



Un modèle gravimétrique du géoïde pour datum vertical au Canada

Marc Véronneau
Jianliang Huang



LES RESSOURCES NATURELLES DU CANADA :
POUR AUJOURD'HUI ET POUR DEMAIN
www.rncan.gc.ca

Association canadienne des
sciences géomatiques
15 juin, 2005, Ottawa, Canada



Datum basé sur le nivellement



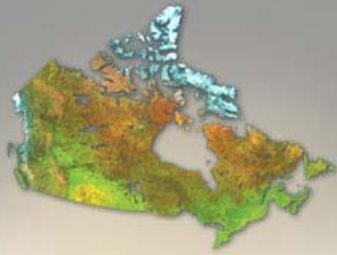
Réseau canadien de nivellement primaire



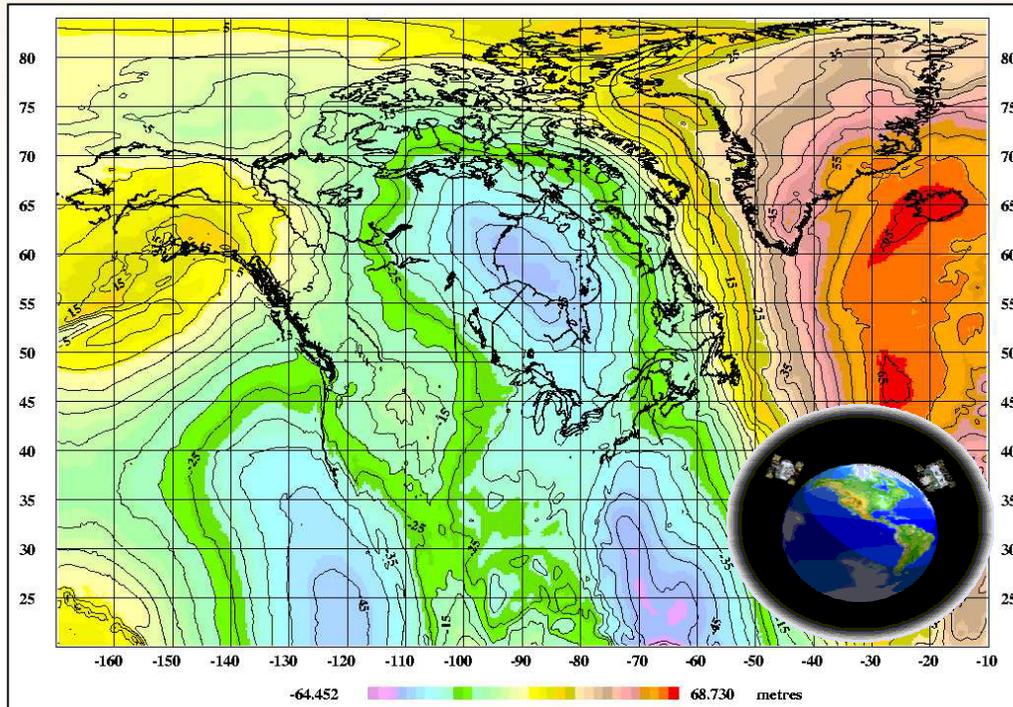
- Technique traditionnelle et bien connue
- Prend du temps et coûteuse pour la maintenance du réseau national
- Le datum est défini via la topographie instable
- Le datum est accessible seulement aux repères altimétriques
- CGVD28 n'est pas compatible avec le GPS
- Erreurs systématiques importantes



