

**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 : régions boisées**

**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.....	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.....	7
5.3- Relatives à l'environnement.....	7
6- Conditions optimales d'identification.....	7
7- Exemples.....	8
8- Interprétation.....	10
8.1- Cheminement critique.....	10
8.1.1- Distinction et délimitation.....	10
8.1.2- Identification.....	10
8.2- Vérification avec des sources complémentaires d'information.....	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 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

Régions boisées.

2- Hiérarchie

Végétation – régions boisées.

3- Définition

Zones couvertes à plus de 35 % (photographie aérienne) ou 50 % (images ETM+) d'arbres et d'arbustes de 2 m et plus de hauteur. La différence de pourcentage entre la photographie aérienne et l'imagerie ETM+ vient du fait que la résolution de cette dernière n'est pas suffisante.

Les régions boisées à l'intérieur des agglomérations (boisés urbains ou parcs) et les pépinières (zones agricoles) ne sont pas cartographiées. Quand on utilise les photographies aériennes, les régions reboisées (plantations), incendiées ou dévastées par les épidémies (en régénération) sont considérées comme boisées. Quand on utilise des images ETM+, ces régions ne sont pas considérées, sauf les plantations.

4- Tableau synthèse des éléments d'identification

Tableau 2 : Synthèse des éléments d'identification des régions boisées

Formes	Surfaces de toutes formes couverte d'arbres et d'arbustes de 2 m et plus de hauteur
Dimensions	Surfaces de toutes dimensions
Position topographique	Toute position Cependant, altitude et latitude limites
Drainage	Variable mais habituellement bon
Végétation	Arborée de feuillus, conifères et espèces mixtes
Modes de mise en place	Germination et croissance en fonction des sols et des conditions climatiques propices
État	Relativement stable mais fonction de causes naturelles et humaines
Variations spatiotemporelles	D'événementielles à millénaires en fonction de causes naturelles ou humaines
Environnement	Tous les environnements terrestres bien drainés et arrosés, sauf milieux glaciaires et périglaciaires
Identification sur l'image	Combinaison des bandes 4-3-2
Identification sur la photo aérienne N + B	Tonalités gris moyen à foncé Texture granuleuse Hauteur par stéréoscopie
Éléments de confusion	Zones d'arbustes de moins de 2 m de hauteur, régions non boisées

5- Caractéristiques

5.1- Propres à l'entité

5.1.1- Forme

Surfaces de toutes formes couvertes d'arbres et d'arbustes de 2 m et plus de hauteur.

5.1.2- Dimensions

Surfaces de toutes dimensions.

5.1.3- Position topographique

Toute position topographique jusqu'à une altitude limite en milieu montagneux et décroissante en fonction de la latitude. Par exemple, le sommet du mont Albert, en Gaspésie, est dépourvu d'arbres vers 1 000 m à 1 100 m d'altitude (48° parallèle), alors que les sommets des Rocheuses au sud de la Colombie-Britannique (49° parallèle) le sont vers 1 900 m à 2 100 m, au sud du Yukon (60° parallèle) vers 1 300 m à 1 500 m et au nord du Yukon (67° parallèle) vers 400 à 500 m.

5.1.4- Drainage

Le drainage est très variable, d'excellent à mauvais, mais habituellement bon.

5.1.5- Végétation

Végétation arborée ou arbustive de feuillus, de conifères ou d'espèces mixtes.

5.2- Relatives à la dynamique de l'entité

5.2.1- Modes de mise en place

Germination et croissance de végétation arborée ou arbustive à la suite de l'émersion des terres, de leur libération des neiges et des glaces permanentes, du réchauffement climatique permettant l'extension vers le nord de la « limite des arbres » ou de toute autre action naturelle ou humaine.

