importe quel type de cours d'eau et à n'importe quel endroit du cours d'eau.

Dans les cas plus complexes, soit les chenaux **en tresse** ou **anastomosés**, l'identification des chenaux en eau permanente est parfois moins aisée. Ces cas se présentent dans les portions de cours d'eau à forte sédimentation. La forme en tresse se présente surtout à l'amont des estuaires ou à l'aval des ruptures de pente, là où il y a une diminution brusque de la vitesse de l'eau. La forme anastomosée est caractéristique des zones de très forte sédimentation, comme c'est le cas à l'aval des glaciers, dans les plaines d'épandage fluvioglaciaires.

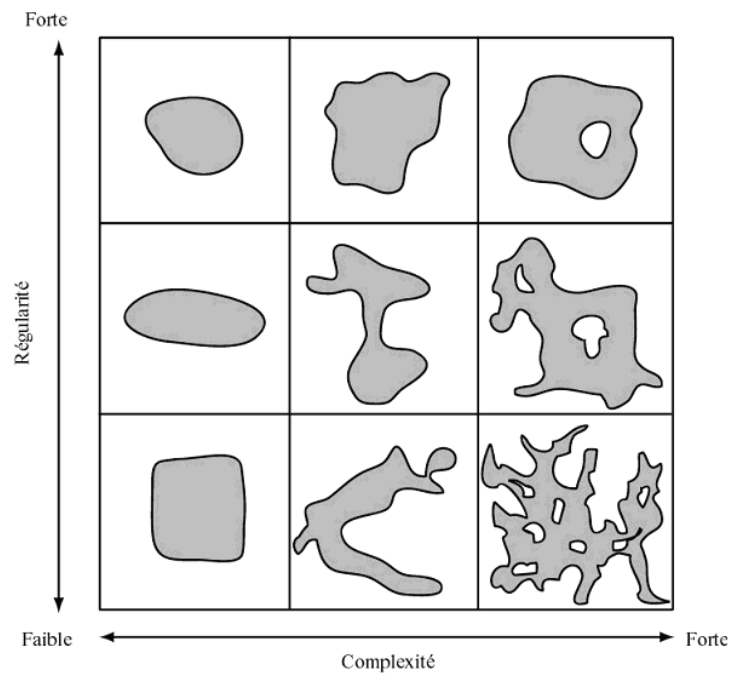
B) Plans d'eau

La forme des plans d'eau varie en fonction de leur régularité et de leur complexité (**Figure 6**). Sauf certains cas, comme les lacs de cratères et météoritiques ou bien les étangs en milieu karstique, les plans d'eau de faible complexité se trouvent habituellement sur les dépôts meubles. En contre partie, ceux de forte complexité sont caractéristiques des milieux de substratum rocheux.



Modifié de Bravard et Petit (2000, p. 112)

Figure 5 : Principales formes de cours d'eau en fonction de la sinuosité et de la multiplicité des chenaux



Modifié de Provencher et Thibault (1976, p. 5)

Figure 6 : Principales formes de plan d'eau

4.1.2- Dimensions

A) Cours d'eau

Longueur : de quelques centaines de mètres pour les fossés et ruisseaux à plusieurs centaines de kilomètres pour les fleuves (voir section 3.2.1-).

Largeur : d'environ 1 m pour les fossés et ruisseaux à plusieurs kilomètres pour les fleuves et estuaires.

B) Plan d'eau

Diamètre : de quelques dizaines de mètres pour les étangs à des milliers de kilomètres pour les océans (voir section 3.3-).

4.1.3- Position topographique

Les **cours d'eau** se trouvent seulement dans les fonds de vallée, peu importe la dimension de la vallée. En milieu plat, l'établissement du tracé relève de l'observation sur l'image, mais en milieu quelque peu accidenté, il peut être aidé en suivant les pointes des courbes de niveau dans le sens de la pente (**Figure 7**). Il est donc recommandé de toujours confronter le tracé des cours d'eau avec l'allure des courbes de niveau sur la carte topographique.

Les **plans d'eau** se trouvent dans les dépressions du relief, en toute position topographique. Mais, habituellement, ils se trouvent dans les points les plus bas du relief d'une région, à moins qu'une barre rocheuse ou un barrage ne les aient retenus. Les océans sont toujours près du zéro topographique et, au Canada, toutes les mers le sont aussi.

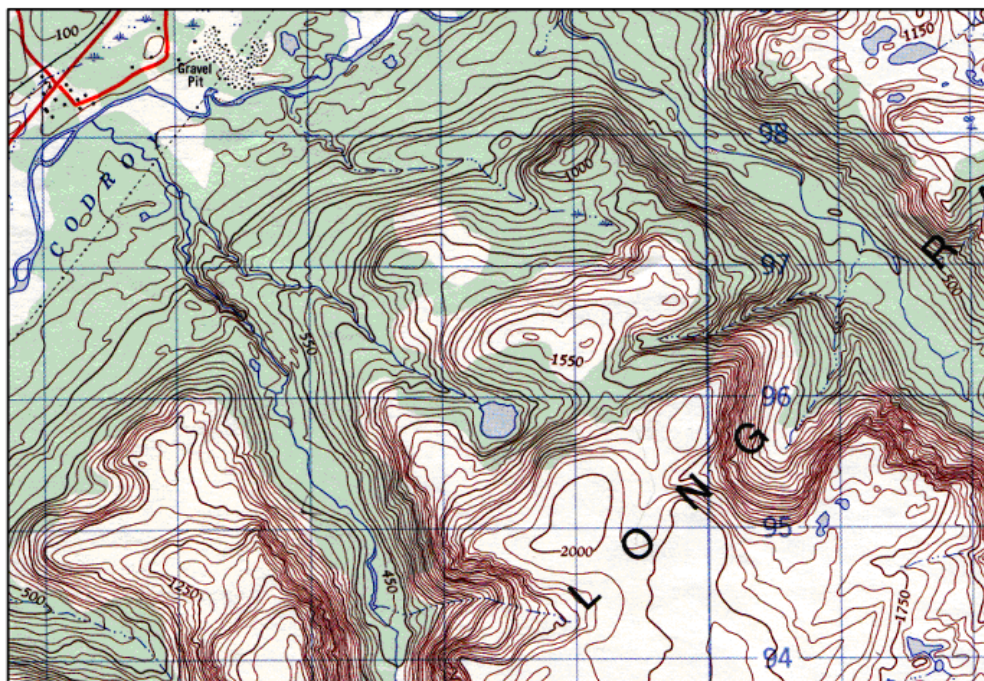
4.1.4- Drainage

Ce critère ne s'applique pas.

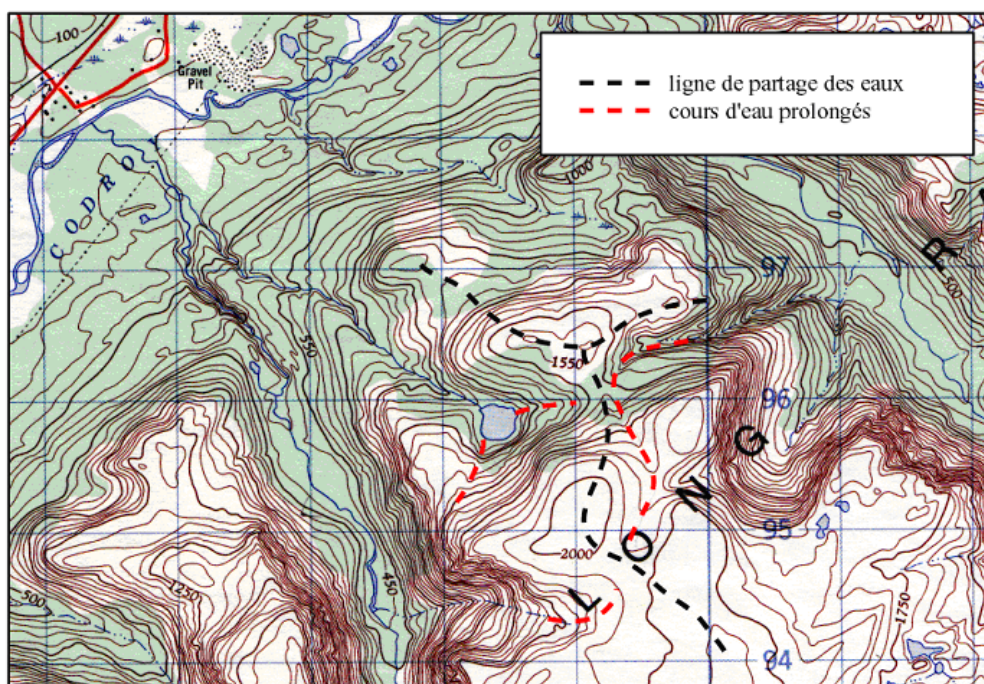
4.1.5- Végétation

Les **cours d'eau et plans d'eau** sont normalement dépourvus de végétation visible. Cependant, en eau peu profonde, habituellement sur leur bordure, peuvent se trouver des zones avec de la végétation aquatique (plantes aquatiques ou algues). La présence et la densité de la végétation peuvent varier au cours de la saison végétative. Ces zones font partie du cours d'eau ou du plan

d'eau à moins qu'elles ne soient assez vastes pour pouvoir être désignées comme milieu humide (voir fiches marais et marécage, tourbière, étangs de toundra, tourbière de palses).



A) Carte topographique 11 O/14 (Codroy, Terre-Neuve)



B) Prolongement possible des cours d'eau permanents ou intermittents jusque vers la ligne de partage des eaux

Figure 7 : Exemple montrant l'aide qu'apporte l'allure des courbes de niveau pour repérer et tracer les cours d'eau

En milieu boisé, les cours d'eau peuvent être masqués par la futaie des arbres. Cependant, la végétation riparienne (ex. : aulnes) alignée en longs cordons peut parfois en révéler la présence.

4.2- Relatives à la dynamique de l'entité

4.2.1- Modes de mise en place

A) Cours d'eau

Les cours d'eau sont d'abord des composantes naturelles du système hydrique terrestre. Ce sont eux qui concentrent les eaux de pluie ou qui recueillent les eaux de sources vers les points les plus bas du relief terrestre. La limite aval du système est toujours un plan d'eau, sauf dans certains milieux désertiques. Ils y transportent aussi les sédiments arrachés par tous les agents d'érosion terrestres. Par contre, certains cours d'eau ou certaines parties de cours d'eau ont été modifiés par l'humain, généralement pour les endiguer ou les redresser. Enfin, certains cours d'eau ont tout simplement été créés par l'humain, tels les différents types de canaux et les fossés de drainage.

B) Plan d'eau

Les plans d'eau sont d'origines plus diverses (Pearl, 1976-1978) dont les lacs d'origine tectonique ou structurale, de cratères ou météoritiques, glaciaire, périglaciaire, littorale, éolienne, fluviale, paludéenne, karstique, anthropique et biologique.

La majorité des plans d'eau sont d'**origine tectonique** ou liés aux faiblesses de la structure de la Terre qui laisse des dépressions, parfois de très grandes dimensions comme les mers et océans et certains grands lacs, parfois de dimensions plus modestes comme la plupart des lacs. Ces lacs ont alors des formes allongées dans le sens des failles ou des fractures majeures ou des formes très irrégulières avec des angles aigus. Ils sont toujours associés à des affleurements du substratum rocheux.

Parfois, on trouve des lacs ronds dans des **cratères** de volcans ou dans des dépressions d'impact **météoritique**. Ces lacs sont habituellement profonds et leurs versants très abrupts.

Beaucoup de lacs ou d'étangs sont d'**origine glaciaire**. Ils peuvent être liés au surcreusement ou à la sédimentation glaciaire. Les premiers, habituellement les plus grands, sont installés dans les nombreuses dépressions, allongées dans le sens de progression glaciaire, et laissées par le surcreusement des multiples glaciers qui se sont activés pendant la dernière période géologique, celle du Quaternaire, qui couvre le dernier millions d'années. D'autres lacs plus petits sont

emprisonnés derrière des barrages formés par des bourrelets morainiques (forme sédimentaire en bordure des glaciers), des dépressions dans les dépôts glaciaires laissés après la fonte des glaciers ou même par des barrages de glace en bordure ou sur les glaciers actuels.

