

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 : pingo

Léo Provencher et Jean-Marie Dubois  
Géographes

Sherbrooke  
3<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 .....	6

5.1-	Propres à l'entité .....	6
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 .....	7
5.2.3-	Variations spatiotemporelles .....	7
5.3-	Relatives à l'environnement.....	8
6-	Conditions optimales d'identification sur l'image satellitaire.....	8
7-	Exemples.....	8
8-	Interprétation .....	10
8.1-	Cheminement critique .....	11
8.1.1-	Distinction et délimitation.....	11
8.1.2-	Identification .....	11
8.2-	Vérification avec des sources complémentaires d'information.....	11
9-	Éléments de confusion .....	11

## **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

Pingo

## 2- Hiérarchie

Formes du terrain - Périglaciaires – Pingo - Forme terrestre – Pingo

## 3- Définition

Un monticule relativement grand, à noyau de glace, en forme de dôme ou de cône, soulevé par l'action du gel et recouvert de détritrus et de faible végétation (CIT, 2004).

## 4- Tableau synthèse des éléments d'identification

**Tableau 2** : Synthèse des éléments d'identification du pingo

Formes	En plan : circulaire ou ovoïde En coupe : conique	
Dimensions	Diamètre : de décimétrique à plusieurs centaines de mètres Hauteur : de métrique à une centaine de mètres	
Position topographique	Dépressions topographiques lacustres	
Drainage	Généralement bon	
Végétation	Absente ou herbacée épars	
Modes de mise en place	Développement d'une lentille de glace	
État	Forme active	
Variations spatiotemporelles	Évolue lentement (échelle décennale)	
Environnement	Milieu lacustre dans un environnement de pergélisol	
Identification sur l'image	Bandes 4-3-2 et bande 5	
Identification sur la photo aérienne N + B	Forme conique ou ovoïde Texture lisse Contraste de la teinte par rapport à la surface d'eau	
Éléments de confusion	Palse, îlot rocheux	

## 5- Caractéristiques

### 5.1- Propres à l'entité

#### 5.1.1- Forme

La forme du pingo est conique à contour ovale. La partie sommitale comprend parfois une dépression avec fissures radiales (Brochu et Michel, 1994).

#### 5.1.2- Dimensions

Diamètre : varie de 10 à 500 m.

Hauteur : varie de 1 à 100 m.

#### 5.1.3- Position topographique

Les pingos occupent des lacs peu profonds.

#### 5.1.4- Drainage

Les versants du pingo sont bien drainés, compte tenu de la raideur de la pente. La partie sommitale, surtout si elle est en dépression, peut être remplie d'eau.

