

Ressources naturelles Canada  
Géomatique Canada  
Centre d'information topographique  
Contrat 23258-039062/001/MTB

Guide d'interprétation visuelle des entités géographiques naturelles  
à partir des images ETM+ de Landsat-7 et des photographies  
aériennes : esker

Léo Provencher et Jean-Marie Dubois  
Géographes

Sherbrooke  
4<sup>e</sup> version, 17-06-2005

## Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1. Nom de l'entité</b>	<b>5</b>
<b>2. Hiérarchie</b>	<b>5</b>
<b>3. Définition</b>	<b>5</b>
<b>4. Tableau synthèse des éléments d'identification</b>	<b>5</b>
<b>5. Caractéristiques</b>	<b>6</b>
<b>5.1. Propres à l'entité</b>	<b>6</b>
<b>5.1.1. Forme</b>	<b>6</b>
<b>5.1.2. Dimensions</b>	<b>6</b>
<b>5.1.3. Position topographique</b>	<b>6</b>
<b>5.1.4. Drainage</b>	<b>6</b>
<b>5.1.5. Végétation</b>	<b>6</b>
<b>5.2. Relatives à la dynamique de l'entité</b>	<b>7</b>
<b>5.2.1. Modes de mise en place</b>	<b>7</b>
<b>5.2.2. État</b>	<b>7</b>
<b>5.2.3. Variations spatio-temporelles</b>	<b>7</b>
<b>5.3. Relatives à l'environnement</b>	<b>7</b>
<b>6. Conditions optimales d'identification sur l'image satellitaire</b>	<b>9</b>
<b>7. Exemples</b>	<b>10</b>
<b>7.1. Photographies de terrain</b>	<b>10</b>
<b>7.2. Photographies aériennes obliques ou verticales</b>	<b>12</b>
<b>7.3. Imagerie satellitaire</b>	<b>19</b>
<b>8. Interprétation</b>	<b>24</b>
<b>8.1. Cheminement critique</b>	<b>24</b>
<b>8.1.1. Distinction et délimitation</b>	<b>24</b>
<b>8.1.2. Identification</b>	<b>24</b>
<b>8.2. Vérification avec des sources complémentaires d'information</b>	<b>24</b>
<b>9. Éléments de confusion</b>	<b>25</b>
<b>10. Références</b>	<b>43</b>

## **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 palses	Sol saturé	Tourbière de palses
		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

Esker

## 2. Hiérarchie

Formes du terrain – glaciaires – forme terrestre – esker

## 3. Définition

Crête sinueuse, parfois ramifiée, généralement longue, étroite et à flancs raides, formée en milieu fluvioglaciaire (eau de fonte) par alluvionnement dans un chenal intraglaciaire (dans la glace) ou sousglaciaire (sous la glace). Cette définition correspond en grande partie à celle de la BDG.

## 4. Tableau synthèse des éléments d'identification

**Tableau 2 : Synthèse des éléments d'identification de l'esker**

<b>Formes</b>	En plan : linéaire, étroite et sinueuse, parfois ramifiée En coupe : triangulaire	
<b>Dimension</b>	Longueur : kilométrique Largeur et hauteur : décamétrique	
<b>Position topographique</b>	Indépendante de la topographie	
<b>Drainage</b>	Excellent	
<b>Végétation</b>	Parfois particulière, souvent absente	
<b>Modes de mise en place</b>	Bordure d'un glacier actuel ou ancien en situation de retrait (perpendiculaire au front glaciaire)	
<b>État</b>	Généralement hérité de l'époque glaciaire (parfois au front des glaciers de vallée actuels)	
<b>Variations spatiotemporelles</b>	Stable, mais présente des variations saisonnières de l'apparence en fonction du type de végétation	
<b>Environnement</b>	Associé à d'autres formes glaciaires ou fluvioglaciaires ( eau de fonte du glacier)	
<b>Identification sur l'image</b>	Milieu à faible couvert forestier : bandes 3-2-1 Milieu à fort couvert forestier : - forme longue : bandes 3-2-1 - forme courte : confusion avec le milieu environnant - couvert forestier distinct du milieu environnant : bandes 4-3-2 ou 5-7-3 - couvert forestier uniforme : confusion avec le milieu environnant	
<b>Éléments de confusion</b>	Moraines médiane, latérale, frontale, de DeGeer et de Roëgen Crêtes entre chenaux proglaciaires (bordure glaciaire) Anciens cordon littoral, flèche littorale et levées alluviales Anciennes dunes parallèle et transversale Crêtes rocheuses	

## **5. Caractéristiques d'identification**

### **5.1. Propres à l'entité**

#### **5.1.1. Forme**

Forme linéaire, étroite, sinueuse. Cette forme est généralement simple, mais elle peut être complexe. La forme simple est constituée d'une seule crête, généralement triangulaire à flancs raides. Elle devient complexe quand elle se ramifie localement en plusieurs crêtes, parfois accompagnées de renflements.

#### **5.1.2. Dimensions**

Longueur : d'une centaine de mètres à plusieurs centaines de kilomètres.

Largeur : d'une dizaine à une centaine de mètres, avec en moyenne une cinquantaine de mètres.

Hauteur : d'une dizaine de mètres à plus de cent mètres, avec en moyenne une cinquantaine de mètres.

#### **5.1.3. Position topographique**

Les eskers se retrouvent généralement en milieu peu accidenté où ils peuvent occuper autant les replats d'interfluve (espace entre deux cours d'eau) que les versants et les fonds de vallée. Il est peu probable qu'on puisse les retrouver en milieu accidenté ou montagneux, sauf dans le fond des vallées glaciaires. Leur mode de mise en place (section 5.2.1) est tel qu'ils peuvent se retrouver en position indépendante des variations topographiques, par exemple chevauchant un interfluve.

#### **5.1.4. Drainage**

Le drainage des eskers est généralement excellent compte tenu de la granulométrie (taille des grains) de ses matériaux qui est habituellement grossière (voir section 5.2.1).

#### **5.1.5. Végétation**

La végétation des eskers est généralement différente et moins dense que celle des milieux voisins qui sont habituellement plus humides. Cette végétation est constituée d'espèces de milieux secs comme le pin. Dans certains milieux conifériens, comme ceux de la Côte-Nord du Saint-Laurent, le pin peut être entre autres remplacé par le peuplier faux-tremble.

## **5.2. Relatives à la dynamique de l'entité**

### **5.2.1. Modes de mise en place**

Les eskers se mettent en place dans la bordure des glaciers en voie de retrait (figure 1). Ils sont constitués de sédiments grossiers (sable, gravier, blocs) résultant d'écoulements fluvioglaciaires dans des tunnels intraglaciers ou sous-glaciaires ainsi que dans des crevasses supraglacières (sur la glace). La forme triangulaire des eskers résulte de l'affaissement des bordures latérales qui ne sont plus supportées par la glace de la base des tunnels ou des crevasses. La direction de la crête est perpendiculaire au front glaciaire. La partie aval des eskers se termine généralement de façon abrupte, alors que certains se terminent par une plaine d'épandage et d'autres par un delta de lac proglaciaire (figure 1). Les eskers sont continus ou discontinus. Lorsqu'un esker est ramifié, il correspond à autant d'anciens tunnels ou d'anciennes crevasses qui se croisaient et qui pouvaient localement se chevaucher. Les renflements sont généralement dus à l'évasement des tunnels dans des conditions de faiblesse de la glace. Les eskers peuvent parfois former un complexe avec d'autres formes fluvioglaciaires telles les kames, les terrasses de kames, les kettles, les deltas, etc. (figure 1) (voir Landry et Mercier, 1992 ou Genest, 2000).

### **5.2.2. État**

Les eskers sont essentiellement des formes héritées de l'époque glaciaire. Certains ont pu être modifiés ou en partie détruits par l'action fluviale, lacustre ou littorale ; d'autres ont pu être exploités par l'humain pour l'extraction de matériaux granulaires ou servir de base pour les routes.

Actuellement, des eskers peuvent être en voie de formation au front de certains glaciers de vallée.

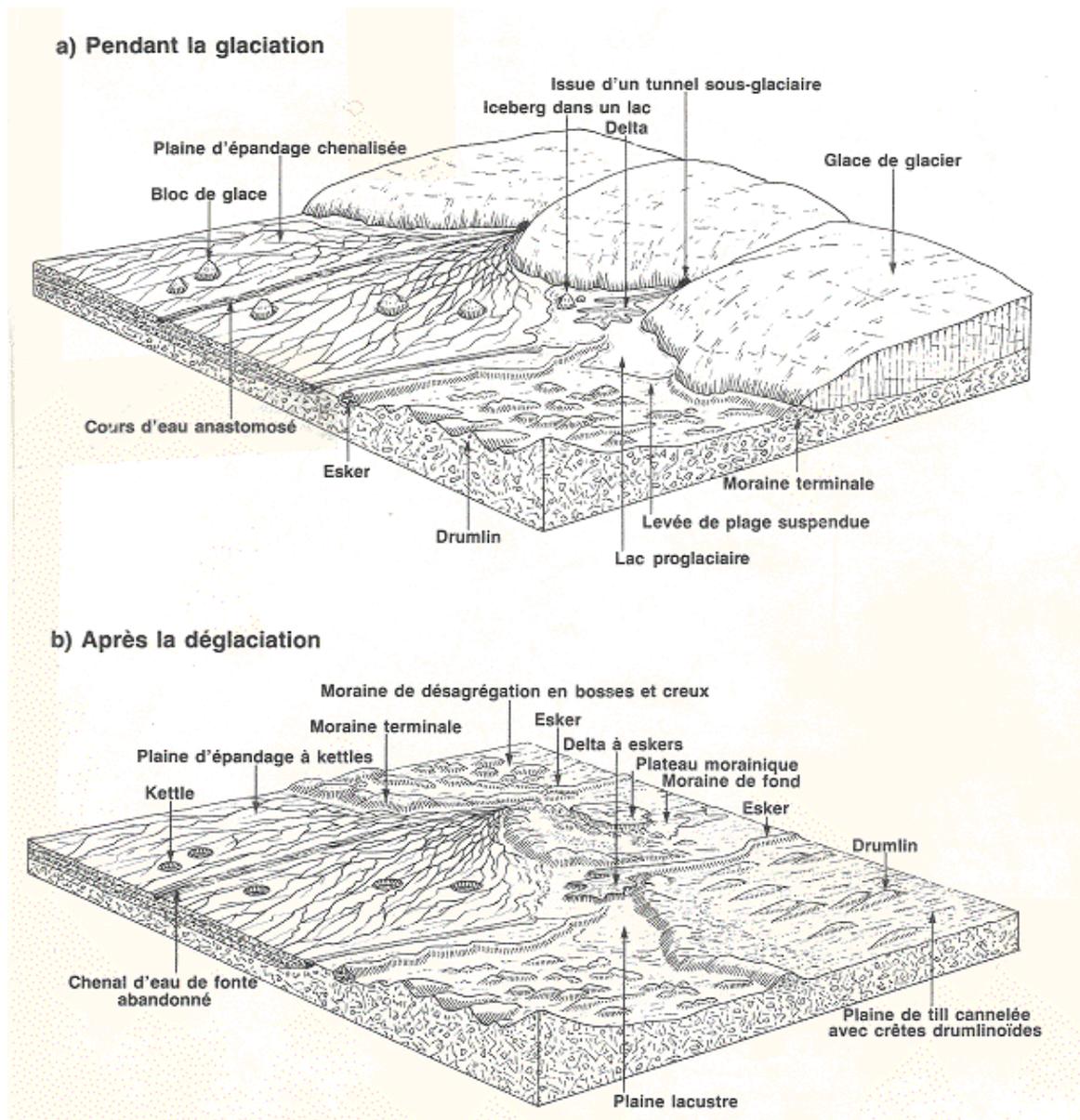
### **5.2.3. Variations spatio-temporelles**

Sur une base cyclique ou événementielle, la forme de l'entité ne varie pas. Cependant, son apparence peut varier en fonction des saisons, dépendant du type de végétation qui la colonise.

