

**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 : étangs de toundra**

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

**Sherbrooke
3^e 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.....	6
5.2.3- Variations spatiotemporelles.....	7
5.3- Relatives à l'environnement.....	7
6- Conditions optimales d'identification sur l'image satellitaire.....	7
7- Exemples.....	8
8- Interprétation.....	10
9- Éléments de confusion.....	10
10- Références.....	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

Étangs de toundra

2- Hiérarchie

Hydrographie – sol saturé – étangs de toundra

3- Définition

Une zone dans une étendue de pergélisol où les lacs sont si nombreux qu'ils empêchent les déplacements, sauf lorsqu'ils sont gelés CIT, (2004).

4- Tableau synthèse des éléments d'identification

Tableau 2 : Synthèse des éléments d'identification des étangs de toundra

Formes	En plan : - l'étang de toundra a une forme circulaire à ovoïde - la zone d'étangs de toundra a une forme variable En coupe : surface plane	
Dimensions	Étang : quelques dizaines de mètres Zone d'étangs de toundra : kilométrique	
Position topographique	Surfaces planes d'interfluve	
Drainage	Mauvais	
Végétation	Absente	
Modes de mise en place	Dégel en milieu de pergélisol	
État	Forme active	
Variations spatiotemporelles	Variations saisonnières du niveau d'eau Variation décennale de la forme des étangs	
Environnement	Milieu de pergélisol des régions nordiques du Canada	
Identification sur l'image	Eau : bande 4 Mélange eau/sédiments : bande 5	
Identification sur la photo aérienne N + B	Nombreux points d'eau juxtaposés à des plans d'eau beaucoup plus grands	
Éléments de confusion	Tourbières réticulées	

5- Caractéristiques

5.1- Propres à l'entité

5.1.1- Forme

Les étangs de toundra, pris individuellement, ont une forme généralement arrondie ou ovoïde. Ils peuvent même être rectangulaires dans certaines régions. La forme des surfaces à l'intérieur desquelles se développent les étangs de toundra ont des formes très variables.

5.1.2- Dimensions

Diamètre : quelques dizaines de mètres pour les étangs de toundra

Hauteur : plat

Surface : kilométrique pour les surfaces d'étangs de toundra

5.1.3- Position topographique

Les étangs de toundra occupent les surfaces planes des interfluves.

5.1.4- Drainage

Le drainage des zones d'étangs de toundra est très mauvais.

5.1.5- Végétation

La végétation est généralement absente dans les secteurs d'étangs de toundra.

5.2- Relatives à la dynamique de l'entité

5.2.1- Modes de mise en place

Les étangs de toundra sont le résultat du dégel local et superficiel des sédiments fins (silts et argiles) gelés ou de la fonte de la glace fossile. La fonte est causée par l'insolation, un été chaud, des feux, un sapement fluvial ou littoral (Boivin, 2005). Ils constituent une myriade de points d'eau sans structure définie. Les secteurs d'étangs de toundra comprennent aussi des lacs beaucoup plus grands et peu profonds.

5.2.2- État

Les étangs de toundra sont relativement stables à l'échelle humaine d'observation. Ils sont cependant dépendants des conditions climatiques locales et régionales qui régissent le pergélisol. Il est donc possible d'observer des changements rapides au niveau de chaque étang. Il est cependant peu probable que les zones d'étangs de toundra soient affectées par ces changements climatiques.

5.2.3- Variations spatiotemporelles

Les étangs de toundra subissent des variations saisonnières de l'épaisseur d'eau en fonction de la pluviométrie et de l'importance du dégel. La forme des étangs peut aussi varier en fonction de l'importance du gel/dégel saisonnier.

