

**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 : débris glaciaires**

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

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

## Table des matières

Introduction.....	3
1- Nom de l'entité.....	5
2- Hiérarchie.....	5
3- Définition .....	5
4- Tableau synthèse des éléments d'identification .....	5
5- Caractéristiques.....	5
5.1- Propres à l'entité .....	5
5.1.1- Forme .....	6
5.1.2- Dimensions.....	6
5.1.3- Position topographique.....	6
5.1.4- Drainage .....	6
5.1.5- Végétation .....	6
5.2- Relatives à la dynamique de l'entité.....	6
5.2.1- Modes de mise en place .....	6
5.2.2- État .....	6
5.2.3- Variations spatiotemporelles .....	6
5.3- Relatives à l'environnement.....	7
6- Conditions optimales d'identification .....	7
7- Exemples.....	8
8- Interprétation.....	9
8.1- Cheminement critique .....	9
8.1.1- Distinction et délimitation.....	9
8.1.2- Identification .....	9
8.2- Vérification avec des sources complémentaires d'information.....	9
9- Éléments de confusion .....	10
10- Références.....	10

## **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

Débris glaciaires.

## 2- Hiérarchie

Formes du terrain – glaciaires – débris glaciaires – forme terrestre – débris glaciaires

## 3- Définition

Mélange hétérogène de roches, de rochers et de sable, transporté ou déposé par les glaciers dans, sur ou en bordure des glaciers ou des neiges permanents, sans distinction de formes précises (moraines frontales, latérales ou médianes). Les débris glaciaires comprennent aussi la glace couverte de débris.

Les débris glaciaires ne sont cependant cartographiés que lorsqu'ils constituent une information topographique significative.

## 4- Tableau synthèse des éléments d'identification

**Tableau 2** : Synthèse des éléments d'identification des débris glaciaires

Formes	Surface bosselée généralement allongée dans le sens d'une vallée	
Dimensions	Diamètre : quelques centaines de mètres à kilométrique Hauteur : métrique à décamétrique	
Position topographique	Fond de vallée ou partie aval d'un glacier	
Drainage	Mixte : excellent et mauvais	
Végétation	Aucune ou éparse	
Modes de mise en place	Matériau meuble provenant d'un glacier et en contact avec un glacier	
État	En voie de formation	
Variations spatiotemporelles	Relativement stable Peut s'agrandir, parfois être incorporés à un glacier qui avance ou être remaniés par les eaux fluvioglaciaires	
Environnement	Glaciaire actuel en altitude ou en latitude	
Identification sur l'image	Position en bordure du glacier Bandes 5-4-3	
Identification sur la photo aérienne N + B	Position en bordure du glacier Tonalité gris moyen Surface bosselée, ponctuée de petites zones d'ombre Glace parfois perceptible à travers les débris	
Éléments de confusion	Moraine, substratum rocheux, neige et glace permanentes	

## 5- Caractéristiques

5.1- Propres à l'entité

### 5.1.1- Forme

Surface de différentes dimensions et formes, habituellement allongée dans le sens des vallées, et caractérisée par un ensemble informe de buttes, souvent entaillées par des chenaux d'eau de fonte et ponctué de quelques étangs. La glace peut souvent être perceptible sur le rebord des dépressions.

### 5.1.2- Dimensions

Diamètre : plusieurs centaines de mètres à quelques kilomètres.

Hauteur : métrique à décamétrique.

### 5.1.3- Position topographique

Les débris glaciaires se trouvent habituellement dans le fond des vallées glaciaires ou sur la partie aval des glaciers de montagne

### 5.1.4- Drainage

Le drainage est mixte : excellent sur les buttes et mauvais entre elles.

### 5.1.5- Végétation

Les débris glaciaires sont habituellement dénudés ou supportent une végétation herbacée éparse.

## 5.2- Relatives à la dynamique de l'entité

### 5.2.1- Modes de mise en place

Les débris glaciaires sont mis en place en contact direct avec un glacier, à partir des matériaux délaissés ou supportés par la glace qui a fondu ou qui est en train de fondre.

