

**Mosaïque du
Modèle numérique d'élévation de
haute résolution
(Mosaïque MNEHR)**

**- Série CanÉlévation –
Spécifications de produit**

Édition 1.1

2022-11-15

**Gouvernement du Canada
Ressources naturelles Canada**

Téléphone : +01-819-564-4857 / 1-800-661-2638 (Canada et É.-U.)

Télécopieur : +01-819-564-5698

Courriel : geoinfo@nrcan-rncan.gc.ca

URL : <https://open.canada.ca/fr/cartes-ouvertes>

Avis de droit d'auteur

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, Ressources naturelles Canada.
Tous droits réservés.

HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Date	Version	Description
2020-12-01	1.0	Version originale
2022-11-15	1.1	Uniformisation de diverses sections avec les autres spécifications de la Série CanÉlévation.
2024-08-20	1.2	Ajout des collections STAC.

ACRONYMES

CGVD28	Système canadien de référence altimétrique de 1928 (Canadian Geodetic Vertical Datum of 1928)
CGVD2013	Système canadien de référence altimétrique de 2013 (Canadian Geodetic Vertical Datum of 2013)
DNGI	Densité nominale globale des impulsions
ISO	Organisation internationale de normalisation (International Organization for Standardization)
Lidar	De l'expression de langue anglaise « Light Detection and Ranging »
MNE	Modèle numérique d'élévation
MNEHR	Modèle numérique d'élévation de haute résolution
MNS	Modèle numérique de surface
MNT	Modèle numérique de terrain
NAD83 (SCRS)	Système de référence nord-américain de 1983 (Système canadien de référence spatiale)
NMM	Niveau moyen des mers
RNCan	Ressources naturelles Canada
TIN	Réseau triangulé irrégulier (Triangular Irregular Network)
WCS	Service de couverture Web (Web Coverage Service)
WGS84	Système géodésique mondial de 1984 (World Geodetic System 1984)
WMS	Service de cartes Web (Web Map Service)

TERMES ET DÉFINITIONS

Altitude (élévation) orthométrique

C'est l'altitude d'un point par rapport au géoïde. Elle est mesurée dans la direction du fil à plomb, c'est-à-dire dans la direction de la perpendiculaire aux surfaces équipotentielles.

ArcticDEM

ArcticDEM est une initiative publique-privée entre les organisations National Geospatial-Intelligence Agency et National Science Foundation visant à produire automatiquement un MNS à haute résolution et de grande qualité de l'Arctique à l'aide d'images stéréographiques optiques, de système informatique haute performance et de logiciels de photogrammétrie libres (Open Source). Le produit est une collection de bandes de MNE dépendantes du temps et une mosaïque de terrain continu qui peuvent être distribuées sans restriction. Les MNEs ont été créés à partir d'imagerie de Digital Globe inc. et financés par les bourses 1043681, 1559691 et 1542736 de National Science Foundation.

CanÉlévation

Série de produits d'élévation créée pour appuyer la Stratégie nationale de données d'élévation mise en œuvre par Ressources naturelles Canada (RNCAN).

Densité nominale globale des impulsions (DNGI)

La densité nominale globale des impulsions (DNGI) est une variante de la densité nominale des impulsions qui exprime la densité totale attendue ou réelle des impulsions dans un secteur donné et découlant de survols multiples de l'instrument de détection et de télémétrie par ondes lumineuses (lidar), ou d'un survol unique d'une plateforme comprenant plusieurs capteurs lidar, au-dessus d'un même secteur. À tout autre égard, la DNGI est identique à la densité nominale des impulsions (DNI). Lors d'une collecte de données par passage unique, la DNGI et la DNI seront équivalentes.

Lidar

De l'expression en langue anglaise « Light Detection and Ranging ». Il s'agit d'une méthode de télédétection qui utilise la lumière sous forme de laser pulsé pour mesurer les distances (distances variables) à la Terre.

Réseau hydrographique national

Le Réseau hydrographique national (RHN) vise à fournir une description géométrique de qualité et un ensemble d'attributs de base décrivant les eaux de surface intérieures du Canada. Il fournit des données géospatiales numériques, conformément à la Norme RHN, tel que lacs, réservoirs, cours d'eau (fleuves, rivières et ruisseaux), canaux, îles, réseau linéaire de drainage, toponymes, constructions et obstacles associés aux eaux de surface, etc. Les meilleures données fédérales et provinciales sont utilisées pour sa production, laquelle s'effectue conjointement par le fédéral et les partenaires des provinces et territoires intéressés. Le RHN est créé à partir de données existantes à l'échelle de 1/50 000 ou mieux.

Métadonnées

Les métadonnées résument l'information de base à propos des données, ce qui peut faciliter la découverte et le travail avec les jeux de données.

Modèle numérique d'élévation (MNE)

Représentation numérique du relief constituée d'une matrice de valeurs d'élévations relatives à une surface de référence commune et correspondant à un réseau régulier de points de la surface terrestre. Ces élévations peuvent être celles du sol ou de toute autre surface réfléchissante.

Modèle numérique de surface (MNS)

Représentation de la surface de la Terre incluant la végétation et les structures créées par l'homme. Le modèle numérique de surface (MNS) fournit la hauteur de la végétation, de la canopée et des structures par rapport au datum vertical.

Modèle numérique de terrain (MNT)

Représentation de la surface du sol nu sans aucun objet comme la végétation et les structures créées par l'homme. Le modèle numérique de terrain (MNT) fournit la hauteur du sol par rapport au datum vertical.