5.2.2- État

Les principales zones de végétation arborée ou arbustives sont héritées, mais elles peuvent être très dynamiques localement en fonction de causes naturelles ou humaines :

- amélioration ou détérioration du climat permettant aux arbres et arbustes de pousser en plus haute altitude ou latitude ou l'inverse ; ces variations climatiques permettent aussi aux neiges et aux glaces permanentes de s'étendre au détriment des régions boisées ou, au contraire, de permettre aux régions boisées de s'étendre ;
- émersion ou submersion des terres permettant une extension des milieux végétaux (nord du Canada) ou, au contraire, une perte de milieux (provinces Atlantiques) ;
- érosion des littoraux marins et lagunaires, des rives lacustres ou des berges estuariennes et fluviales résultant en perte d'habitat ou, au contraire, en un accroissement par gain de terres par sédimentation ;

- destruction naturelle de la forêt par le feu ou les épidémies et sa régénération par la suite (mais toujours considérées comme des régions boisées) ;
- perte très localisée de zones boisées par submersion à cause des barrages de castors ;
- perte de régions boisées par l'action humaine : urbanisation, extension du milieu agricole, passage d'infrastructures, coupes forestières, etc. ;
- augmentation des régions boisées par l'action humaine : plantations.

5.2.3- Variations spatiotemporelles

Les variations des régions boisées se font à toutes les échelles de temps :

- millénaires à centenaires (variations du niveau marin relatif, variations climatiques) ;
- décennales (érosion ou sédimentation, épidémies, régénération) ;
- annuelles ou événementielles (feu, actions humaines) ;
- saisonnières (apparence surtout dans les boisés de feuillus ou d'espèces mixtes).

5.3- Relatives à l'environnement

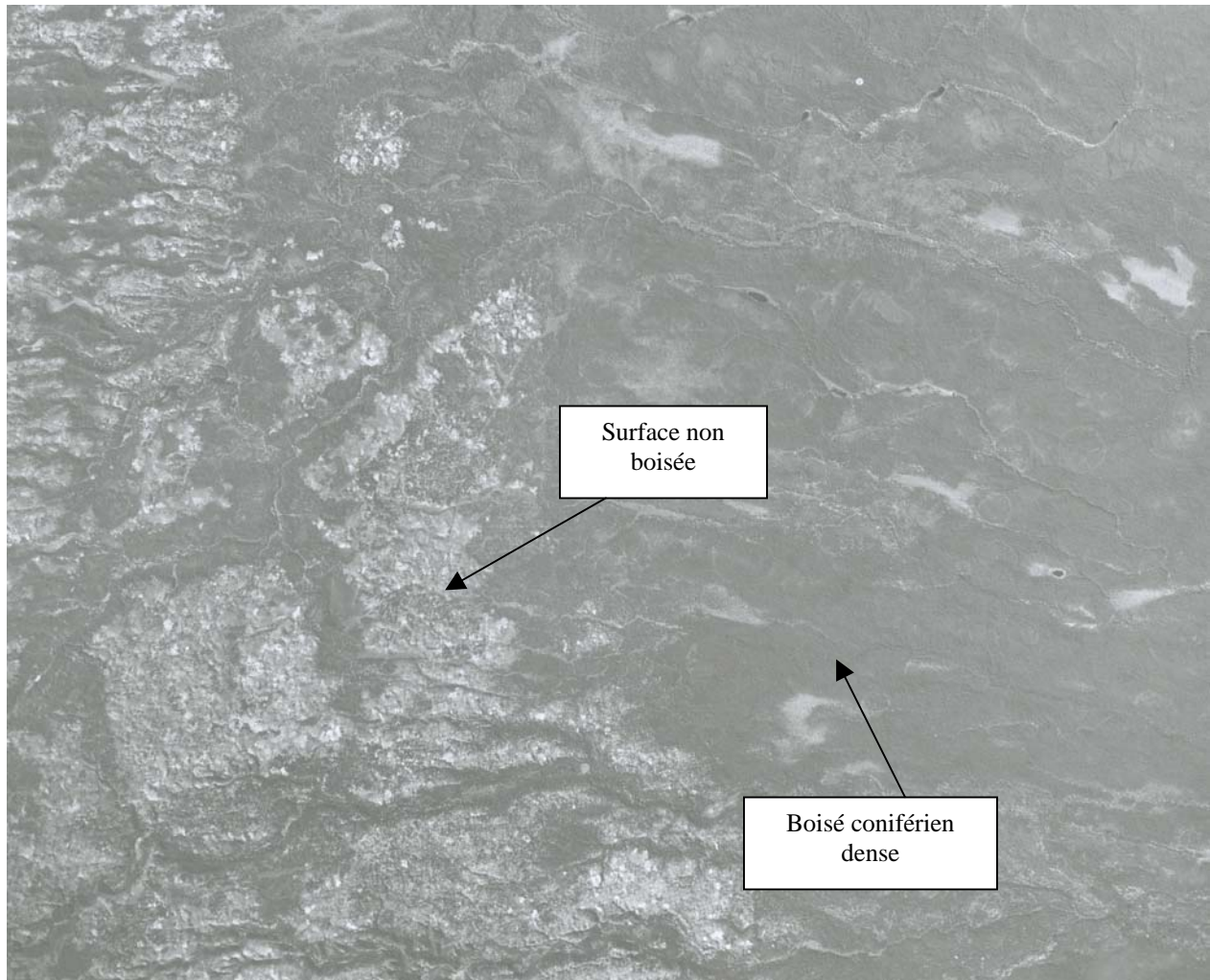
Tous les environnements terrestres relativement bien drainés ou arrosés, à l'exception des milieux glaciaires ou périglaciaires en altitude ou en latitude.