## **5.3. Relatives à l'environnement**

L'esker ne peut se mettre en place que dans un environnement glaciaire hérité ou au front des glaciers actuels.

Dans le premier cas, les eskers se retrouvent souvent associés à d'autres formes glaciaires qui leur sont parallèles, comme les drumelins, les roches moutonnées, les surfaces cannelurées, ou perpendiculaires, comme les complexes morainiques et les moraines annuelles (De Geer, Roëgen) (voir Landry et Mercier, 1992 ou Genest, 2000). Les eskers sont aussi associés à d'autres formes fluvioglaciaires comme les épandages proglaciaires, les kames et terrasses de kame, les deltas de lacs proglaciaires ainsi que les chenaux d'eau de fonte.



Source : Mollard et Janes, 1985, p. 43

**Figure 1 : Schéma de mise en place d'un esker au front d'un glacier**

Dans le cas des glaciers actuels, les eskers se retrouvent perpendiculaires au front, dans le fond des vallées. Ils sont parallèles aux moraines médianes et latérales mais perpendiculaires aux moraines frontales et de retrait. Ils sont souvent associés aux épandages proglaciaires qui peuvent parfois les recouvrir. Ces eskers risquent aussi d'être rapidement érodés par les eaux fluvioglaciaires.

## **6. Conditions optimales d'identification sur l'image satellitaire**

Les eskers sous un faible couvert forestier (hauteur et densité) se distinguent généralement bien de leur environnement dans presque toutes les bandes ou combinaisons de bandes. Ils se distinguent mieux au moyen de la combinaison de bandes 3-2-1. Compte tenu de l'expression topographique de ces formes, ils se distinguent mieux si l'éclairage est oblique.

Sous un fort couvert forestier, ils se distinguent moins bien, surtout s'ils ne sont pas couverts d'un peuplement distinct de ceux du milieu environnant. Si le couvert forestier est le même que celui du milieu environnant, on ne peut les distinguer que sous un éclairage oblique, idéalement avec la combinaison de bandes 3-2-1. Si le couvert forestier est différent, on peut les distinguer avec les combinaisons de bandes 4-3-2 ou 5-7-3, surtout si l'éclairage est oblique.

La longueur et la sinuosité de ces formes sont des facteurs importants d'identification. Plus les eskers sont courts, plus on perd la sinuosité de la forme et plus ils sont difficiles à repérer dans leur milieu environnant.

## 7. Exemples

### 7.1. Photographies de terrain



Source : Centre collégial de développement de matériel didactique, photo no 6432

**Figure 2 : Esker à proximité de la rivière Foucault, à Salluit, nord du Québec**



Source : Prest, 1983, p. 94

**Figure 3 : Esker à l'île du Roi Guillaume, district de Franklin, Territoires du Nord-Ouest**

## 7.2. Photographies aériennes obliques ou verticales



Source : Commission géologique du Canada, Paysage canadien, photo no 2001-200, 64°40'-109°55', carte 77 C/12

**Figure 4 : Vue oblique d'un esker près du lac du Sauvage, Territoires du Nord-Ouest**



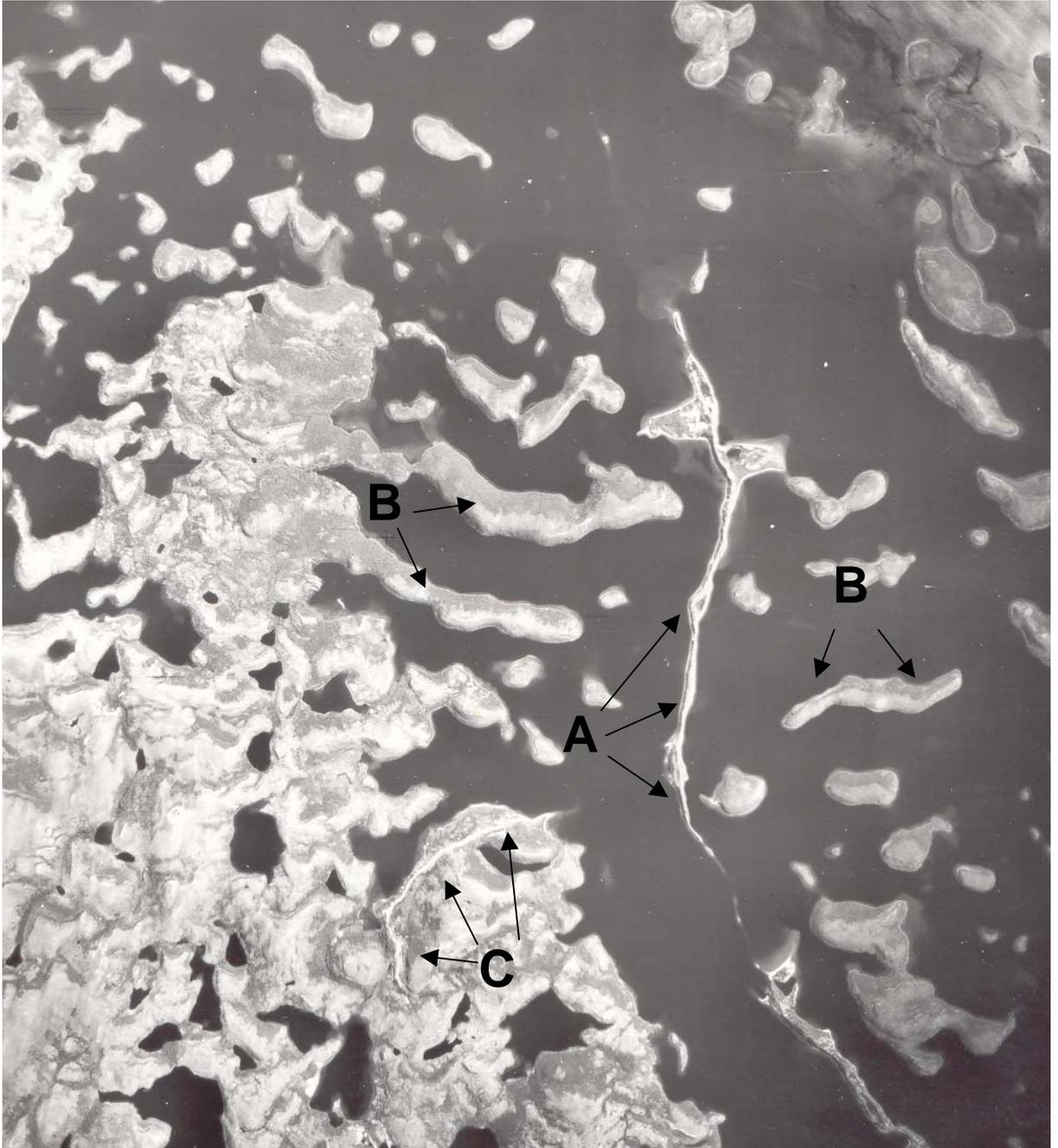
Source : Centre collégial de développement didactique, photo no 16143

**Figure 5 : Vue oblique d'un esker, sous couvert de neige, près de la centrale LG-4, Baie-James**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, T.S.C.A.P. no 48, photo A2711-94, 61°25'-103°20', carte 65 E

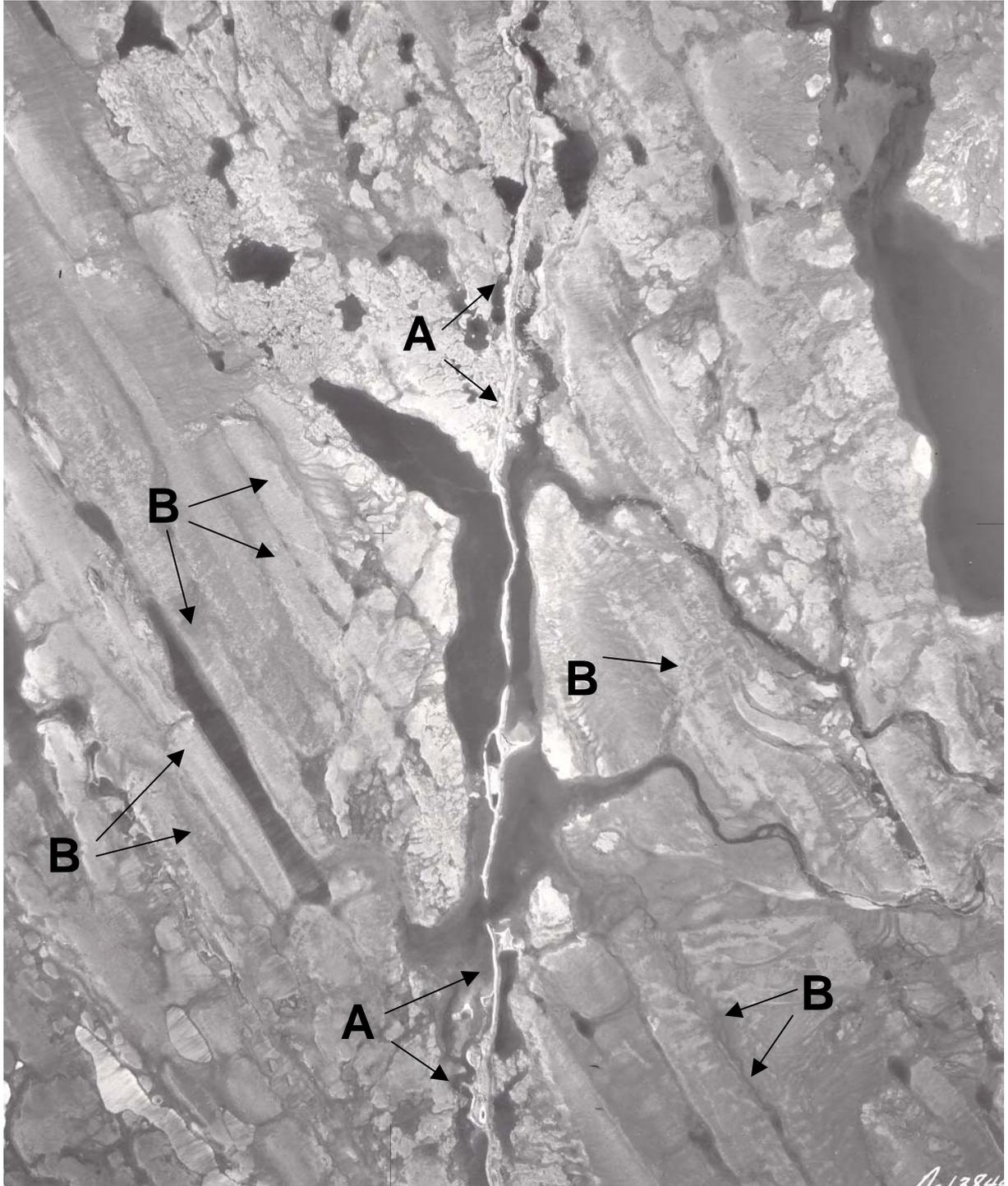
**Figure 6 : Vue oblique d'un esker près du lac Boyd, Territoires du Nord-Ouest**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, T.S.C.A.P. no 17, photo A12860-286, échelle originale 1 : 40 000, 60°27'-100°03', carte 65 C/8