Modèle numérique d'élévation de haute résolution (MNEHR)

Le produit Modèle numérique d'élévation de haute résolution (MNEHR) fait partie de la Série CanÉlévation créée pour appuyer la Stratégie nationale d'élévation mise en oeuvre par RNCan. Il inclut un Modèle numérique de terrain (MNT), un Modèle numérique de surface (MNS) et d'autres données dérivées. Comme les données sont acquises par projet, il n'y a pas d'intégration et d'ajustement vertical entre les projets. Les tuiles sont alignées entre elles seulement à l'intérieur d'un même projet.

Nuage de points lidar

Le nuage de points lidar est le produit de données principal d'un système lidar. Dans sa forme la plus élémentaire, un nuage de points bruts lidar est un ensemble de mesures de la distance et de paramètres d'orientation du capteur. Après le traitement initial, la distance et l'orientation associées à chacune des impulsions laser sont converties en une position dans un cadre tridimensionnel de référence. Dans sa forme finale, les points du nuage de points lidar sont classifiés en fonction de diverses classes comme le sol, le bruit, les bâtiments et les structures de ponts. Ce nuage de points classifiés et cohérents dans l'espace constitue la base en vue d'un traitement et d'une analyse plus poussés. De façon générale, le nuage de points comprend habituellement le premier retour, le dernier retour et les retours intermédiaires pour chacune des impulsions laser émises.

Service de couverture Web (WCS)

Interface de service normalisé permettant l'accès aux données de couvertures. Ce service permet d'interagir avec les données en fournissant l'information détaillée des données.

Service de cartes Web (WMS)

Interface de service normalisé permettant la visualisation des données sous forme de carte statique. Ce service permet uniquement la visualisation des données. L'information détaillée des données n'est pas disponible.

Système canadien de référence altimétrique de 2013 (CGVD2013)

Le système canadien de référence altimétrique de 2013 (CGVD2013) est le standard de référence pour les altitudes à travers le Canada. Ce système a remplacé le Système canadien de référence altimétrique de 1928 (CGVD28). Pour plus d'information sur le CGVD2013, visitez la ressource suivante: <https://www.rncan.gc.ca/cartes-outils-et-publications/systemes-referance-geodesiques/le-systeme-canadien-referance-spatiale-scrs/9053>

Système de référence nord-américain de 1983 SCRS (NAD83(SCRS))

Le système de référence nord-américain de 1983 SCRS (NAD83(SCRS)) est le système officiel de référence géométrique au Canada. Le NAD83(SCRS) est une représentation 3D dynamique du NAD83(Original) adaptée au Canada. RNCan maintient le NAD83(SCRS) aligné sur la plaque nord-américaine à l'aide d'une estimation du mouvement de la plaque. Pour plus d'information sur le NAD83(SCRS), visitez la ressource suivante: <https://www.rncan.gc.ca/cartes-outils-et-publications/systemes-referance-geodesiques/le-systeme-canadien-referance-spatiale-scrs/9053>

TABLE DES MATIÈRES

ACRONYMES	iv
TERMES ET DÉFINITIONS	v
1. Aperçu	1
1.1 Titre.....	1
1.2 Date de référence	1
1.3 Responsable du produit.....	1
1.4 Langue	1
1.5 Description informelle du produit	1
2. Identification des données	3
2.1 Résolution spatiale.....	3
2.2 Langue	3
2.3 Jeu de caractères	3
2.4 Catégories de sujets	3
2.5 Rectangle géographique englobant.....	3
2.6 Description géographique.....	3
2.7 Étendue.....	4
2.8 Information supplémentaire	4
2.8.1 Élévation	4
2.8.2 Étendues d'eau	4
2.8.3 Zones vides.....	4
2.8.4 Contrôle de la qualité	5
3. Caractéristiques géospaciales	5
3.1 Type de représentation spatiale	5
3.2 Représentation spatiale	5
3.3 Couverture et continuité.....	5
3.4 Résolution	5
3.5 Segmentation des données	6
4. Modèle de données	7
5. Dictionnaire de données / Catalogue d'entités	7
6. Système de référence	7
6.1 Système de référence planimétrique	7
6.1.1 Système de coordonnées planimétriques	7
6.1.2 Unité de mesure planimétrique (unités axiales du système de coordonnées).....	7
6.2 Système de référence altimétrique	7
6.2.1 Unité de mesure altimétrique (unités axiales du système de coordonnées).....	7
7. Qualité des données	7

7.1	Portée	7
7.2	Généalogie.....	8
7.3	Intégralité	8
7.4	Cohérence logique.....	8
7.5	Exactitude du positionnement.....	8
7.6	Précision temporelle	9
7.7	Précision thématique (attributs)	9
8.	Métadonnées.....	9
9.	Présentation des données/Format de transfert des données/Modèle physique	9
10.	Acquisition et maintenance des données.....	9
11.	Livraison de la Mosaïque MNEHR.....	9
11.1	Information relative au format	9
11.2	Information relative au support	10
11.3	Utilisation des données et restrictions	10
11.4	Extraction des données	10
11.4.1	Arborescence des répertoires.....	10
11.4.2	Identifiant des tuiles	10
11.5	Données dérivées	10
11.5.1	Carte de relief ombré	10
11.5.1	Carte de relief coloré	11
11.5.2	Carte de pente	11
11.5.3	Carte d'aspect.....	Error! Bookmark not defined.
11.6	Mosaïque en format <i>Cloud Optimized GeoTIFF (COG)</i>	11
11.6.1	Découverte des données	12
11.6.2	Ressources disponibles	13

1. Aperçu

1.1 Titre

Mosaïque du modèle numérique d'élévation de haute résolution : Spécifications du produit