5.3- Relatives à l'environnement

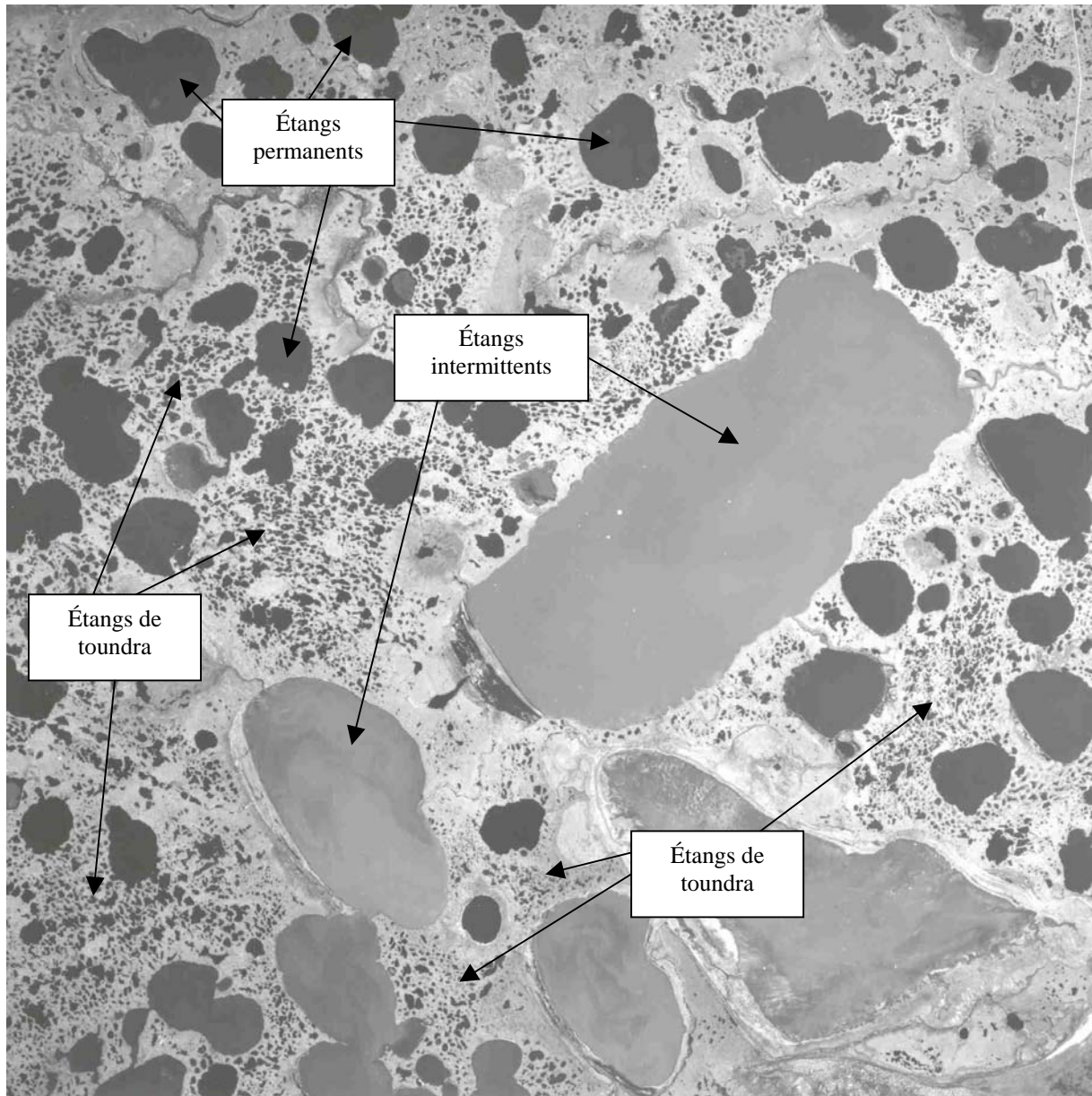
Les étangs de toundra occupent les régions nordiques affectées par le pergélisol.

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

Sur les photographies aériennes, les zones d'étangs de toundra sont facilement reconnaissables compte tenu de la constellation de petits points d'eau qui occupent la presque totalité de l'espace. Ils font généralement contraste avec des lacs de dimension variable, mais beaucoup plus grands, qui partagent le même espace (figure 1).