Datum basé sur le géoïde



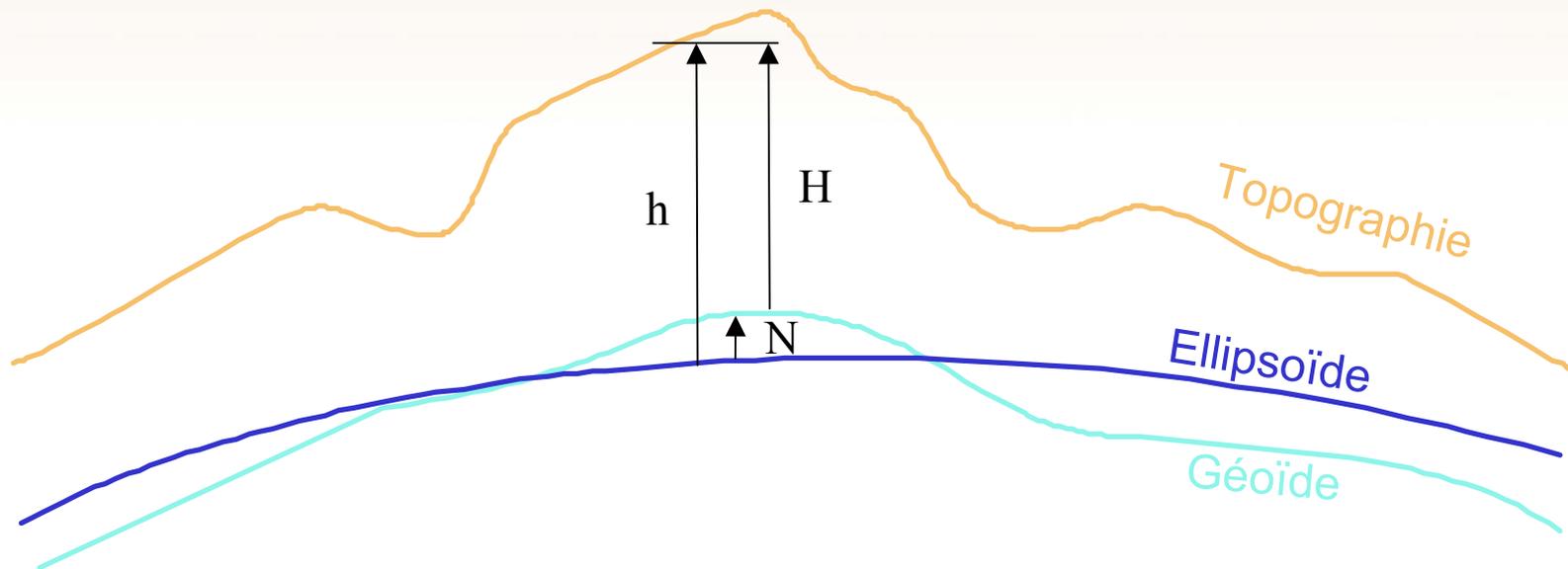
Modèle du géoïde de l'Amérique du nord



- Représente une vraie surface de niveau
- Plus complexe à déterminer
- Compatible avec le GPS
- Définie partout (terre et mer)
- Le datum ne requiert pas de repères altimétriques
- Le datum est beaucoup plus stable
- Erreurs systématiques moindres

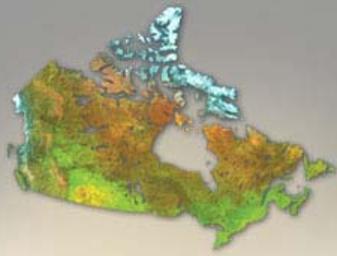


Hauteurs Orthométriques vs Géoïde vs Ellipsoïde



$$H = h^{\text{GPS}} - N^{\text{Géoïde}}$$





Pourquoi aller à un datum géoïdal?

- CGVD28 est un datum périmé au niveau national
 - ✓ Le groupe d'étude de 1976
 - ✓ Le projet NAVD88

- La maintenance du réseau de nivellement
 - ✓ Dispendieuse et une technique d'observations lentes
 - ✓ Couverture limitée aux repères altimétriques

- La détérioration de l'infrastructure existante

- Les avancements des technologies spatiales
 - ✓ Systèmes satellitaires de navigation mondiale (GNSS)
 - GPS, Galileo
 - ✓ La gravimétrie satellitaire (CHAMP, GRACE & GOCE)





Le projet de la modernisation des hauteurs

- **Le nouveau datum est défini par une surface équipotentielle (de niveau)**
 - ✓ NMM mondial, NMM à Rimouski, ...
- **Le réalisation du datum est un modèle du géoïde (ondulations du géoïde avec une estimation de l'erreur)**
 - ✓ La séparation entre GRS80 et la surface de niveau sélectionnée en NAD83
- **Un modèle du géoïde 'stable'**
 - ✓ Déterminer les conditions de 'stabilité'
 - ✓ Le datum vertical pourrait être révisé annuellement; cependant, les changements doivent être à l'intérieur des conditions de 'stabilité'. Un procédé doit être développé pour les changements à l'extérieur des conditions.
- **Un ajustement du réseau de premier ordre avec des contraintes aux stations du RBC (GPS/Géoïde). Tous les repères altimétriques auront une nouvelle hauteur*.**
 - ✓ La hauteur GPS/Géoïde prévaudra sur celle de l'ajustement
- **Un outil pour la conversion nationale des hauteurs entre CGVD28 et le nouveau datum**





