

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 : dunes

Léo Provencher et Jean-Marie Dubois
Géographes

Sherbrooke
5^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	5
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.....	7
6-	Conditions optimales d'identification	7
7-	Exemples.....	8
8-	Interprétation.....	13
8.1-	Cheminement critique	13
8.1.1-	Distinction et délimitation.....	13
8.1.2-	Identification	13
8.2-	Vérification avec des sources complémentaires d'information.....	13
9-	Éléments de confusion	13
10-	Références	14

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

Dunes.

2- Hiérarchie

Formes de terrain – éoliennes – dunes – forme terrestre (sable) – dunes

3- Définition

Selon le CIT, l'entité sable est composé d'un ensemble de grains et de menus fragments de minéraux ou de roches, incluant les dunes. Les dunes sont cartographiées comme sable sur les cartes topographiques.

En géomorphologie, une dune est une accumulation, en hauteur, de sable déplacé par le vent. Les dunes se présentent presque toujours en champs de dunes de dimensions très variées.

4- Tableau synthèse des éléments d'identification

Tableau 2 : Synthèse des éléments d'identification des dunes

Formes	En plan : allongée, ovale ou en croissant En coupe : crête triangulaire ou arrondie
Dimensions	Longueur : décamétrique à kilométrique Largeur : décamétrique à quelques centaines de mètres Hauteur : métrique à décamétrique
Position topographique	Toute altitude, habituellement près des rivages actuels ou anciens
Drainage	Excellent sauf dans les cuvettes interdunaires
Végétation	Aucune ou herbacée claismée
Modes de mise en place	Sable remanié par le vent, souvent sur des flèches ou des cordons littoraux
État	Dunes en formation sur les littoraux actuels Dunes réactivées sur anciens littoraux
Variations spatiotemporelles	Modifications annuelles à décennales
Environnement	Milieus sableux littoral, fluvial et proglaciaire actuels ou anciens
Identification sur l'image	Aspect bigarré des champs de dunes Tonalité blanchâtre en bande 4-3-2
Identification sur la photo aérienne N + B	Aspect bigarré des champs de dunes Tonalité blanchâtre et texture lisse des dunes Bordures festonnées
Éléments de confusion	Flèche et cordon littoraux, neige

5- Caractéristiques

5.1- Propres à l'entité

5.1.1- Forme

En plan, une dune est une forme en croissant, ovale ou allongée parallèlement ou transversalement au vent dominant. Les dunes s'observent rarement seules mais plutôt en champs parfois ponctués de dépressions (cuvettes de déflation) humides.

En coupe, une dune est un monticule ou une crête asymétrique arrondie ou triangulaire, déversée dans le sens du vent.

5.1.2- Dimensions

Longueur : quelques dizaines de mètres à quelques kilomètres.

Largeur : quelques dizaines de mètres à quelques centaines de mètres.

Hauteur : quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

5.1.3- Position topographique

Les dunes dénudées sont habituellement près du littoral actuel marin ou des grands lacs mais les champs de dunes anciennes réactivées par le vent peuvent se trouver à toute altitude jadis atteinte par un niveau d'eau.

5.1.4- Drainage

Le drainage est excellent à cause de la perméabilité du sable mais les cuvettes de déflations peuvent être humides quand la nappe phréatique est haute (figures 1, 3 à 5).

5.1.5- Végétation

Pour être cartographiées comme sable, les dunes doivent être dépourvues de végétation, ce qui est le cas avec des formes fraîches sur les littoraux actuels (figure 6), des formes plus anciennes encore dépourvues de végétation en milieu nordique ou des formes dont la surface végétalisée est réactivée par le vent à la suite d'une intervention naturelle ou anthropique (figures 6 et 7).

