



Canadian Board of Examiners
for Professional Surveyors

Conseil canadien des examinateurs
pour les arpenteurs-géomètres

S2 – Modélisation et analyse

Contenu

- Ce document est une conception de programme de haut niveau qui regroupe les principes clés, les compétences, les résultats d'apprentissage et les éléments du programme d'études proposés pour le programme mis à jour pour S2 - Modélisation et analyse.

S2 : MODÉLISATION ET ANALYSE

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances fondamentales de modélisation et d'analyse requises en arpentage
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Principe clé	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
MODÉLISATION ET PRÉDICTION	Les arpenteurs-géomètres doivent savoir comment utiliser la modélisation et la prédiction pour tirer des informations utiles des mesures	<ul style="list-style-type: none">● Éléments fondamentaux de l'analyse des données spatiales ; visualiser, explorer puis modéliser● Modèles conditionnels, paramétriques et généraux● Modèles d'ajustement des moindres carrés pour différentes observations géomatiques (distance, azimut, direction, etc.)● Modélisation de séries temporelles● Modèle de prédiction simple en tant que composant du filtrage de Kalman● Modèle d'ajustement séquentiel● Manipulation des équations normales dans les ajustements	Compétences <ul style="list-style-type: none">● Décrire les différents types de modèles, leurs caractéristiques et comment les dériver● Justifier le choix des modèles de mesures topographiques Résultats d'apprentissage : <ul style="list-style-type: none">● Formuler des modèles pour les représentations cartographiques planes ellipsoïdales, sphériques et conformes de la Terre● Dériver des modèles d'ajustement des moindres carrés (conditionnels, paramétriques et généraux) pour les problèmes de géomatique, tels que les réseaux de nivellement, de traversée, de triangulation et de trilatération● Transformer des coordonnées du système local en système de coordonnées du monde réel, tel qu'UTM, et utiliser la transformation comme modèle de prédiction● Modélisez des séries de données temporelles et spatiales pour une analyse plus approfondie, par ex. pour l'analyse des déformations, etc.

S2 : MODÉLISATION ET ANALYSE

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances fondamentales de modélisation et d'analyse requises en arpentage
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
ESTIMATION ET APPROXIMATION	Les arpenteurs-géomètres doivent être capables d'évaluer quantitativement des paramètres ou des fonctions à partir de mesures comportant une composante aléatoire	<ul style="list-style-type: none">● Système d'équations surdéterminé● Problèmes de référence, y compris la transformation de référence● Principe du calcul d'ajustement● Principes et propriétés de l'estimation des moindres carrés● Approximation des moindres carrés● Calcul appliqué pour linéariser des systèmes d'équations non linéaires● Manipulation matricielle impliquée dans l'estimation et l'approximation	Compétences <ul style="list-style-type: none">● Décrire les principes, les propriétés et les étapes d'estimation des moindres carrés, de la formulation du modèle à l'étape de la solution● Construire des courbes ou de fonctions mathématiques qui s'adaptent le mieux à une série de points de données● Évaluer les impacts de différentes variables (humaines, instrumentales, conditions atmosphériques, instabilité du sol, etc.) sur les mesures relatives à l'étalonnage des équipements, etc.● Effectuer une pré-analyse et appliquer une analyse statistique. Résultats d'apprentissage : <ul style="list-style-type: none">● Appliquer la théorie des matrices dans les problèmes d'estimation et d'approximation● Appliquer le principe d'ajustement des moindres carrés pour résoudre des problèmes de géomatique (calculer le vecteur de paramètres et sa

			<p>matrice de variance-covariance), tels que les réseaux de nivellement, de cheminement, de triangulation et de trilatération</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Effectuez des ajustements des moindres carrés partitionnés pour éliminer les paramètres nuisibles des mesures ● Appliquer une approche de propagation d'erreur pour déterminer la qualité des fonctions approximées et des paramètres estimés ● Résoudre les problèmes d'ajustement de réseaux surcontraints et libres (y compris les contraintes internes) ● Analyser les erreurs systématiques et aléatoires dans les mesures et les équipements, et leurs impacts sur les paramètres estimés, tels que l'étalonnage des équipements ● Appliquer l'analyse de régression aux problèmes de géomatique, tels que l'étalonnage de l'équipement et les séries chronologiques
--	--	--	--