### 5.2.2- État

On trouve beaucoup de paléformes de débris glaciaires sur le territoire canadien et le matériau principal, le till, est présent dans toutes les régions. Mais ce ne sont que les accumulations de débris glaciaires en voie de formation, et donc en contact direct d'un glacier, qui sont cartographiées. Dans l'*Atlas national du Canada* (<http://atlas.gc.ca>), on trouve une carte de localisation des principales zones de glaciers du pays.

### 5.2.3- Variations spatiotemporelles

Les zones de débris glaciaires en voie de formation sont relativement stables à l'échelle humaine. Cependant, certaines zones de débris glaciaires près des glaciers de vallée des Rocheuses ou du Nord du pays peuvent s'agrandir

en quelques décennies. Au contraire, certains glaciers de vallée peuvent également progresser, ce qui est beaucoup moins fréquent, et incorporer à nouveau des débris glaciaires. De plus, en aval des glaciers, les débris glaciaires peuvent être remaniés par les cours d'eau ou recouverts par des dépôts fluvio-glaciaires en quelques décennies.

### 5.3- Relatives à l'environnement

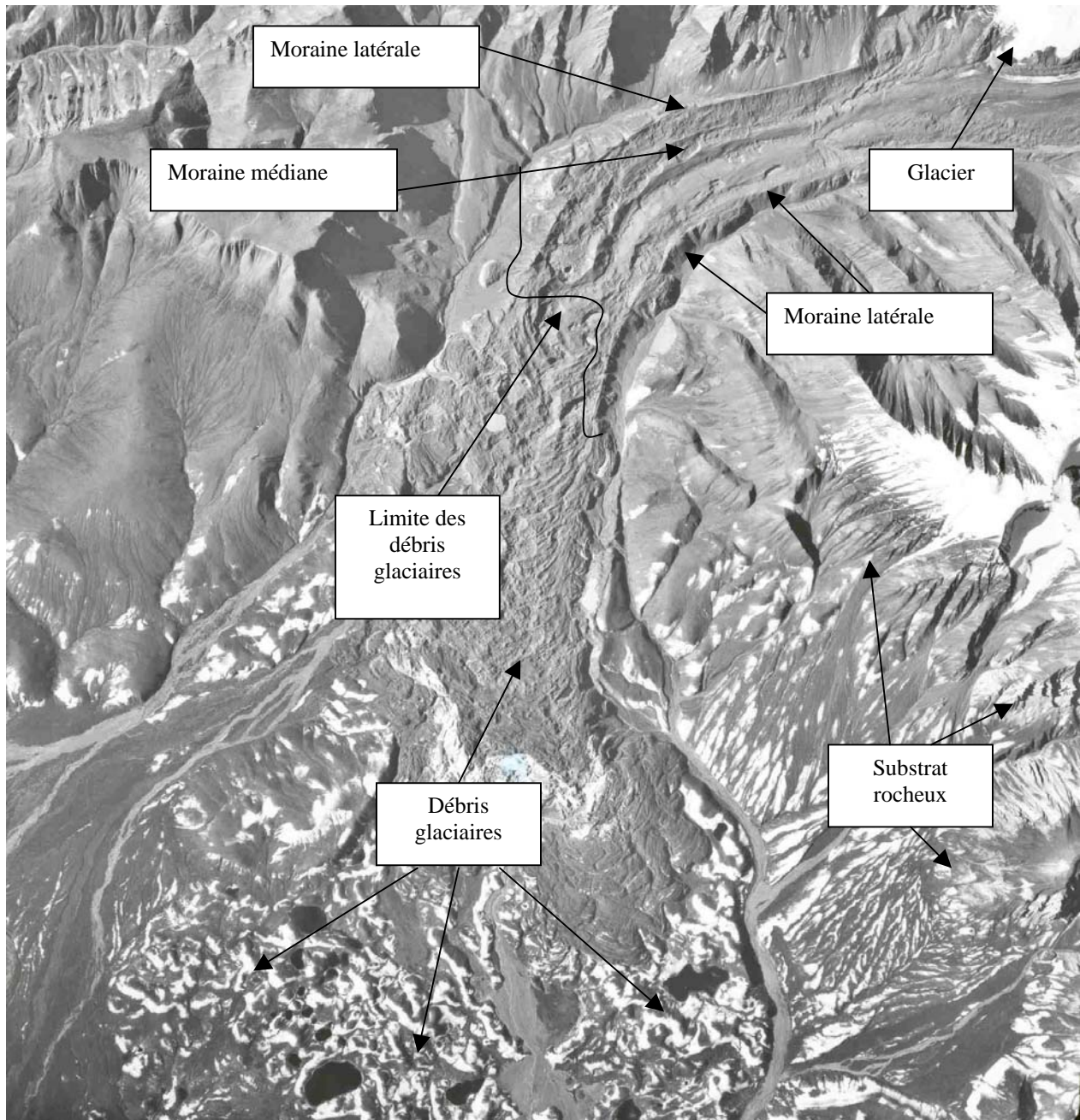
Les zones de débris glaciaires en voie de formation ne peuvent se mettre en place que dans un environnement glaciaire actuel en altitude (milieux montagneux) ou en latitude (milieux arctiques).