**Figure 7 : Vue verticale d'un esker dans le lac Hogarth, Territoires du Nord-Ouest.**

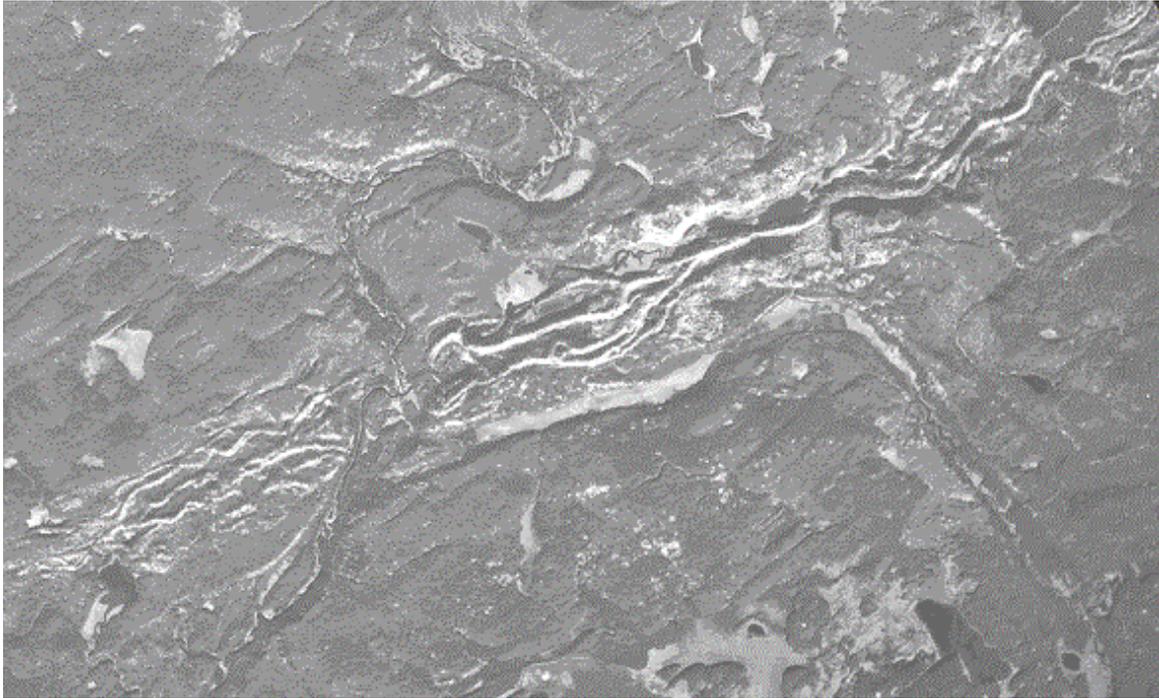
L'esker (A) est perpendiculaire aux moraines de Roëgen (B). Des portions de l'esker (C) pourraient être confondues avec des crêtes morainiques.



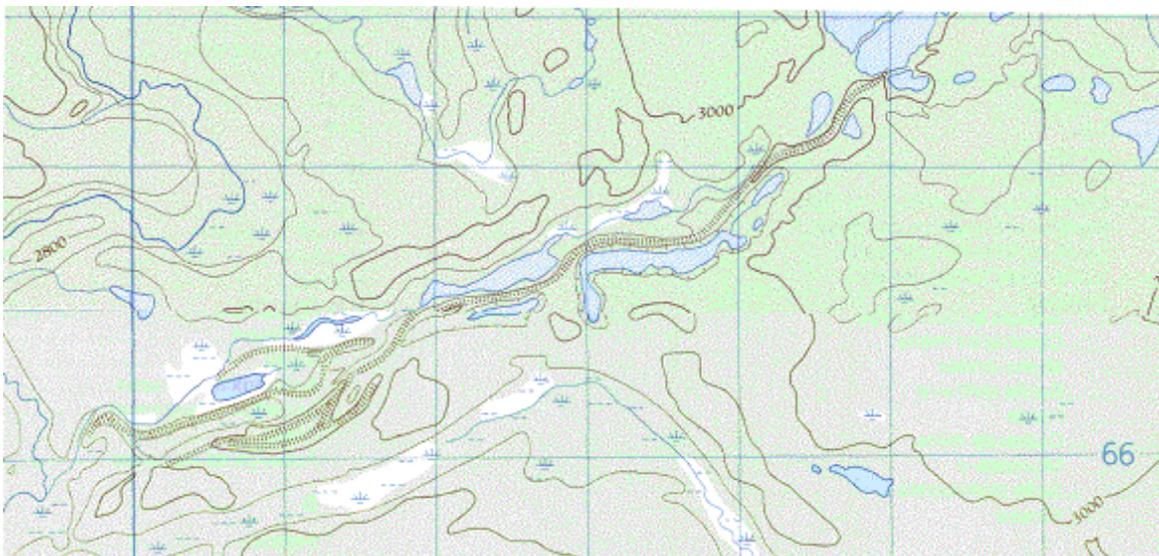
Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, T.S.C.A.P. no 108, photo A13844-75, échelle originale 1 : 40 000, 59°48' -70°35', carte 24 M/15

**Figure 8 : Vue verticale d'un esker près du lac de Thury, Nord du Québec.**

On peut remarquer des renflements et même un dédoublement de la crête. On remarque aussi que l'orientation de l'esker (A) se rapproche de celle du champ de drumelins (B), significatif du sens de l'écoulement glaciaire.



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo, T.S.C.A.P. no 120, photo A15046-132, échelle originale 1 : 70 000, 54°50'-123°30', carte 93 J/12 et 13



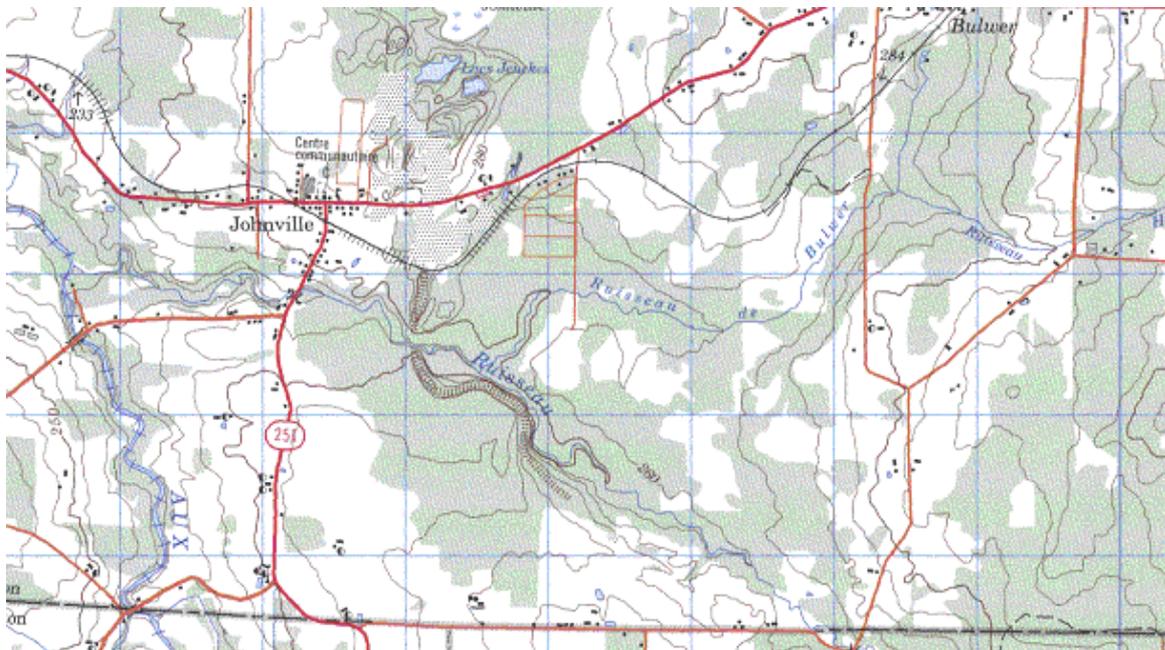
Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, cartes 93 J/12 et 13 (échelle originale 1 : 50 000)

**Figure 9 : Vue verticale d'un esker ramifié dans la région du lac Salmon en Colombie-Britannique.**

L'esker est légèrement oblique à l'orientation des drumelins qui indiquent un écoulement glaciaire vers le sud-ouest. L'esker est suffisamment imposant, que même sans la symbolisation, il est identifiable par l'allure des courbes de niveau sur la carte. Sur la photographie, l'éclairage oblique le met en relief.



Source : Ministère des ressources naturelles du Québec, photo Q86526-5, échelle originale 1 : 30 000, 45°20'-71°44', carte 21 E/5



Ministère des ressources naturelles du Canada, carte topographique 21 E/5 (Échelle originale 1 : 50 000)

**Figure 10 : Vue verticale d'un esker, partiellement exploité, en milieu humanisé, à Martinville au sud du Québec.**

L'esker de Martinville est suffisamment haut pour être identifiable avec les courbes de niveau sur la carte.

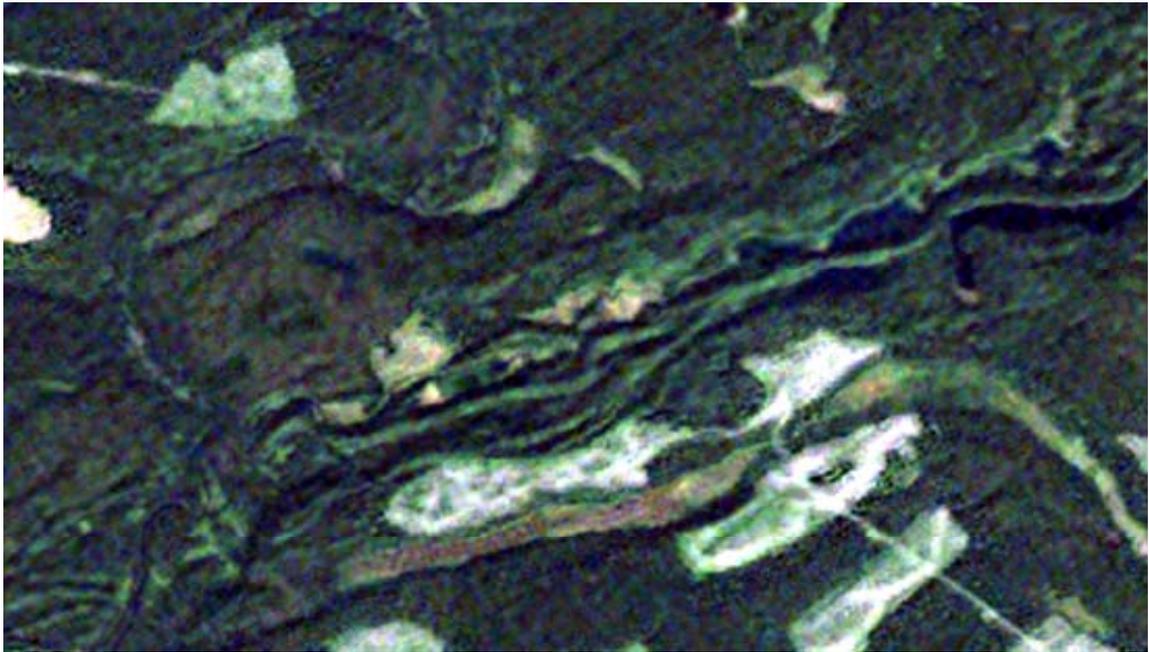
### 7.3. Imagerie satellitaire

À titre d'exemple, deux images d'eskers d'apparence différente dans des milieux différents sont présentées. Sur la première image (figure 11), on trouve un esker de milieux à faible couvert forestier présenté sur la figure 9. Sur la deuxième image (figure 12), on trouve un esker de milieux à fort couvert forestier. Pour fin de comparaison, nous avons retenu les mêmes bandes et combinaisons de bandes pour les deux exemples.