1.2 Date de référence

2022-11-15

1.3 Responsable du produit

Ressources naturelles Canada
Secteur de la politique stratégique et de l'innovation
Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre
Service à la clientèle

Téléphone : +01-819-564-4857 / sans frais : 1-800-661-2638 (Canada et États-Unis)

Télécopieur : +01-819-564-5698

Courriel : geoinfo@nrca-nrcan.gc.ca

URL : <https://ouvert.canada.ca/fr/cartes-ouvertes>

1.4 Langue

Langues dans lesquelles les spécifications du produit sont disponibles selon la norme ISO 639-2 :

fra – Français

eng – Anglais

1.5 Description informelle du produit

L'élévation est un thème essentiel de l'information géographique fournie par Ressources naturelles Canada (RNCAN) aux Canadiens. Les nouvelles technologies, y compris les données lidar, offrent la possibilité d'améliorer les informations, les produits et les services d'élévation. Les besoins en données d'élévation continuent de croître et deviennent plus spécialisés, et les technologies d'acquisition pour ce type de données deviennent de plus en plus accessibles et performantes.

Ces spécifications de produit portent sur la Mosaïque du modèle numérique d'élévation de haute résolution qui offre une représentation unique et continue des données d'élévation de haute résolution disponibles au pays. La mosaïque est disponible pour le modèle numérique de terrain (MNT) et le modèle numérique de surface (MNS) à partir de services de cartographie web. Elle fait partie de la Série CanÉlévation créée pour appuyer la Stratégie nationale de données d'élévation mise en oeuvre par RNCAN. Cette stratégie vise à accroître la couverture du Canada en données d'élévation de haute résolution et à augmenter l'accessibilité des produits.

La stratégie d'acquisition comporte deux principales composantes : le nord et le sud de la limite de forêt productive (voir figure 1). La limite de forêt productive est utilisée pour séparer les parties nord et sud du pays. Cette ligne est approximative et peut changer selon les besoins.

En raison de la grande similitude entre les jeux de données MNS et MNT au nord du pays et à la faible densité de végétation et d'infrastructures, seuls les jeux de données MNS sont générés au nord de la limite de forêt productive. Ceci devrait satisfaire les nombreux besoins concernant la géologie, l'adaptation au changement climatique, les risques naturels et le support à l'étude du plateau continental polaire. Les données du projet ArcticDEM sont utilisées par RNCAN pour la partie Nord de la Stratégie. Ces jeux de données sont générés à partir d'autocorrélation d'images satellitaires optiques à haute résolution. À l'occasion, des données lidar aéroporté peuvent être acquises dans le nord pour répondre aux besoins de certains projets. Dans ce cas les jeux de données MNS et MNT sont générés.

Dans la partie sud du pays (au sud de la limite de forêt productive), des données d'élévation plus précises telles que les données lidar aéroporté sont nécessaires pour l'inventaire des forêts, la surveillance côtière, la cartographie des plaines inondables, l'agriculture de précision, les infrastructures, etc. Le gouvernement fédéral travaille présentement en partenariat avec les provinces et territoires pour libérer les données lidar aéroporté existantes et participer à de nouvelles acquisitions. Les jeux de données MNS et MNT de cette région sont produits à partir des données lidar aéroporté

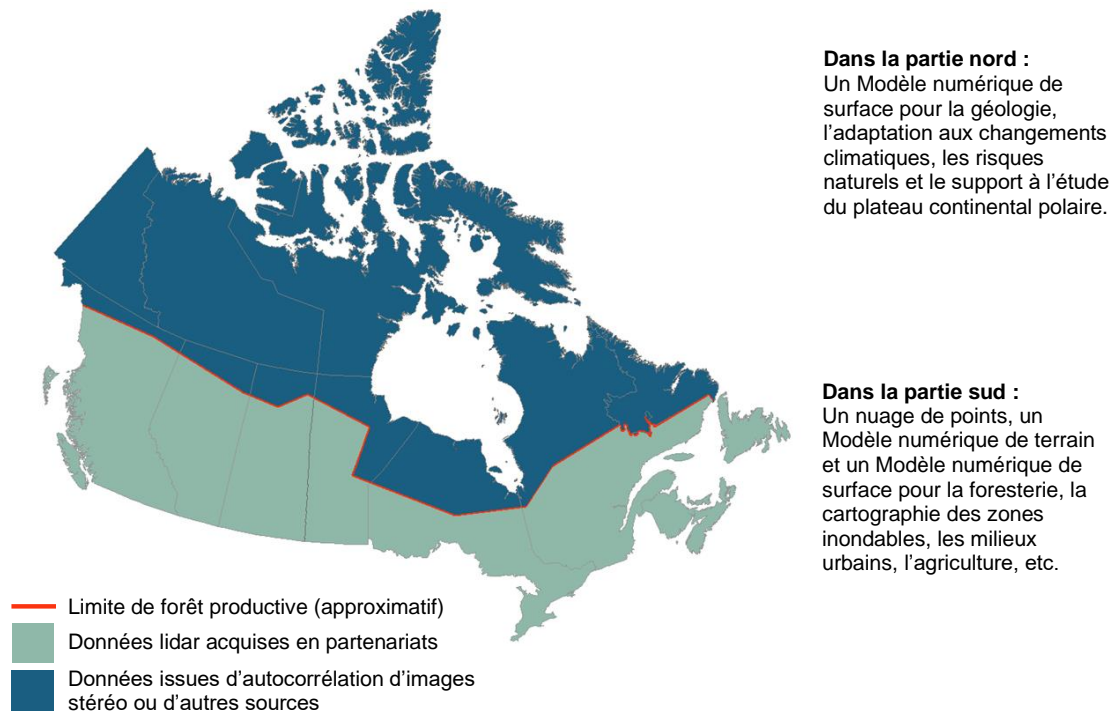


Figure 1: Plan général d'acquisition de la stratégie d'élévation

Contrairement au produit MNEHR de la même série qui est distribué par projet d'acquisition sans intégration entre les projets, la mosaïque est créée dans le but de fournir une représentation unique et continue des données de la stratégie. Les jeux de données les plus récents pour un territoire donné sont utilisés pour générer la mosaïque.