S2 : MODÉLISATION ET ANALYSE			
OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE			
<ul style="list-style-type: none"> ● Établir les connaissances fondamentales de modélisation et d'analyse requises en arpentage ● Soutenir l'apprentissage ultérieur 			
Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
FILTRAGE	Les géomètres doivent être en mesure de filtrer les variations indésirables du signal pour tenir compte des variations majeures du signal	<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse spectrale de séries temporelles ● Relation entre les ajustements séquentiels des moindres carrés et le filtrage 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Effectuer une analyse spectrale ● Concevoir et utiliser divers filtres

		<ul style="list-style-type: none"> ● Relation entre l'analyse spectrale des séries temporelles et le filtrage ● Méthodes de conception de filtres à réponse impulsionnelle finie (FIR) dans le traitement d'images ● D'autres algorithmes de filtrage, tels que ceux utilisés dans les problèmes de positionnement, par ex. Filtrage de Kalman 	<ul style="list-style-type: none"> ● Décrire la relation entre l'analyse spectrale et le filtrage ● Décrire la relation entre l'ajustement séquentiel des moindres carrés et le filtrage ● Décrire les principes d'un filtre de Kalman <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Effectuer une analyse spectrale d'un signal ● Identifier les composantes spectrales d'un signal à filtrer/retenir ● Concevoir et utiliser divers filtres FIR (passe-bas, passe-haut, passe-bande, dérivé, etc.) pour un problème
--	--	---	--

S2 : MODÉLISATION ET ANALYSE			
OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE			
Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
ANALYSE DES DONNÉES STATISTIQUES	Les arpenteurs-géomètres doivent être capables d'organiser, d'interpréter et d'évaluer les mesures d'arpentage et les paramètres basés sur ces mesures	<ul style="list-style-type: none"> ● Loi de propagation des erreurs et pré-analyse des réseaux géomatiques ● Probabilités et statistiques pour évaluer la qualité des mesures géomatiques ● Probabilités et statistiques pour évaluer la qualité des solutions d'ajustement 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Décrire les différents types d'erreurs et leurs caractéristiques, y compris la manière dont elles se propagent ● Appliquer la loi de propagation des erreurs aléatoires pour déterminer les matrices de variance-covariance des mesures et des grandeurs ajustées ● Construire des régions de confiance pour les mesures

			<ul style="list-style-type: none"> ● Organiser, interpréter et évaluer statistiquement les mesures d'arpentage et les éventuels paramètres estimés <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Appliquer la loi de propagation des erreurs aléatoires aux tâches de nivellement et de cheminement et aux problèmes similaires pour prédire les erreurs de fermeture en fonction de la précision des instruments à utiliser et de la précision du ou des réseaux de contrôle ● Effectuer la conception et la pré-analyse du réseau pour les levés GNSS et traditionnels en suivant les spécifications et les directives appropriées ● Calculer et analyser les nombres de redondance (et d'absorption), la fiabilité interne et la fiabilité externe du réseau géodésique ● Estimer le facteur de variance d'un ajustement et évaluer sa qualité, par ex. dans la détection d'aberrations (valeurs aberrantes) ● Effectuer des tests d'hypothèses statistiques sur la moyenne et la variance pour détecter et identifier les valeurs aberrantes (erreurs) dans les observations ● Effectuer des tests d'hypothèses statistiques en utilisant des distributions appropriées (normale, chi carré, t de Student, statistiques F et tau de Pope) ● Calculer et analyser les composantes de la variance ● Estimer les résidus d'un ajustement (y compris l'histogramme) et les analyser statistiquement pour détecter d'éventuelles valeurs aberrantes ● Appliquer les concepts d'intervalles de confiance et d'ellipses d'erreur absolue et relative pour exprimer la qualité des levés
--	--	--	---

			<ul style="list-style-type: none">● Déterminer et évaluer la précision locale, du réseau, interne et externe des levés● Déterminer le niveau de confiance et la probabilité d'erreur des décisions statistiques (avec des définitions appropriées du niveau de signification, de la puissance du test, des erreurs de type I et de type II)
--	--	--	--