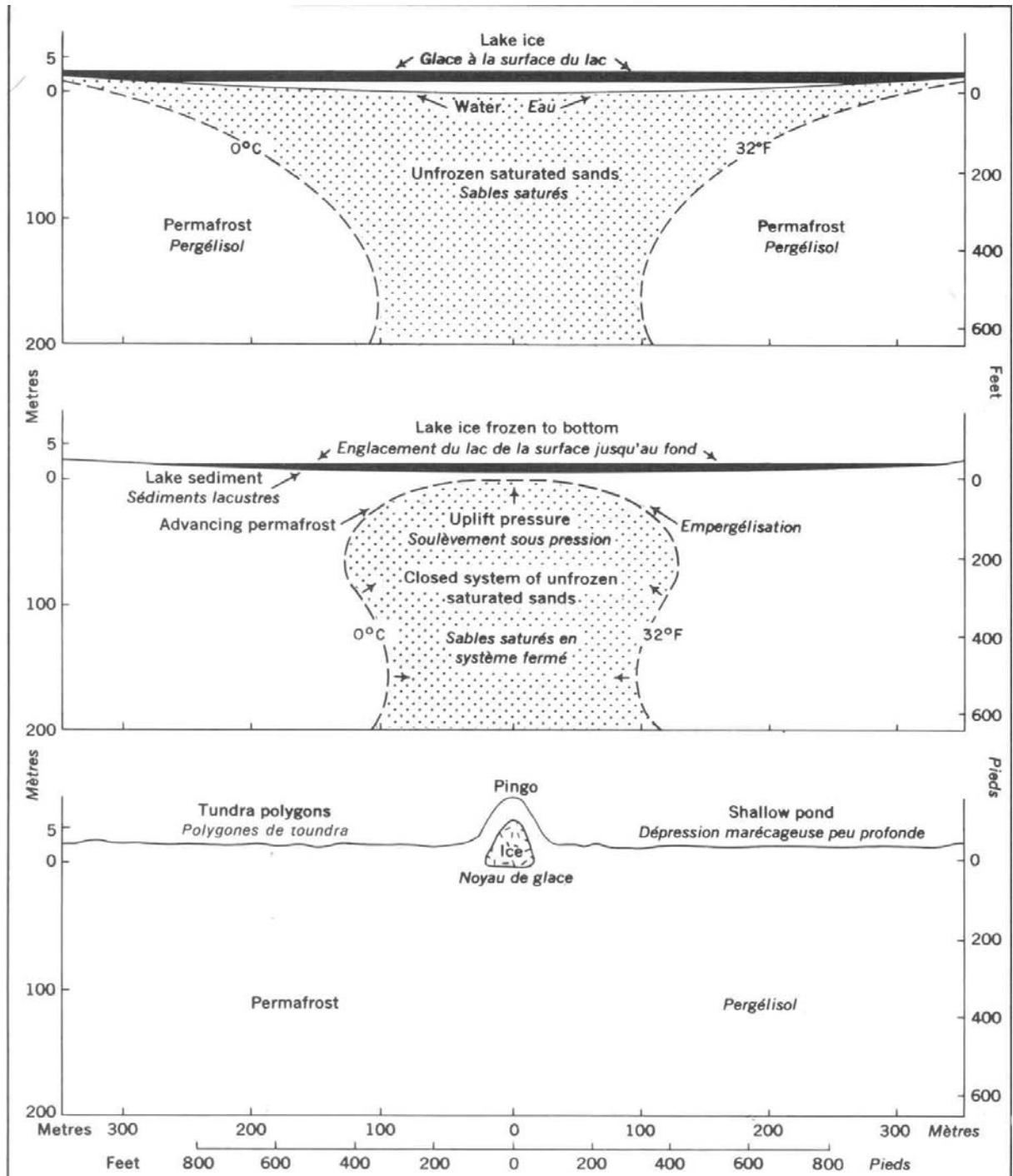
#### 5.1.5- Végétation

Le pingo est généralement dénudé, mais il peut être recouvert d'une végétation herbacée éparse.

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

#### 5.2.1- Modes de mise en place

Le pingo résulte du développement d'une lentille de glace sous le mollisol dans une dépression lacustre de faible épaisseur d'eau. Le noyau de glace se développe par agglutinement de la glace de ségrégation. La lentille de glace provoque le soulèvement du mollisol qui la recouvre, ce qui provoque la formation du monticule qui émerge de l'eau (figure 1). La fonte partielle ou totale de la lentille de glace provoquera ultimement l'effondrement du pingo (Hamelin et Cook, 1968).



Source : Hamelin et Cook (1967)

Figure 1 : Processus de formation d'un pingo

### 5.2.2- État

Le pingo est une forme actuelle.

### 5.2.3- Variations spatiotemporelles

Le pingo est stable à l'échelle d'observation humaine. Son mode de mise en place et d'évolution se fait à l'échelle décennale.

### 5.3- Relatives à l'environnement

On trouve les pingos dans les milieux de pergélisol du nord du Canada.

## 6- Conditions optimales d'identification sur l'image satellitaire

Sur les photographies aériennes, le pingo a une forme conique évidente, surtout si on utilise la stéréoscopie.

Sur les images ETM+, le contraste du pingo identifiable à partir de la combinaison des bandes 4-3-2, par rapport à l'eau qui ressort en bande 4, favorise sa distinction. Il pourrait cependant être interprété comme un îlot rocheux.

