



Ressources naturelles
Canada
Géomatique Canada

Natural Resources
Canada
Geomatics Canada



CanImage

(Ortho-images Landsat 7 découpées au 1/50 000)

Normes et spécifications pour GéoGratis
Édition 1.0

Centre d'information topographique
Équipe de soutien aux usagers
2144, rue King Ouest, bureau 010
Sherbrooke (Québec) J1J 2E8
1 800 661-2638 (Canada et États-Unis)
<http://www.cits.RNCan.gc.ca>

Avril 2007



Canada

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	1
2. Source des données	2
2.1. Correction géométrique des images Landsat 7.....	2
2.2. Précision planimétrique des ortho-images Landsat 7.....	2
2.3. Rééchantillonnage des ortho-images Landsat 7	2
3. Spécifications du produit	3
3.1. Bandes spectrales.....	3
3.2. Couverture (découpage selon le SNRC au 1/50 000)	3
3.3. Systèmes de référence horizontal et vertical	5
3.4. Système de coordonnées	5
3.5. Chevauchement des données dans la projection UTM.....	6
3.6. Mosaïque	8
3.7. Rehaussement des données (amélioration du contraste)	9
3.8. Composition colorée de 24 bits.....	10
3.9. Qualité des données	10
3.10. Fichier CanImage en format GeoTIFF	10

1. Introduction

Avec l'appui de GéoConnexions, le CIT-S a conclu des accords de principe avec les intervenants fédéraux, provinciaux et territoriaux en géomatique au Canada dans le but de produire une couverture d'ortho-images Landsat 7 en partenariat pour tout le pays.

Les ortho-images sont composées de sept bandes spectrales, soit une bande panchromatique ayant une dimension de pixel de 15 mètres et six bandes multispectrales ayant une dimension de pixel de 30 mètres. Elles sont produites selon le Système de référence géodésique NAD83 avec une projection Universelle transverse de Mercator (UTM).

Le produit CanImage est une image matricielle contenant l'information des ortho-images Landsat 7 rééchantillonnées et découpées selon le Système national de référence cartographique (SNRC) au 1/50 000. Ce produit est distribué par fichier dans le format GeoTIFF. Ce produit est une combinaison des bandes multispectrales 3, 2 et 1, un rehaussement linéaire, ainsi que la projection de l'ortho-image découpée.

Le processus de génération des fichiers CanImage est automatisé; il n'y a donc pas d'intervention manuelle dans la création de ceux-ci. La date de prise de scène satellitaire de chaque image est différente. Le contenu de l'image peut ne pas représenter tout à fait la réalité d'aujourd'hui. Par exemple, de nouvelles routes construites après la date de prise de scène ne seront pas présentes sur l'image.

La qualité des résultats obtenus peut varier selon la date de prise de vue de l'image satellitaire. En effet, l'information (contraste entre les éléments et la couleur) d'une image prise au printemps diffère de celle prise en automne. La qualité des résultats est également influencée par la localisation géographique des données traitées (au nord, au sud, etc.) et par son contenu (montagne, étendue d'eau, végétation, champs en culture, milieu urbain, etc.).

Puisque le produit est distribué selon le SNRC, il est donc important que le rehaussement fasse ressortir les meilleurs contrastes possibles à l'intérieur de ce découpage. Il n'y aura pas nécessairement d'uniformité entre les différentes ortho-images du produit CanImage en raison du rehaussement appliqué par jeu de données du SNRC. L'aspect visuel est donc différent pour tous les jeux de données du Canada.

La couverture de certains jeux de données du SNRC localisés en bordure d'une scène satellitaire est incomplète. Dans ce cas, il est nécessaire de créer une mosaïque contenant plusieurs scènes satellitaires (jusqu'à quatre en tout) afin de couvrir complètement un jeu de données du SNRC à l'échelle de 1/50 000. Puisque ce jeu de données (SNRC) est composé de plusieurs scènes satellitaires prises à des dates différentes, la qualité (uniformité) à l'intérieur de celle-ci pourra être affectée. Néanmoins, ce cas très particulier représente moins de 5 % de tous les jeux de données.

Les fichiers CanImage en GeoTIFF peuvent être chargés dans différents logiciels afin de répondre à des besoins particuliers : les systèmes d'information géographique (SIG) et leurs applications reliées à la gestion du territoire; les logiciels de cartographie pour représenter visuellement une région; les logiciels de télédétection/traitement numérique d'images et les algorithmes qu'ils offrent (classification, etc.) pour détecter des éléments topographiques (végétation, hydrographie, routes, sols nus, etc.), différents types de cultures, les essences végétales et bien d'autres.

2. Source des données

2.1. Correction géométrique des images Landsat 7

Les images Landsat 7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) corrigées géométriquement (ortho-rectification) constituent la première source de données du produit. Le modèle mathématique SRIT (Système de rectification des images de télédétection) de la compagnie PCI Geomatics est appliqué lors de la correction des images Landsat 7. Cette méthode rigoureuse de correction géométrique tient compte de toutes les distorsions du système global (satellite, capteur, terre).

