



Comité Canadien du système de référence géodésique

Modernisation des cadres de référence au Canada

C. Robin¹; G. Banham²; R. Berg³; M. Craymer¹; G. Cross⁴; B. Donahue¹; J. Harrietha¹; J. Huang¹; R. Messier Paquin⁵; R. Tardif¹; Y. Thériault⁵

¹Ressources Naturel Canada; ²Ministry of Environment and Parks, Alberta; ³Ministry of Transportation, Ontario; ⁴Service New Brunswick; ⁵Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec

RÉSUMÉ

Le National Geodetic Survey (NGS) des États-Unis prévoit adopter un nouveau cadre de référence géométrique pour les États-Unis en 2025 (NATRF2022), qui sera basé sur ITRF2020. Il est séparé du NAD83, le cadre actuellement adopté au Canada et aux États-Unis, par environ 1,5 mètre à la frontière canado-américaine (Figure 1). Les Levés géodésiques du Canada (LGC) adoptera également NATRF2022 comme nouvelle norme nationale en 2025, et collabore avec NGS pour le définir et le réaliser afin d'assurer la compatibilité du cadre de référence entre les deux pays. Parallèlement, LGC dirige un effort visant à adopter NATRF2022 comme cadre de référence unifié dans l'ensemble des administrations provinciales et autres, qui ont le pouvoir d'adopter les systèmes de référence utilisés dans leurs propres juridictions. Ici nous décrivons les considérations pour la définition et la réalisation de NATRF2022 au Canada, et décrivons les efforts et les défis liés à la migration vers NATRF2022 en tant que système de référence unifié dans toutes les juridictions du

Canada. Nous présentons également un nouveau système altimétrique basé sur le géoïde (NAPGD2022) qui sera adopté par les États-Unis avec NATRF2022, et ses implications pour le Canada, où un système altimétrique basé sur le géoïde (CGVD2013) est en place depuis 2013.

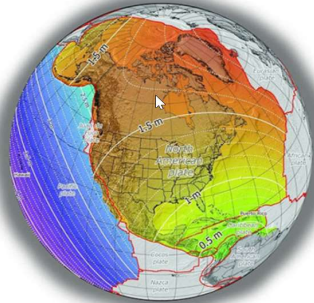


Figure 1: La différence approximative de position horizontale entre le NAD83 et le NATRF2022 sera jusqu'à 1,5 mètre au Canada. (NGS-1).

MODERNISATION

NATRF2022 : un système de référence géométrique amélioré

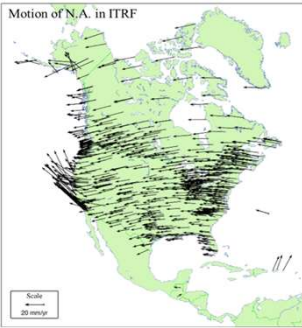


Figure 2: Le mouvement des stations GNSS en Amérique du Nord montre la rotation de la plaque autour d'un pôle d'Euler au large de la côte ouest de l'Amérique du Sud.

- Le cadre de référence géométrique actuellement adopté au Canada est la version 7 de NAD83(SCRS)*.
- NAD83(SCRS) est un système de référence à plaques fixes. Cependant, il est décalé du centre de masse de la terre de 2,2 mètres, et son modèle du mouvement de la plaque a un résidu d'environ 2 mm/an au Canada.
- NATRF2022 sera fixé et équivalent à ITRF2020 à l'époque 2020.0, et sera donc un système de référence véritablement géocentrique, compatible avec le GNSS, les applications modernes telles que le transport automatisé et le positionnement pour le grand public.
- NATRF2022 se séparera de l'ITRF par une rotation autour d'un pôle d'Euler pour suivre le mouvement de la plaque nord-américaine (Figure 2), définie avec un ensemble amélioré de paramètres de rotation (NGS-2).
- Il y aura des différences allant jusqu'à 1,5 mètres entre NAD83 et NATRF2020 (Figure 1).