Au Canada, le milieu **périglaciale** commence de façon discontinue habituellement au nord du 52° parallèle et, de façon continue au nord du 55° parallèle, sauf dans les régions montagneuses de l'Ouest où il s'étend plus vers le sud. On peut rapidement visionner l'étendue de ce milieu sur la carte du pergélisol de 1995 de l'*Atlas national du Canada* (<http://atlas.gc.ca>). Dans les zones de faible relief de ce milieu, de nombreux petits lacs ou étangs peu profonds existent dans les dépressions formées par la fonte différentielle de la glace dans le sol, le pergélisol (voir Hamelin et Cook, 1967). On y trouve entre autres des étangs de toundra (voir fiche étangs de toundra).

En milieu **littoral**, des plans d'eau parfois assez vastes peuvent se former derrière des flèches ou des cordons littoraux de sable et gravier : les lagunes. Ces lagunes sont habituellement peu profondes et communiquent avec la mer au moyen de goulets par où passe les courants de marée. D'autres plans d'eau étroits mais très allongés, liés au niveau de la nappe phréatique, peuvent aussi persister entre des cordons littoraux émergés.

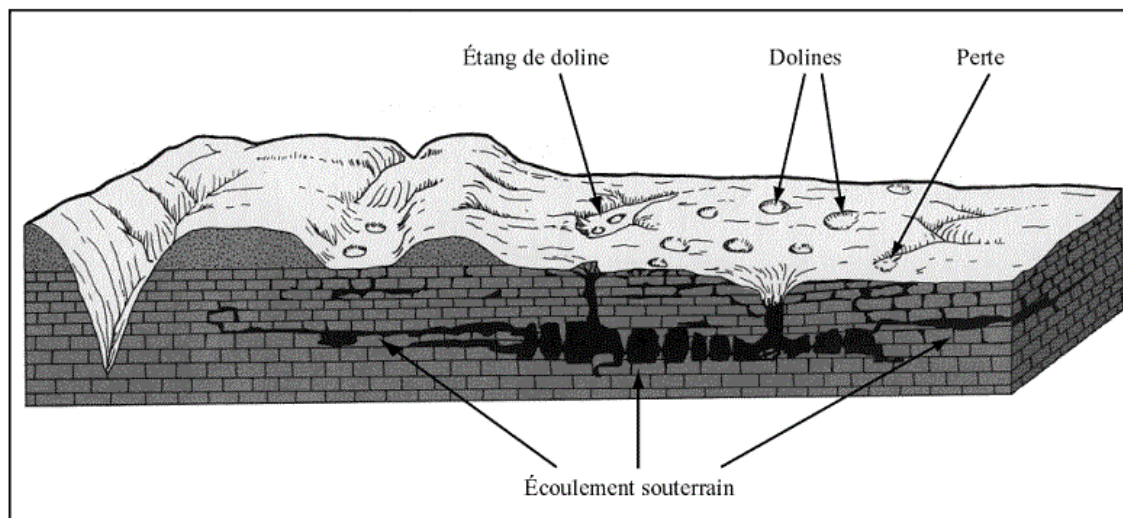
Les zones de dunes en milieu littoral sableux peuvent receler de petits lacs ou des étangs d'origine **éolienne**. Ils occupent le fond des cuvettes de déflation, surcreusées lors de l'abaissement de la nappe phréatique.

En milieu **fluvial**, on trouve de petits lacs ou plutôt des étangs dans des méandres abandonnés. Certains lacs, parfois de grande dimension, sont aussi formés par des élargissements des cours d'eau.

En milieu de sédimentation organique, ou **paludéen**, on trouve des plans d'eau de faible dimension, la plupart du temps des étangs, qui sont les reliquats, seuls ou en groupe, d'un plan d'eau plus vaste qui s'est eutrophisé, c'est-à-dire qu'il a été envahi progressivement par de la végétation aquatique à partir des bordures pour former des tourbières.

En milieu **karstique**, des petits lacs ou plus souvent des étangs se forment dans les dépressions laissées par la dissolution du calcaire ou l'effondrement des cavités souterraines et que l'on nomme dolines (Salomon, 2000) (**Figure 8**). Dans la fiche « eau intermittente » peut être consultée une carte de répartition des zones karstiques au Canada. La coalescence de dolines forme un ouvala qui, de dimension plus vaste, peut contenir un lac de plus grande importance que l'étang de doline. Cependant, ces lacs et étangs peuvent être intermittents ou à niveau variable (voir fiche eau intermittente).

Certains lacs et surtout des étangs sont des créations **anthropiques** pour diverses raisons mentionnées à la section 3.3- . Des étangs sont aussi être d'origine **biologique** car ils peuvent être l'œuvre des castors qui barrent fréquemment les petits cours d'eau pour créer leur habitat. Ces étangs sont habituellement de courte durée et se transforment en secteur d'eau intermittente (voir fiche eau intermittente) ou en milieu humide (voir fiche marais et marécage).



Modifié de Leet *et al.* (1982, p. 300)

Figure 8 : Schéma de la géomorphologie d'un milieu karstique

4.2.2- État

Les cours d'eau et les plans d'eau permanents existent dans tous les milieux, sauf dans les milieux arides. Tel que mentionné précédemment, ils se forment de façon naturelle, mais certains sont modifiés par l'humain. C'est ainsi que l'on trouve des cours d'eau redressés et des berges de cours d'eau, des rives de lacs ou des littoraux marins remblayés. De nouveaux lacs ou étangs peuvent aussi se former tant de façon naturelle qu'anthropique et d'autres peuvent disparaître.

4.2.3- Variations spatiotemporelles

Les cours d'eau permanents sont constitués d'un lit d'étiage, constamment en eau, d'un lit mineur en eau la majorité du temps et d'un lit majeur, en eau seulement lors des crues. C'est le lit mineur qui devrait correspondre au tracé du cours d'eau sur les cartes. Mais, dans certaines situations, c'est le lit d'étiage qui joue le rôle de lit mineur (**Figure 9**). Ce lit ne varie donc pas de façon saisonnière ou annuelle, mais peut parfois s'assécher sur une base pluriannuelle, lorsqu'il y a un déficit important en précipitations dans certaines régions. Il peut également se déplacer dans les zones planes de sédimentation importante, soit les plaines d'inondation, les deltas ou les plaines d'épandage fluvioglaciaires (en aval des glaciers actuels). Des cours d'eau permanents peuvent cependant se créer ou disparaître sur une base millénaire, ce qui dépasse le cadre de ce guide.

De façon naturelle, les grands plans d'eau (océan, mer, lac) ne varient que sur des millénaires. Par contre, l'humain peut créer ou faire disparaître certains lacs. Dans certains milieux (arides, karstiques, périglaciaires), les petits plans d'eau (lac et étang) peuvent apparaître ou disparaître rapidement.

La surface des cours d'eau ou plans d'eau ou de certaines parties de cours d'eau ou de plans d'eau peut varier d'apparence dans le temps en fonction : 1) d'événements pluvieux ou des saisons, 2) de l'état phénologique ou de submersion de la végétation aquatique, 3) de la forte turbidité, c'est-à-dire le contenu en matières en suspension (sédiments ou matières organiques), 4) de son agitation due au vent (petites rides ou des trains de houle), 5) de couverture de frasil, de glace ou de glace elle-même couverte de neige. L'aspect sur les images et les photographies aériennes en sera très différent.

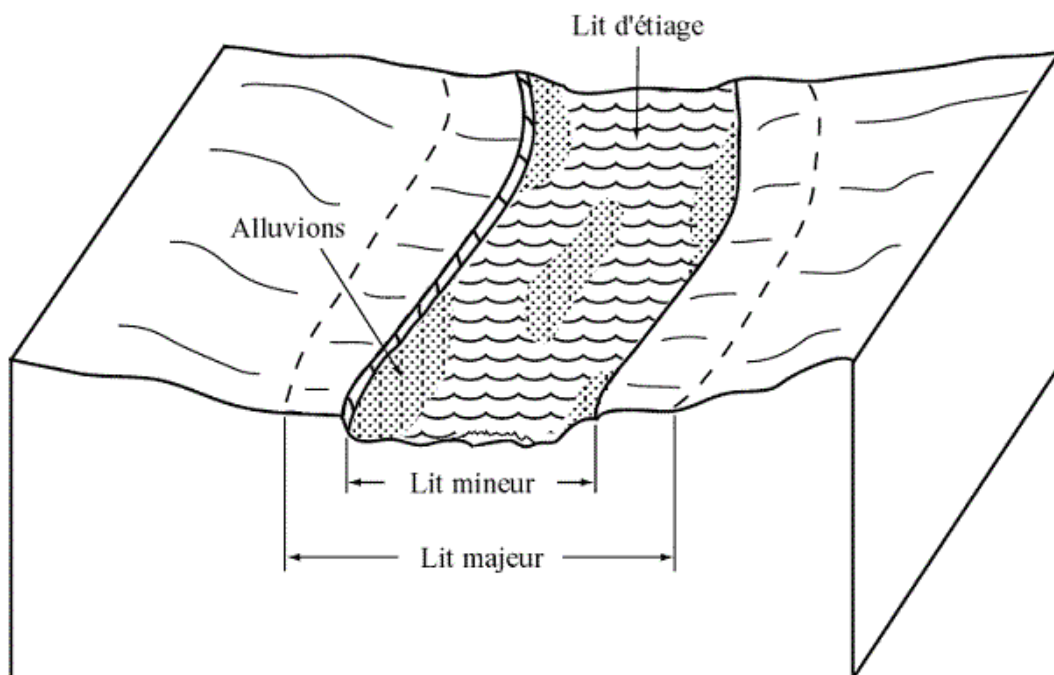


Figure 9 : Illustration des différents lits de cours d'eau

4.3- Relatives à l'environnement

On trouve des cours d'eau et des plans d'eau permanents dans tous les milieux, sauf en milieu aride, et il n'y a donc aucun élément environnemental particulier à relever pour permettre de mieux les identifier.

5- Conditions optimales d'identification

De façon générale, sur les images ETM+, il faut utiliser la bande 4 (infrarouge) pour faire ressortir les surfaces d'eau puisque les ondes de cette bande sont absorbées par l'eau. En situation d'eau calme, les surfaces d'eau apparaissent en noir. Cependant, l'apparence de la surface de l'eau dans cette bande peut être modifiée à cause de plusieurs facteurs, dont les principaux sont :

- la forte turbidité (matières minérales ou organiques en suspension) ;
- la présence de végétation aquatique émergente ou flottante ;

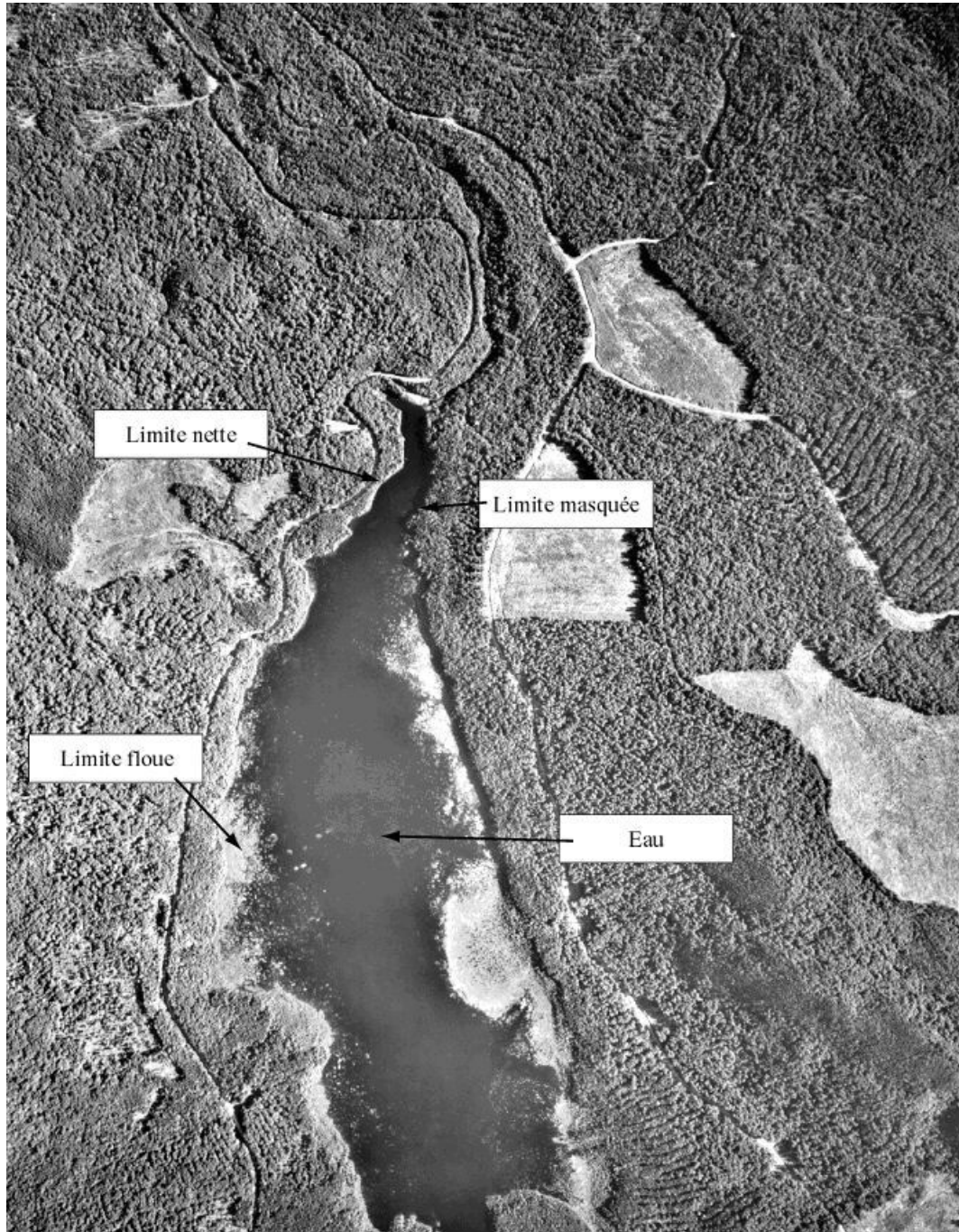
- la présence de couverture de frasil, de glace ou de glace couverte de neige ;
- l'agitation de l'eau (rides ou houles) causant de la réflexion ;
- la réflexion spéculaire et la réflexion des nuages ;
- l'ombrage.