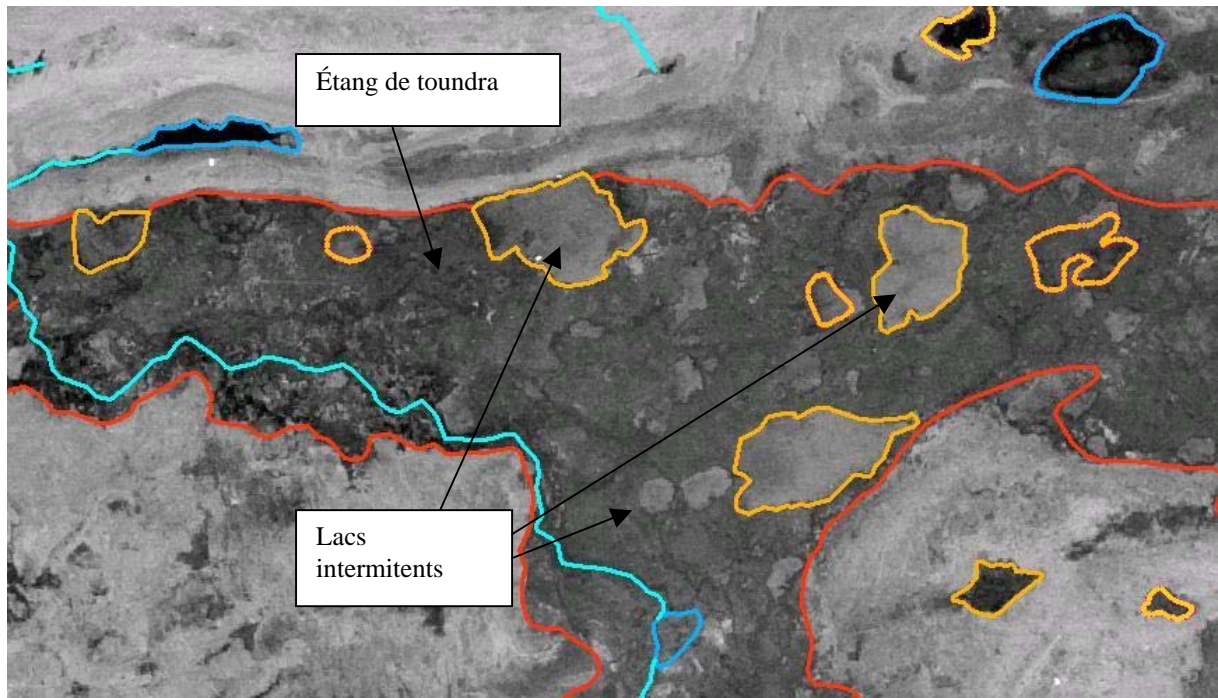
Sur les images ETM+, il est peu probable que les étangs de toundra soient captés, compte tenu de leur petite taille par rapport à la résolution spatiale. Seuls les lacs ressortiront en bande 4 (figure 2). C'est probablement le contraste entre la bande 4 et la bande 5 qui permettra de faire ressortir les secteurs d'étangs de toundra par rapport aux milieux secs environnants mis en évidence par la combinaison des bandes 4-3-2.