Les impacts du nouveau datum

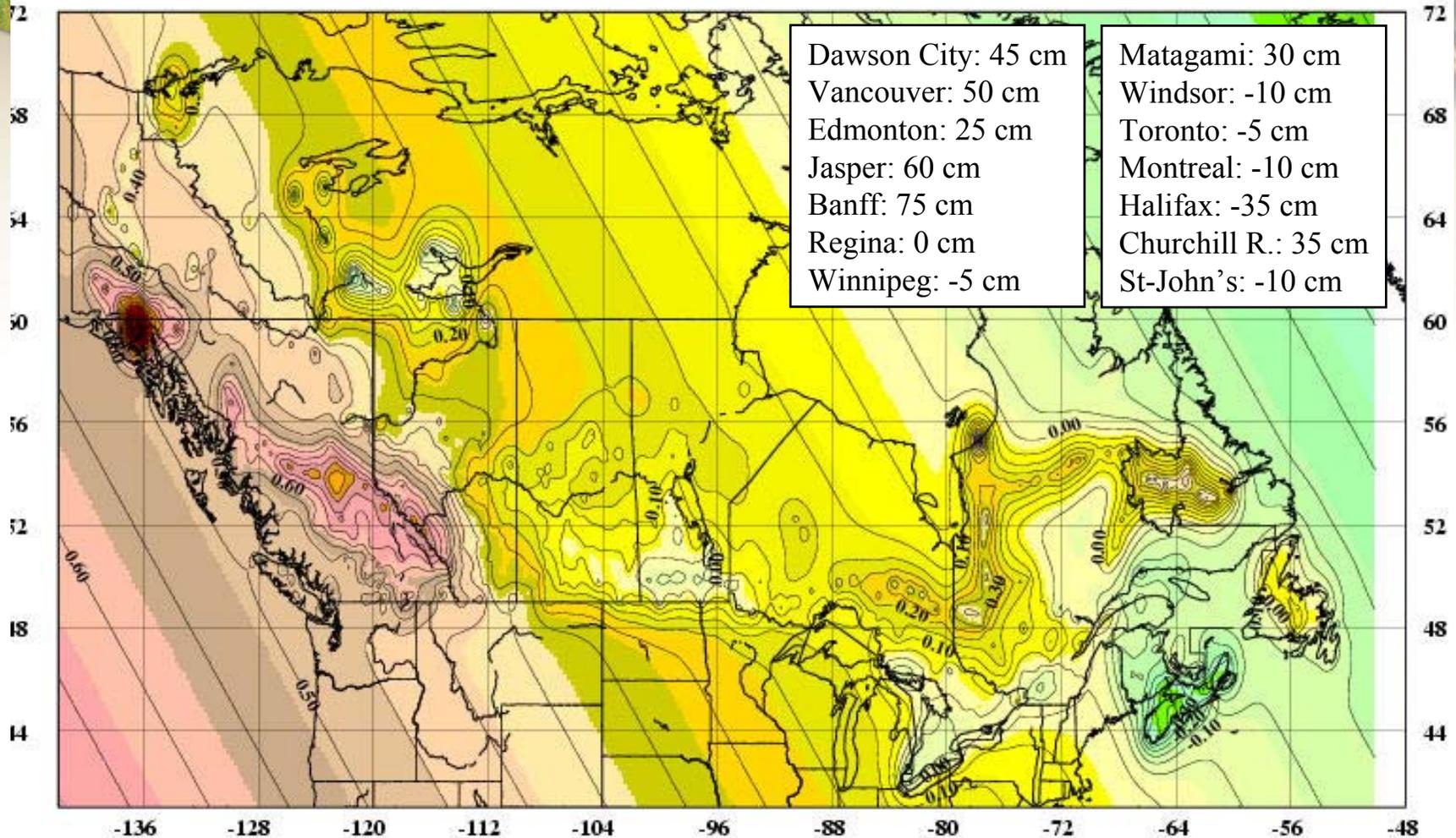
▪ Court terme

- ✓ Une nouvelle hauteur orthométrique à tous les repères altimétriques de premier ordre
 - Des changements approximatifs entre -35 cm to +75 cm (dépendamment du lieu)
- ✓ Un accès facile au nouveau datum vertical partout au Canada par l'intermédiaire de la technologie GNSS ($H = h - N$)
- ✓ CGVD28 continuera à co-exister tant et aussi longtemps que les repères altimétriques demeureront stables