Cette mosaïque est diffusée grâce à la Plateforme de cube de données, mise en place par RNCAN et qui utilise des technologies de gestion de mégadonnées géospatiales. Ces technologies permettent une visualisation rapide et efficace de données géospatiales à haute résolution et permettent de générer rapidement des produits dérivés dynamiquement. La mosaïque est disponible à partir de services web cartographiques Web Map Services (WMS) et Web Coverage Services (WCS). Les données accessibles comprennent le modèle numérique de terrain (MNT), le modèle numérique de surface (MNS) ainsi que des produits dérivés tels que le relief ombré, la pente et l'aspect. La mosaïque est référencée au Système canadien de référence altimétrique de 2013 (CGVD2013) qui est le standard de référence pour les altitudes orthométriques à travers le Canada.

Pour plus d'informations sur le produit MNEHR, consultez la [Spécification de produit](#).

2. Identification des données

2.1 Résolution spatiale

La résolution spatiale des données du produit varie selon l'étendue de la région demandée par l'utilisateur et la source des données. Les données du produit Mosaïque MNEHR sont offertes à une résolution de base de 1 m ou 2 m selon la source utilisée. Cette résolution de base correspond à la meilleure résolution disponible. Cependant, en raison de contraintes relatives à la taille des jeux de données, la résolution à l'extraction peut être moindre que la résolution de base, en fonction de l'étendue de la région à extraire. Voir la section 3.4 pour plus de détails.

2.2 Langue

SANS OBJET

2.3 Jeu de caractères

SANS OBJET

2.4 Catégories de sujets

Selon le Thésaurus des sujets de base du gouvernement du Canada, le produit Mosaïque MNEHR est classé selon le mot-clé suivant :

- Données numériques d'élévation

Mots-clés en texte libre :

- Carte d'aspect
- Carte de pente
- Carte de relief couleur
- Carte de relief ombré
- Lidar
- Modèle numérique d'élévation
- Modèle numérique de surface
- Modèle numérique de terrain
- Mosaïque de modèle numérique d'élévation de haute résolution

2.5 Rectangle géographique englobant

La production de la mosaïque MNEHR se fera sur une période de plusieurs années et couvrira le rectangle géographique englobant ou rectangle limite suivant :

- Coordonnée de délimitation ouest : 142° ouest (ou -142°)
- Coordonnée de délimitation est : 52° ouest (ou -52°)
- Coordonnée de délimitation nord : 84° nord (ou 84°)
- Coordonnée de délimitation sud : 41° nord (ou 41°)

2.6 Description géographique

La région géographique englobe les étendues de terre et d'eau du territoire du Canada. Dans certains cas, la couverture d'un projet peut s'étendre à d'autres juridictions.

2.7 Étendue

Le domaine vertical d'un jeu de donnée est l'étendue des valeurs d'élévation comprises entre la plus élevée et la plus basse pour ce jeu de données. L'étendue suivant la verticale est exprimée en mètres et au Canada l'élévation maximum est de 5 959 mètres (Mont Logan).

2.8 Information supplémentaire

2.8.1 Élévation

Les valeurs d'élévation de la mosaïque MNT représentent la surface du sol sans aucun objet comme la végétation et les structures créées par l'homme.

Les valeurs d'élévation de la mosaïque MNS représentent la surface au-dessus de la végétation (canopée) et les structures créées par l'homme.



Figure2 : Représentations de MNT (DTM) et MNS (DSM) (source : Wikipédia)

2.8.2 Étendues d'eau

Données sources provenant de données lidar aéroporté :

En raison des propriétés du lidar utilisé, les impulsions sont absorbées par l'eau, réduisant ainsi la densité de points dans les étendues d'eau. Les MNEs dérivés des points lidar, générés sans ligne de cassure (breakline), représentent les étendues d'eau avec des artefacts et des données nulles (void data) découlant de l'interpolation et du processus de remplissage affectant ainsi la précision.

Données sources provenant d'imagerie optique :

En raison des conditions de surface lors de l'acquisition de l'imagerie optique, plusieurs étendues d'eau contiennent des artefacts, des zones de forte rugosité ou des secteurs sans donnée sur le MNS brut ArcticDEM à 2 m de résolution.

Lors de l'intégration de ces MNS dans le produit lorsque possible, un aplanissement des lacs a été effectué à l'aide de couches vectorielles du [Réseau hydrographique national](#). Pour ce faire, l'élévation minimum trouvée en bordure d'un lac a été attribuée à tous les pixels localisés à l'intérieur des limites du lac. Les petites zones sans données restantes en bordure de lacs ont ensuite été remplies par interpolation de pixels à partir des pixels valides autour de la limite des zones. En ce qui a trait aux rivières, les zones de forte rugosité identifiées à l'intérieur de celles-ci ont été converties en zones vides.

2.8.3 Zones vides

Pour les données sources accessibles via le service WCS, les zones vides (pour lesquelles il n'y a pas de données) sont représentées par des valeurs d'élévation de -32 767.