Pour évaluer le risque de confusion provoqué par ces facteurs, l'interprète doit avoir une connaissance suffisante des environnements climatiques et biophysiques des milieux interprétés. Ces éléments, causant de la confusion, seront discutés à la section 8- .

Sur les photographies aériennes N + B, les surfaces d'eau apparaissent en gris foncé ou en noir compte tenu de leur faible réflectivité de la lumière et les mêmes facteurs sont à prendre en compte en plus du fait qu'elles enregistrent aussi les faibles profondeurs d'eau, donnant une gamme de dégradés de gris.

6- Exemples

6.1- Présence et limite d'eau permanente



Source : photo HMQ98-131(85), échelle originale 1 : 15 000, carte 21 E/07, 45° 21' N - 70° 37' O, Massachusetts Bog, Maine, du 19-07-1998

Figure 10 : Exemple photographique de différentes limites de l'eau permanente



Source : photo de J.-M. Dubois, ouest du mont Mégantic (Québec) no 72-MM-10

Figure 11 : Exemple de cours d'eau permanent entièrement masqué par la couronne des arbres

6.2- Formes de cours d'eau

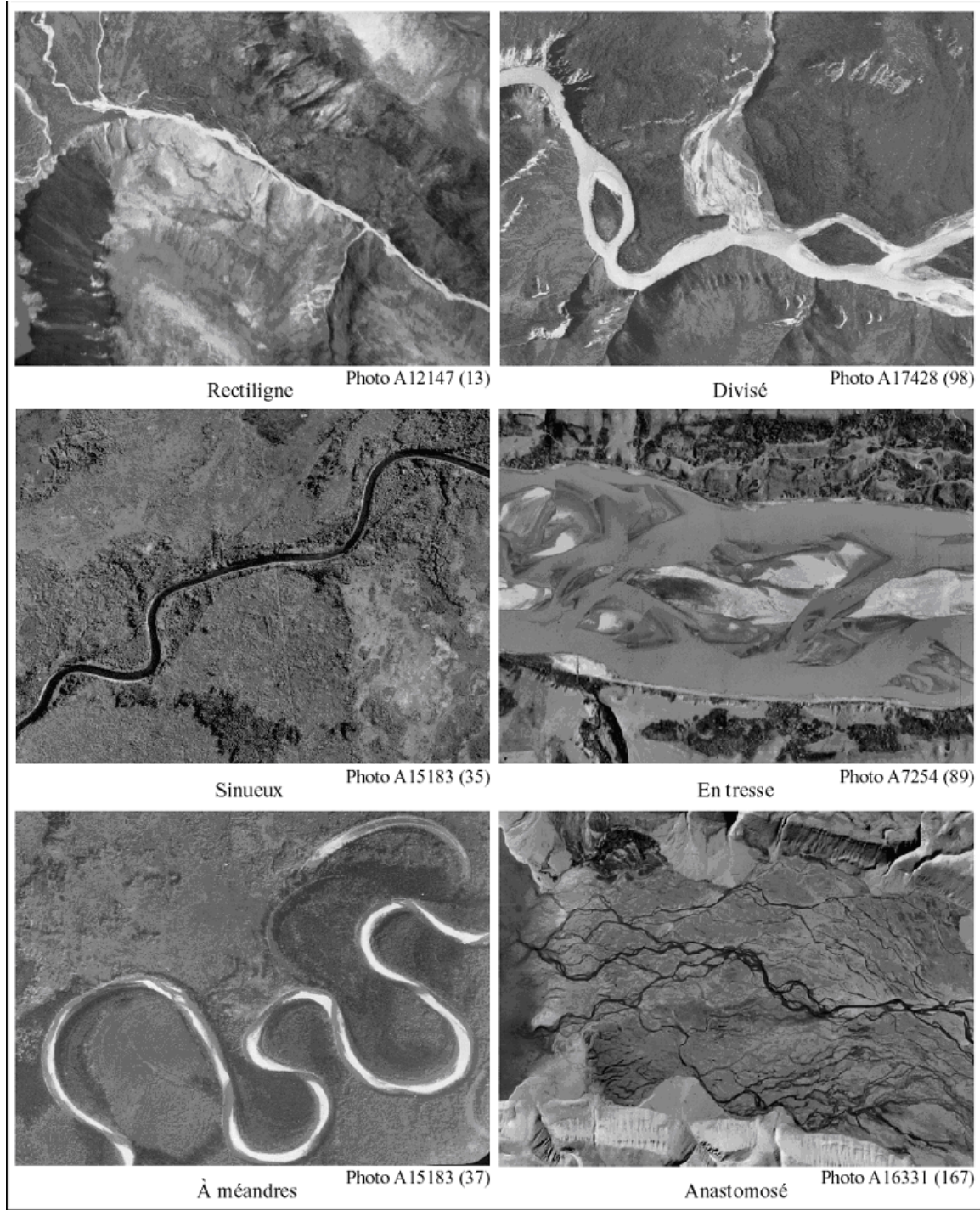


Figure 12 : Illustration photographique des principales formes de cours d'eau

7- Interprétation

7.1- Cheminement critique

Le cheminement critique comprend deux phases : la distinction et la délimitation de la forme ainsi que son identification.

7.1.1- Distinction et délimitation

Le critère déterminant d'identification des zones d'eau permanente par rapport à toute autre entité est la présence d'eau. Il faut cependant veiller à ne pas confondre certaines parties de cours d'eau ou de plan d'eau permanent avec certains milieux humides (voir fiches marais et marécage, tourbière, étangs de toundra, tourbière de paises) et les cours d'eau ou plans d'eau intermittents (voir fiche eau intermittente).

Le deuxième critère dans le cas du cours d'eau est la linéarité de l'entité. Il faut cependant veiller à conserver cette linéarité même si le cours d'eau paraît discontinu, parce que masqué par la végétation arborescente, en tenant compte du type de réseau hydrographique en présence (figures 10 à 12). Le problème principal du tracé d'un cours d'eau survient surtout vers l'amont du cours d'eau, en milieu boisé : où s'arrête-t-il ? À défaut de pouvoir l'observer sur les images satellitaires, il est suggéré de le compléter en utilisant une couverture aérienne récente ou des images satellitaires à plus grande résolution spatiale.

Le deuxième critère dans le cas du plan d'eau est sa forme globuleuse qui n'a pas d'équivalent dans les autres entités naturelles. La seule limite est celle de la délimitation en terme de taille sur les images. La limite de représentation cartographique étant un diamètre de 1 mm à l'échelle du 1 : 50 000, cette limite correspond à une surface d'environ 9 pixels (3 x 3).

Pour pouvoir délimiter correctement l'eau permanente, il faut s'assurer que l'image utilisée a été prise à marée basse en milieu littoral (marin, estuarien, lagunaire) et en dehors des périodes de crue ou d'étiage pour les milieux lacustre et fluvial.

Toute délimitation à partir d'images satellitaires pose un problème d'exactitude. Le problème est d'autant plus important que la résolution spatiale des images est faible (pixels de plus grande dimension). La délimitation entre l'eau (pixel noir en bande 4) et le milieu terrestre (pixel blanchâtre) passe donc par le milieu des pixels mitoyens (gris).

7.1.2- Identification

La démarche d'identification de l'eau permanente oblige l'analyste à confronter les différents éléments de confusion et de distinction (tableaux 4 et 5). Le résultat de ce travail de discrimination sera d'autant plus précis que le niveau de connaissances et d'expérience de l'analyste sera vaste.

7.2- Vérification avec des sources complémentaires d'information

Certains problèmes de délimitation de l'eau permanente peuvent être évités en consultant certaines sources documentaires.

La localisation précise de la ligne de rivage en milieu littoral (marin, estuarien, lagunaire) à partir de l'image peut être vérifiée en obtenant le niveau de marée lors de la prise de l'image (date, heure). Il y a deux façons : 1) consulter des tables de marées et courants de la région et de l'année correspondante ; ces tables sont produites annuellement par le Service hydrographique du Canada (Pêches et océans Canada) ; 2) faire une demande ad hoc gratuite au Service hydrographique du Canada en mentionnant la portion de littoral couverte par l'image, la date et l'heure de prise d'image ainsi que si l'information est en lien avec le zéro des cartes marines (réponse rapide) ou avec le zéro géodésique (délai plus long) : Bernard Labrecque, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli (tél. : 418-775-0600 ; courriel : labrecqueb@dfo-mpo.gc.ca)

La bonne délimitation du lit mineur des cours d'eau ou du niveau moyen des basses eaux lacustres peut être vérifiée en obtenant de l'information sur les précipitations reçues aux stations météorologiques dans ou près du bassin hydrographique correspondant au secteur d'étude dans les jours ou les semaines précédant la prise de l'image ainsi que sur les débits et niveaux d'eau aux stations hydrométriques, sur les cours d'eau ou les lacs qui en sont pourvus, le jour de la prise de l'image. L'information est disponible en ligne à la Direction des relevés hydrologiques d'Environnement Canada à l'adresse suivante :

http://www.msc.ec.gc.ca/wsc/products/main_f.cfm?cname=products_f.cfm.

L'information sur les données hydrométriques s'y trouve dans la base de données HYDAT. Cette base de données regroupe les statistiques archivées de 2 481 stations hydrométriques en service et de 5 300 stations fermées, tant fédérales que provinciales et territoriales, ainsi que des entreprises d'électricité, mais seulement avant 1994 dans ce dernier cas. Pour les données récentes ou en temps réel, il faut contacter chacune des régions d'Environnement Canada dont l'adresse est sur le site. Par exemple, pour le Québec : Guy Morin (téléphone : 514-283-2048 ; courriel : guy.morin@ec.gc.ca).

L'information sur les données archivées et en temps réel des précipitations journalières s'y trouve aussi pour presque toutes les stations météorologiques canadiennes.

Certaines interprétations sur la présence ou non de hauts-fonds peuvent nécessiter l'utilisation de cartes bathymétriques. Pour le milieu marin et les cours d'eau navigables, incluant les Grands Lacs et les lacs internationaux, des cartes de différentes échelles sont faites par le Service hydrographique du Canada. Ces cartes peuvent entre autres être consultées dans les bureaux du

Ministère et dans les bibliothèques universitaires. On peut également les acheter aux Publications gouvernementales (<http://pubgouv.com/marines.htm>). Dans le cas des autres lacs, il faut vérifier auprès de chacune des provinces ou territoires quels organismes en sont responsables. Par exemple, au Québec, des cartes de centaines de lacs ont été réalisées par la Commission des eaux courantes du Québec (années 1910 à 1940), par le Ministère des richesses naturelles du Québec (années 1960 et 1970), par le Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche du Québec (années 1930 à 1970), par le Ministère de l'environnement du Québec (années 1970 et 1980) et quelques autres organismes privés ou publics.