## 7- Exemples

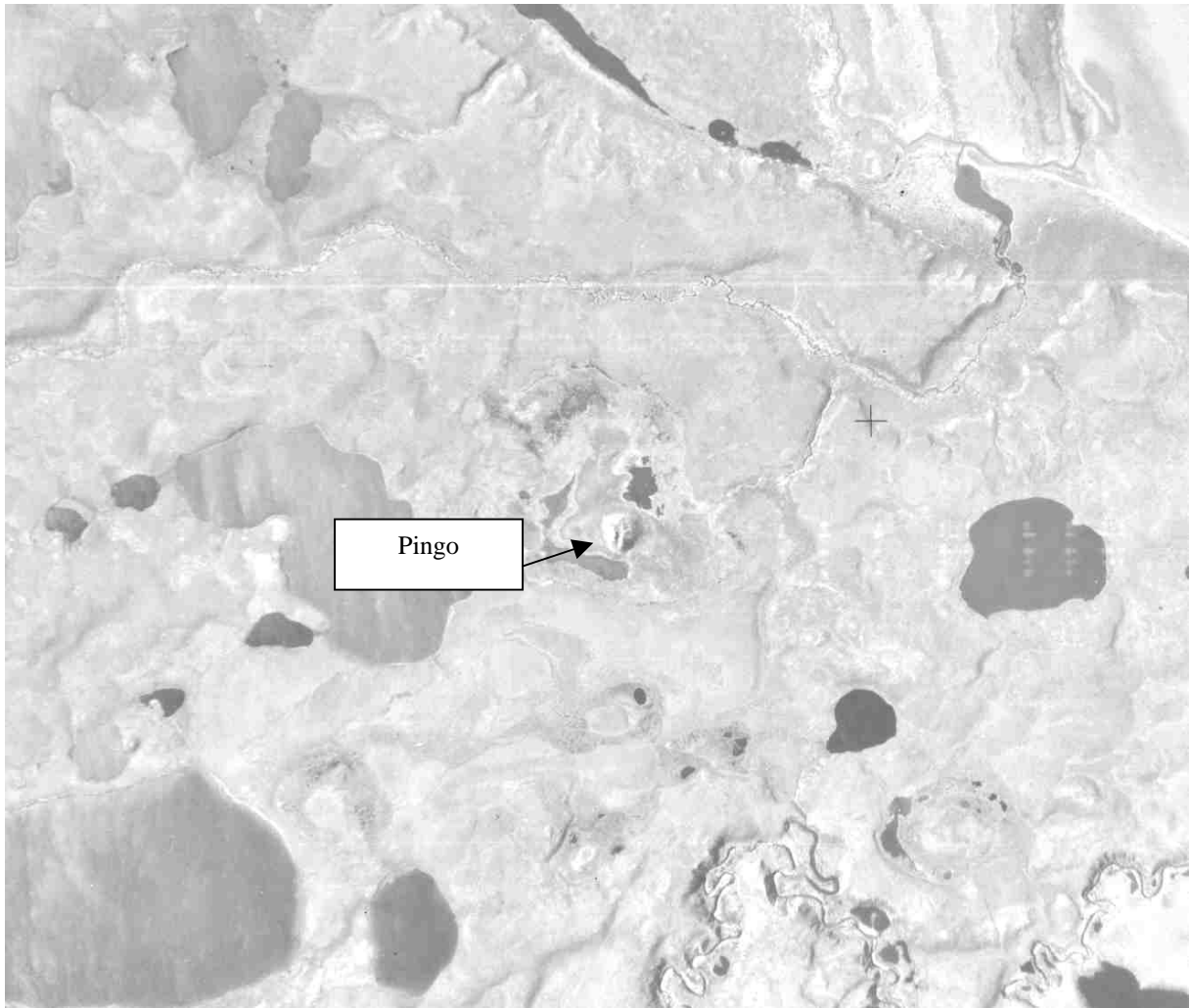


Source : Hamelin et Cook (1967)