Les produits générés à partir de données lidar aéroporté peuvent contenir des pixels vides aux endroits où il y a un manque de données lidar. L'absence de points est causée par l'absorption du signal lidar par les surfaces, l'obstruction du signal lidar, une panne d'instrument ou un problème de planification de vol.

Lorsque les données sources sont des images optiques, les obstructions atmosphériques et les conditions environnementales telles que les nuages, le brouillard, les ombres, les forts reliefs et la poussière empêchent l'obtention de données d'élévation de grande qualité. Les eaux libres, la végétation et l'homogénéité du sol peuvent également causer des vides ou des artefacts.

2.8.4 Contrôle de la qualité

Le contrôle de la qualité des données lidar est assuré par le partenaire responsable de son acquisition, ou par RNCan lorsque ce dernier est responsable de l'acquisition lidar. De ce fait, les données ne sont pas homogènes entre les projets.

Le contrôle de la qualité des données MNEHR utilisé pour la création de la mosaïque ainsi que le contrôle de la qualité de la mosaïque MNEHR sont effectués de manière visuelle par RNCan.

3. Caractéristiques géospatiales

3.1 Type de représentation spatiale

Le format matriciel est utilisé pour représenter les données altimétriques.

3.2 Représentation spatiale

La mosaïque MNEHR est représentée par des données matricielles qui renferment un nombre variable de pixels correspondant à des élévations en fonction de l'étendue de la région sélectionnée et la source des données.

3.3 Couverture et continuité

La couverture complète du territoire canadien est mise en place graduellement. La mosaïque est traitée et rendue disponible au fur et à mesure de l'acquisition des données lidar et de la création des MNEHR. Contrairement au produit MNEHR de la même série qui est distribué par projet d'acquisition sans intégration entre les projets, la mosaïque est créée dans le but de fournir une représentation unique et continue des données de la stratégie. Lorsque des données récemment acquises superposent d'anciens jeux de données, les données récentes remplacent les plus anciennes.

3.4 Résolution

Les données du produit Mosaïque MNEHR sont offertes à une résolution de base de 1 m ou 2 m selon la source utilisée. Cette résolution de base correspond à la meilleure résolution disponible.

Les jeux de données sources générés à partir de données lidar aéroporté sont offerts à une résolution de base de 1 m ou 2 m selon la densité des données sources. Lorsque la DNGI des données lidar est supérieure ou égale à 2 impulsions par m² les données du produit sont à une résolution de base de 1 m. Lorsque la DNGI des données lidar est inférieure à 2 impulsions par m², les données du produit sont à une résolution de base de 2 m. Cependant, pour des fins de traitement, la grille des données à 2 m a été redéfinie à 1 m de résolution en utilisant le rééchantillonnage du voisin le plus proche.

Lorsque les données sources sont des images optiques, les données sont offertes à une résolution de base de 2 m.

Les données du produit Mosaïque MNEHR sont disponibles selon les résolutions du tableau 1. Les résolutions sont générées en appliquant successivement un rééchantillonnage bilinéaire à partir de la résolution de base. En raison de contraintes relatives à la taille des jeux de données, la résolution à l'extraction varie selon l'étendue de la région demandée par l'utilisateur et peut être différente des résolutions disponibles. Le cas échéant, un rééchantillonnage bilinéaire est également appliqué.

Niveau	Résolution (m)	Échelle approximative
0	32 768	1:150 million
1	16 384	1:70 million
2	8 192	1:35 million
3	4 096	1:15 million
4	2 048	1:10 million
5	1 024	1:4 million
6	512	1:2 million
7	256	1:1 million
8	128	1:500 000
9	64	1:250 000
10	32	1:150 000
11	16	1:70 000
12	8	1:35 000
13	4	1:15 000
14	2	1:8 000
15	1	1:4 000

Tableau 1. Disponibilité des données du produit Mosaïque selon la résolution

3.5 Segmentation des données

SANS OBJET

4. Modèle de données

SANS OBJET

5. Dictionnaire de données / Catalogue d'entités

Le Modèle de métadonnées utilisé pour la Mosaïque MNEHR est le même que le [Modèle de métadonnées MNEHR](#). Il fournit de l'information sur les attributs des polygones de métadonnées qui décrivent la ressource.

6. Système de référence

6.1 Système de référence planimétrique

6.1.1 Système de coordonnées planimétriques

Le système de coordonnées planimétriques utilisé est le système canadien de référence spatiale (NAD83 (SCRS) / Canada Atlas Lambert) (EPSG : 3979). La mosaïque est aussi disponible sous les projections suivantes pour les services WMS et WCS :

- WGS 84 / World Geodetic System 1984 (EPSG : 4326)
- WGS 84 / Pseudo-Mercator (EPSG : 3857)

Plusieurs autres projections sont disponibles pour le service WMS. L'information est disponible avec la requête GetCapabilities suivante du service de cartographie web:

<https://datacube.services.geo.ca/ows/elevation?service=wms&request=GetCapabilities>

6.1.2 Unité de mesure planimétrique (unités axiales du système de coordonnées)

Le mètre est utilisé.

6.2 Système de référence altimétrique

Les élévations sont orthométriques et exprimées par rapport au Système canadien de référence altimétrique de 2013 (CGVD2013) (EPSG : 6647).

Source : <https://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/geomatique/systemes-referance-geodesique/9055>.

6.2.1 Unité de mesure altimétrique (unités axiales du système de coordonnées)

L'unité de mesure pour stocker les données suivant la verticale est le mètre. Les élévations sont exprimées en nombres à virgule flottante.