8- Éléments de confusion

Les larges cours d'eau et les vastes plans d'eau ne peuvent être confondus avec aucune autre entité. Cependant, certaines parties de ces plans d'eau ou cours d'eau ainsi que les plans d'eau de petite superficie peuvent être confondus avec différentes entités ou mal interprétés (**Tableau 4**).

Les cours d'eau étroits (moins de 25 m de largeur) ne peuvent être confondus qu'avec de rares entités linéaires (**Tableau 5**). Cependant, certaines parties intermittentes, surtout vers l'amont, peuvent être confondus avec des cours d'eau permanents si l'image est prise en période de crue, d'où l'importance d'utiliser des images prises en période de niveau moyen des eaux.

Les tableaux 4 et 5 sont élaborés en tenant compte du fait que l'interprète utilise la bande 4 (IR) de l'image pour mettre la présence d'eau en évidence.

Tableau 4 : Éléments de confusion et de distinction entre les plans d'eau permanents (incluant les larges cours d'eau) et d'autres entités ou formes

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Eau intermittente	- Haut niveau d'eau	- Aucun, sauf utilisation d'une image correspondant au niveau d'eau recherché	Figure 17, voir fiche eau inter. (Figure 16)
Forte turbidité	- Teneur en sédiments en suspension affectant la réponse spectrale ou la tonalité	- Absence de texture - Planéité de la surface - Localisation en bordure des surfaces d'eau	Figure 13 Figure 14 Figure 15
Végétation aquatique (flottante ou émergente)	- Eau partiellement masquée - Si recouvrement total : confusion avec végétation permanente	- Planéité de la surface - Géométrie de la végétation flottante ou pointement de la végétation émergente	Figure 10 Figure 16
Végétation	- Eau masquée par la	- Continuité de la limite de	Figure 10

	couronne des arbres	la forme	
Marais en eau douce	- Présence d'eau en période de hautes eaux - Planéité de la surface	- Aucun, sauf utilisation d'une image correspondant au niveau d'eau recherché	Figure 17
Étang de castors	- Surface d'eau temporaire	- Forme triangulaire - Côté aval linéaire (barrage) - Présence d'arbres morts	Figure 18
Glace littorale ou riveraine	- Eau masquée	- Surface structurée de la glace - Bordures d'eau libre près du littoral - Planéité de la surface	Figure 19, Figure 20
Frasil	- Eau partiellement masquée	- Structure géométrique de la surface - Irrégularité du phénomène - Planéité de la surface	Figure 21
Agitation de l'eau (rides ou houles)	- Réflexion multidirectionnelle sur la surface	- Planéité de la surface - Irrégularité du phénomène	Figure 22
Réflexion spéculaire	- Réflexion totale du spectre - Parfois eau masquée	- Planéité de la surface - Phénomène très localisé sur une partie de la surface d'eau	Figure 23 Figure 24
Réflexion des nuages	- Moirage de la surface d'eau - Ombrage	- Planéité de la surface - Phénomène très localisé sur une partie de la surface d'eau	Figure 25
Niveau d'eau	- Niveau trop haut : empiètement sur l'eau intermittente - Niveau trop bas : sous-estimation de l'eau permanente	- Aucun, sauf utilisation d'une image correspondant au niveau d'eau recherché	Figure 17
Ombrage	- Modification de la tonalité d'une partie de la surface	- Position topographique - Contexte géomorphologique	Figure 30
Ombrage de nuage	- Modification de la tonalité d'une partie de la surface	- Position topographique - Contexte géomorphologique - Nuage parfois visible - Limite lacustre moins floue que celle du nuage	Figure 31 Figure 32

Tableau 5 : Éléments de confusion et de distinction entre les cours d'eau étroits permanents (< 25 m) et d'autres entités ou formes

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Forte turbidité	- Teneur en sédiments en suspension affectant la réponse spectrale ou la tonalité	- Linéarité de la forme - Sinuosité de la forme - Continuité de la forme - Logique du réseau hydrographique - Position topographique	Figure 13
Marais en eau douce	- Présence d'eau en période de hautes eaux - Planéité de la surface	- Aucun, sauf utilisation d'une image correspondant au niveau d'eau recherché	Figure 26
Végétation	- Eau masquée par la couronne des arbres	- Segments visibles dans la bande 4 et continuité de la forme - Position topographique - Logique du réseau hydrographique	Figure 27
Réflexion spéculaire	- Réflexion totale du spectre - Parfois eau masquée	- Phénomène très localisé - Continuité de la forme	Figure 28
Glace fluviale	- Réflexion importante - Eau masquée	- Position topographique - Continuité de la forme - Logique du réseau hydrographique	
Niveau d'eau	- Niveau trop haut : empiétement sur l'eau intermittente et surestimation de la longueur du cours d'eau - Niveau trop bas : sous-estimation de l'eau permanente et de la longueur du cours d'eau	- Aucun, sauf utilisation d'une image correspondant au niveau d'eau recherché	
Perte (milieu karstique)	- Disparition brusque du cours d'eau	- Identification du type de réseau hydrographique - Localisation de la résurgence si possible - Parfois position topographique	Figure 29



Source : photo A16660 (87), échelle originale 1 : 64 000, carte 82F/02, 49° 05' N - 116° 37' O, rivière Kootenay (Colombie-Britannique) du 11-07-1959

Figure 13 : Exemple d'un cours d'eau entièrement affecté par la turbidité avec un affluent d'eau claire.



Source : photo HMQ98-136 (231), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/12, 45° 31' N - 71° 48' O, lac de Stoke (Québec) du 06-08-1998

Figure 14 : Exemple de plan d'eau entièrement affecté par la turbidité



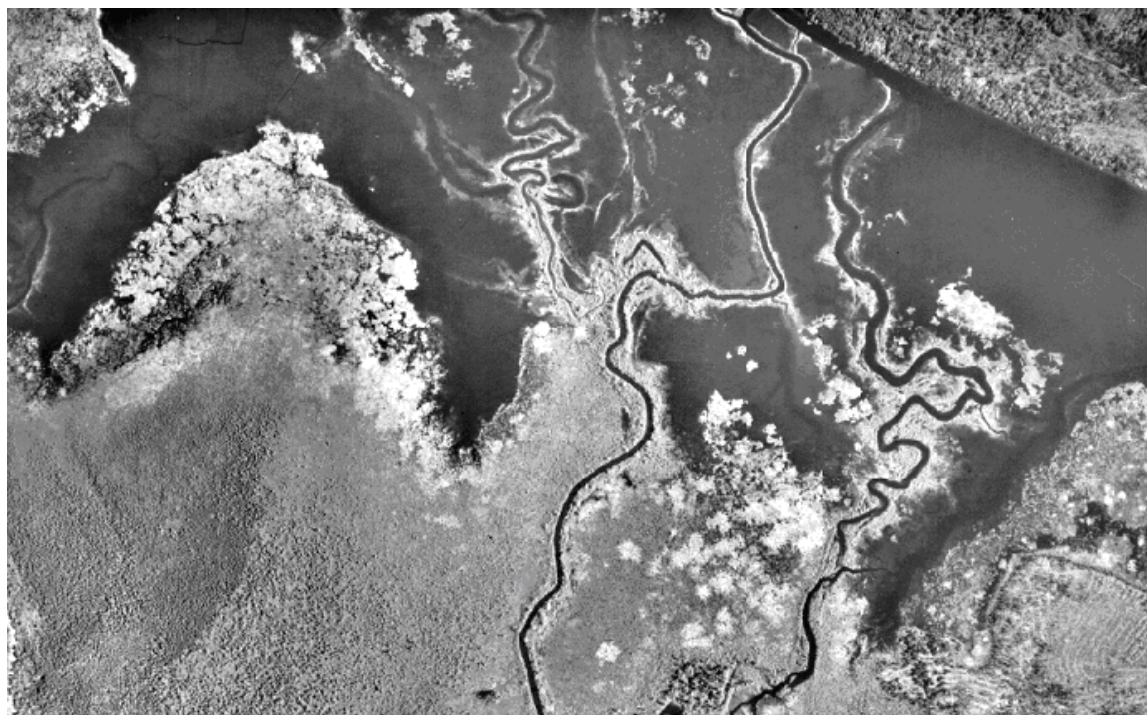
Source : photo A11547 (53), échelle originale 1 : 34 000, carte 86O/14, 67° 48' N - 115° 03' O, rivière Coppermine (T.N.-O.) du 27-07-1948

Figure 15 : Exemple de turbidité en bordure d'un plan d'eau. L'eau turbide provient des affluents.



Source : photo HMQ98-133 (10), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/14, 45° 59' N - 71° 05' O, lac Brochu (Québec) du 19-07-1998

Figure 16 : Exemple de végétation aquatique flottante dans un plan d'eau



Source : photo 6016 (119), échelle originale 1 : 15 840, carte 21E/07, 45° 27' N - 71° 52' O, sud de lac Mégantic (Québec) du 20-05-1960

Figure 17a : Exemple de variation du niveau d'eau dans un plan d'eau : haut niveau (395,3 m) provoquant un empiétement sur la zone d'eau intermittente



Source : photo HMQ98-128 (64), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/07, 45° 27' N - 71° 52' O, sud du lac Mégantic (Québec) du 07-07-1998

Figure 17b : Exemple de variation du niveau d'eau dans un plan d'eau : niveau moyen



Source : photo Q85395 (193), échelle originale 1 : 30 000, carte 21E/07, 45°27' N - 71° 52' O, sud de lac Mégantic (Québec) du 01-11-1985

Figure 17c : Exemple de variation de niveau d'eau dans un plan d'eau : bas niveau (394,0 m) engendrant une sous-estimation de la limite de l'eau permanente



Source : photo HMQ-98-134 (5), échelle originale 1 : 15 000, carte 31H/08, 45° 27' N - 72° 07' O, lac Brompton (Québec) du 19-07-1998

Figure 18 : Exemple d'étang de castors. Noter la forme caractéristique triangulaire