▪ Long terme

- ✓ Les repères altimétriques deviendront moins fiables (e.g., soulèvement et affaissement local) ou disparaîtra complètement (e.g., construction)
- ✓ CGVD28 deviendra inaccessible au fur et à mesure que les repères altimétriques seront détruits





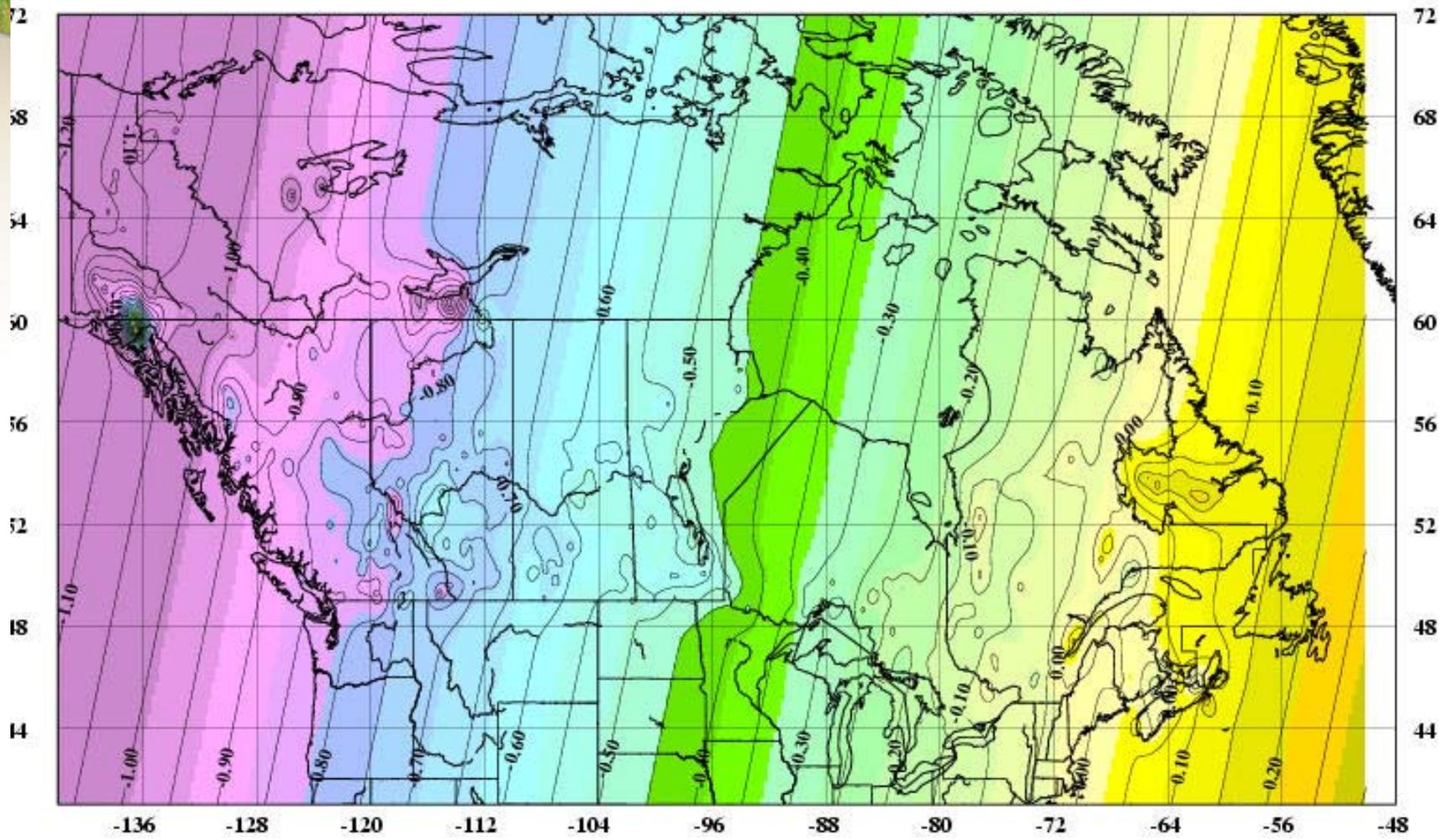
Datum géoïdal préliminaire – CGVD28

-1.000 1.000 metres

C.I.: 0.05 m

h-H-N





Datum géoïdal préliminaire– NAVD88

-1.000 1.000 metres

C.I.: 0.05 m

h-H-N





Les monuments du datum vertical

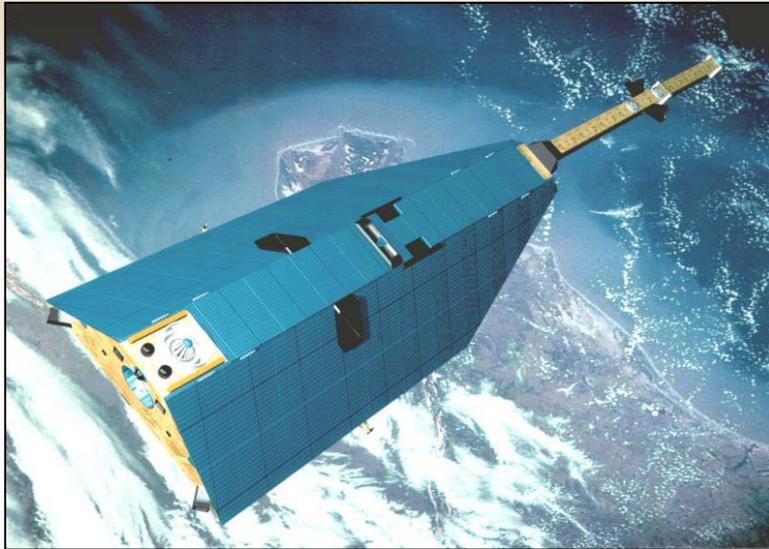
- NRCan continuera à maintenir physiquement et mathématiquement les monuments les plus précis
 - ✓ Les points de contrôle actifs (PCA)
 - ✓ Les stations du réseau de base canadien (RBC)

- La densification des réseaux PCA et RBC
 - ✓ Stations des réseaux provinciaux de haute précision (RHP)

- Les repères altimétriques de premier ordre
 - ✓ Un ré-ajustement national du réseau de premier ordre avec des contraintes à certains PCA et RBC
 - ✓ Aucune maintenance
 - ✓ Outil de conversion nationale des hauteurs



Missions gravimétriques satellitaires



CHAMP: Juillet 2000 (mission de 5 ans)

GRACE: Mars 2002 (mission de 5 ans)