7- Exemples

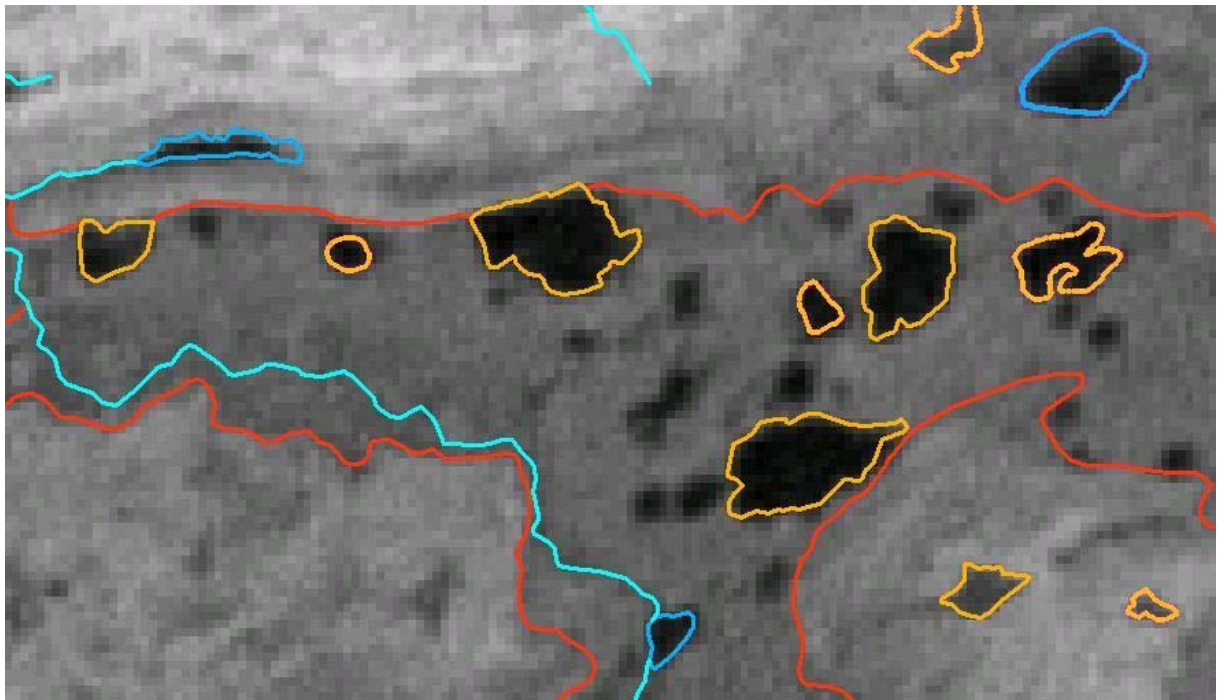


Source : photo A14126 (118), T.S.C.A.P. no 61, échelle originale 1 : 60 000, carte 54 L/01, 58°10' N – 94°10' O, région de Churchill (Manitoba)

Figure 1 : Exemple d'une région d'étangs de toundra et de lacs thermokarstiques



A) Photographie aérienne



B) Image ETM+ de Landsat (bande 4)

Figure 2 : Exemple d'une zone d'étang de toundra parsemée de lacs intermittents. Sur l'image ETM+, le niveau d'eau est plus élevé que sur la photographie aérienne.

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, les zones d'étangs de toundra sont faciles à distinguer à partir des nombreux points d'eau qui contrastent avec les plans d'eau de beaucoup plus grande superficie qui se partagent le territoire.

Sur les images ETM+, les surfaces d'étangs de toundra risquent d'être perçues comme des zones hydromorphes (bande 5) aux endroits où les étangs sont plus petits que la résolution spatiale.

8.1.2. Identification

La démarche d'identification des étangs de toundra 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 existe des cartes qui précisent l'étendue du pergélisol au Canada. À cet effet, il peut être pertinent de consulter des ouvrages comme ceux de Smith et Burgess (2004), Kettles *et al.* (1997) et French (1976).

9- Éléments de confusion

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

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Tourbière réticulée	Alternance terre/eau sur images ETM+	Forme circulaire ou ovoïde Présence de plans d'eau de grande dimension	

10- Références

Boivin, A. (2005) Les principales formes périglaciaires : essai de classification et de synthétisation, Département de Géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 81 p.

French, H.M. (1976) The periglacial environment. Longman, London, 309 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.

Smith, S.L. and Burgess M.M. (2004) Sensitivity of permafrost to climate warming in Canada., Geological Survey of Canada, Bulletin 579, 24 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.