2.2. Précision planimétrique des ortho-images Landsat 7

La précision planimétrique des ortho-images dépend du contrôle, du modèle numérique d'élévation (MNE) et de la méthodologie utilisée pour extraire la position des points de contrôle dans l'image. Les meilleures sources de contrôle disponibles au **Canada** à cette époque ont servi à générer les ortho-images. Plusieurs sources de contrôle ont été utilisées pour corriger les images Landsat 7, soit : des données vectorielles provinciales, des routes issues du système de positionnement global (GPS), des données de la Base nationale de données topographiques (BNDT) et des photographies aériennes corrigées géométriquement (ortho-photos). Ces points de contrôle extraits des sources provenaient généralement des intersections de routes et des centres de masse des lacs ou d'îles. Différents MNE ont aussi servi à générer ces ortho-images, soit : des MNE provinciaux, des données numériques d'élévation du Canada (DNEC) au 1/50 000 et des DNEC au 1/250 000. La précision planimétrique est obtenue par l'analyse des paramètres du modèle servant à la correction géométrique (SRIT), de la précision des données source utilisées pour corriger l'image et de la précision du MNE.

Cette formule a été utilisée :

$$(((\text{Modele_EMQX}^2 + (\tan(7) \times \text{MNE_precision})^2) + \text{Modele_EMQY}^2)^{1/2}) \times 1,5174$$

Où :

Modele_EMQX :	Erreur moyenne quadratique du modèle en X,
tan (7) :	Impact en X de l'élévation lorsque l'angle de prise de scène est maximum,
MNE_précision :	Précision du MNE, le moins précis, utilisé dans la correction géométrique (pente < 40%),
Modele_EMQY :	Erreur moyenne quadratique du modèle en Y,
1,5174 :	Facteur pour une erreur circulaire à 90% de probabilité.

La précision planimétrique pour l'ensemble des ortho-images localisées dans le sud du Canada est d'environ 20 mètres alors qu'elle est de l'ordre de 30 mètres dans le nord du pays. Il faut noter que l'image a été contrôlée uniquement au Canada. La précision planimétrique de la partie de l'image située à l'extérieur du Canada peut donc être inférieure. Chaque ortho-image possède une précision planimétrique différente.

2.3. Rééchantillonnage des ortho-images Landsat 7

Toutes les bandes spectrales utilisées pour le produit CanImage ont une dimension de pixel de 15 mètres. En effet, la disponibilité de la bande panchromatique à haute résolution (15 mètres) permet de fusionner cette dernière aux bandes multi-spectrales 3, 2 et 1 de Landsat 7 originellement de 30 mètres. Grâce à cette technique intégrée dans les logiciels de la compagnie PCI Geomatics, la résolution spatiale des bandes spectrales 3, 2 et 1 passe donc de 30 à 15 mètres. Cette technique permet une augmentation des détails de l'image lors d'une visualisation en ne modifiant que très faiblement les caractéristiques spectrales de chaque bande. Il est donc toujours possible de faire une analyse détaillée (classification) après cette transformation. La technique est appliquée aux bandes 3, 2 et 1 de chaque ortho-image (scène satellitaire complète). Ces dernières ortho-images rééchantillonnées servent de source pour générer le produit CanImage.

3. Spécifications du produit

3.1. Bandes spectrales

Le produit CanImage est composé des bandes spectrales 3, 2 et 1 :

No bande Landsat 7	Localisation spectrale	Longueur d'onde (en μm)
1	Bleu-vert	0,450 – 0,515
2	Vert	0,525 – 0,605
3	Rouge	0,630 – 0,690
4	Infrarouge (IR)	0,750 – 0,900
5	Moyen infrarouge I (MIR 1)	1,550 – 1,750
7	Moyen infrarouge II (MIR II)	2,090 – 2,350
8	Panchromatique	0,520 – 0,900