7. Qualité des données

7.1 Portée

SANS OBJET

7.2 Généalogie

Données sources provenant de données lidar aéroporté :

Les jeux de données MNT, utilisés pour créer la mosaïque MNT, sont générés à partir de données lidar en utilisant seulement les points de classification sol et eau. L'algorithme utilisé crée un TIN temporaire à partir de la triangulation des points lidar puis transforme le TIN en données matricielles pour créer un MNT. Les petites zones sans données sont remplies par interpolation de pixel à partir des pixels valides autour de la limite des zones.

Les jeux de données MNS, utilisés pour créer la mosaïque MNS, sont générés à partir de données lidar en utilisant seulement les points les plus hauts. L'algorithme utilisé crée un TIN temporaire à partir de la triangulation des points lidar puis transforme le TIN en données matricielles pour créer un MNS. Les petites zones sans données sont remplies par les valeurs de pixels du MNT.

Données sources provenant d'imagerie optique :

Les jeux de données MNS, utilisés pour créer la mosaïque MNS au Nord, à 2 m de résolution sont créés par le Polar Geospatial Center (Université du Minnesota) à partir des meilleurs MNS par couple stéréographique (résolution de 2 m) qui ont été alignés et fusionnés pour réduire les zones vides et les artefacts dus à l'intégration horizontale. Les données altimétriques ICESat ont été appliquées au fichier matriciel pour améliorer l'exactitude absolue. Les MNS par couple stéréographique ont été préalablement générés en appliquant les techniques d'autocorrélation d'images satellites optiques de haute-résolution (voir l'article de Noh et Howat (2017)* pour plus de renseignements sur l'algorithme). Lors de l'intégration au produit MNEHR, les MNS à 2 m de résolution ont subi des transformations dans les étendues hydrographiques, tel qu'expliqué à la section 2.8.2, et les élévations ont été converties dans le datum CGVD2013.

* Noh, M. J., & Howat, I. M. (2017). The Surface Extraction from TIN based Search-space Minimization (SETSM) algorithm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 129, 55-76.

7.3 Intégralité

SANS OBJET

7.4 Cohérence logique

Des différences marquées d'élévation peuvent être observées dans la mosaïque à la jonction de certains projets lorsque ceux-ci ont été acquis à des dates différentes. Ces différences seront plus marquées sur les cours d'eau et au-dessus de la canopée.

7.5 Exactitude du positionnement

Pour la mosaïque MNEHR dérivé du lidar, les exactitudes inscrites dans la *File Geodatabase* de métadonnées d'un projet (voir section 8) sont celles de la donnée lidar des projets utilisés pour la création des données du produit mosaïque MNEHR. Généralement, les données du produits MNEHR générés à partir de données lidar aéroporté ont une exactitude meilleure que 1 m.

Pour le Nord de la mosaïque qui est généré à partir du projet ArcticDEM, la valeur d'exactitude est l'exactitude verticale du MNS à 90% de niveau de confiance ($LE_{90} = \text{Écart-type} \times 1.6449$), soit 1,6 m. Dans cette formule, l'écart-type provient de Candela et al. (ArcticDEM Validation and Accuracy Assessment, Conférence AGU, Décembre 2017) et correspond à l'écart-type de la différence entre des MNS ArcticDEM et des points lidar (satellite ICESat et points lidar G-LiHT de la NASA). La précision verticale est moins bonne en bordure des étendues d'eau étant donné l'aplanissement effectué à l'aide du Réseau hydrographique national.

7.6 Précision temporelle

SANS OBJET

7.7 Précision thématique (attributs)

SANS OBJET

8. Métadonnées

Le produit Mosaïque MNEHR possède un enregistrement de métadonnées conforme au *Profil nord-américain de la norme ISO 19115:2003 – Information géographique – Métadonnées*.

Les métadonnées du produit Mosaïque MNEHR sont composées de polygones et d'attributs. Elles sont distribuées en format ESRI File Geodatabase (.gdb). Les attributs fournis avec les polygones sont divisés en trois catégories. Entre autres, chaque catégorie traite de :

- Métadonnées
 - Étendue temporelle
 - Description
 - Résumé
 - Titre
 - Exactitudes planimétrique et altimétrique
- Contraintes légales
 - Restriction d'utilisation
 - Type de contrainte légale
 - Type de restriction
- Source
 - Description
 - Titre
 - Série
 - Nom de l'organisation

Voir la section 5 pour le modèle complet de ces métadonnées.

9. Présentation des données/Format de transfert des données/Modèle physique

SANS OBJET

10. Acquisition et maintenance des données

SANS OBJET

11. Livraison de la Mosaïque MNEHR

11.1 Information relative au format

La mosaïque est disponible sous forme de service de cartographie web (Service de cartes Web (WMS) et Service de couverture Web (WCS)) respectant les standards de l'Open Geospatial Consortium (OGC) (<https://www.ogc.org/standards>). Les services sont hébergés dans la Plateforme de cube de données de RNCAN qui utilise des technologies de gestion de mégadonnées géospatiales (<https://datacube.services.geo.ca/ows/elevation>).

11.2 Information relative au support

SANS OBJET

11.3 Utilisation des données et restrictions

L'information relative à l'utilisation des données est détaillée dans la Licence du gouvernement ouvert - Canada (<http://ouvert.canada.ca/fr/licence-du-gouvernement-ouvert-canada>).

11.4 Extraction des données

Les données sources de la mosaïque peuvent être extraites pour une zone désirée via le service WCS.