5.2- Relatives à la dynamique de l'entité

5.2.1- Modes de mise en place

Les dunes sont des formes sableuses mises en place par le vent. Outre le vent, leur développement dépend d'abord d'un réservoir de sable. Les principaux réservoirs de sable sont les zones désertiques mais, au Canada, ce sont surtout les zones littorales actuelles et anciennes, tant marines que lacustres, ainsi que les plaines alluviales des grands cours d'eau et les plaines d'épandage proglaciaires. Sur les littoraux, le sable est pris en charge par le vent sur les plages et relâché sur les cordons, les flèches littorales et au sommet des falaises et talus d'érosion. Sur les plaines alluviales ou les épandages proglaciaires, le vent sélectionne le sable parmi l'ensemble des sédiments et l'accumule sous diverses formes dans des endroits plus protégés. Le vent remanie également le sommet des flèches et cordons littoraux. Les dunes peuvent prendre diverses formes : longitudinales, transversales, en croissant ou en amas plus ou moins irréguliers.

5.2.2- État

Les dunes peuvent être des formes actives ou des paléoformes (figure 7). Seules les dunes actives en voie de formation ou bien les zones de dunes anciennes réactivées, par une cause naturelle ou anthropique qui a affecté le couvert végétal, peuvent être considérées comme « sable ».

5.2.3- Variations spatiotemporelles

Une dune ou un champ de dunes peut s'agrandir, se stabiliser ou se réactiver en quelques années ou quelques décennies en fonction de l'efficacité du vent dominant.

5.3- Relatives à l'environnement

Les dunes actives se trouvent sur les littoraux sableux actuels (figure 6), les plaines alluviales actives ou les épandages glaciaires actuels. Des zones de dunes réactivées peuvent aussi se rencontrer dans tous ces milieux.

6- Conditions optimales d'identification

Sur les photographies aériennes, les dunes en croissants sont des formes évidentes de même que les champs de dunes qui ont un aspect bigarré (figure 3) où alternent des zones de sable à nu (tonalité blanchâtre et texture lisse), des zones de couvert herbacé (tonalité gris pâle et texture relativement lisse) et souvent des zones de dépressions humides (tonalité gris moyen à foncé et texture lisse) (figure 7). Les petites dunes et les dunes longitudinales sont plus difficiles à identifier par rapport aux flèches ou aux cordons littoraux desquels elles sont souvent issues à cause des alignements plus ou moins parallèles à la côte (figure 1). Cependant, les bordures de ces dunes sont plus festonnées que les bordures des flèches et cordons littoraux. La stéréoscopie est souvent nécessaire.

Sur les images ETM+, les grandes formes précédentes (dunes en croissant et champs de dunes) sont facilement identifiables en bande 4-3-2 pour les mêmes raisons. Les petites dunes alignées ne peuvent cependant être distinguées des flèches ou des cordons littoraux.

7- Exemples



Source : photo J.-M. Dubois n° 90-12-00, Îles-de-la-Madeleine (Québec)

Figure 1 : Exemple d'un cordon littoral entièrement éolisé. Au sol, il ressemble plus à des dunes mais sur les photographies aériennes, il ressemble plus à un cordon littoral



Source : photo J.-M. Dubois n° 91-08-12, Îles-de-la-Madeleine (Québec)

Figure 2 : Exemple d'une crête de dune littorale avec une cuvette de déflation au premier plan



Source : photo J.-M. Dubois n° 91-05-17, Îles-de-la-Madeleine (Québec)