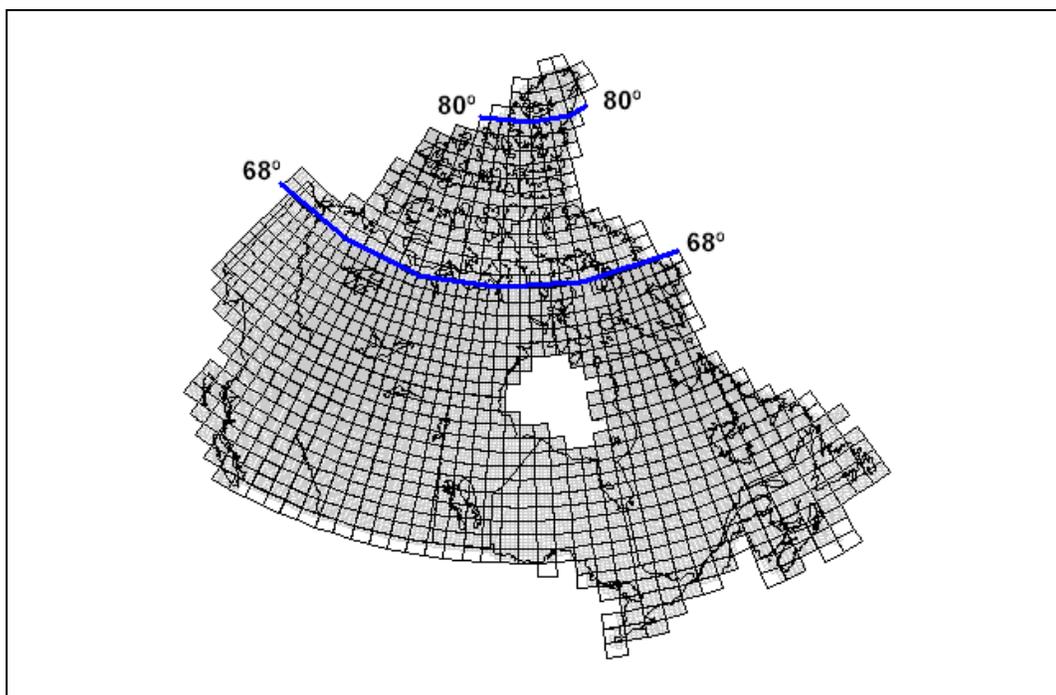
Chaque bande représente une radiométrie de 8 bits (valeurs de 0 à 255).

3.2. Couverture (découpage selon le SNRC au 1/50 000)

Le produit CanImage est découpé selon la couverture du Système national de référence cartographique (SNRC)¹ à l'échelle de 1/50 000 (voir figure 1). La couverture des jeux de données varie selon sa localisation géographique au Canada.

Figure 1

Découpage du jeu de données selon le SNRC au 1/50 000



¹ Pour plus de détails sur le SNRC, veuillez consulter : http://cartes.nrcan.gc.ca/topo_f.php

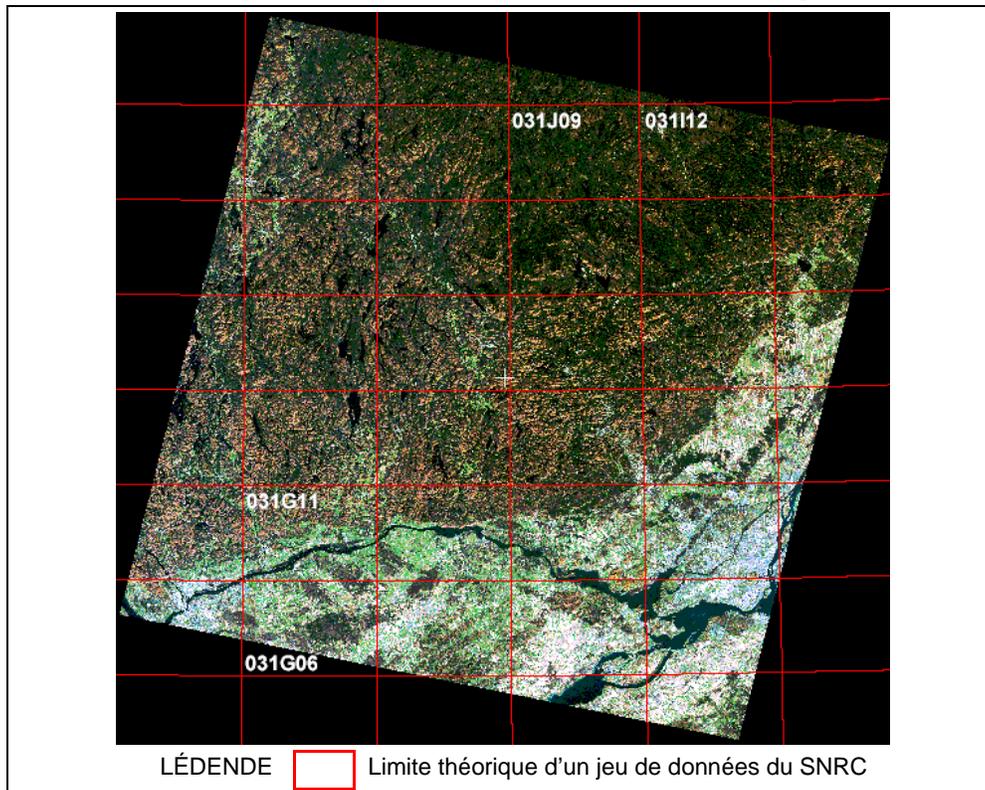
Dans ce système, le Canada au 1/50 000 est divisé en quadrants mesurant 15' de latitude par 30' de longitude au sud du 68° parallèle de latitude, 15' de latitude par 1° de longitude entre le parallèle 68° et 80°, et 15' de latitude par 2° de longitude au nord du 80° parallèle de latitude. L'étendue des jeux de données du produit CanImage est la suivante :