- NATRF2022 sera un référentiel entièrement dynamique, comme NAD83(SCRS).
- Un modèle de déformation basé sur les observations de stations GNSS permettra les changements d'époque en tenant compte du mouvement de la croûte terrestre.
- LGC et NGS collaborent pour s'assurer que des vitesses compatibles sont utilisées pour les stations communes du modèle de déformation de chaque pays.

* Système de référence nord-américain de 1983 (NAD83), Système canadien de référence spatiale (SCRS)

CGVD2013 / NAPGD2022: Pour le Canada, une mise à jour

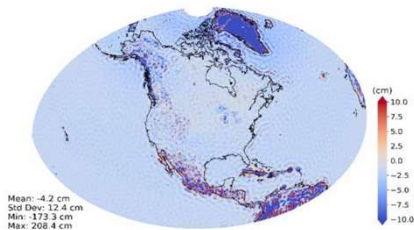


Figure 4: Différences des ondulations du géoïde entre les modèles de NGS et de LGC (CGSA – BougA), réalisées dans le cadre du Experimental GEOID 2020 (Wang et al.)

* Système canadien de référence altimétrique de 2013

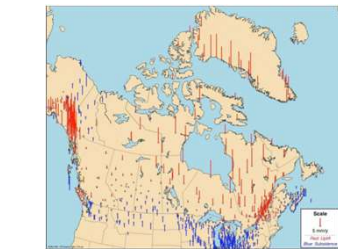


Figure 3: Mouvement vertical de la croûte observé définissant le modèle de vitesse du NAD83(SCRS) v.7 (Robin et al.)

- Le système altimétrique actuel adopté par le gouvernement fédéral pour le Canada est le CGVD2013*, qui est réalisé par un modèle de géoïde.
- Avec NAPGD2022, les États-Unis adopteront pour la première fois un système de référence basé sur le géoïde.
- La NAPGD2022 définira le niveau moyen des mers en utilisant le même géopotential que le CGVD2013 ($W_0 = 62,636,856.0 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$).
- Le Canada conservera le CGVD2013 mais adoptera une nouvelle réalisation en 2025, en utilisant un modèle de géoïde amélioré.
- Le CGS et NGS collaborent pour développer un modèle de géoïde commun (Figure 4).

CADRES DE RÉFÉRENCE UNIFIÉS

- Au Canada, l'adoption du cadre de référence relève de la compétence de chaque province.
- À l'heure actuelle, de nombreuses versions de NAD83(SCRS) ont été adoptées à l'échelle provinciale (Figures 5 et 6).
- Plusieurs autres versions sont utilisées et mises à disposition par les organismes provinciaux (Figure 7).
- Les différences entre ces cadres sont de l'ordre de 10-20 cm; une adoption fragmentée du NATRF2022 donnera lieu à des différences de 1,5 mètre entre les juridictions (Figure 1).

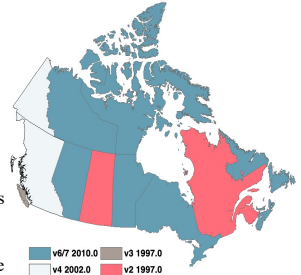


Figure 5: Versions et époques de NAD83(SCRS) actuellement adoptées dans les provinces (mise à jour de Erickson et al.).

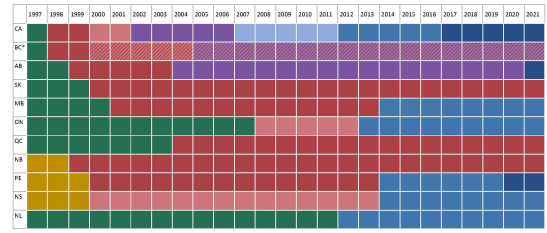


Figure 6: Historique de l'adoption des versions de NAD83(SCRS) par les provinces canadiennes

	NAD27	ATS77	NAD83 Original	NAD83 v2 1997	NAD83 v3 1997	NAD83 v4 2002	NAD83 v5 2006	NAD83 v6 2010	NAD83 v7 2010
BC									
AB									
SK									
MB									
ON									
QC									
NB									
PE									
NS									
NL									