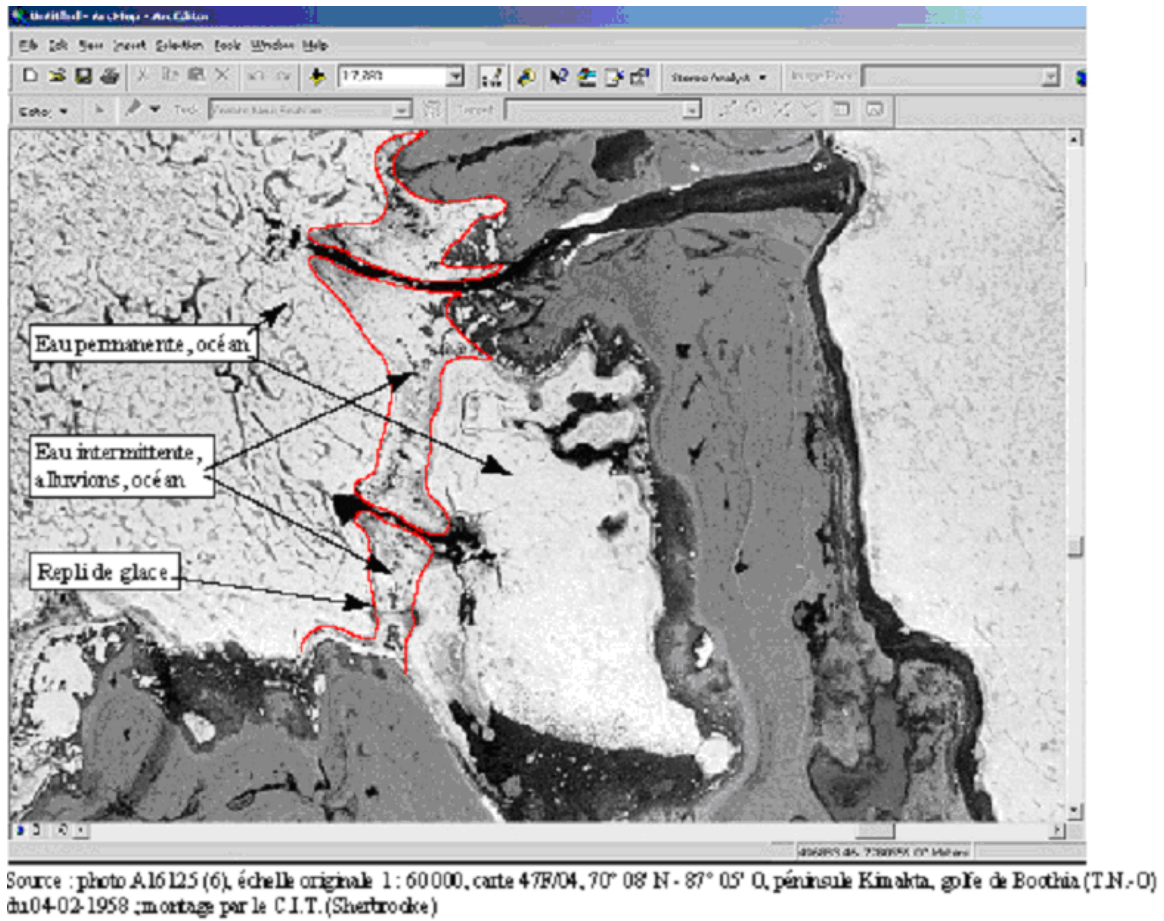
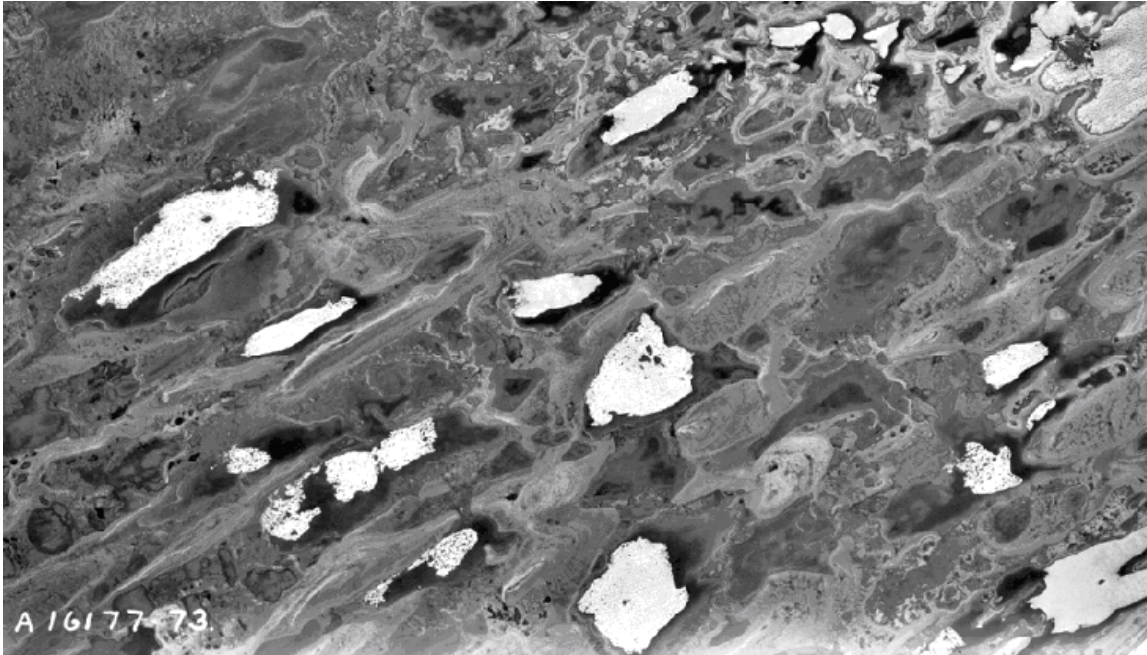
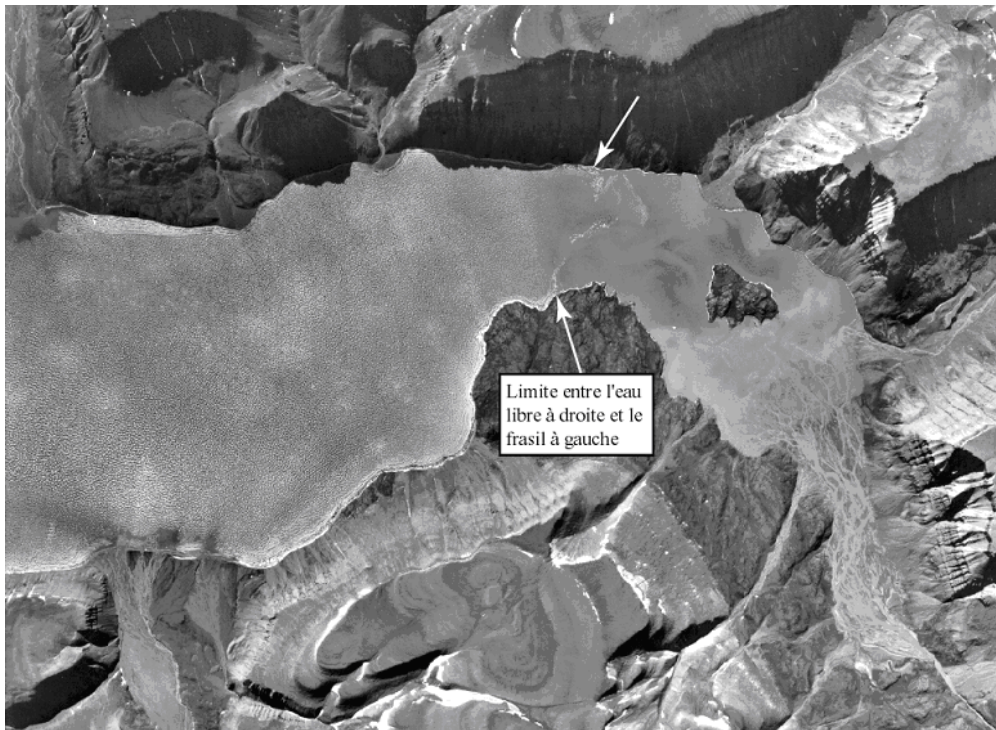


Figure 19 : Exemple d'interprétation des zones d'eau permanente et intermittente en présence d'une couverture de glace sur un plan d'eau



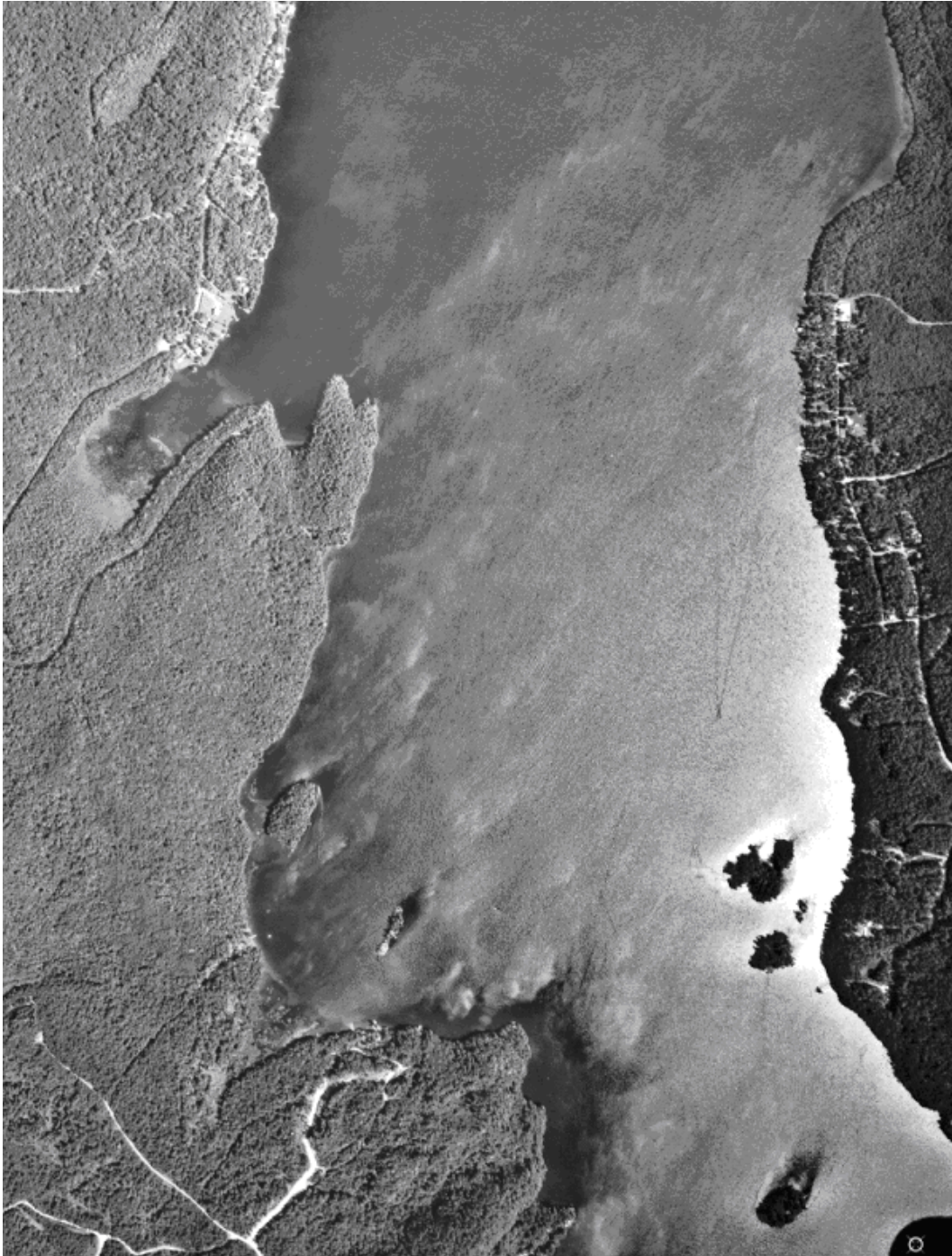
Source : photo A16177 (73), échelle originale 1 : 60 000, carte 67N, 70° 19' N - 101° 29' O, cap Admiral Collision (T.N.-O.) du 25-07-1958

Figure 20 : Exemple de bordures d'eau libre près du littoral des plans d'eau



Source : photo A16762 (79), échelle originale 1 : 60 000, carte 48N, 74° 30' N - 86° 13' O, Burnett Inlet, Île Devon (T.N.-O.) du 25-07-1959

Figure 21 : Exemple de couverture de frasil sur un plan d'eau



Source : photo HMQ98-134 (3), échelle originale 1 : 15 000, carte 31H/08, 45° 26' N - 72° 10' O, lac Brompton (Québec) du 19-07-1998

Figure 22 : Exemple de réflexion multidirectionnelle provoquée par l'agitation de l'eau résultant de l'action du vent