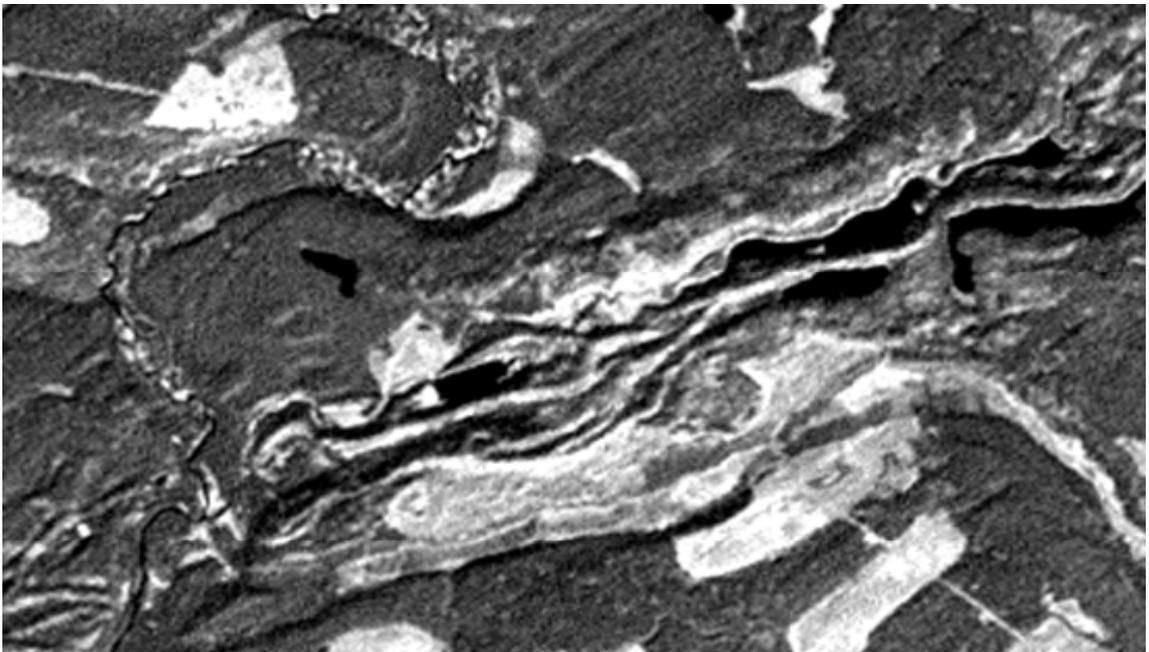
Dans le cas de l'esker du lac Salmon, la faible densité de la végétation et l'éclairage oblique, font bien ressortir la sinuosité de la forme, et ce dans presque toutes les bandes ou combinaisons de bandes. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les bandes ou combinaisons de bandes illustrées à la figure 11. Cependant, certaines surfaces allongées, telles les berges de cours d'eau, peuvent être confondues avec l'esker. En effet, l'éclairage oblique et la faible densité de végétation de ces surfaces orientées vers le sud-ouest, leur donnent la même apparence. On trouve un bon exemple de cette situation avec le versant parallèle à l'esker, localisé au nord-ouest de la série de plans d'eau au centre de l'image. La confusion est particulièrement visible sur les images B, C et D de la figure 11, mais atténuée sur l'image A. C'est une des raisons qui a amené le choix de la combinaison de bandes 3-2-1 comme meilleur moyen d'identification.

L'esker de Martinville, occupe plus d'un kilomètre de longueur et mérite d'être cartographié. Par contre, il n'apparaît clairement dans aucune bande ou combinaison de bandes. En effet, le fort couvert forestier, l'absence d'éclairage favorable et la forte fragmentation du milieu humanisé environnant limitent considérablement son repérage et sa délimitation. S'il n'était pas déjà représenté sur la carte topographique (figure 10), il aurait été presque impossible de le distinguer, et ce même si le couvert forestier est différent de celui du milieu environnant. La comparaison avec la carte topographique montre que la partie de l'esker située entre la rivière et le chemin de fer est en exploitation.

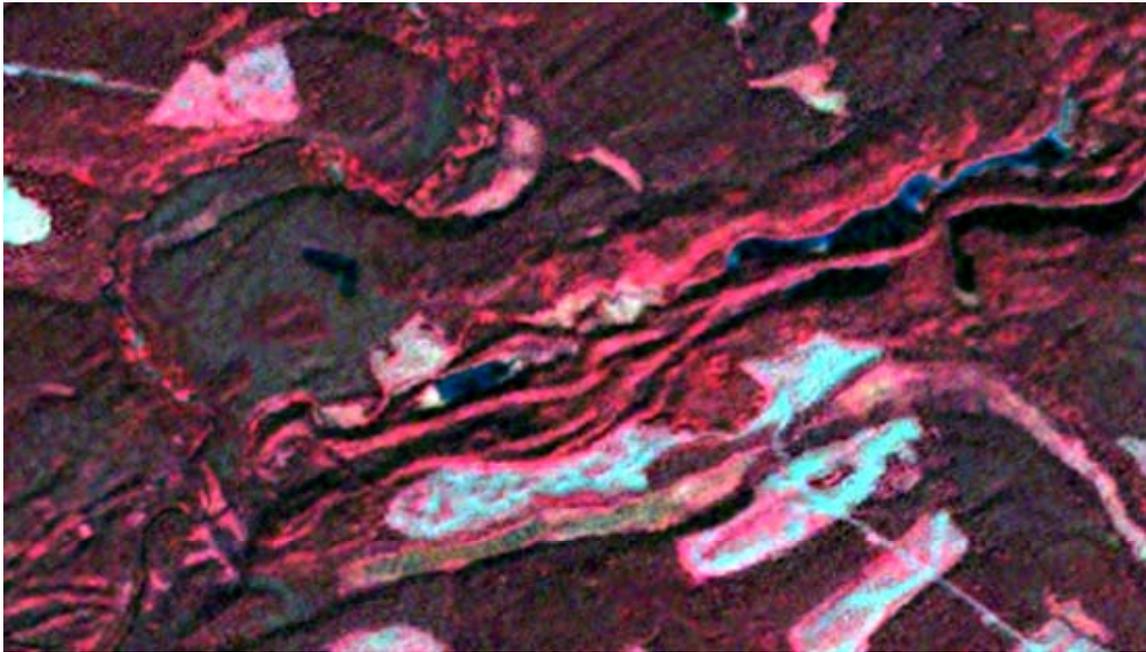
Ces deux exemples montrent qu'il n'existe pas de cheminement unique pour distinguer les eskers du milieu environnant. Le choix du cheminement dépend entre autres du type de milieu, de la disposition de la forme, de la taille de la forme et de l'éclairage. Dans de nombreux cas, la seule façon de distinguer certains eskers est par la vision stéréoscopique.