6- Conditions optimales d'identification

Sur les photographies aériennes, l'identification des régions boisées est aisée surtout en stéréoscopie.

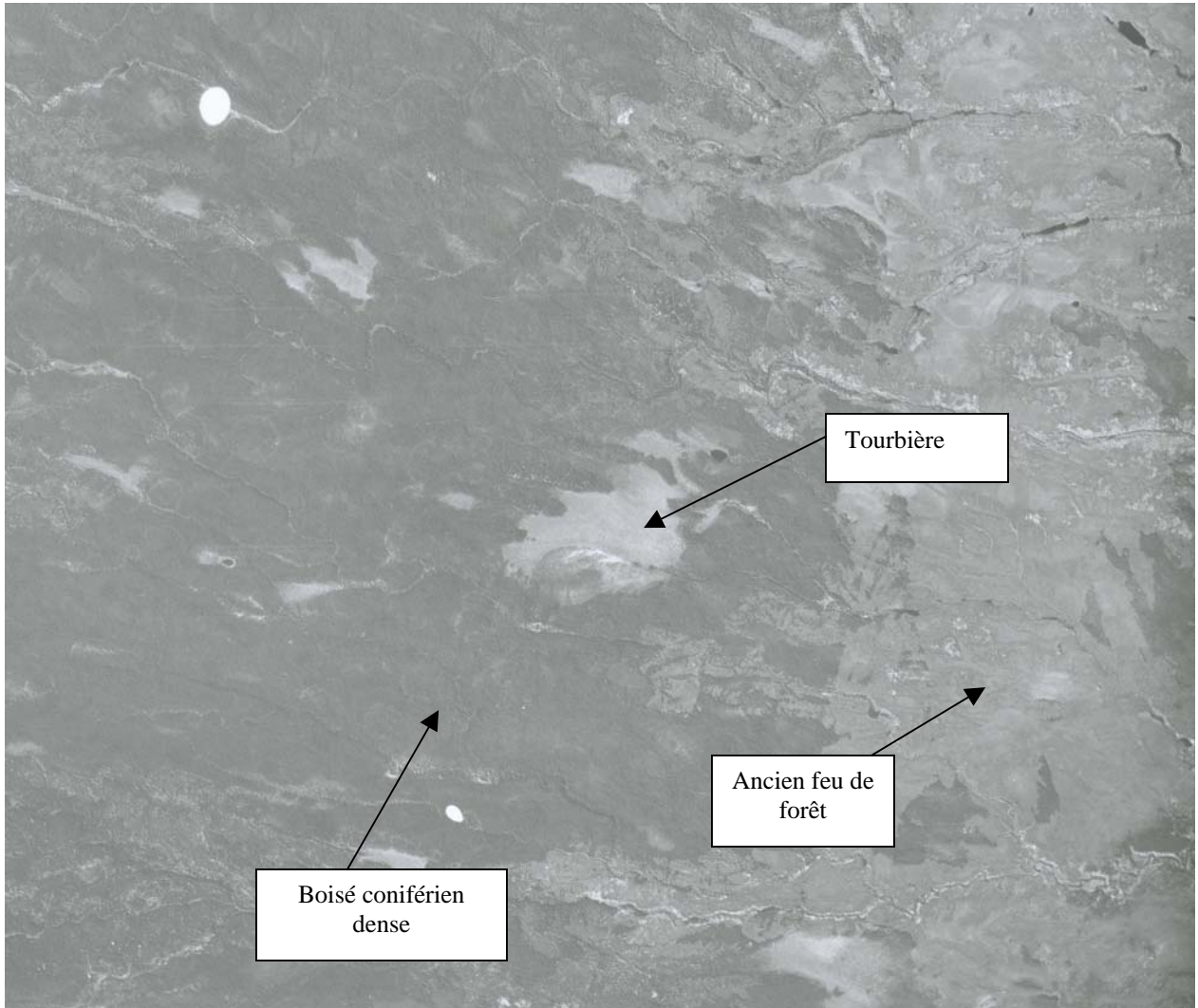
L'utilisation de l'imagerie rend obligatoire l'utilisation d'images prises pendant la période de feuillaison. La réflectance spectrale des zones boisées évolue pendant toute la saison végétative, ce qui est particulièrement le cas des forêts de feuillus et mixtes. Cet état de fait rend plus complexe l'utilisation de l'imagerie dans l'identification visuelle de la végétation. Ainsi, la combinaison de bandes la plus utilisée est 4-3-2 : 1) la bande 4 a une forte réflectance due à sa réaction à la chlorophylle, 2) la bande 3 a une faible réflectance et est peu sensible à la couleur verte de la végétation, 3) la bande 2 amène une distinction entre les différents types de végétaux.