11.4.1 Arborescence des répertoires

Comme la mosaïque est disponible sous forme de services de cartographie web, le répertoire contient uniquement les documents et les données en lien avec les métadonnées et les spécifications du produit. Ceux-ci sont découvrables sur le répertoire de téléchargement suivant :

http://ftp.maps.canada.ca/pub/elevation/dem_mne/HRDEMmosaic_mosaiqueMNEHR

Le répertoire contient les éléments ci-dessous :

- Metadata_HRDEMmosaic_mosaiqueMNEHR_DSM_MNS.gdb
- Metadata_HRDEMmosaic_mosaiqueMNEHR_DTM_MNT.gdb
- HRDEM_Mosaic_Product_Specification.pdf
- Mosaïque_MNEHR_Specification_Produit.pdf

11.4.2 Identifiant des tuiles

SANS OBJET

11.5 Données dérivées

Des produits dérivés des mosaïques MNT et MNS sont également disponibles. Cette section décrit les produits dérivés qui sont accessibles via des services WMS et WCS. Les informations relatives à ces produits sont disponibles avec les requêtes GetCapabilities suivantes du service de cartographie web :

WMS: <https://datacube.services.geo.ca/ows/elevation?service=wms&request=GetCapabilities>

WCS: <https://datacube.services.geo.ca/ows/elevation?service=wcs&request=GetCapabilities>

11.5.1 Carte de relief ombré

Représentation du relief qui fait ressortir les variations d'illumination et d'ombrage suivant l'élévation et la pente, sous une source d'éclairage située dans une direction et à une hauteur donnée. Le résultat procure une image matricielle en tons de gris qui permet une visualisation réaliste de la topographie. Ce produit dérivé est disponible à la fois pour les mosaïques MNT et MNS. Cette couche est disponible uniquement pour le service de cartographie web WMS.

Paramètres

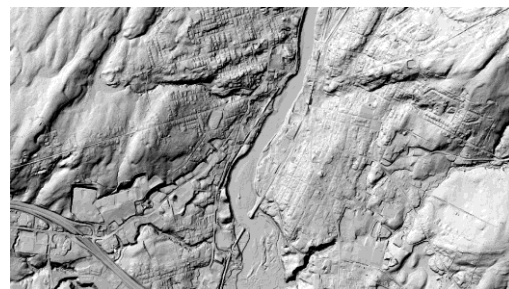


Figure 3: Carte de relief ombré d'un MNT

Azimut : Direction de la source lumineuse, entre 0 et 360, mesurée en degrés dans le sens horaire, à partir de la direction du nord.

Valeur par défaut : 315.

Hauteur : Direction verticale de la source lumineuse, mesurée de 0 (horizon) à 90 degrés (zénith).

Valeur par défaut : 45

Facteur z : Facteur d'exagération verticale.

Valeur par défaut : 5.



Figure 4 : Carte de relief ombré d'un MNS

11.5.1 Carte de relief coloré

Représentation du relief dans laquelle les élévations sont associées à des couleurs différentes suivant leur valeur. Le produit résultant est une image matricielle dont la gradation des couleurs reflète les élévations, conformément à une table de correspondance prédéfinie. Cette couche est distribuée à la fois pour les jeux de données MNT et MNS. Cette couche est disponible uniquement pour le service de cartographie web WMS.

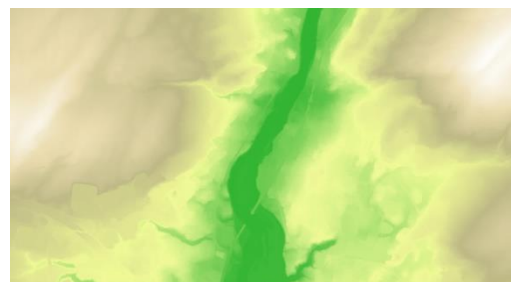


Figure 5 : Carte de relief coloré d'un MNT



Figure 6 : Carte de relief coloré d'un MNS

11.5.2 Carte de pente

Représentation dérivée du relief dans laquelle chaque pixel prend la valeur de la plus forte pente (la mesure de la variation en élévation par rapport à la distance, en degrés par rapport à l'horizontale) à l'endroit correspondant de la surface représentée. Cette couche est distribuée à la fois pour les jeux de données MNT et MNS et est disponible autant via le WMS que le WCS.



Figure 7 : Carte de pente

11.6 Mosaïque en format *Cloud Optimized GeoTIFF (COG)*

La mosaïque MNEHR est offerte sous forme d'une mosaïque de fichiers en format *Cloud Optimized GeoTIFF (COG)*. Le format COG permet une diffusion efficace des données, car les outils et les logiciels compatibles peuvent désormais accéder à distance uniquement les portions de données dont ils ont besoin, ce qui simplifie la gestion des données et améliore les temps d'accès. Le format COG étant directement basé sur le format GeoTIFF, il permet à tous les types de logiciels existants de lire ces fichiers sans aucune autre modification.

En raison du large volume de donnée, les fichiers COG de la mosaïque sont organisés en tuiles de 500 kilomètres par 500 kilomètres.