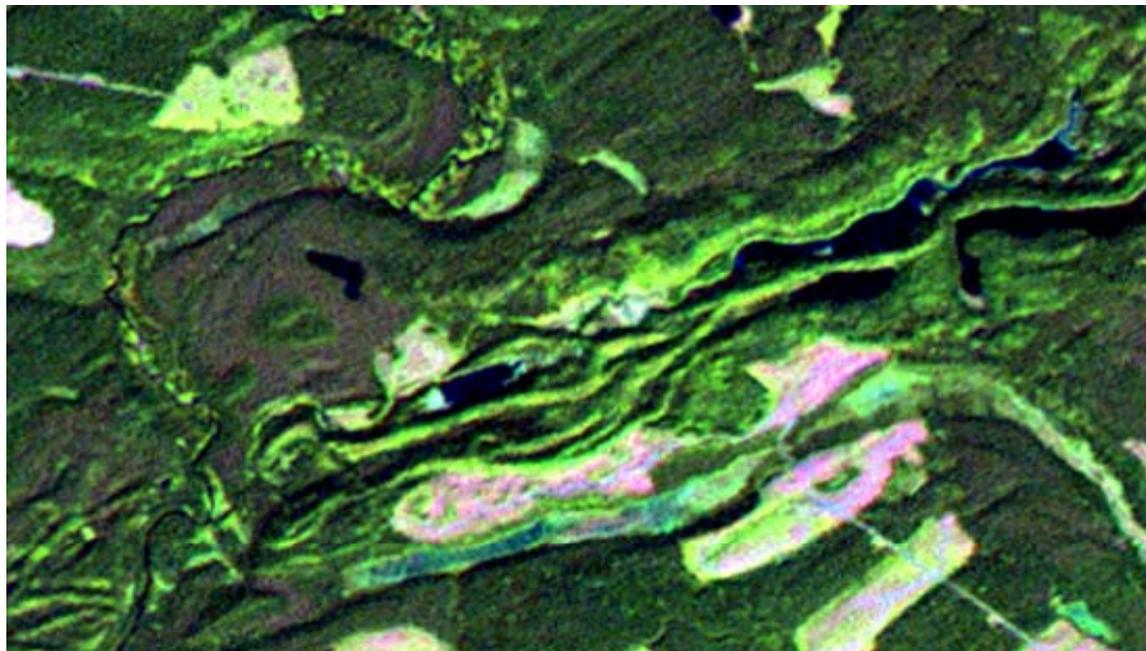
A) Combinaison des bandes 3-2-1



B) Bande 7



C) Combinaison des bandes 4-3-2

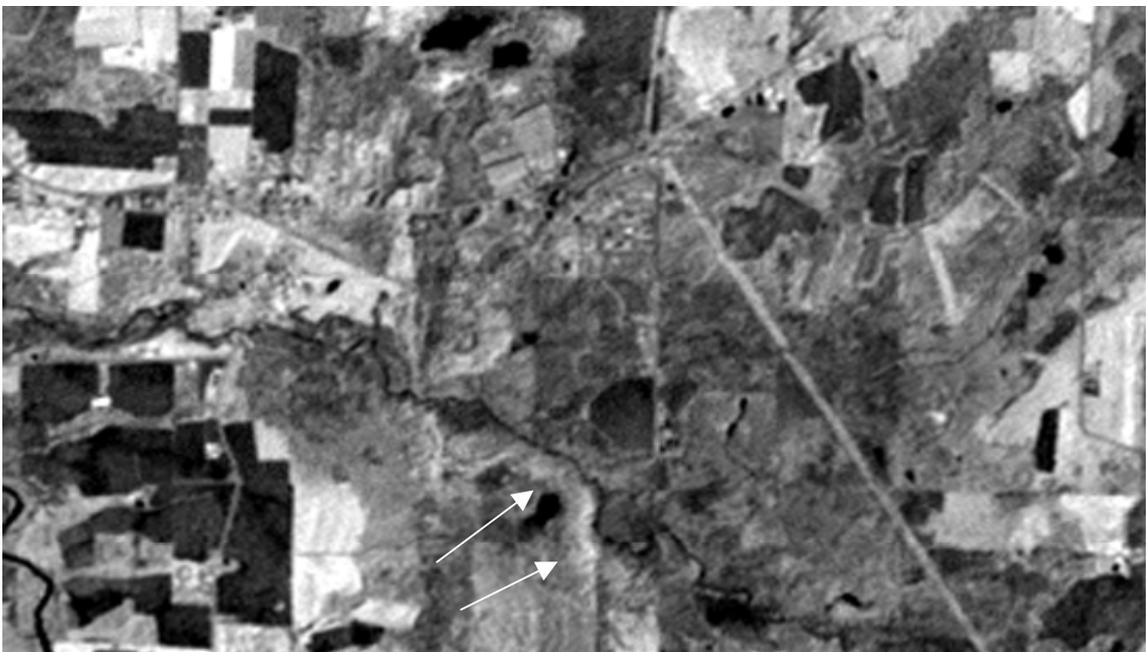


D) Combinaison des bandes 5-7-3

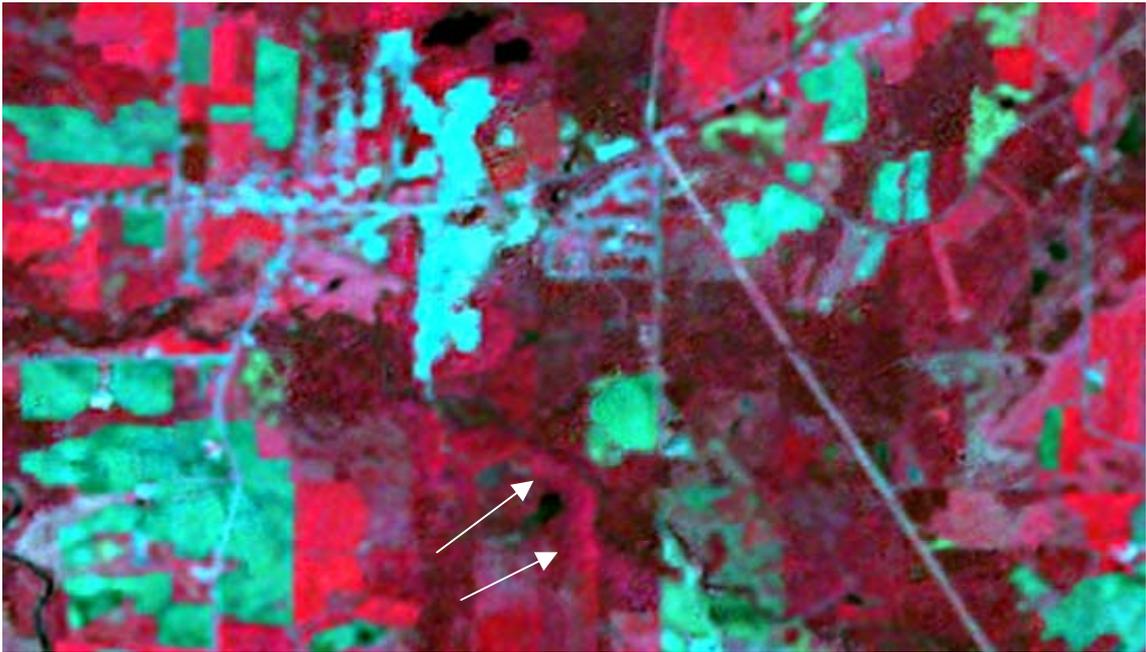
**Figure 11 : Image ETM+ de l'esker de la région du lac Salmon en Colombie-Britannique**



A) Combinaison des bandes 3-2-1



B) Bande 7



C) Combinaison des bandes 4-3-2



D) Combinaison des bandes 5-7-3

**Figure 12 : Image ETM+ de l'esker de Martinville au sud du Québec**

## **8. Interprétation**

### **8.1. Cheminement critique**

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

#### **8.1.1. Distinction et délimitation**

Le critère déterminant d'identification de l'esker est sa forme triangulaire, étroite, longue et sinueuse. Si sa forme est distincte du milieu environnant, la combinaison de bandes du visible, soit 3-2-1, devrait le mettre en évidence. Si ce n'est pas le cas, il faut utiliser d'autres critères ou moyens : la végétation, l'éclairage et la stéréoscopie.

Le deuxième critère est lié à la végétation qui peut être similaire ou différente du milieu environnant. Si elle est différente, l'esker peut être distingué par les combinaisons de bandes 4-3-2 ou 5-7-3 dont on se sert habituellement pour distinguer les peuplements forestiers. Si elle est similaire, il est difficile de le distinguer.

Le troisième critère est lié à l'éclairage. Si l'éclairage est oblique, la sinuosité de la forme est mise en évidence (figures 5, 7, 9) et perceptible à partir de presque toutes les bandes ou combinaisons de bandes. Si l'éclairage est zénithal (vers la verticale), la forme peut se confondre avec le milieu environnant à cause de l'absence de contraste.

Si ces trois critères ne permettent pas de distinguer un esker, le moyen le plus sûr est la stéréoscopie (photographies aériennes ou images stéréoscopiques).

#### **8.1.2. Identification**

La démarche d'identification de l'esker oblige l'analyste à confronter les différents éléments de confusion et de distinction qui, dans le cas sont nombreux comme on peut le constater sur le tableau 1. Le résultat de ce travail de discrimination sera d'autant plus précis que le niveau de connaissances et l'expérience de l'analyste seront vastes.

## **8.2. Utilisation des sources complémentaires d'information**

L'annexe 3 contient de la documentation complémentaire relative à l'occurrence de l'entité, à des banques de photographies ou d'images représentant l'entité et autres documents généraux décrivant l'entité.

L'occurrence de l'entité peut être vérifiée de façon générale sur les cartes de Fulton (1989) alors que la limite d'extension maximale des glaciations wisconsinienne peut être vérifiée dans Snead (1980).

Les principaux ouvrages à consulter en lien avec le mode de mise en place des eskers sont Fairbridge (1968) et Goudie *et al.* (1985).

Les sites Internet qui présentent des exemples sont *Le Québec en images* ([www.ccdmd.qc.ca/quebec](http://www.ccdmd.qc.ca/quebec)) et *Paysage canadien* ([www.nrcan.gc.ca/gsc](http://www.nrcan.gc.ca/gsc)). On peut trouver d'autres exemples dans les collections de photographies de Bostock (1968), du Ministère des ressources naturelles du Canada (T.S.C.A.P., s.d.), de Mollard (1973), de Mollard et Janes (1985) et de Prest (1983).

## 9. Éléments de confusion

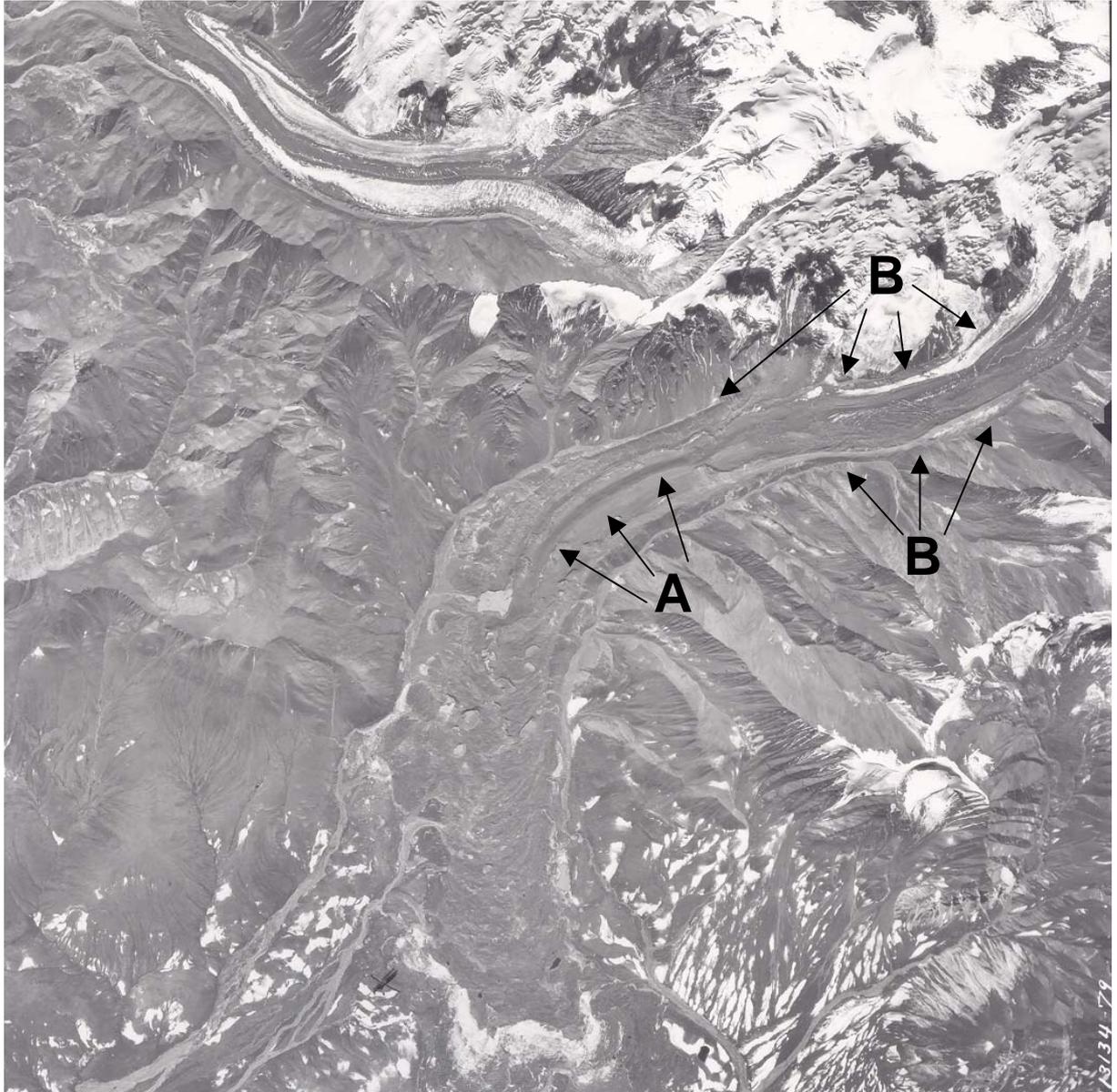
L'esker peut être confondu avec les entités ou formes suivantes : moraines, crêtes entre des chenaux proglaciaires, anciens cordons littoraux, anciennes flèches littorales, anciennes levées alluviales, anciennes dunes parallèles ou transverses, crêtes rocheuses (tableau 3).