LOCALISATION (Latitude)	COUVERTURE (Latitude X longitude)	DIMENSION MOYENNE DU JEU DE DONNÉES CanImage	
		Projection UTM (en mètres) (Nb lignes X Nb colonnes)	En coordonnées géographiques (Nb lignes X Nb colonnes)
40° à 68°	15' X 30'	1 940 X 2 265	1 855 X 3 710
68° à 80°	15' X 1°	1 910 X 2 080	1 855 X 7 420
80° à 90°	15' X 2°	1 930 X 2 165	1 855 X 14 840

Le premier exemple illustre la distribution des jeux de données du SNRC dans une ortho-image Landsat 7. Certains SNRC sont couverts complètement dans l'ortho-image (ex. : 031J09) alors que d'autres ne le sont qu'en partie (voir 031G06). Pour ces derniers, il est nécessaire de créer une mosaïque en utilisant les ortho-images adjacentes.

Exemple 1

Distribution des jeux de données du SNRC dans une ortho-image Landsat 7



Source : Bandes spectrales : 3, 2, 1, rehaussement linéaire, projection UTM, zone 18
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 015, rangée : 028, date de prise de la scène : 1999-11-01

Finalement, en raison du recouvrement longitudinal (7.3 % à l'équateur et environ 80 % à la latitude 80°) et du recouvrement latéral entre les scènes satellitaires Landsat 7, un jeu de données du SNRC peut être présent dans plusieurs ortho-images. Il existe donc différentes éditions pour un même jeu de données (SNRC) du produit CanImage.

3.3. Systèmes de référence horizontal et vertical

Le Système de référence nord-américain de 1983 (NAD83) est utilisé lors de la création des ortho-images Landsat 7.

3.4. Système de coordonnées

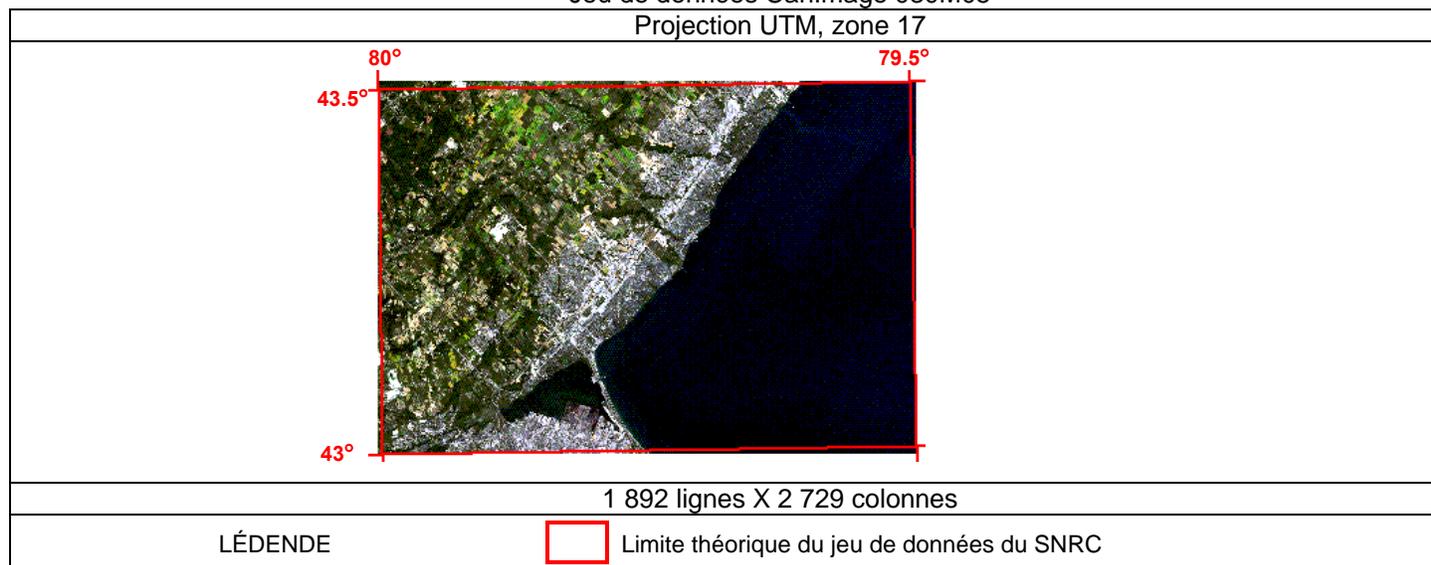
Le produit CanImage est généré suivant la projection universelle transverse de Mercator (UTM)² (référence spatiale en mètres). L'ortho-image originale (scène satellitaire complète) est aussi générée selon la projection UTM.

La génération du produit CanImage selon la projection UTM (voir exemple 2) consiste à un simple découpage de l'ortho-image en jeu de données du SNRC à l'échelle de 1/50 000. L'image découpée a une dimension de pixel de 15 mètres et ne subit aucune dégradation radiométrique (sauf lors de la création d'une mosaïque).