Future mission

GOCE: 2006

Mission de 2 ans

P.d'O.	Données gravimétriques terrestres
CHAMP (2000-2005)	Données grav. terrestres
GRACE (2002-2006)	DGT
GOCE (2006-2008)	DGT

2000

1000

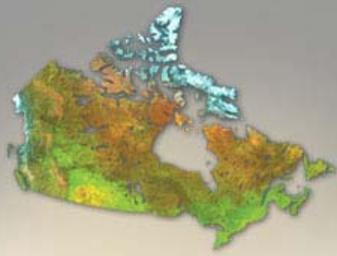
375

100

1 km



Collaboration avec les universités et les provinces



- **GEOIDE NCE Phase I: 1999-2002**
 - ✓ ‘Precise geoid determination for geo-referencing and oceanography’ (Dr. Sideris UofC)
- **GEOIDE NCE Phase II: 2002-2005**
 - ✓ ‘Development of a dynamic seamless vertical reference system for environmental, climatic, geodynamical, oceanographic, hydrographic and GIS applications’ (Dr. Sideris, UofC / Dr. Peltier UofT)
- **GEOIDE NCE Phase III: 2005-2009**
 - ✓ ‘Space gravimetry contributions to Earth monitoring’ (Dr. Sneeuw, UofC)
 - Les missions gravimétriques satellitaires (CHAMP, GRACE, GOCE)
 - ✓ ‘Mapping the ocean surface with geodetic and oceanographic tools’ (Dr. Pagiatakis, York U.)
 - Le géoïde océanique et la topographies des océans
- **Les ateliers canadien du géoïde**
 - ✓ Le 9^{ieme} atelier tenu à Banff durant le meeting annuel du CGU (Mai 2005)
- **Les meetings annuels du CGRSC et télé-conférences**