**Tableau 3 : Éléments de confusion et de distinction entre les eskers et d'autres entités ou formes**

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
<b>Moraine en milieu alpin</b>			
Moraine médiane	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme allongée</li> <li>- Dimensions comparables</li> <li>- Position en fond de vallée</li> <li>- Parallèle au retrait glaciaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme généralement moins sinueuse</li> </ul>	Figure 13 Figure 14
Moraine latérale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme allongée</li> <li>- Dimensions comparables</li> <li>- Parallèle au retrait glaciaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme généralement moins sinueuse</li> <li>- Flancs asymétriques</li> <li>- Position à mi-versant</li> </ul>	Figure 13 Figure 15 Figure 16
Moraine frontale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme allongée</li> <li>- Hauteur et largeur comparables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme arquée courte</li> <li>- Flancs parfois asymétriques</li> <li>- Perpendiculaire au retrait glaciaire</li> </ul>	Figure 14
<b>Moraine en milieu continental</b>			
Moraine de De Geer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme allongée</li> <li>- Hauteur et largeur comparables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Succession de crêtes parallèles et lobées,</li> <li>- Perpendiculaire au retrait glaciaire</li> </ul>	Figure 17
Moraine de Roëgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme allongée et sinueuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Succession de crêtes lobées, irrégulières</li> <li>- Hauteur et largeur plus imposantes</li> <li>- Perpendiculaire au retrait glaciaire</li> </ul>	Figure 7
Moraine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme allongée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme lobée, à grand</li> </ul>	Figure 18

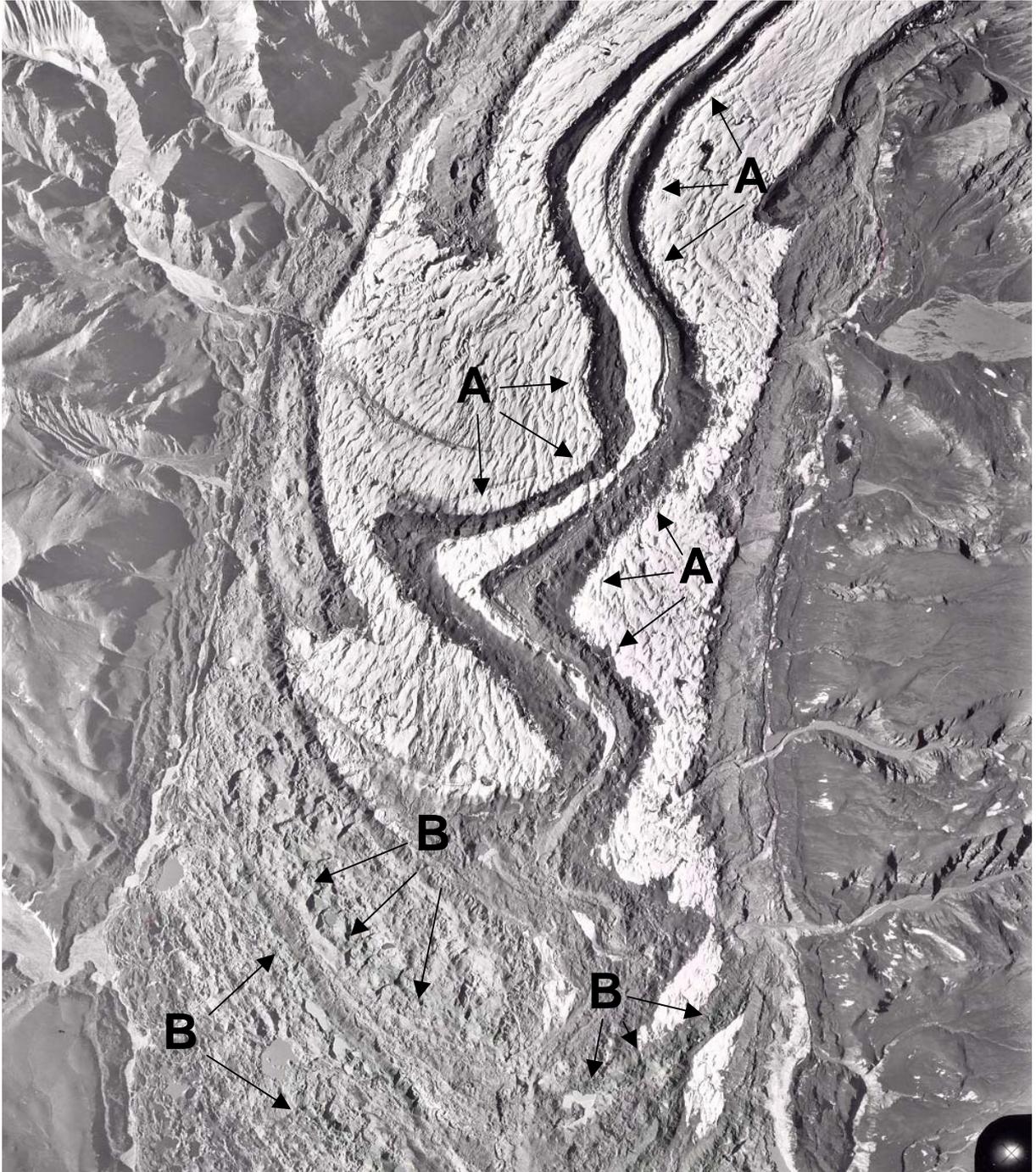
frontale		rayon de courbure - Perpendiculaire au retrait glaciaire	Figure 19
<b>Forme proglaciaire</b>			
Crêtes entre des chenaux proglaciaires	- Forme allongée - Hauteur et largeur parfois comparables	- Forme courte - Succession de crêtes irrégulières - Sillons à fond plat et étagés entre les crêtes - Position habituellement à mi-versant - Perpendiculaire au retrait glaciaire	Figure 20
<b>Forme littorale</b>			
Ancien cordon littoral	- Forme allongée, souvent sinueuse - Hauteur et largeur parfois comparables	- Altitude constante de chaque cordon - Indépendant du sens du retrait glaciaire	Figure 21 Figure 22
Ancienne flèche littorale	- Forme allongée - Hauteur et largeur souvent comparables	- Forme rectiligne - Parfois succession de crêtes parallèles - Terminaison souvent digitée - Altitude constante - Indépendante du sens du retrait glaciaire	Figure 21 Figure 22
<b>Forme fluviale</b>			
Ancienne levée alluviale	- Forme allongée, sinueuse, souvent discontinue - Végétation souvent distincte du milieu environnant	- Hauteur et largeur de faible amplitude - Parallèle à un cours d'eau - Parfois succession de crêtes parallèles dans les méandres - Indépendante du sens du retrait glaciaire	Figure 23
<b>Forme éolienne</b>			
Ancienne dune parallèle	- Forme allongée - Végétation souvent distincte du milieu environnant	- Forme rectiligne - Hauteur et largeur de faible amplitude - Indépendante du sens du retrait glaciaire	Figure 24 Figure 25
Ancienne dune transversale	- Forme allongée sinueuse - Hauteur et largeur souvent comparables - Végétation souvent distincte du milieu environnant	- Forme irrégulière - Flancs asymétriques - Association avec dunes paraboliques - Indépendante du sens du retrait glaciaire	Figure 26
<b>Forme structurale</b>			

Crête rocheuse	<ul style="list-style-type: none"><li>- Forme allongée, parfois sinueuse</li><li>- Hauteur et largeur souvent comparables</li><li>- Position topographique comparable</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Habituellement, irrégularité topographique</li><li>- Indépendante du sens du retrait glaciaire</li></ul>	Figure 27
----------------	---	--	-----------



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 369, photo A13134-79, échelle originale 1 : 70 000, 61°30'-140°55', carte 115 F

**Figure 13 : Complexe de moraines médianes et latérales, région du lac Kluane, Yukon**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 252, photo A15728-63, échelle originale 1 : 70 000, 61°30'-140°46', carte 115 G

**Figure 14 : Moraines médianes (A) sinueuses et moraines frontales (B), région du lac Kluane, Yukon**



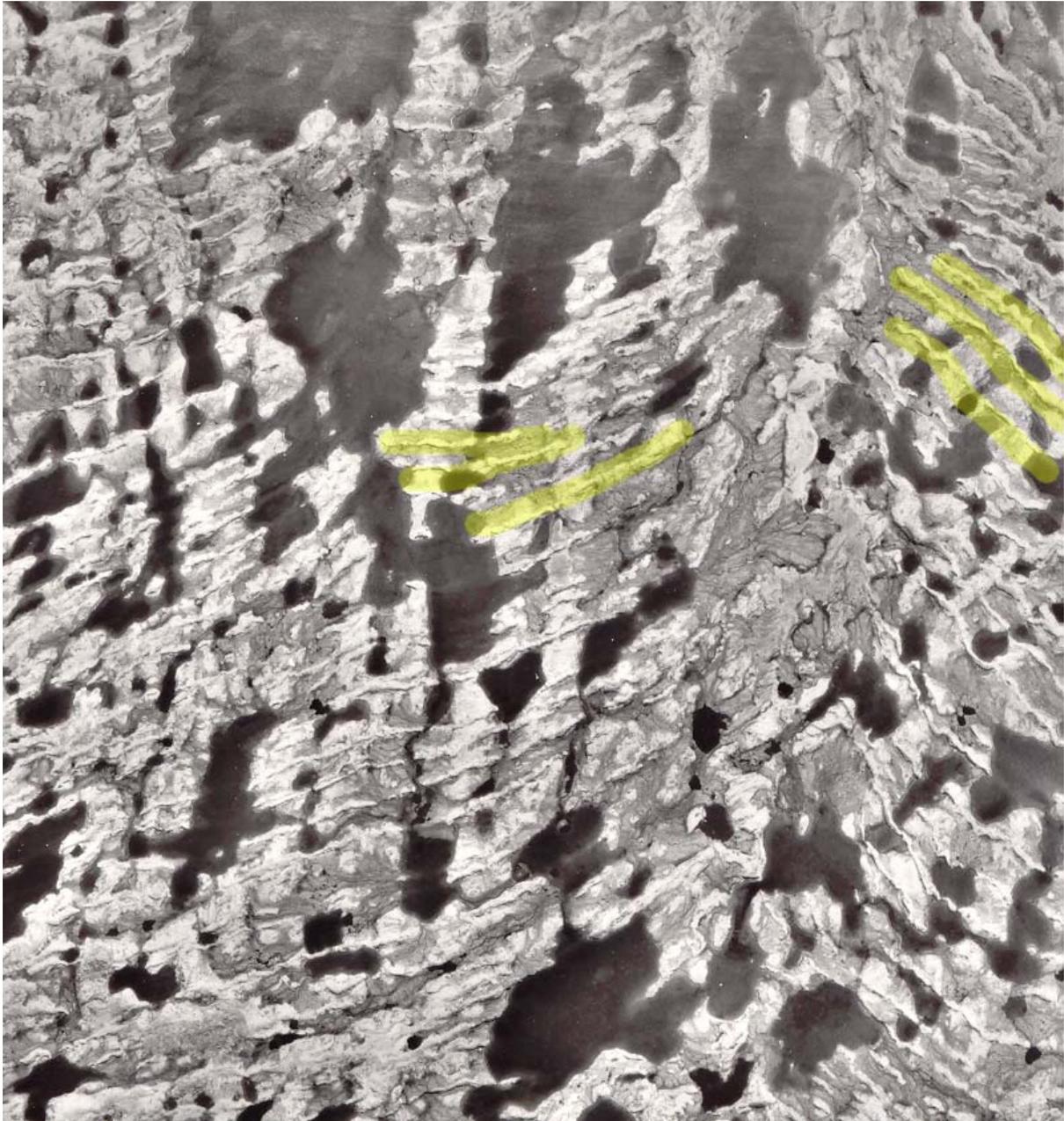
Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 379, photo A17019-140, échelle originale 1 : 60 000, 68°55'-69°59', carte 27 B

**Figure 15 : Moraine latérale sinueuse en retrait d'une petite calotte glaciaire, région du fjord Ekalugad, Terre de Baffin**