Exemple 2

Jeu de données CanImage 030M05

Projection UTM, zone 17



Source : SNRC = 030M05 (Hamilton-Burlington, Ontario, Canada), bandes spectrales : 3, 2, 1, rehaussement linéaire
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 018, rangée : 030, date de prise de la scène : 1999-09-03

² La projection UTM est expliquée à l'adresse : http://cartes.nrcan.gc.ca/topo_f.php.

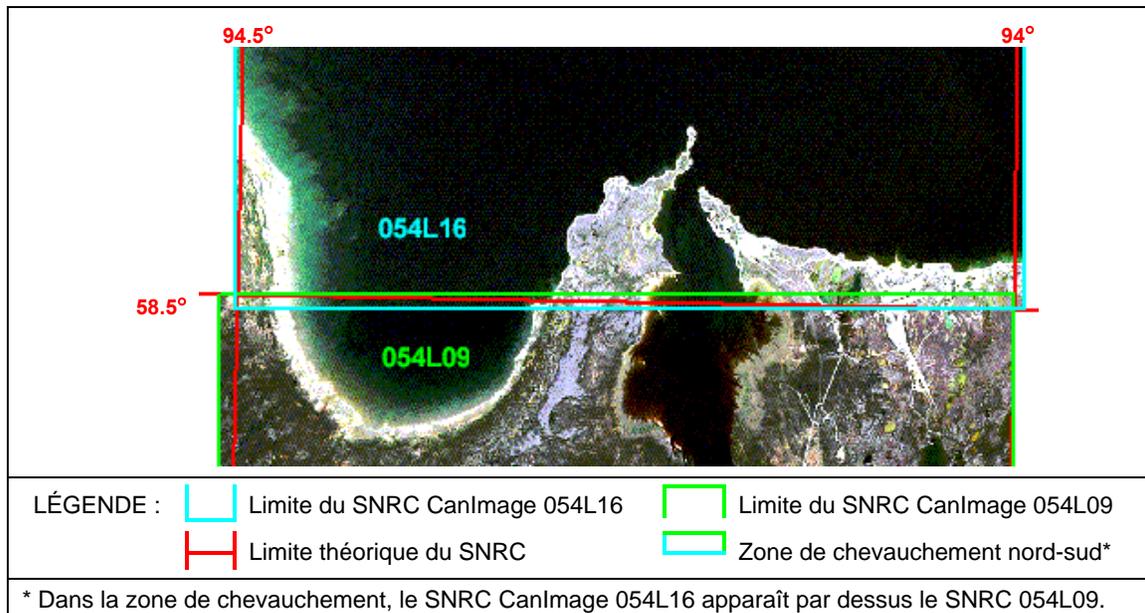
3.5. Chevauchement des données dans la projection UTM

Le découpage du produit selon le SNRC au 1/50 000 dans la projection UTM est réalisé en fonction de la paire de coordonnées suivante : minimum X mètres, maximum Y mètres et maximum X mètres, minimum Y mètres. Ces coordonnées proviennent des coins de la limite théorique du SNRC. La couverture du jeu de données CanImage est donc un peu plus grande que celle du SNRC (voir exemple 2). Cette approche génère une zone de chevauchement entre les fichiers CanImage adjacents. Le chevauchement est présent des 4 côtés du jeu de données.

L'exemple 3 démontre un chevauchement dans la direction nord-sud. Exactement 37 lignes font partie de cette zone de recouvrement des deux fichiers CanImage (054L06 et 054L09). La hauteur totale commune du chevauchement est de 555 mètres (37 lignes X 15 mètres de résolution spatiale du pixel).