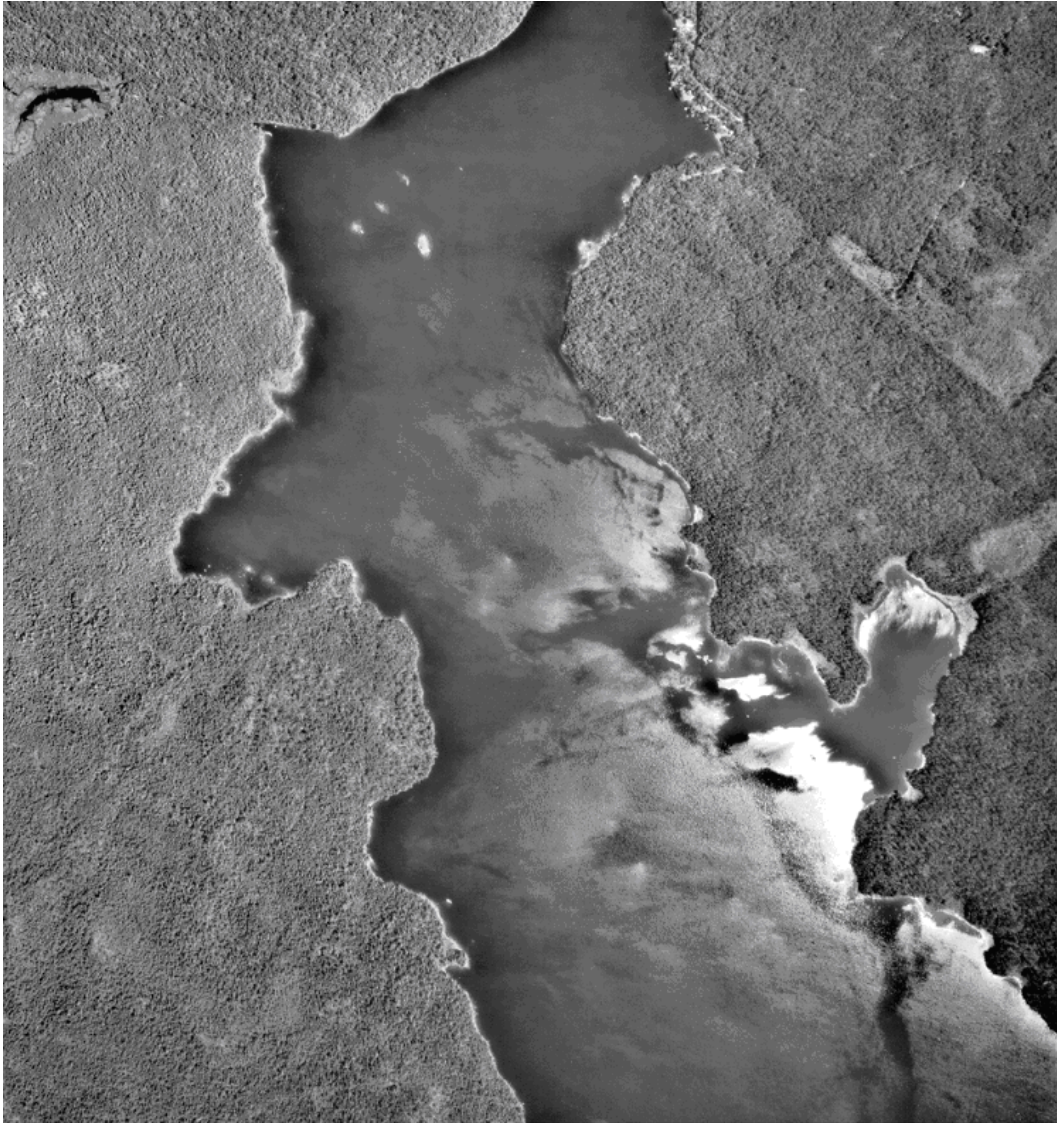
Source : photo HMQ98-134 (90), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/12, 45° 36' N - 71° 34' O, Rivière Saint-François près de Bishopton (Québec) du 19-07-1998

Figure 23 : Exemple de réflexion spéculaire sur une partie d'un cours d'eau



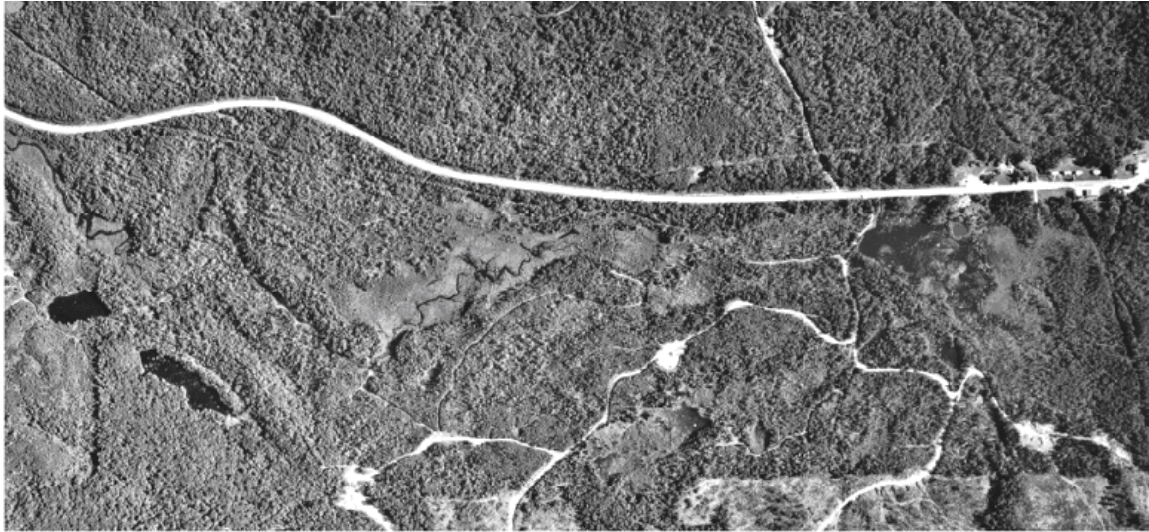
Source : photo HMQ-98-142 (26), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/06, 45° 29' N - 70° 54' O, lac Mégantic (Québec) du 14-08-1998

Figure 24 : Exemple de réflexion spéculaire sur une partie d'un plan d'eau

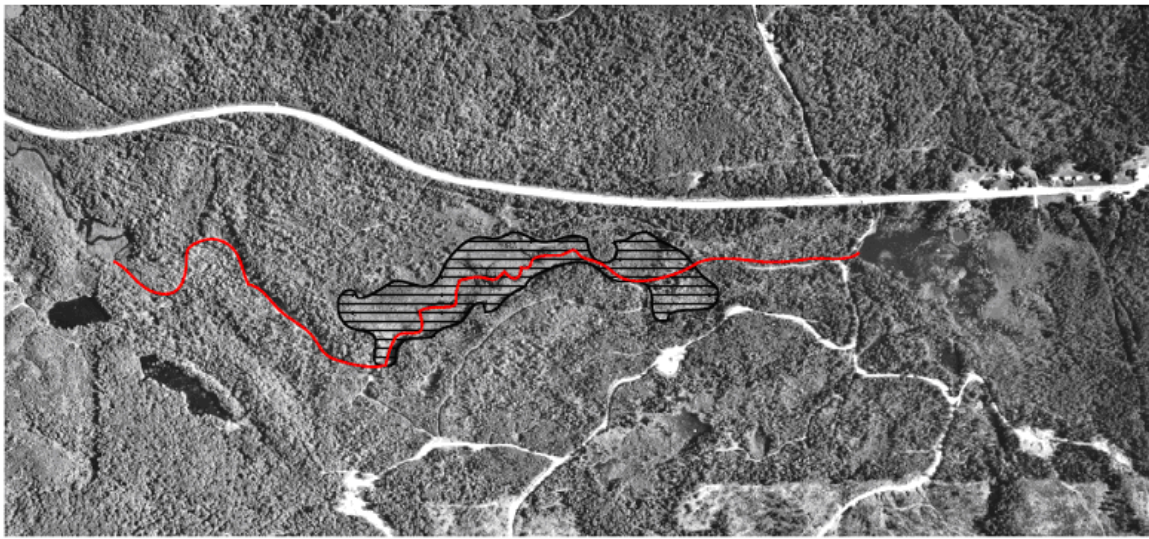


Source : photo HMQ98-127 (39), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/14, 45° 49' N - 71° 10' O, baie Sauvage, lac Saint-François (Québec) du 06-07-1998

Figure 25 :Exemple de moirage de la surface d'une partie d'un plan d'eau, provoqué par la réflexion des nuages



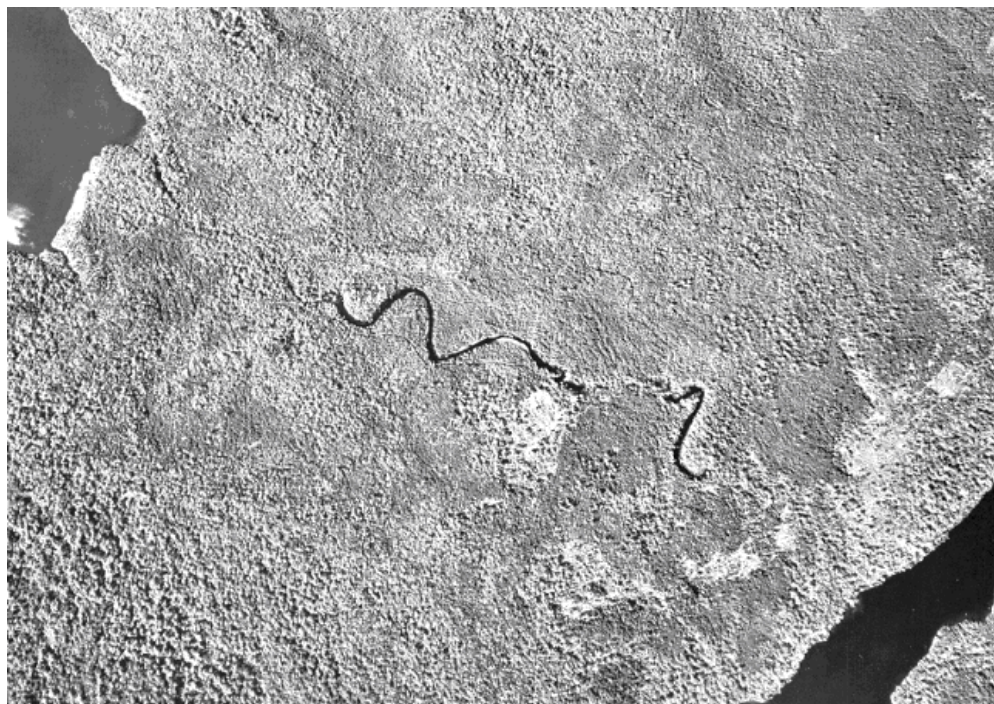
a) Photographie originale



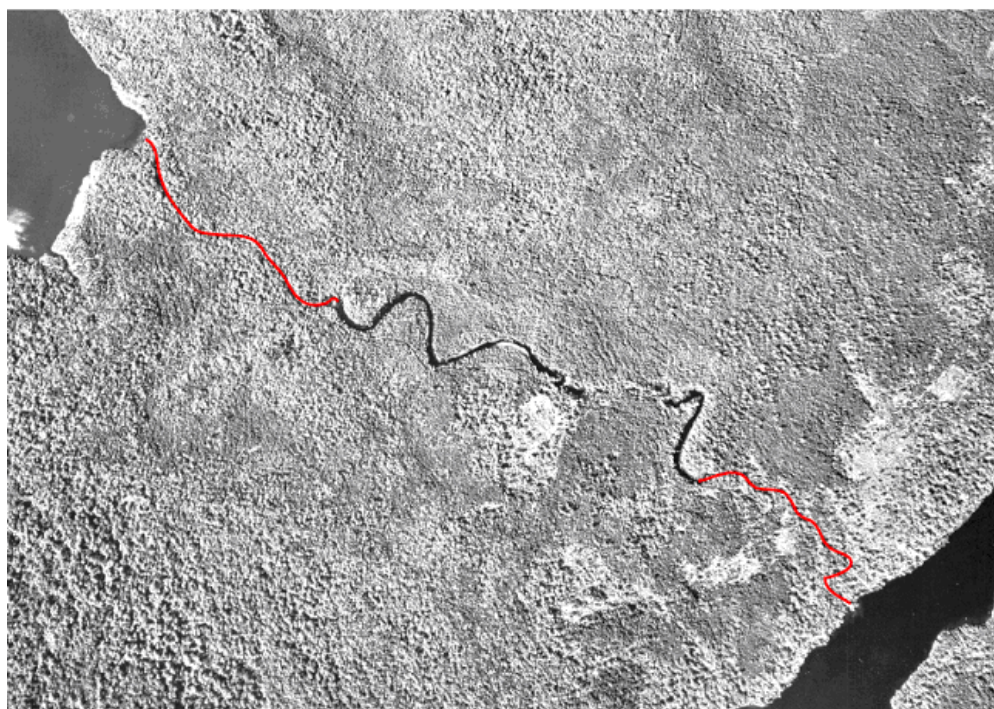
b) Tracé du cours d'eau

Source : photo HMQ98-131 (121), échelle originale 1 : 15 000, carte 21E/07, 45° 22' N - 70° 50' O, région de Woburn (Québec) du 19-07-1998