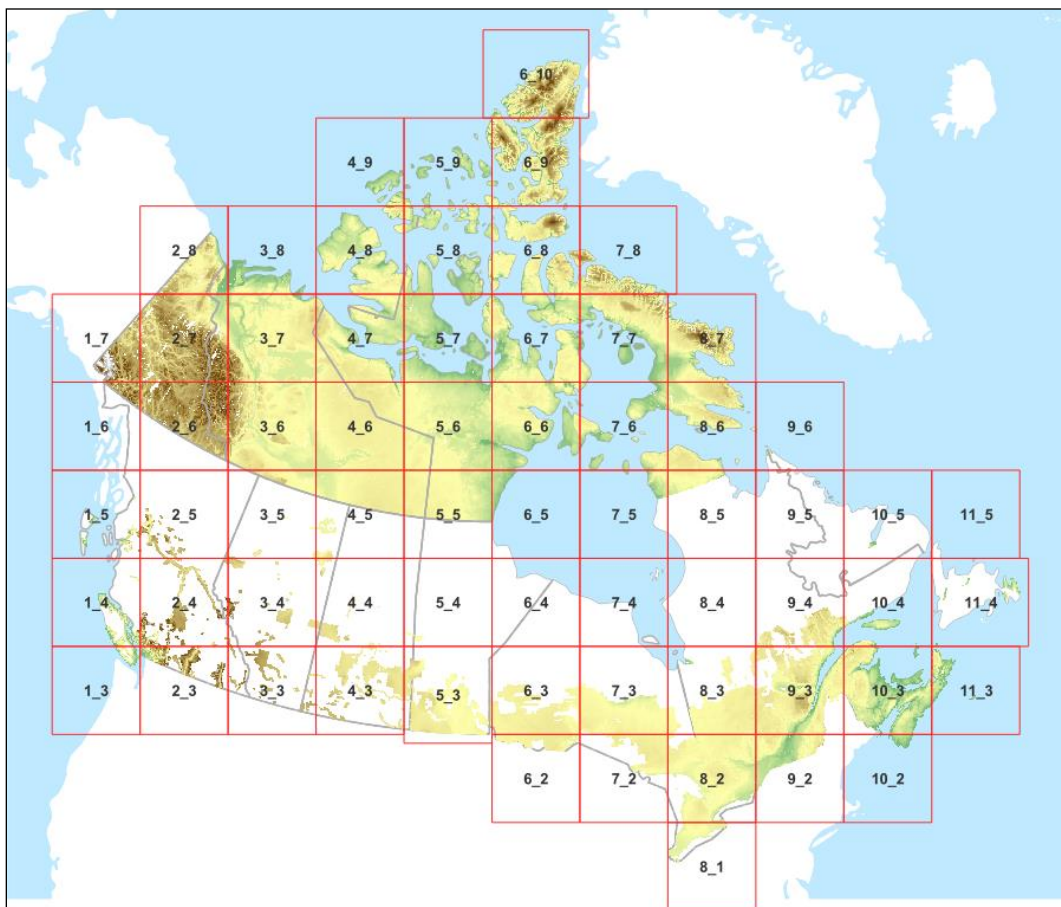


Figure 1 : Aperçu du schéma de tuile des collections COG de la mosaïque

Afin de permettre l'exploitation de cette donnée de façon continue et faciliter l'intégration avec des données d'autres sources disponibles à l'échelle nationale, la projection Lambert conique conforme (EPSG:3979) est le système de référence utilisée pour ces fichiers.

11.6.1 Découverte des données

La mosaïque peut être découverte et consultée à l'aide d'un service de catalogue compatible avec la spécification SpatioTemporal Asset Catalog (STAC). Ce type de catalogue permet de décrire les informations géospatiales dans un langage commun et d'effectuer des recherches spatio-temporelles à l'aide d'une interface de programmation d'application (API) normalisée.

Il y a présentement deux collections offertes pour ce produit soit :

- hrdem-mosaic-1m

Lien vers la collection STAC : <https://datacube.services.geo.ca/api/collections/hrdem-mosaic-1m>

Contiens un enregistrement par tuile de mosaïque à 1 mètre de résolution. Seuls les projets MNEHR disponibles à cette résolution font partie de cette version. Chaque item contient les liens permettant d'accéder aux fichiers de données.

- `hrdem-mosaic-2m`

Lien vers la collection STAC : <https://datacube.services.geo.ca/api/collections/hrdem-mosaic-2m>

Contiens un enregistrement par tuile de mosaïque à 2 mètres de résolution. Cette version inclut tous les projets MNEHR à 1 mètre (rééchantillonnés à 2 mètres de résolution) ainsi que les projets à 2 mètres de résolution. Chaque item contient les liens permettant d'accéder les fichiers de données.

11.6.2 Ressources disponibles

Les enregistrements des collections STAC offrent des ressources permettant d'accéder aux données. Les principales ressources sont des liens vers les fichiers COG ainsi que vers des fichiers de type Virtual Raster Layer (VRT). Ce dernier format est offert afin de permettre l'utilisation du COG sur les plateformes ne supportant pas le format COG. Voici les détails des ressources par collection.

11.6.2.1 Collection *hrdem-mosaic-1m*

Nom	Titre	Description
dsm	Modèle numérique de surface (COG)	Modèle numérique de surface.
dtm	Modèle numérique de terrain (COG)	Modèle numérique de terrain.
dsm-vrt	Modèle numérique de surface (VRT)	Modèle numérique de surface.
dtm-vrt	Modèle numérique de terrain (VRT)	Modèle numérique de terrain.
dsm-hillshade	Relief ombré du modèle numérique de surface (COG)	Relief ombré du modèle numérique de surface.
dtm-hillshade	Relief ombré du modèle numérique de terrain (COG)	Relief ombré du modèle numérique de terrain.
thumbnail	Aperçu	Aperçu du MNE
coverage	Couverture des données (GeoPackage)	Étendues vectorielles détaillées de la couverture des MNE
extent	Limite de l'étendue de la tuile mosaïque (GEOJSON)	Limite des données disponibles

11.6.2.2 Collection *hrdem-mosaic-2m*

Cette collection offre les mêmes ressources que la collection *hrdem-mosaic-1m*.