Exemple 3

Chevauchement nord-sud entre les jeux de données CanImage 054L16 et 054L09

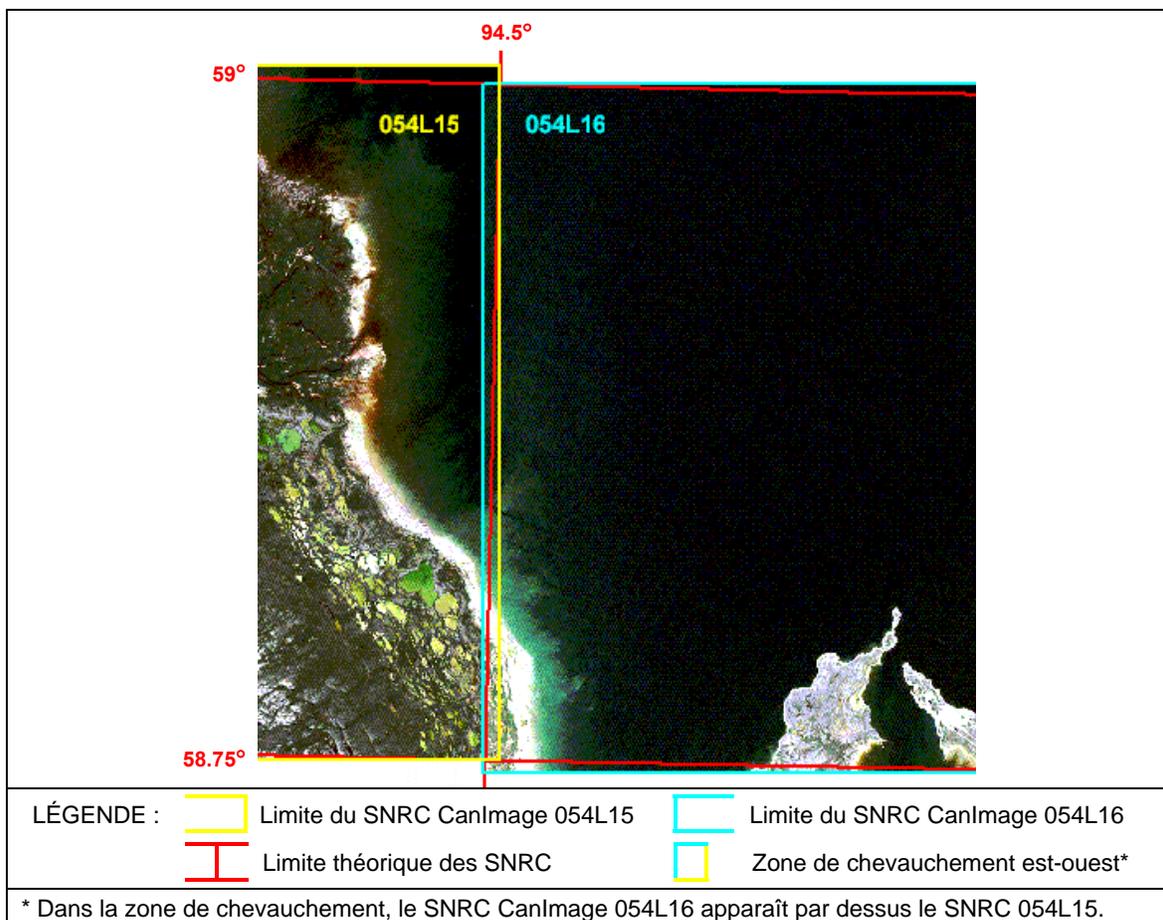


Source : SNRC NORD = 054L16 (Churchill, Manitoba, Canada), SNRC SUD = 054L09 (Button Bay, Manitoba, Canada)
Bandes spectrales : 3, 2, 1, rehaussement linéaire, projection UTM, zone 15
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 032, rangée : 019, date de prise de la scène : 2000-08-06

Le chevauchement dans la direction est-ouest est illustré dans l'exemple 4. Un total de 43 colonnes sont communes aux deux fichiers CanImage (054L16 et 054L15). La largeur de la zone de recouvrement à cette position est donc de 645 mètres.

Exemple 4

Chevauchement est-ouest entre les jeux de données CanImage 054L16 et 054L15



Source : SNRC EST = 054L16 (Churchill, Manitoba, Canada), SNRC OUEST = 054L15 (Knife Delta, Manitoba, Canada)
Bandes spectrales : 3, 2, 1, rehaussement linéaire, projection UTM, zone 15
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 032, rangée : 019, date de prise de la scène : 2000-08-06