- Les provinces, par l'intermédiaire du Comité canadien du système de référence géodésique (CCSRG), ont élaboré une feuille de route en vue d'une adoption coordonnée au niveau national du NATRF2022.
- La plupart des provinces élaborent des stratégies de migration des coordonnées et des couches de données vers ce nouveau système de référence.
- Certaines provinces n'ont pas encore adopté le CGVD2013, et définissent des stratégies pour adopter la nouvelle version qui sera réalisée en 2025.
- LGC et NGS travaillent avec les développeurs de logiciels géospatiaux afin de s'assurer que leurs produits permettront la migration vers le NATRF2022 et le CGVD2013/NAPGD2022.

Province	Adopted	Published online	Available upon request	Used**
BC	v4 2002.0	v4 2002.0	v5 1997.0	v4 2002.0
AB	v7 2010.0	v7 2010.0	v4 2002.0	v7 2010.0
SK	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0
MB	v4 2002.0	v4 2002.0	v4 2002.0	v4 2002.0
ON	v4 2002.0	v4 2002.0	v4 2002.0	v4 2002.0
QC	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0
NB	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0
PE	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0
NS	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0
NL	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0	v1 1997.0

Figure 7: Versions et époques du NAD83(SCRS) actuellement utilisées dans les provinces.

Synthèse

- Le Canada adoptera le NATRF2022 au niveau fédéral en 2025, en parallèle avec les États-Unis.
- Le NATRF2022 sera un référentiel entièrement dynamique, comme le NAD83(SCRS) l'est depuis 2006 (Figure 8).
- LGC publiera une nouvelle réalisation du CGVD2013 en 2025, en utilisant un modèle de géoïde amélioré compatible avec celui qui réalisera la NAPGD2022.
- Les provinces élaborent des stratégies pour adopter le NATRF2022 et une nouvelle version du CGVD2013 dans le but d'unifier l'utilisation du cadre de référence mandaté dans tout le pays.
- LGC et NGS collaborent pour définir les nouveaux systèmes et s'assurer que les utilisateurs disposent des outils nécessaires pour y migrer.

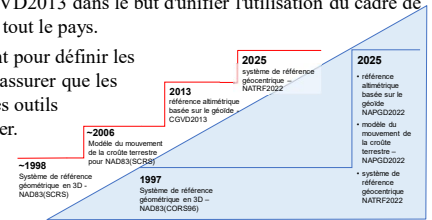


Figure 8: Le Canada s'est modernisé par étapes, alors que les États-Unis se modernisent d'un seul coup. (Le diagramme est présenté à titre d'illustration et n'est pas exhaustif)

Références

Erickson, C M I; Craymer, M; Ferland, R; James, T; S; Lapelle, E; Praszewski, M; Zhao, Y. (2020). NAD83(79) G; a new national crustal velocity model for Canada. Geomatics Canada, Open File 62, 2020, 70 pages. <https://doi.org/10.1139/geomat-2019-0011>

NGS-1 (2021). *Blueprint for the Modernized NSRS, Part 1: Geometric Coordinates and Terrestrial Reference Frames - NOAA Technical Report NOS NGS 62*. The National Geodetic Survey, NOAA, U.S.A.

NGS-2 (accessed 2022-10-05). <https://geodesy.noaa.gov/datums/newdatums/WhatToExpect.shtml>

Robin, C M I; Craymer, M; Ferland, R; James, T; S; Lapelle, E; Praszewski, M; Zhao, Y. (2020). NAD83(79) G; a new national crustal velocity model for Canada. Geomatics Canada, Open File 62, 2020, 70 pages. <https://doi.org/10.1139/geomat-2019-0011>

Yan Ming Wang, Xiaoping Li, Kevin Ahlgren, Jordan Krcmaric, Ryan Hardy, Marc Véronneau, Jianliang Huang, David Avanos (2022). *Technical Details of the Experimental GEOID 2020 - NOAA Technical Report NOS NGS 78*. The National Geodetic Survey, NOAA, U.S.A.

