

Conseil canadien des examinateurs pour les arpenteurs-géomètres

Éléments du tronc commun

C 6: POSITIONNEMENT GÉODÉSIQUE

Sujets du tronc commun :

Aspects physiques du positionnement géodésique :

- Le champ gravitationnel de la terre et ses effets sur le positionnement,
- Ondulations du géoïde et déviations de la verticale,
- Le géoïde comme surface de référence pour l'altitude,
- Détermination de la hauteur par nivellement au niveau à bulle et mesure de la gravité.

Systèmes de références spatiales :

- référence horizontale classique,
- référence verticale classique,
- référence 3D moderne,
- référence verticale moderne,
- variations temporelles des systèmes de coordonnées.

Calcul des coordonnées :

- Relation entre mesures angulaires et coordonnées cartésiennes 3D, aux coordonnées ellipsoïdales et aux coordonnées de projections cartographiques (Coordonnées cartésiennes 3D horizontales locales et leur lien aux coordonnées cartésiennes 3D géocentriques équatoriales, transformation de Laplace des azimuts),
- Relation entre les mesures de distance et les coordonnées cartésiennes 3D, les coordonnées ellipsoïdales et les coordonnées de projections cartographiques (réductions de la distance).

Échelles de temps et astronomie :

- Le temps (atomique, sidéral, universel),
- Principe de base de détermination de la latitude et de la longitude astronomique,
- Principe de base de détermination de l'azimut astronomique,
- Déterminer latitude et azimut à partir d'observations de Polaris et du soleil.

GPS et autres GNSS:

- propagation d'ondes électro-magnétiques,
- Structure des signaux GPS,
- observables de pseudo-distance et de phase,
- sources d'erreurs,
- modes de positionnement (absolu, différentiel, RTK, PPP) et la précision réalisable,
- développements récents (modernisation du GPS de GLONASS, Galileo)

Les calculatrices programmables sont admises lors de cet examen; les candidats devront toutefois présenter toutes les formules utilisées, la substitution des valeurs utilisées, ainsi que toutes les valeurs intermédiaires à un degré deux fois plus poussé que celui requis pour fournir la réponse.

Même si la réponse est numériquement la bonne, le maximum des points pourrait ne pas être attribué si ces informations ne sont pas fournies par le candidat.

Pré-requis recommandés au niveau des connaissances et des compétences :

Item C 1: Mathématiques

Item C 2: Estimation des moindres carrés et analyse de données

Item C 3: Techniques avancées d'arpentage

Item C 4: systèmes de coordonnées et projections cartographiques [essentiel pour C 6]

Résultats d'apprentissage :

Afin de se conformer aux exigences de cet élément du tronc commun, les candidats devraient pouvoir :

En ce qui touche les aspects physiques du positionnement géodésique :

- Expliquer les principes de base du concept physique du champ gravitationnel de la Terre et de quelle manière il affecte les systèmes de coordonnées et les observations,
- Définir les déviations de la verticale et évaluer leurs effets sur le positionnement,
- Définir le concept des nombres géopotentiels, et expliquer comment ils sont obtenus.

En ce qui touche les systèmes de références spatiaux :

- Expliquer l'établissement d'une référence horizontale classique, d'une référence verticale classique.
- Expliquer de quelle manière les références 3D modernes sont établies aujourd'hui,
- Expliquer quand et pourquoi les références ont évolué au Canada : NAD27 – NAD83 – NAD83(CSRS) et les transformations entre ces références.
- Expliquer la relation entre le NAD83(CSRS), les différents ITRF et la transformation entre ces différents systèmes de coordonnées 3D.
- Expliquer l'effet de la tectonique des plaques sur les coordonnées ainsi que leur impact sur la définition des systèmes de coordonnées et sur les transformations.
- Expliquer le principe sous-jacent de la future nouvelle référence verticale canadienne ainsi que les différences avec celle actuellement en place.

En ce qui touche le calcul des coordonnées:

- Identifier et choisir le système de coordonnées approprié (soit sur un espace 3D, sur l'ellipsoïde ou le plan cartographique) à être utilisé et supporter une application géodésique particulière.
- Réduire les observations terrestres (mesures angulaires et de distances) recueillies sur la surface de la Terre en établissant une relation avec le système de coordonnées sélectionné.
- Effectuer une transformation des coordonnées entre les systèmes de coordonnées mentionnés ci-haut.

En ce qui touche les échelles temporelles et l'astronomie :

- Définir les différentes échelles temporelles, leur réalisation et leurs interrelations.
- Expliquer les principes de base de la détermination de la latitude et de la longitude astronomique.
- Expliquer les principes de base de la détermination de l'azimut astronomique.
- Effectuer des observations de Polaris en tout temps pour la latitude ou l'azimut, sur Polaris au moment optimal pour la latitude ou pour l'azimut, sur le soleil pour la latitude et l'azimut.

En ce qui touche le GPS et autres GNSS :

- Expliquer les complications de la propagation des ondes électromagnétiques dans des conditions allant de sources extra-terrestres à celles rencontrées sur la surface de la Terre.
- Expliquer les concepts et les éléments constitutifs d'un GNSS.
- Expliquer la structure du signal de GPS.
- Définir les différents types d'observations GPS, observables de pseudo-distance et de phase, leurs caractéristiques et le modèle mathématique associé.
- Expliquer les différents modes de positionnement (absolu, différentiel, RTK, PPP), et faites-en la comparaison en termes de méthodes d'observation, des modèles mathématiques, procédure de mesure, type de récepteur, et la précision possible.
- Expliquer les sources d'erreur et la précision possible associés à chaque mode de positionnement.
- Conception d'un levé GPS pour une application donnée.
- Commentaire sur l'évolution récente (modernisation des systèmes GPS et GLONASS, Galileo).

Références essentielles :

Anderson, J.M., and E.M. Mikhail [1998]. *Surveying: Theory and Practice* McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-015914-9 cartonné.

Un bon traitement de l'arpentage, maintenant un peu désuet mais qui couvre les observations astronomiques.

Ghilani, C.D. et P.R. Wolf [2008]. *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics*, 12th edition, Prentice Hall Canada Inc., ISBN 9780136154310 cartonné

Couvre les observations astronomiques.

Héroux P. (ed) [2006]. "Canadian Spatial Reference System" issue, *Geomatica* Vol.60 Nr.2. (<http://www.geod.nrcan.gc.ca/pdf/geomatica.pdf>)

Hofmann-Wellenhof, B. and H. Moritz, [2005]. *Physical Geodesy*, 2nd edition, ISBN 3-21 1-83534-2.

Hofmann-Wellenhof, B. Lichtenegger H, et Wasle E. [2007]. *GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more*, Springer, ISBN: 3211730125/ ISBN-13: 9783211730126.

Torge W. [2001]. *Geodesy*, Walter de Gruyter, N.Y., 3rd edition ISBN 3-110-17072-8.

Références supplémentaires :

nil