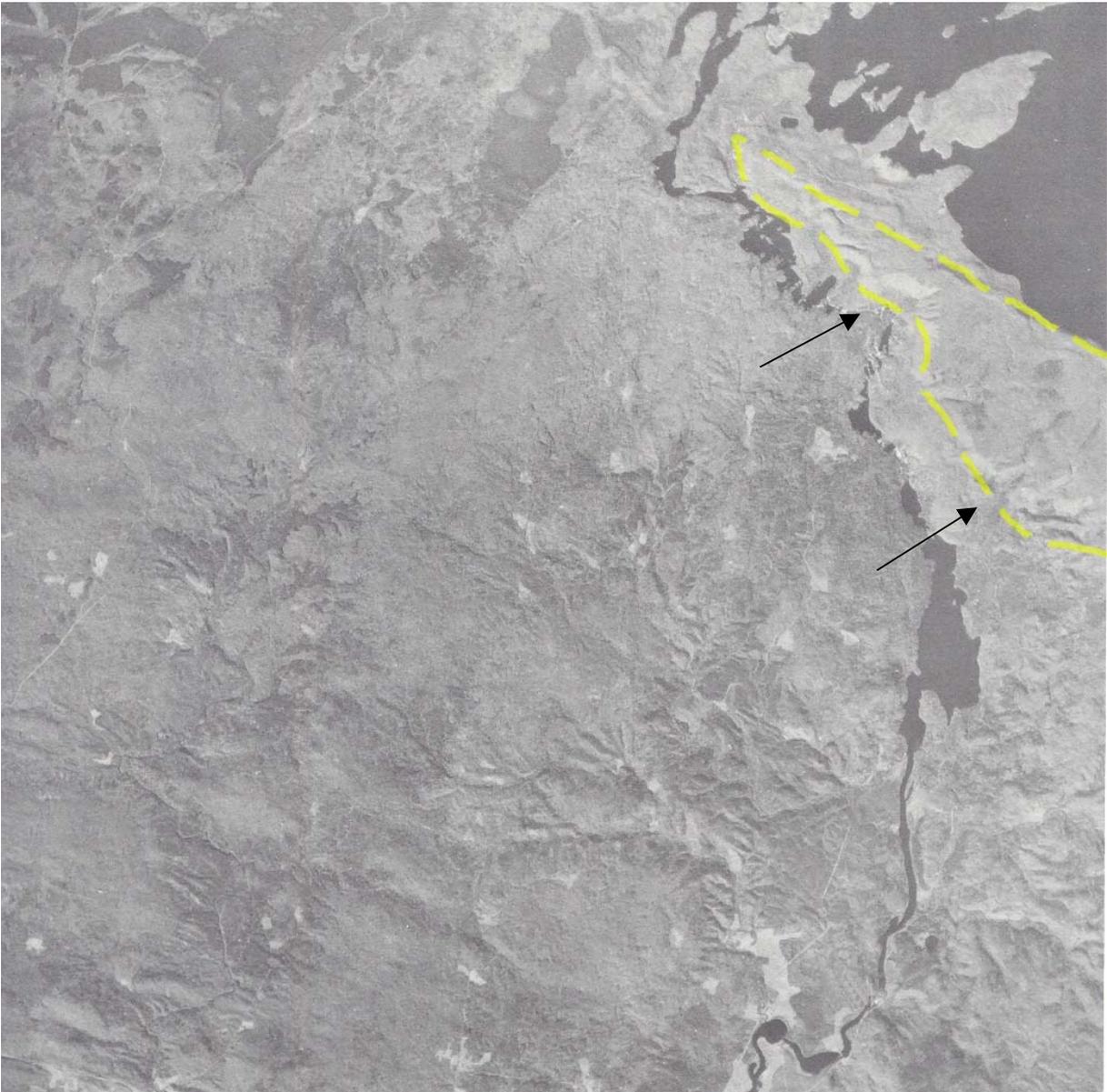
Source : Prest, 1983, p. 20

**Figure 16 : Vue au sol d'une moraine latérale du glacier Athabaska en Alberta**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 147, photo A14877-97, échelle originale 1 : 25 000, 58°49' -76°50', carte 34 K

**Figure 17 : Complexe de moraines de De Geer, région de la rivière Innusuk au nord du Québec**



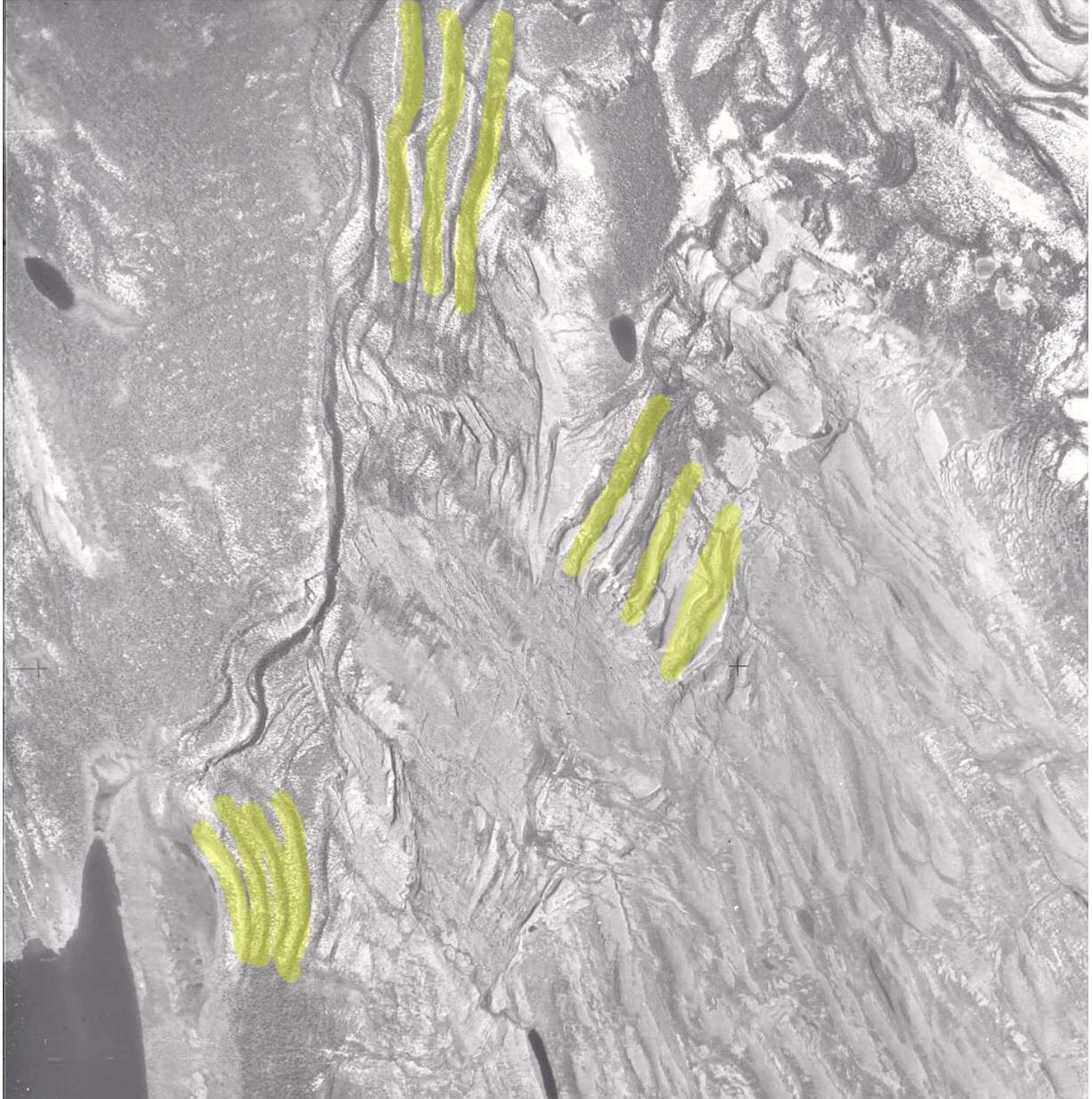
Source : Mollard, 1985, p. 257

**Figure 18 : Crête d'une moraine frontale au sud du lac Dog en Ontario**



Source : Mollard, 1985, p. 244

**Figure 19 : Moraine frontale constituée d'une série de crêtes parallèles au sud de Moose Jaw en Saskatchewan**



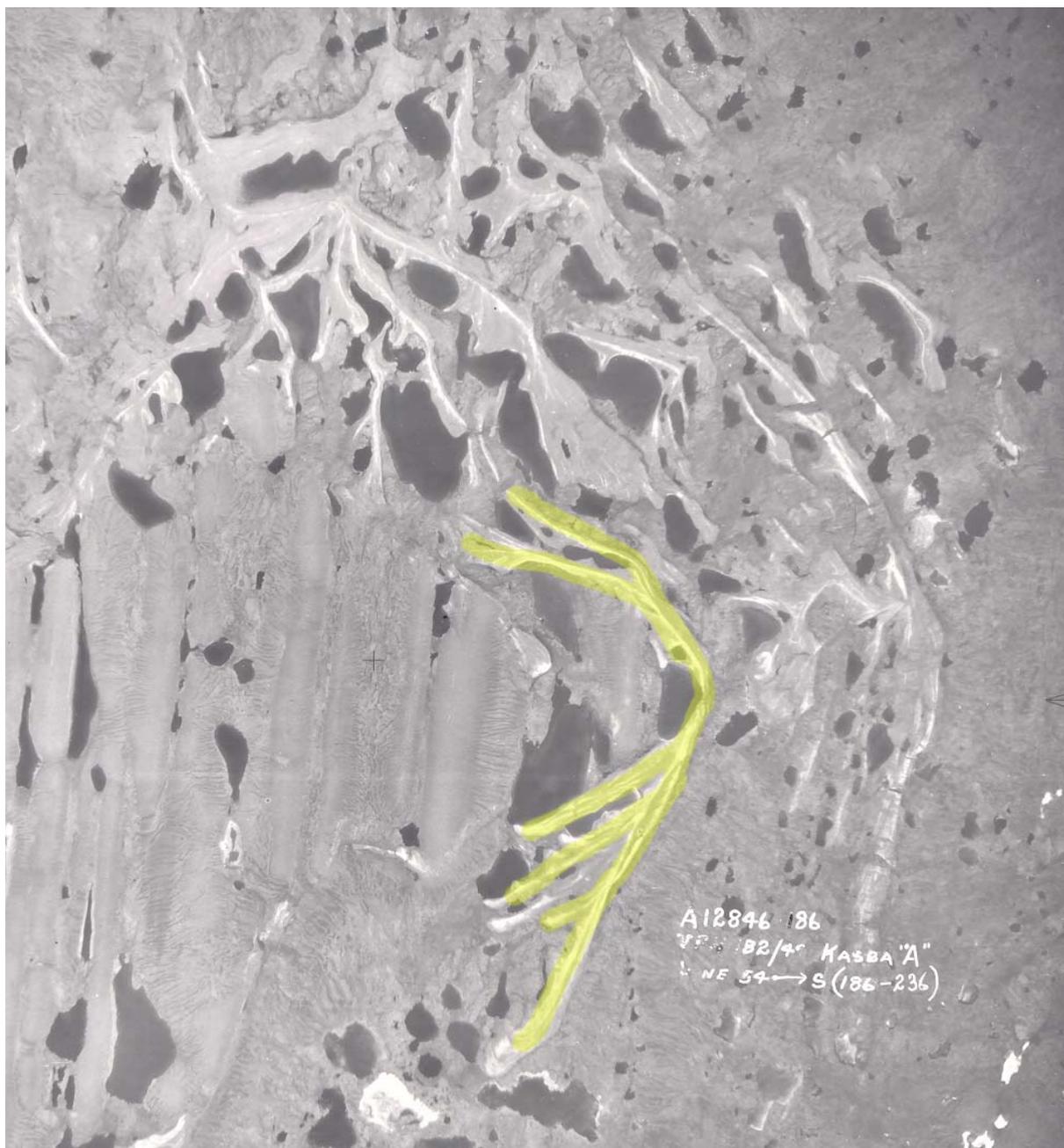
Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 327, photo A11530-42, échelle originale 1 : 35 000, 55°20'-67°50', carte 23 O

**Figure 20 : Complexe de chenaux proglaciaires, région de la rivière Swampy Bay au nord du Québec**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 57, photo A4116-37, 66°40'-117°49', carte 86 K

**Figure 21 : Vue oblique d'une série de cordons littoraux et quelques flèches littorales dans la région de la rivière Sloan, Territoires du Nord-Ouest**