7- Exemples



Source : photo A14525(13), T.S.C.A.P. 54, échelle originale 1 : 60 000, carte 42 I/4, 50° 00' N – 85° 44' O, région de Coral, Ontario

Figure 1 : Exemple de régions boisée et non boisée en milieu nordique, repérables tant sur les photographies aériennes que sur l'image ETM+



Source : photo A14525(13), T.S.C.A.P. 54, échelle originale 1 : 60 000, carte 42 I/4, 50° 00' N – 85° 44' O, région de Coral, Ontario

Figure 2 : Exemple de régions boisée et non boisée (tourbière) cartographiables à partir des images ETM+ et des photographies aériennes. La zone d'ancien feu est facilement repérable sur la photographie aérienne et elle peut l'être aussi sur l'image ETM+ (bande 6).

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, l'identification des régions boisées est aisée à cause de la tonalité gris moyen à foncé, jumelée à une texture granuleuse. Cependant, vers les limites avec les zones arbustives de moins de 2 m de hauteur en altitude ou en latitude et dans les zones en régénérescence après une coupe forestière où il faut 1) évaluer le pourcentage d'arbres et d'arbustes de 2 m et plus de hauteur (35 %) en fonction de la superficie, 2) la hauteur minimale des arbres et arbustes (2 m et plus) en fonction de celle des arbustes de plus faible taille. La stéréoscopie est alors nécessaire pour les distinguer et l'expérience de l'interprète est primordiale. Dans le cas des régions où il y a des feuillus, l'évaluation du pourcentage peut être différent en fonction de l'état du feuillage dans l'année lors de la prise des photographies.

Tel que mentionné à la section 6, la combinaison de bandes 4-3-2 est celle qui permet la meilleure distinction du couvert végétal. La délimitation en fonction de la hauteur de la végétation est cependant difficile à réaliser, compte tenu du fait que la réponse spectrale n'est pas affectée.

8.1.2- Identification

La démarche d'identification des régions boisées 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

Il existe des cartes forestières dans toutes les provinces et territoires mais ces cartes ne sont pas toujours à jour.

9- Éléments de confusion

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

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Zones d'arbustes de moins de 2 m de hauteur	- Hauteur des arbres et arbustes (moins de 2 m)	- Stéréoscopie - Aucun avec ETM+	
Régions de faible densité d'arbres	- Estimation du pourcentage d'arbres (35 % avec photos et 50 % avec images) - État du feuillage	- Expérience de l'interprète - Prise de photographie ou d'image pendant la période de feuillaison	

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.