## **6- Conditions optimales d'identification**

Compte tenu de leur position en bordure des glaciers et de leur expression topographique, les zones de débris glaciaires se distinguent sur les images dans la combinaison de bandes 5-4-3 par une teinte plus pâle.

En utilisant les photographies aériennes, il n'y a aucun problème de distinction surtout à cause de la position en bordure du glacier mais aussi de la topographie bosselée de la surface (figure 1), surtout par stéréoscopie.

## 7- Exemples



Source : photo A15728 (76), T.S.C.A.P. n° 369, échelle originale 1 : 70 000, carte 115F-G, 61° 35' N – 140° 47' O, région du lac Kluane (Yukon)

Figure 1 : Surface d'un ancien glacier de vallée devenu une surface informe et bosselée de débris glaciaires après sa fonte complète ou partielle. On distingue cependant encore deux moraines latérales et une moraine médiane encore rattachées au glacier à l'extrême droite. La glace enfouie sous les débris est encore visible sur le rebord des dépressions de fusion.



## 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

Les zones de débris glaciaires se distinguent surtout par leur surface bosselée informelle en bordure ou sur les glaciers actuels.

En utilisant les photographies aériennes, surtout en stéréoscopie, ces zones sont faciles à identifier et à délimiter, sauf sur les glaciers alors qu'il faut évaluer à partir de quel pourcentage de surface de glace (tonalité blanchâtre) couverte on cartographie une zone de débris (tonalité de gris moyen). On suggère environ 80 % puisqu'on estime que c'est à partir de ce pourcentage que la zone d'apparence poivre et sel sera nettement identifiée à partir des images ETM+. Cependant, ils ont la même tonalité grisâtre que les moraines et, la plupart du temps, que le substratum rocheux environnant dénudé de végétation.

Avec les images ETM+, les débris glaciaires se distinguent bien dans la combinaison de bandes 5-4-3.

Le problème de distinction avec le substratum rocheux se résout facilement par stéréoscopie dans le cas des photographies aériennes puisque ce substratum appartient habituellement aux versants des vallées contrairement aux débris glaciaires. Avec les images ETM+, on utilise le MNA.

#### 8.1.2- Identification

La démarche d'identification des débris glaciaires oblige l'analyste à confronter les différents éléments de confusion et de distinction (tableau 2). 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.

### 8.2- Vérification avec des sources complémentaires d'information

Aucune autre source d'information n'est nécessaire pour identifier les zones de débris glaciaires en voie de formation. Cependant, s'il existe des cartes de formations meubles de la région à l'étude, il est facile de vérifier si la délimitation entre les dépôts et le substratum rocheux est exacte.

## 9- Éléments de confusion

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

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Moraine	- Position en bordure du glacier - Tonalité gris moyen	- Absence de forme allongée ou arquée - Surface bosselée	Figure 1
Substratum rocheux	- Tonalité gris moyen - Parfois absence de végétation	- Position de versant - Utilisation de la stéréoscopie ou d'un MNA	Figure 1
Neige et glace permanentes	- Présence de débris sur la glace - Apparence poivre et sel	- Tonalité de gris moyen - Moins de 20 % de la surface en glace	Figure 1

## 10- Références

Aucune.

## **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.