Figure 26 :Exemple de tracé d'un cours d'eau permanent étroit dans une zone de marais



a) Photographie originale



b) Tracé du cours d'eau

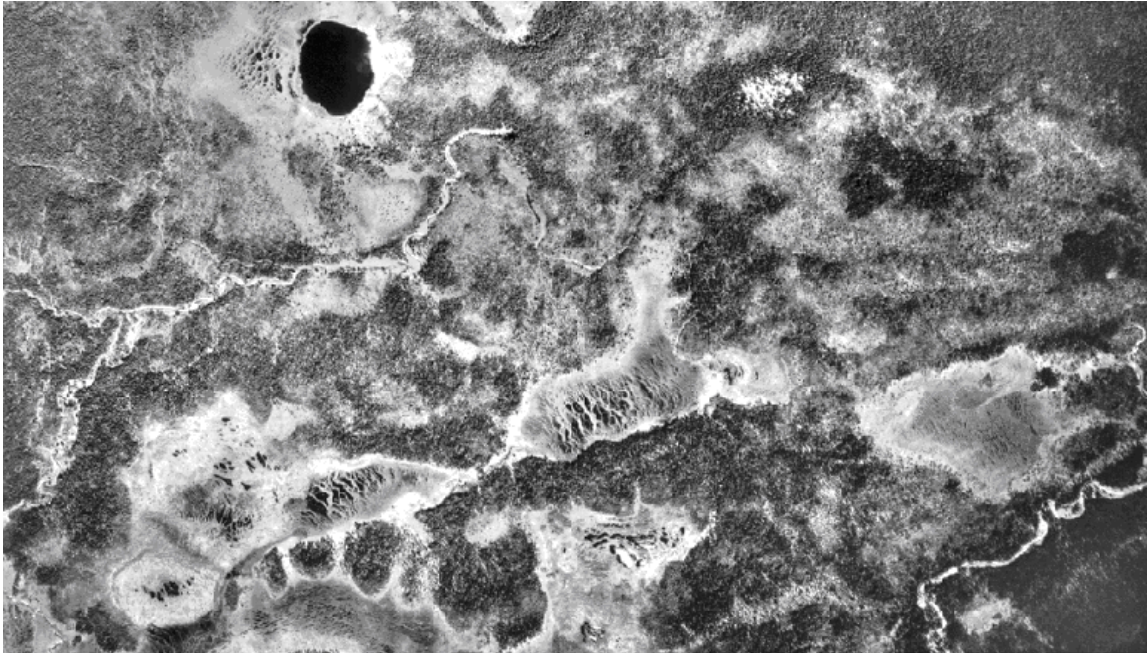
Source : photo Québec 1195 (108), échelle originale 1 : 15 840, carte 21E/11, 45° 42' N - 71° 19' O, lac à la Biche (Québec) du 05-1959

Figure 27 : Exemple de tracé d'un cours d'eau permanent étroit en partie masqué par la couronne des arbres

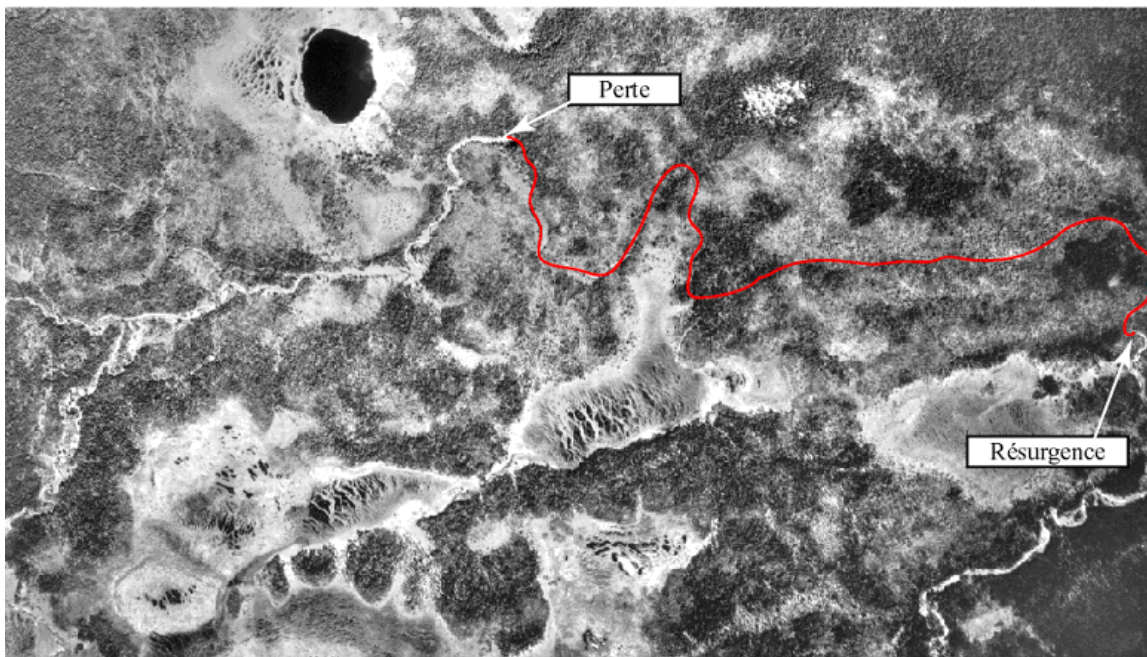


Source : photo Québec 1196 (124), échelle originale 1 : 15 840, carte 21E/11, 45° 44' N - 71° 09' O, rivière Felton (Québec) du 06-1959

Figure 28 : Exemple de réflexion spéculaire masquant complètement un cours d'eau étroit à certains endroits



a) Photographie originale



b) Tracé de la paléo-vallée

Source : photo Q73352 (18), échelle originale 1 : 15 000, carte 12E/07, 49° 23' N - 62° 41' O, secteur de la rivière aux Saumons, île d'Anticosti (Québec) du 27-08-1973

Figure 29 : Exemple de perte et de résurgence d'un cours d'eau étroit en milieu karstique. Le tracé évident de la paléo-vallée peut être confondu avec un cours d'eau intermittent.

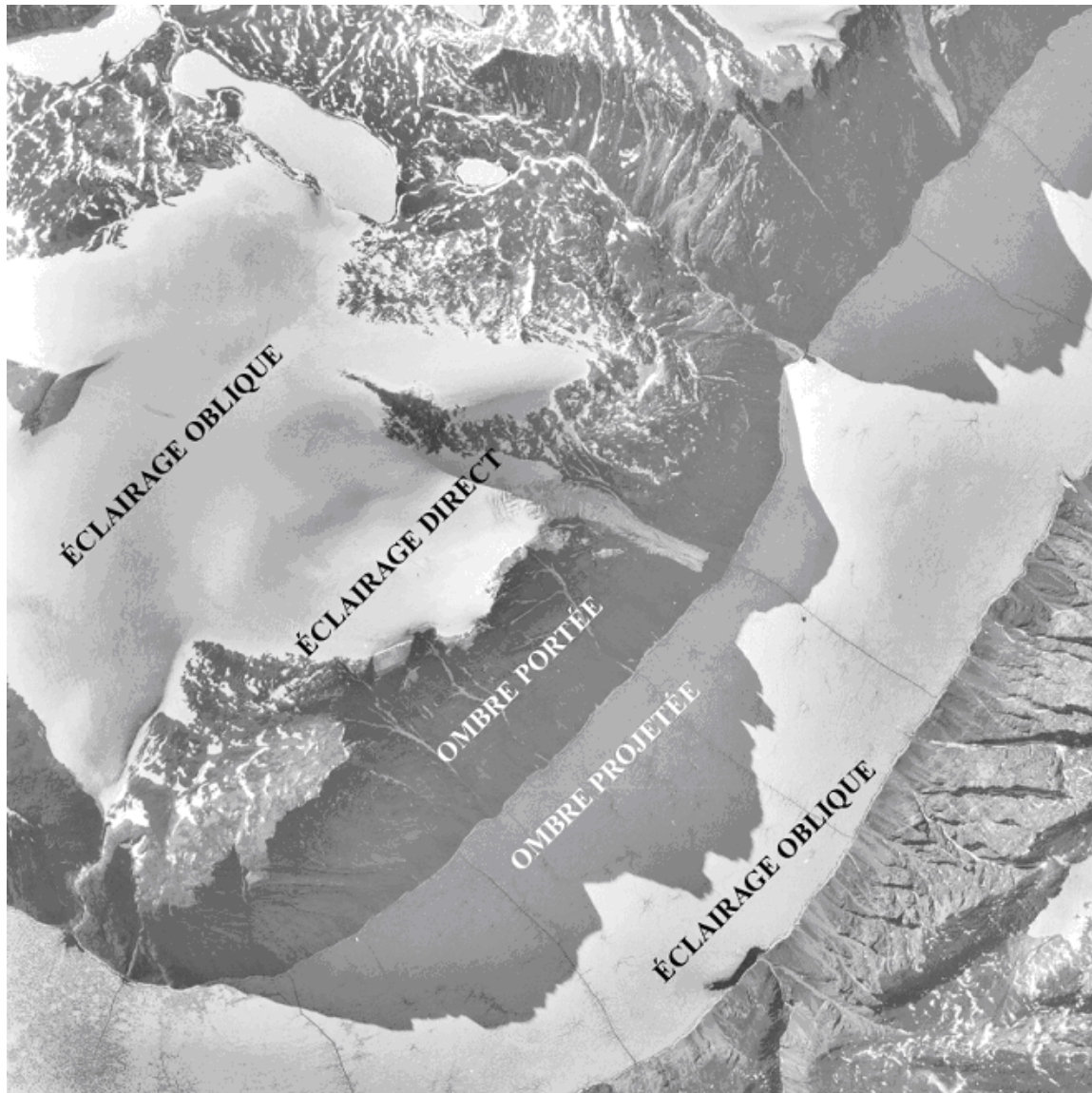
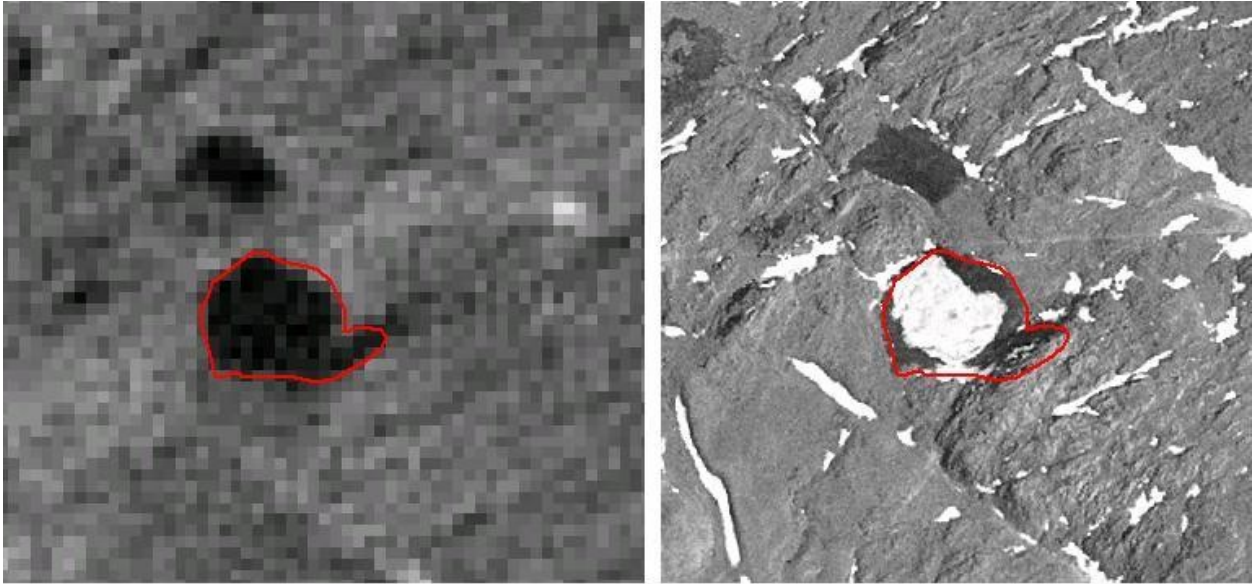