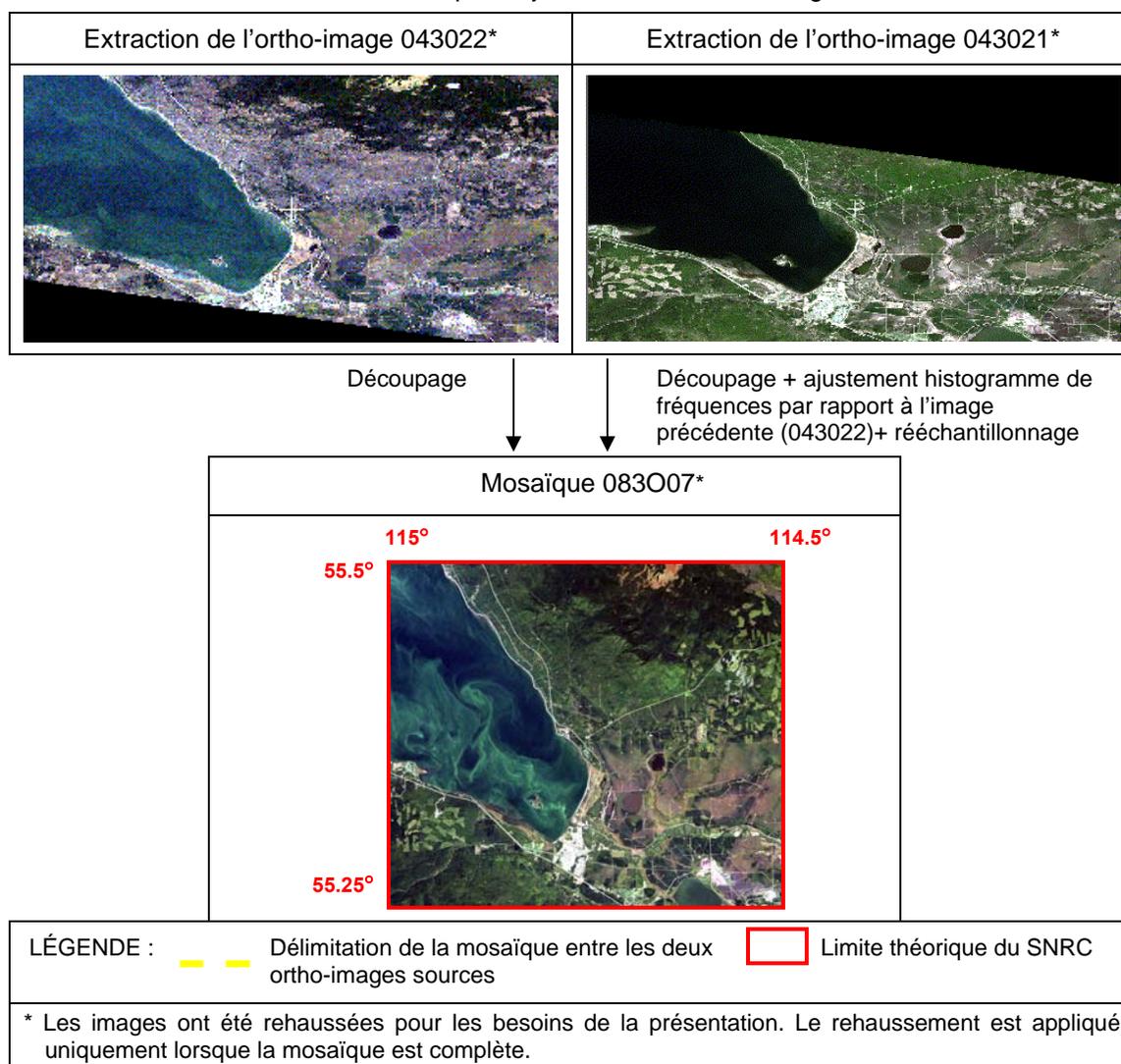
La dimension du chevauchement entre deux jeux de données CanImage adjacents selon la projection UTM varie en fonction de sa localisation dans le jeu de données du SNRC. Elle dépend premièrement de la position du jeu de données par rapport au méridien central de la zone UTM couverte : plus le jeu de données est éloigné du méridien central plus le quadrillage délimitant ses limites est déformé (non rectangulaire). Deuxièmement, la superficie (nombre de lignes X nombre de colonnes) des zones de chevauchement augmente considérablement en se dirigeant du sud vers le nord du pays.

3.6. Mosaïque

Dans certains cas en bordure des ortho-images Landsat 7, il n'est pas possible de couvrir complètement l'étendue d'un jeu de données du SNRC. Ceci entraîne la création d'une mosaïque à partir des ortho-images adjacentes (jusqu'à quatre en tout). La mosaïque est construite uniquement lorsque la combinaison des ortho-images nécessaires à sa création est disponible.

Lors de la formation d'une mosaïque (voir exemple 5), l'ortho-image couvrant la plus grande partie du jeu de données est découpée directement (sans rééchantillonnage). Le reste du jeu de données qui provient des ortho-images adjacentes est ajusté à l'histogramme de fréquences de la plus grande partie couverte du jeu de données et est rééchantillonné afin de compléter le contenu de la mosaïque. Le rééchantillonnage des pixels par convolution cubique provoque toutefois dans la plus petite section du fichier CanImage une légère dégradation au niveau radiométrique.

Exemple 5
Création de la mosaïque du jeu de données CanImage 083007



Source : SNRC = 083007 (Slave Lake, Alberta, Canada)
Bandes spectrales : 3, 2, 1, rehaussement linéaire, projection UTM
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 043, rangée : 021, date de prise de la scène : 2000-10-06
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 043, rangée : 022, date de prise de la scène : 2000-05-31

3.7. Rehaussement des données (amélioration du contraste)

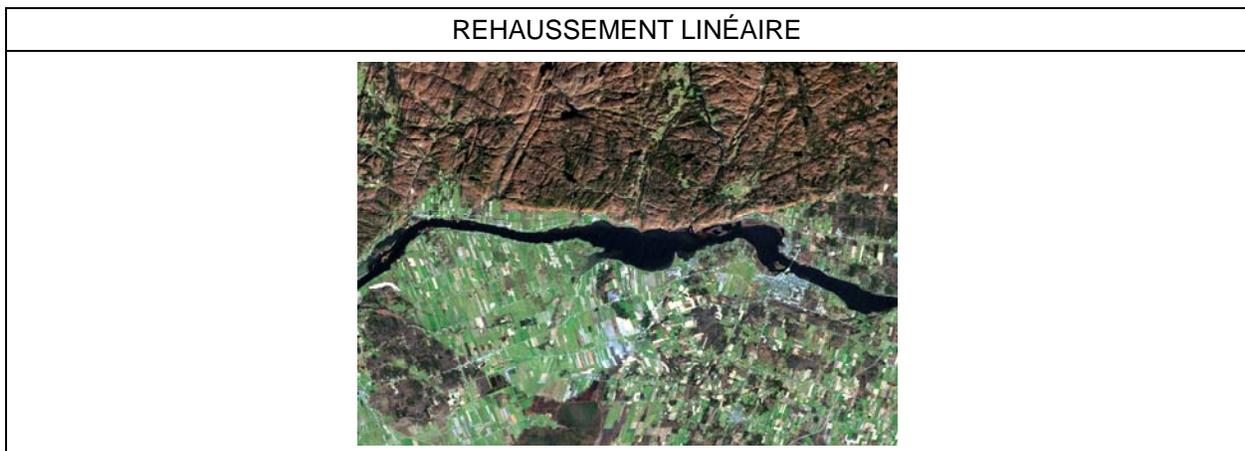
Le produit CanImage est disponible en appliquant le rehaussement avec étalement linéaire. Le rehaussement d'une image sert à améliorer le contraste de données (valeurs radiométriques) afin d'en faciliter son interprétation. Un large éventail d'algorithmes d'amélioration du contraste existe sur le marché.