Figure 3 : Exemple d'un champ de dunes littorales



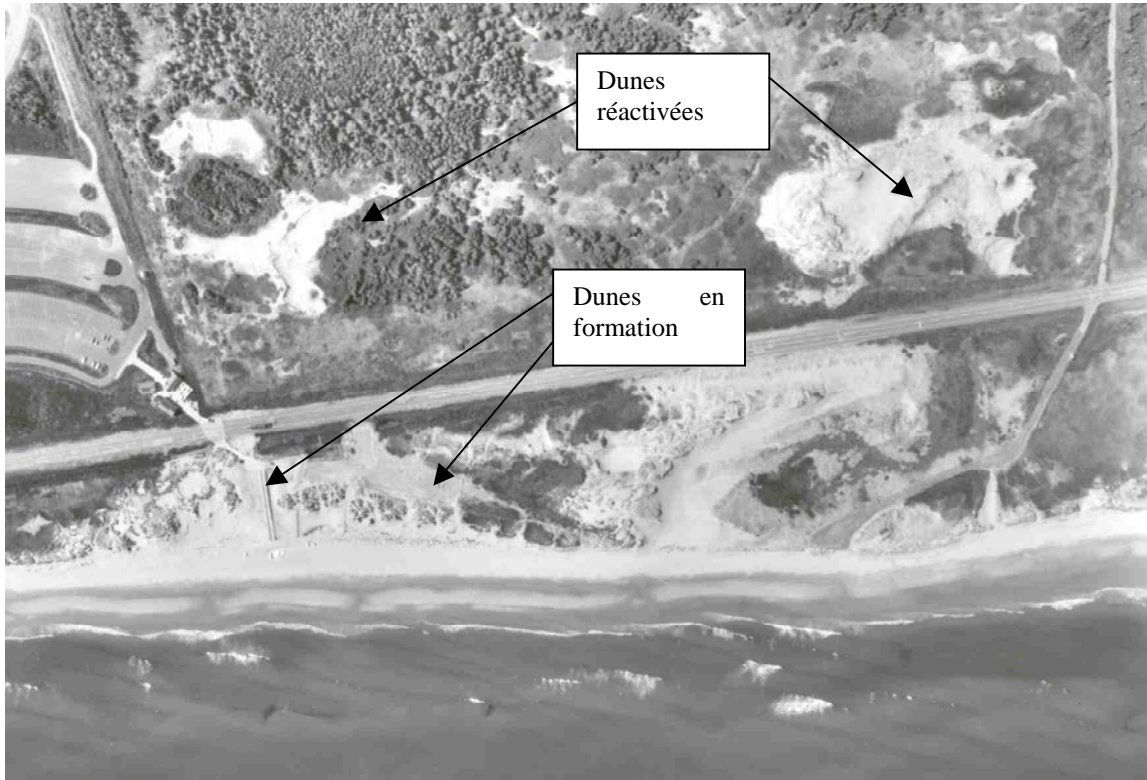
Source : photo J.-M. Dubois n° 91-04-33, Îles-de-la-Madeleine (Québec)

Figure 4 : Exemple d'une dune active avec une cuvette de déflation à fond humide



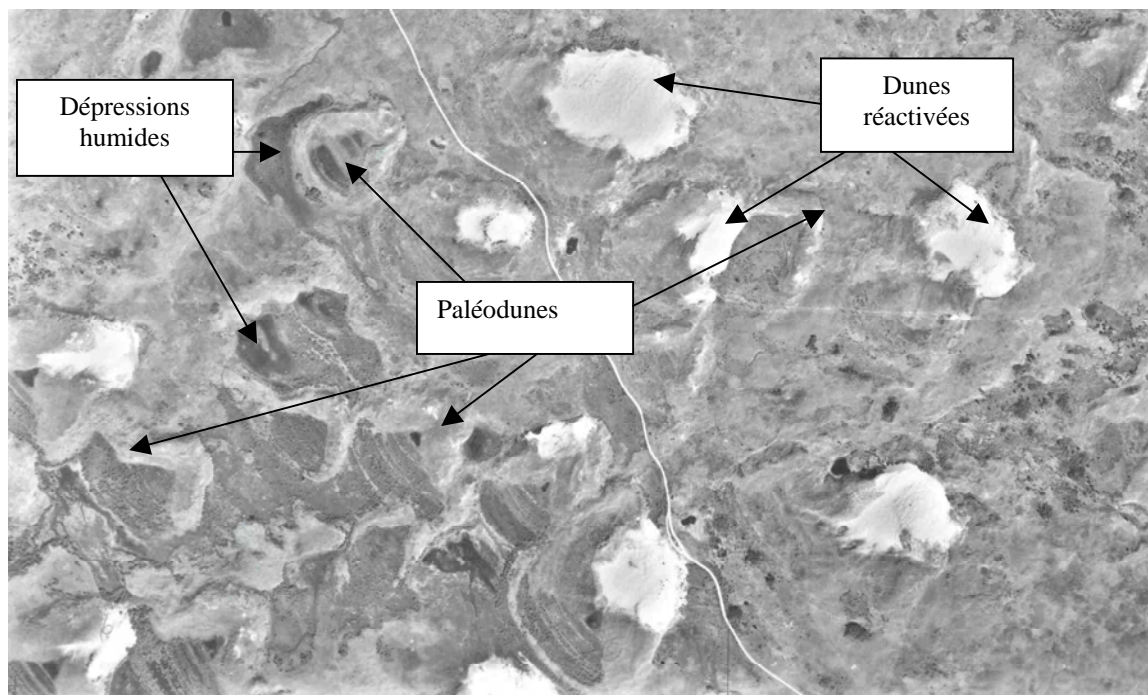
Source : photo J.-M. Dubois n° 90-06-12, Îles-de-la-Madeleine