Figure 2 : Mise à jour du noyau de glace d'un pingo

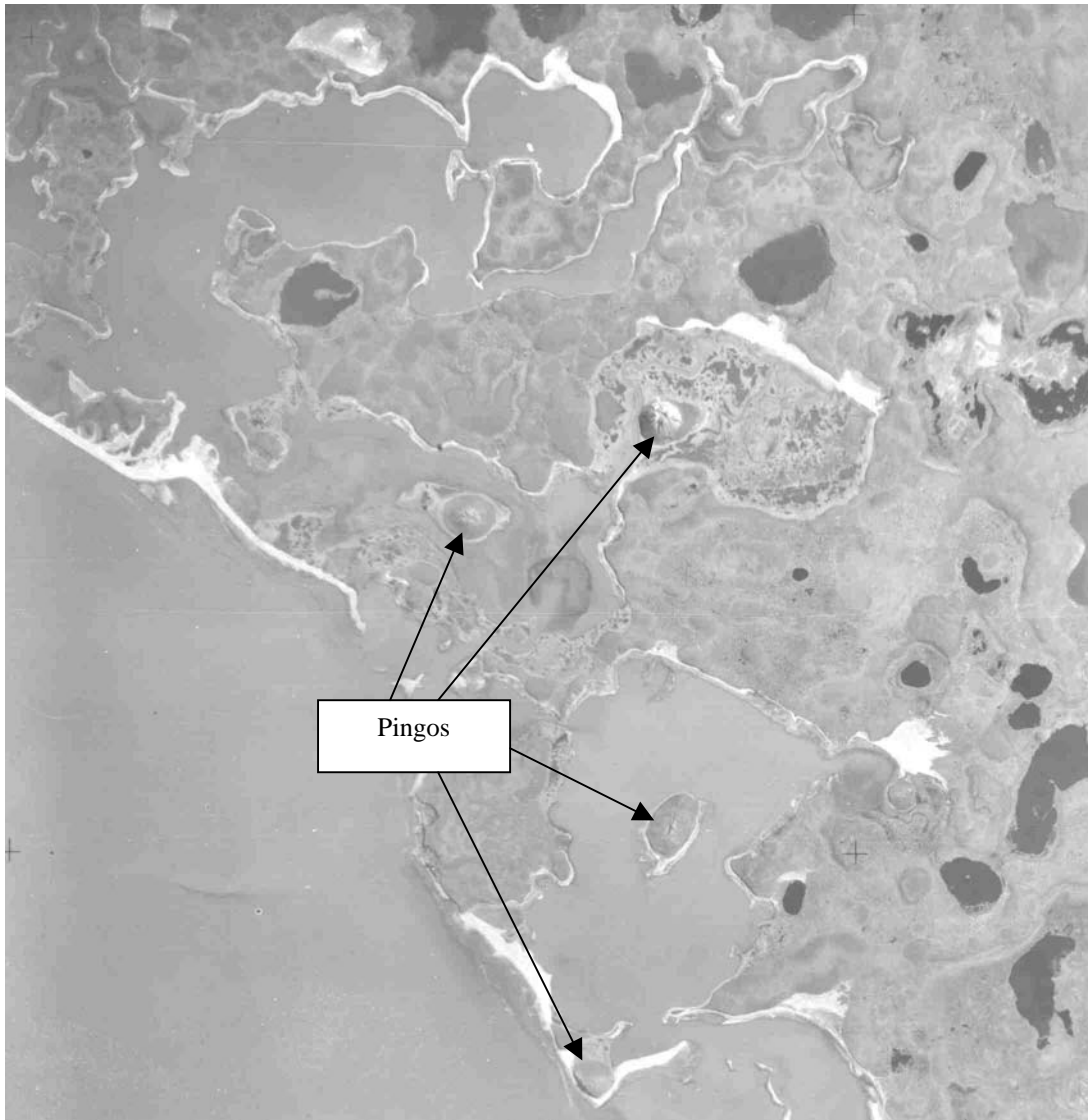
Source : Images Canada, photo C.G.C. A89S0052, région de Harding River (Nunavut)





Source : photo A12857 (344), T.S.C.A.P. no 19, carte 107 C/07, échelle originale 1 : 40 000, 69°05' N – 134°28' O, région de Kittigazuit (T. N.-O.)

Figure 4 : Exemple d'un pingo dans un étang asséché



Source : photo A12918 (93), T.S.C.A.P. no 19, carte 107 C/07, échelle originale 1 : 40 000, 69°25' N – 133°10' O, fédération de Kittigazuit (T. N.-O.)

Figure 5 : Exemple de pingos dans des plans d'eau

## 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

Sur les photographies aériennes, la distinction et la délimitation du pingo est facile, compte tenu du fait qu'il s'agit d'un monticule conique ou ovoïde, de grande dimension dont le sommet est souvent craquelé.

Sur les images ETM+, sa distinction par rapport à la surface d'eau est facile à faire à partir de la bande 4. Son identification peut cependant poser problème, car sans la vision stéréoscopique, le pingo pourrait être confondu avec un îlot rocheux.

### 8.1.2- Identification

La démarche d'identification du pingo oblige l'analyste à confronter les différents éléments de confusion et de distinction (tableau 3). 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

Il pourrait être opportun de consulter une carte de répartition du pergélisol comme celle de Kettles *et al.* 1997).

## 9- Éléments de confusion

Tableau 3 : Éléments de confusion et de distinction entre le pingo et d'autres entités ou formes

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Palse	- Forme semblable	- Dimension et hauteur - Contexte géomorphologique	
Îlot rocheux	- Forme semblable	- Texture lisse	

**Références**

Brochu, M. et Michel, J.-P. (1994) Dictionnaire de géomorphologie à caractère dimensionnel. Éditions ESKA et Guérin Universitaire, Montréal, 298 p.

Hamelin, L.-E. et Cook, F.A. (1967) Le périglaciaire par l'image. Les presses de l'Université Laval, Québec, 237 p.

Kettles, I.M., Tarnocai, C. and Bauke, S.D. (1997) Predicted permafrost distribution in Canada in a climate warming scenario. *in* Current Research 1997-E, Geological Survey of Canada, p. 109-115.

## **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.