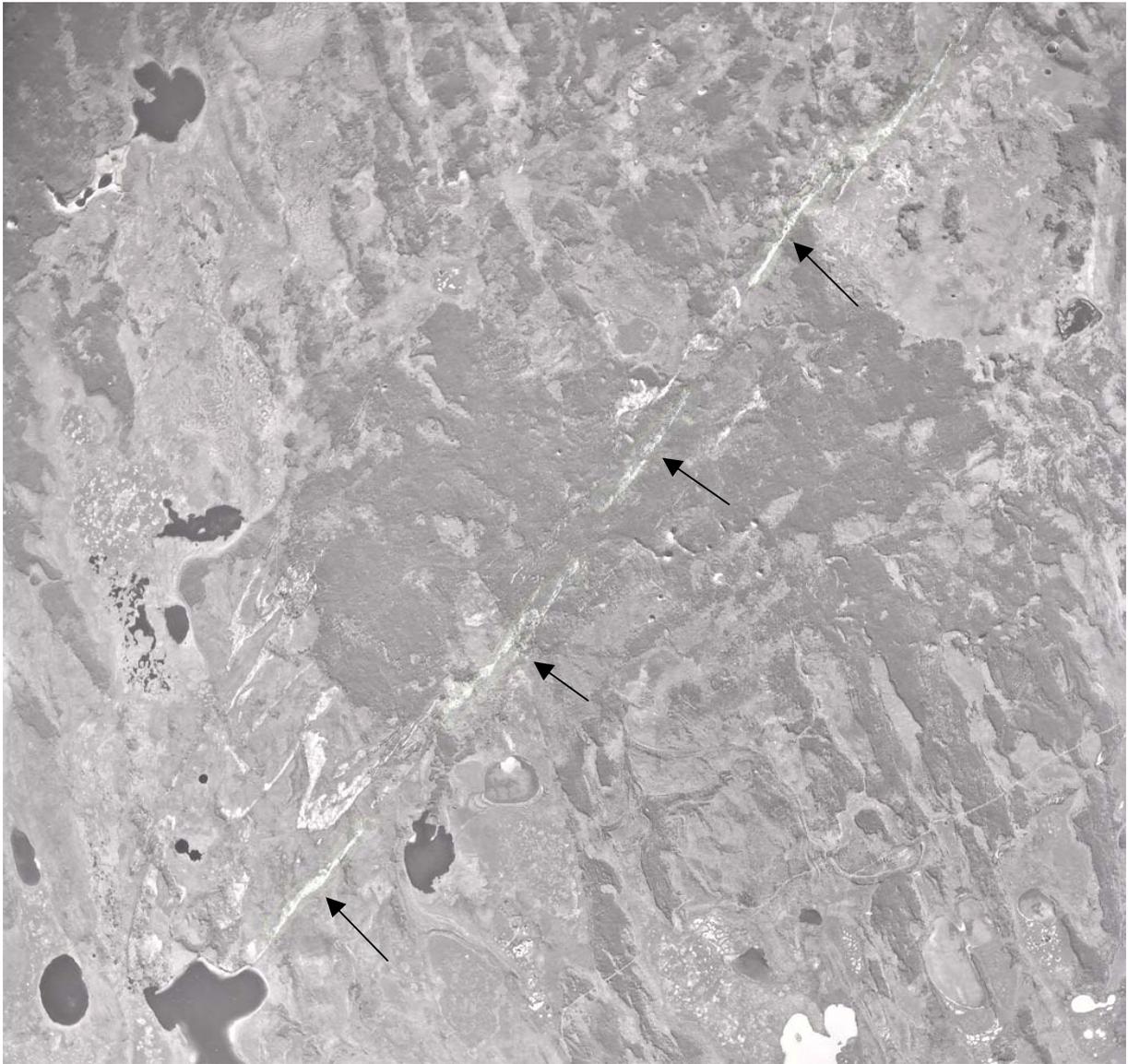
Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 15, photo A12846-186, échelle originale 1 : 40 000, carte 55 E

**Figure 22 : Ensemble de flèches littorales et de cordons dans la région Eskimo Point dans les Territoires du Nord-Ouest**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 281, photo A15183-40, échelle originale 1 : 40 000, 58°55'-118°10', carte 84 L/16

**Figure 23 : Série de levées alluviales le long de la rivière Hay en Alberta**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 94, photo A14712-55, échelle originale 1 : 60 000, 60°30'-114°30', carte 85 B/10

**Figure 24 : Dunes parallèles associées à des dunes paraboliques dans la région de la rivière Buffalo, Territoires du Nord-Ouest**



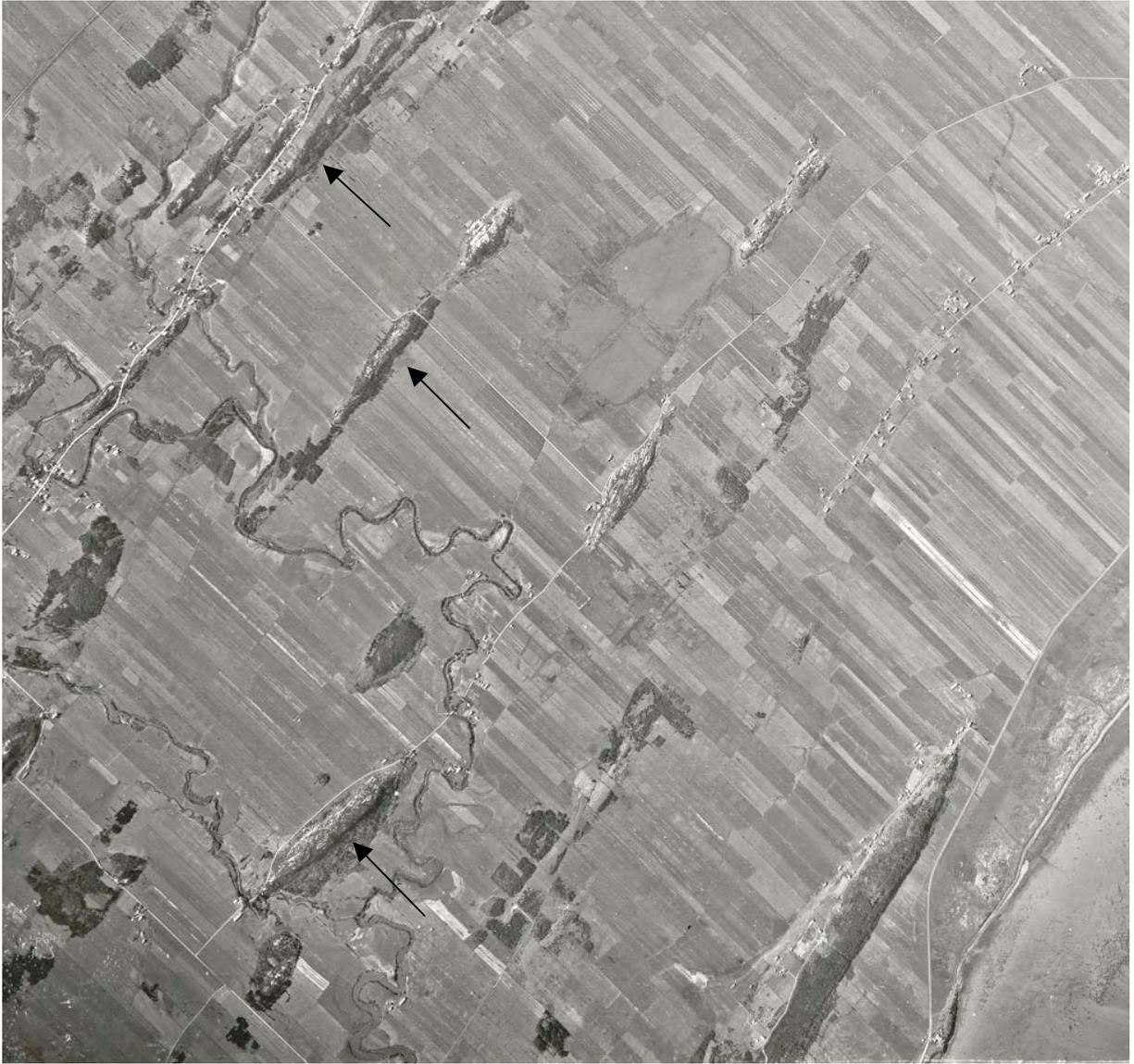
Source : Mollard, 1985, p. 366

**Figure 25 : Dunes parallèles au sud du lac Claire en Alberta**



Source : Mollard, 1985, p. 361

**Figure 26 : Série de dunes transversales dans la région de Fort Simpson, Territoires du Nord-Ouest**



Source : Ministère des ressources naturelles du Canada, photo T.S.C.A.P. no 7, photo A11660-290, échelle originale 1 : 35 000, 47°30'-69°55', carte 21 N/12

**Figure 27 : Crêtes rocheuses appalachiennes dans la région de Saint-Pascal, Bas-Saint-Laurent au Québec**

## 10- Références

- Bostock, H.S. (1968) A catalogue of selected air photographs. Geological Survey of Canada, Ottawa, Paper 67-48, 163 p.
- Centre collégial de développement de matériel didactique, « Le Québec en images », CEGEP de Maisonneuve, Montréal ([www.ccdmd.qc.ca/quebec](http://www.ccdmd.qc.ca/quebec))
- Commission géologique du Canada, Ottawa ([www.nrcan.gc.ca/gsc](http://www.nrcan.gc.ca/gsc) - Sites éducatifs - Paysage canadien)
- Fairbridge, R.W. (réd.) (1968) The encyclopedia of geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences, vol. III, Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburch (PA), 1295 p.
- Fulton, R.J. (réd.) (1989) Le Quaternaire du Canada et du Groenland. Géologie du Canada n° 1, Commission géologique du Canada, Ottawa, 2 vol., 907 p. et annexe de cartes.
- Goudie, A., Atkinson, B.W., Gregory, K.J., Simmons, I.G., Stoddart, D.R. and Sugden, D. (réd.) (1985) The encyclopedic dictionary of physical geography. Blackwell, Oxford, 528 p.
- Ministère des ressources naturelles du Canada (s.d.) Topographical survey's collection of serial photographs (T.S.C.A.P.). Ottawa.
- Mollard, J. et Janes, J.R. (1985) La photo-interprétation et le territoire canadien. Approvisionnement et services Canada, Ottawa, 424 p.
- Mollard, J. et Janes, J.R. (1985) La photo-interprétation et le territoire canadien. Approvisionnement et services Canada, Ottawa, 424 p.
- Prest, V.K. (1983) Canada's heritage of glacial features/L'héritage glaciaire du Canada. Commission géologique du Canada, Ottawa, Rapport divers n° 28, 125 p.
- Provencher, L. et Dubois, J.-M. (2004a) Guide d'interprétation visuelle des éléments topographiques sur les images LANDSAT-7 et RADARSAT. Rapport pour Ressources naturelles Canada, Géomatique Canada, 5 p.
- Provencher, L. et Dubois, J.-M. (2004b) Guide d'interprétation visuelle des entités géographiques naturelles à partir des images ETM+ de Landsat-7 : I - Fiche d'identification des entités géographiques naturelles. Rapport pour Ressources naturelles Canada, Géomatique Canada, 20 p.
- Ressources naturelles Canada (2004) Normes et spécifications, carte polychrome, version 2.0. Ottawa, <http://cartes.rncan.gc.ca/cartospecs/> (consulté le 06/04/2004).
- Snead, R.E. (1980) World atlas of geomorphic features. Robert E. Krieger Publishing Co. et Van Nostrand Reinhold Co., New York, 301 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 paléoformes 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 (saisonniers, 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.