Différentes commandes du logiciel PCI Geomatics sont employées pour réaliser le rehaussement. Durant le rehaussement linéaire, le premier et le dernier 2 % des pixels de l'image sont laissés de côté. Il s'agit d'une approche standard d'amélioration du contraste utilisée en télédétection/traitement numérique d'images qui permet d'éliminer les effets de bordure.

L'application de différents algorithmes de rehaussement d'image fournit des résultats tous aussi variés (voir exemple 6). Le choix du rehaussement à appliquer est donc celui de l'utilisateur des données. Cette sélection est normalement fonction des éléments d'interprétation désirés.

Exemple 6

Rehaussement linéaire des bandes spectrales du visible (3, 2, 1)
Extrait du fichier CanImage 031G10



Source : SNRC = 031G10 (Hawkesbury, Ontario, Canada), bandes spectrales : 3, 2, 1, projection UTM
Ortho-image Landsat 7 => orbite : 015, rangée : 028, date de prise de la scène : 1999-11-01

3.8. Composition colorée de 24 bits

Le produit contient une combinaison des bandes spectrales 3, 2 et 1. Certaines combinaisons correspondent à des champs d'application précis ou à des solutions standards. À titre d'exemple :

	Bandes spectrales	Nos de bande	Description (éléments de visualisation)
A	rouge, vert, bleu	3, 2, 1	Vraies couleurs qui fait ressortir ce qui est visible et plus particulièrement l'infrastructure
B	infrarouge, rouge, vert	4, 3, 2	Visualisation de la forêt, de l'hydrographie et des sols nus
C	infrarouge moyen, panchromatique, rouge	5, 8, 3	Cette combinaison est complémentaire à celle au point A

Chaque bande représente une radiométrie de 8 bits (valeurs de 0 à 255). La combinaison des trois bandes forme une composition colorée RGB (ou rouge, vert, bleu) de 24 bits.

3.9. Qualité des données

La qualité du produit peut varier selon la date de prise de la scène satellitaire source. Elle dépend de la localisation géographique des données traitées (au nord, au sud, etc.) et de son contenu (montagne, étendue d'eau, végétation, champs en culture, milieu urbain, etc.). Elle est également influencée par la présence d'éléments naturels non souhaités comme : la neige, la glace, le verglas et le voile de nuages. Les étendues d'eau couvrant la majeure partie du jeu de données peuvent modifier la qualité du produit à cause des profondeurs variables le long du littoral, de la présence de sédiments ou de vagues. L'aspect visuel du produit est donc différent pour tous les jeux de données du SNRC au Canada.

3.10. Fichier CanImage en format GeoTIFF

Le format du fichier de sortie du produit est GeoTIFF³ (*Georeference Tagged Image File Format* (.tif)) de type R (RGB ou rouge, vert, bleu). Le format GeoTIFF permet d'emmagasiner différentes bandes spectrales référencées spatialement dans un seul fichier. Pour le produit CanImage, les bandes spectrales 3, 2 et 1 sont stockées dans les canaux d'affichage RGB (rouge, vert, bleu). De cette façon, les utilisateurs ne possédant pas de logiciels spécialisés en traitement numérique d'images peuvent tout de même visualiser le produit dans la très grande majorité de logiciels de dessins et dans tous les logiciels de géomatique.

Le nom des fichiers CanImage correspond au numéro du SNRC à l'échelle du 1/50 000 couvert. Par exemple, le jeu de données 031G08 aura comme nom de fichier GeoTIFF : 031g08_<édition>_<version>.tif.

La dimension des fichiers GeoTIFF contenant la combinaison des trois bandes spectrales 3, 2 et 1 varie de 15 à 20 méga-octets. La compression du fichier (.zip) réduit sa dimension d'environ 30 à 50 %.

³ Pour plus d'informations concernant le format GeoTIFF veuillez consulter le site internet : <http://www.remotesensing.org/geotiff/geotiff.html>.