Figure 5 : Exemple d'un champ de dunes avec un grand nombre de cuvettes de déflation à fond humide



Source : photo A26090(130), échelle originale 1 : 5 000, carte 21L/06, 46° 26' N – 63° 12' O, North Rustico (I.P.É.) du 23-06-1982

Figure 6 : Exemple de dunes littorales en voie de formation et d'anciennes dunes parfois réactivées.



Source : photo A14967(17), T.S.C.A.P. n° 105, échelle originale 1 : 42 000, carte 72K/1-8, 50° 15' N – 108° 15' O, région de Gull Lake et Roseray (Saskatchewan)

Figure 7 : Exemple de dunes en voie de réactivation dans un champ de dunes en croissants



Source : Images Canada n° GSC 2002-657, région de Sand Hill (Saskatchewan)

Figure 8 : Dunes réactivées dans un champ de dunes stabilisées

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

Il y a peu d'éléments de confusion en regard de la distinction ou de la délimitation des dunes et des champs de dunes.

Les champs de dunes actives sont habituellement des zones de dimension variable à contour irrégulier, souvent lobé (figures 6 et 7). Il n'y a que les petites dunes longitudinales ou transversales qui peuvent être confondues avec des flèches ou des cordons littoraux actifs, desquels elles sont le plus souvent issues de toute façon.

La délimitation des zones de dunes actives par rapport aux zones de végétation environnantes est facile à établir, tant par photo-interprétation qu'avec la combinaison bande 4-3-2 d'ETM+. Ce sont les champs de dunes avec des dunes réactivées de façon éparse qui sont plus difficiles à délimiter en fonction de la superficie de terrain affectée par les dunes actives. Dans les régions nordiques, les dunes peuvent être confondues avec les congères mais il est possible de les distinguer à partir des bandes 5 (humidité) et 6 (température).

8.1.2- Identification

La démarche d'identification des dunes 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 source d'information complémentaire n'est nécessaire, mais on peut trouver plus d'information générale sur les dunes dans Paskoff (1994) et de nombreux exemples sur le territoire canadien dans Mollard et James (1985).

9- Éléments de confusion

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

Entité ou forme	Éléments de confusion	Éléments de distinction	Exemples
Flèche et cordon littoraux	- Forme allongée - Alignement parallèle à la côte - Tonalité blanchâtre	- Texture moins lisse - Bordures festonnées	Figure 1
Neige (congère)	- Tonalité blanchâtre - Forme arquée	- Bandes 5 (humidité) et 6 (température)	

10- Références

Mollard, J.D. et James, J.D. (1985) la photo-interprétation et le territoire canadien. Approvisionnements et services Canada, Ottawa, 424 p.

Paskoff, R. (1994) Les littoraux : impact des aménagements sur leur évolution. Masson, Paris, 256 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.