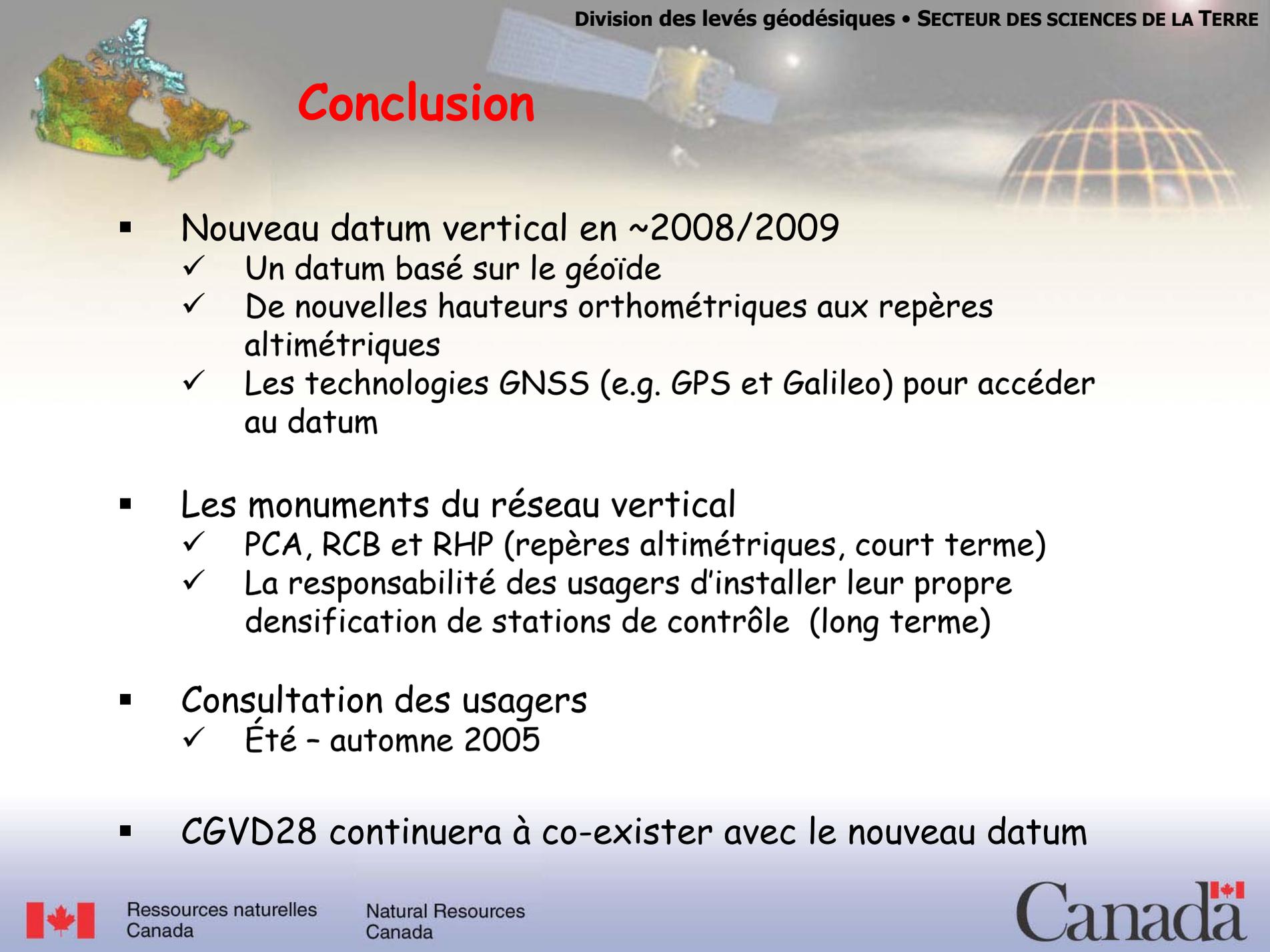




Implémentation

- Le nouveau datum vertical canadien sera implémenté au plus tôt en: 2008/2009
- Le plus grand défi ne sera pas le développement d'un modèle du géoïde précis, mais ...
 - ✓ L'identification des impacts socio-économiques
 - ✓ Les communications et l'éducation
 - ✓ Les implications légales
 - ✓ L'identification des risques et des obstacles et l'atténuation de ceux-ci
- Été-automne 2005: Consultation des usagers





Conclusion

- Nouveau datum vertical en ~2008/2009
 - ✓ Un datum basé sur le géoïde
 - ✓ De nouvelles hauteurs orthométriques aux repères altimétriques
 - ✓ Les technologies GNSS (e.g. GPS et Galileo) pour accéder au datum

- Les monuments du réseau vertical
 - ✓ PCA, RCB et RHP (repères altimétriques, court terme)
 - ✓ La responsabilité des usagers d'installer leur propre densification de stations de contrôle (long terme)

- Consultation des usagers
 - ✓ Été - automne 2005

- CGVD28 continuera à co-exister avec le nouveau datum