Photo A16101 (24), Ministère de l'énergie, des mines et des ressources du Canada

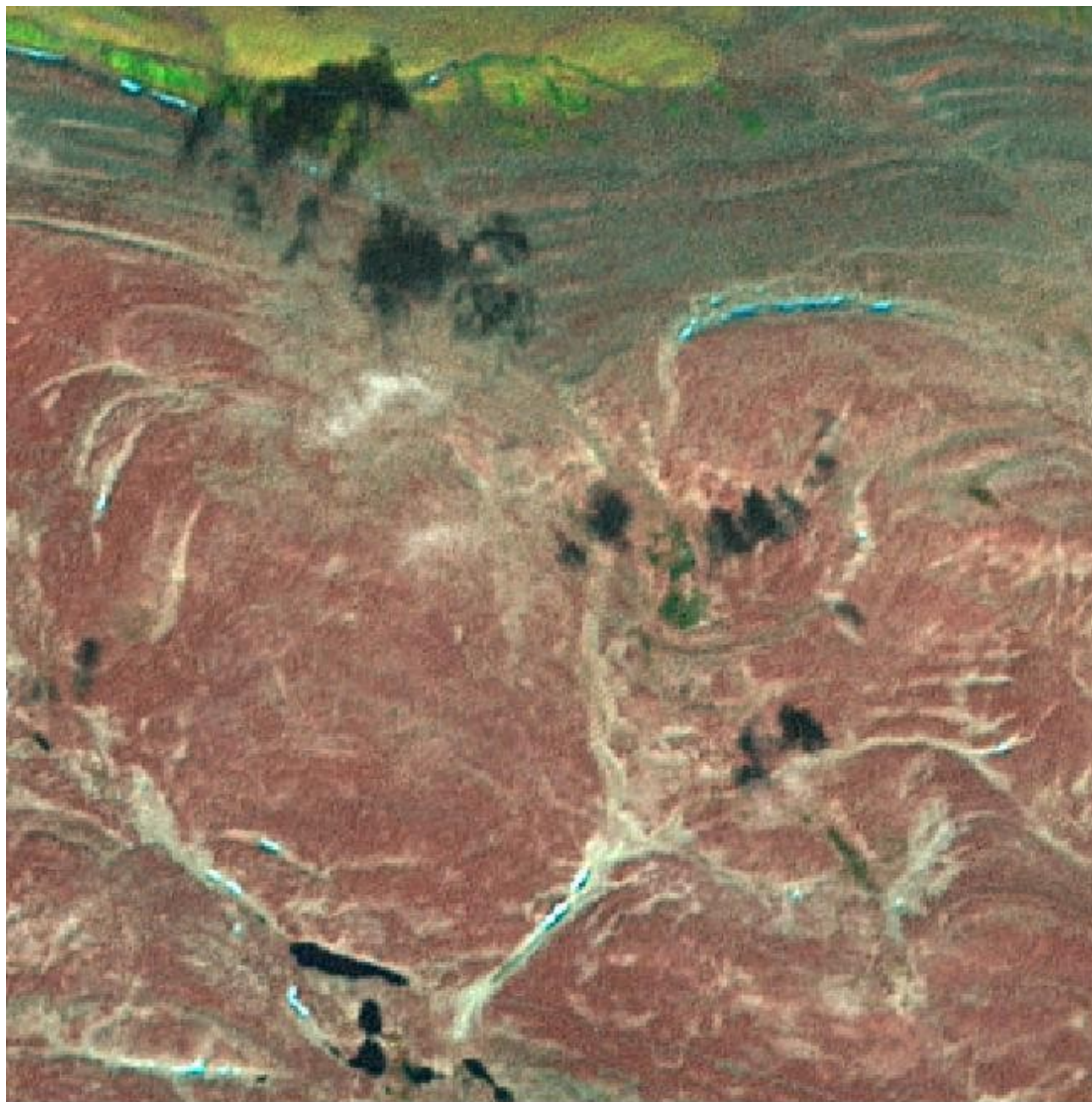
Source : Provencher et Dubois (en préparation)

Figure 30 : Exemple de variation de la tonalité en fonction de l'angle d'éclairage sur une photographie aérienne



47F06, 86°40'W 70°26'N, Photo A16082-109 Exemple de mauvaise interprétation de l'image Landsat à cause de l'ombre du talus

Figure 31 : Exemple de mauvaise interprétation de la limite d'un lac sur l'image ETM+ (image de gauche) à cause du captage de l'ombre d'un talus bien visible sur la photographie aérienne (image de droite)



47F03, exemples de nuages ayant été confondus avec des lacs au captage. Les nuages sont très minces et diffus c'est pourquoi on les voit à peine, ce qui rend plus difficile de reconnaître que ce sont des ombres. Le principal indice qu'il s'agit d'ombre est le flou des "rives". Un lac (voir en bas) est généralement beaucoup mieux défini.

Figure 32 : Exemple d'une image ETM+ (combinaison des bandes 5-4-3) sur laquelle des plages d'ombre de nuages peuvent être confondues avec des plans d'eau

9- Références

Bravard, J.-P. et Petit, F. (2000) Les cours d'eau : dynamique du système fluvial. 2^e édition, Armand Colin, Paris, 222 p.

Centre d'information topographique (2004) Norme et catalogue de la Base de données Géospatiale (BDG). Ressources naturelles Canada, Géomatique Canada, Sherbrooke, 50 p. ftp://ftp.cits.rncan.gc.ca/pub/optimum/information/document/BDG_Classes_actives.xml (visité le 06-01-2005).

Gagnon, H. (1974) La photographie aérienne. Éditions HRW, Montréal, 278 p.

Hamelin, L.-E. et Cook, F.A. (1967) Le périglaciaire par l'image. Presses de l'Université Laval, Québec, Travaux et documents du Centre d'études nordiques n^o 4, 237 p.

Leet, L.D., Hudson, S. and Kauffman, M.E. (1982) Physical geology. 6^e édition, Prentice-Hall, Englewood Cliff (N.J.), 487 p.

Pearl, R.M. (1976-1978) World of lakes. Earth Science, vol. 29, 1976, n^o 3, p. 121-123, n^o 4, p. 187-195, n^o 5, p. 261-264, n^o 6, p. 300-306 ; vol. 30, 1977, n^o 1, p. 16-21, n^o 2, p. 77-79, n^o 3, p. 133-135, n^o 4, p. 146-149, n^o 5, p. 200-202, n^o 6, p. 254-256 ; vol. 31, 1978, n^o 1, p. 34-35, n^o 2, p. 75-76, n^o 3, p. 123-124, n^o 4, p. 173-175.

Provencher, L. et Dubois, J.-M.M. (2004a) Guide d'interprétation des entités géographiques naturelles à partir des images ETM+ de Landsat-7 : I – Fiche d'identification des entités géographiques naturelles. Ressources naturelles Canada, Géomatique Canada, Centre d'information topographique de Sherbrooke, Sherbrooke, 20 p.

Provencher, L. et Dubois, J.-M.M. (2004b) Guide d'interprétation des entités géographiques naturelles à partir des images ETM+ de Landsat-7 : II – Exemple de la fiche d'identification des eskers. Ressources naturelles Canada, Géomatique Canada, Centre d'information topographique, Sherbrooke, 51 p.

Provencher, L. et Dubois, J.-M.M. (en prép.) Précis de télédétection; vol. 4 - Méthodes de photointerprétation. Presses de l'Université du Québec/Agence universitaire de la Francophonie, Sainte-Foy et Montréal.

Provencher, L. et Thibault, J.-C. (1976) Critères bio-physiques pour le choix de sites récréatifs à la campagne ; vol. 1 : Activités et équipements récréatifs reliés à l'eau. Département de géographie, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Bulletin de recherche n^o 26, 48 p.

Ressources naturelles Canada (1995) L'Atlas national du Canada. 6^e édition, Ottawa, carte 2.1 (Pergélisol), <http://atlas.gc.ca> (visité 03-02-2005).

Salomon, J.-N. (2000) Précis de karstologie. Presses universitaires de Bordeaux, Pessac (France), 250 p.

Annexe : signification des sections

1. Nom de l'entité

Nom de l'entité tel qu'il apparaît dans la BDG et dans Topolan-7.

2. Arborescence

Position de l'entité dans la structure hiérarchique des entités de la BDG.

3. Définition

Brève définition à partir des principales caractéristiques de l'entité permettant de la reconnaître parmi les autres entités de la BDG ou toute autre forme naturelle ou anthropique.

Seules les caractéristiques essentielles font partie de la définition car les caractéristiques détaillées, nécessaires à l'identification, sont présentées dans la section 4.

4. Synthèse des éléments d'identification

Présentation d'un tableau synthèse des caractéristiques de l'entité (section 5), des conditions optimales d'identification sur l'image ETM+ et la photographie aérienne noir et blanc (N + B) (section 6) et des éléments de confusion (section 9).

5. Caractéristiques

Catégorisation et description des caractéristiques utiles à l'identification visuelle de l'entité.

5.1. Propres à l'entité

Caractéristiques intrinsèques à l'entité permettant d'en saisir tous les aspects utiles à son identification.

5.1.1. Forme

Distinction entre les formes linéaires, ponctuelles et aréolaires; patron tridimensionnel de l'entité.

5.1.2. Dimensions

Étendue (longueur, largeur, diamètre) et hauteur de l'entité : données minimales, maximales et moyennes.

5.1.3. Position topographique

Situation de l'entité par rapport aux grandes formes topographiques : bassin versant, montagne, plateau, plaine, vallée, versant, thalweg, etc.

5.1.4. Drainage

État de l'humidité de surface, en dehors des zones saturées, en lien avec la texture des matériaux de l'entité.

5.1.5. Végétation

Présence de végétation caractéristique à l'entité ou patron d'associations végétales permettant de distinguer l'entité.

5.2. Relatives à la dynamique de l'entité

Caractéristiques relatives à la genèse et à l'état de l'entité.

5.2.1. Modes de mise en place

Agent ou ensemble d'agents responsable de la mise en place de l'entité et de son évolution.

5.2.2. État

État dynamique de l'entité : héritée ou actuelle; dans le cas des formes héritées, on fait référence aux paléformes alors que, dans le cas des formes actuelles, on fait référence à celles en voie de formation.

5.2.3. Variations spatio-temporelles

Variations de l'entité ou de son apparence en fonction de circonstances cycliques (saisonnnières, interannuelles, etc.) ou événementielles.

5.3. Relatives à l'environnement

Caractéristiques des conditions du milieu de mise en place de l'entité et relation avec les autres entités ou avec toute autre forme présente dans ce milieu.

6. Conditions optimales d'identification

À partir des sources documentaires et de l'expérience des intervenants, établir les conditions optimales de reconnaissance visuelle de l'entité. En utilisant les images satellitaires, établir la capacité du capteur ETM+ de Landsat-7 à enregistrer les caractéristiques de l'entité et déterminer la bande ou la combinaison de bandes la plus apte à permettre la distinction et l'identification visuelles de l'entité. En utilisant les photographies aériennes N + B, déterminer les tonalités et les textures les plus représentatives de l'entité. Dans le cas où le relief de la forme peut être significatif, recommander l'utilisation de la stéréoscopie.

7. Exemples

Illustrer l'entité à partir d'exemples représentant différents aspects de l'entité avec : 1) des photographies de terrain présentant un ou des exemples de l'aspect de l'entité, telle qu'on peut l'observer sur le terrain ; 2) des photographies aériennes obliques ou verticales présentant un ou plusieurs exemples de l'aspect de l'entité, telle qu'on peut l'observer par voie aérienne ; 3) des images satellitaires présentant un ou plusieurs exemples de l'aspect de l'entité, telle qu'on peut l'observer à partir de l'espace, avec ETM+ de Landsat-7.

7.3. Imagerie satellitaire

Présenter un ou plusieurs exemples de l'aspect de l'entité, telle qu'on peut l'observer à partir de l'espace, avec ETM+ de Landsat-7.

8. Interprétation

L'identification de l'entité se fait par l'interprétation des renseignements tirés de l'imagerie ou des photographies aériennes et de sources complémentaires d'information; la qualité du résultat de l'interprétation dépend de la connaissance et de l'expérience de l'interprète.

8.1. Cheminement critique

Établir le cheminement critique d'interprétation propre à chaque entité sur l'image ou les photographies aériennes à partir de leurs caractéristiques.

8.1.1. Distinction et délimitation

La possibilité de distinguer et de délimiter la forme sur l'image ou les photographies aériennes est établie et les critères pour y parvenir mentionnés.

8.1.2. Identification

La démarche d'identification permet la confrontation de différents éléments de confusion et de distinction avec d'autres entités ou formes.

8.2. Utilisation de sources complémentaires d'information

Compléter ou vérifier l'interprétation avec des sources complémentaires d'information, facilement accessibles comme celles disponibles sur des sites Internet reconnus.

9. Éléments de confusion

Sur un tableau, identifier les entités et formes avec lesquelles l'entité peut être confondue en mettant en évidence les éléments de différenciation.

10. Références

Liste des documents utiles cités dans les sections précédentes.