



Canadian Board of Examiners
for Professional Surveyors

Conseil canadien des examinateurs
pour les arpenteurs-géomètres

S1 – Mathématiques et Sciences

Contenu

- Ce document est une conception de programme de haut niveau qui capture les principes clés, les compétences, les résultats d'apprentissage et les éléments du programme d'études proposés pour le programme mis à jour pour S1 - Mathématiques et sciences.

S1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances de base en mathématiques, physique et informatique requises pour être un arpenteur-géomètre
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
<p>PROBABILITÉS ET STATISTIQUES</p>	<p>Les arpenteurs-géomètres doivent être capables de gérer les erreurs et les incertitudes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Théorie des probabilités : échantillons, espaces d'échantillonnage, comptage (combinaisons, permutations) probabilité conditionnelle, indépendance des événements • Variables aléatoires et distributions discrètes et continues : distribution binomiale, distribution normale, • Fonctions de densité de probabilité et fonctions de distribution cumulative • Valeurs attendues, covariance et corrélation • Distribution de la moyenne de l'échantillon • Distribution d'une combinaison linéaire, propagation de covariance • Sources d'erreurs • Tests d'hypothèses 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les notions de variables aléatoires, d'échantillons indépendants et dépendants et de probabilités associées • Visualiser les variables aléatoires sous forme de distributions de probabilité et de distributions de probabilité associées aux valeurs moyennes et aux régions de confiance • Savoir quand utiliser quelles distributions et quels tests • Reconnaître l'existence d'erreurs de type I et de type II dans les tests d'hypothèse • Reconnaître les tracés de la fonction de densité de probabilité pour des distributions telles que la normale, la loi de Student, le chi carré et Fisher <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choisir des modèles d'erreur appropriés et des distributions de probabilité correspondantes pour différents types d'observations d'arpentage • Calculer des statistiques et visualiser les données • Générer des histogrammes de fréquence, de fréquence relative (ou probabilité) et de densité de probabilité • Appliquer une fonction de distribution cumulative afin de calculer les valeurs de probabilité pour des valeurs critiques données d'une distribution spécifiée • Appliquer une fonction de distribution cumulative inverse afin d'extraire des valeurs critiques pour des valeurs de probabilité données d'une distribution spécifiée

			<ul style="list-style-type: none">● Calculer des mesures de tendance centrale telles que la médiane, le mode et la moyenne d'un échantillon● Calculer les mesures de propagation telles que la plage, les centiles, la variance et l'écart type● Convertir une variance aléatoire normale arbitraire avec une moyenne et un écart type spécifiques en une distribution normale standardisée● Différencier entre niveaux de confiance et de signification● Calculer les covariances et les coefficients de corrélation pour des paires de quantités multivariées● Calculer les intervalles de confiance pour la moyenne, pour la variance de la population et pour le rapport de deux variances de la population● Différencier entre erreurs systématiques, aléatoires et grossières dans les observations● Identifier la source des erreurs (par exemple, l'environnement, l'instrument de collecte de données et/ou l'opérateur)● Effectuer un test d'hypothèse pour la moyenne de la population, pour la variance de la population et le rapport de deux variances de la population
--	--	--	---

S1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances de base en mathématiques, physique et informatique requises pour être un arpenteur-géomètre
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Principe clé	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
<p>MÉTHODES NUMÉRIQUES</p>	<p>Les arpenteurs-géomètres doivent traiter des données numériques, car les problèmes ne peuvent pas tous être résolus analytiquement</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fondements des méthodes numériques ; visualiser, explorer puis modéliser • Erreurs numériques • Systèmes d'équations linéaires • Interpolation et extrapolation • Intégration numérique • Aspects numériques de la résolution de systèmes d'équations (moindres carrés et effets de la géométrie) 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> • Savoir pourquoi vous choisissez quelle méthode en comprenant l'impact des erreurs numériques • Savoir comment vos choix peuvent être affectés par les couches numériques <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appliquer correctement les méthodes numériques appropriées pour résoudre les problèmes et atteindre la précision requise • Appliquer les règles des chiffres significatifs pour déterminer le nombre de chiffres significatifs dans un nombre • Démontrer une représentation appropriée des données et des résultats • Différencier entre les solutions analytiques et numériques d'un problème • Convertir entre les représentations de nombres binaires et décimaux et vice versa • Décrire le stockage typique de nombres à virgule flottante dans un système informatique (par exemple, simple et double précision) • Expliquer des termes tels que débordement, sous-débordement, précision de la machine et erreurs d'arrondi, de hachage et de troncature • Ordre de grandeur approximatif de l'erreur de troncature dans le développement en série de Taylor

			<ul style="list-style-type: none"> ● Atténuer les erreurs numériques inévitables dans l'arithmétique à précision finie, en particulier pour les scénarios d'annulation catastrophique/soustractive ● Estimer l'erreur absolue et relative (pourcentage) par rapport à une valeur de référence à diverses fins, y compris la définition de critères de convergence dans les algorithmes itératifs ● Mettre en place et résoudre un « petit » système d'équations linéaires via des méthodes d'élimination, de décomposition/factorisation et/ou d'inversion matricielle ● Vérifier un système d'équations linéaires pour les défauts de rang et les mauvais conditionnements numériques ● Ajuster un ensemble de données à une courbe simple telle qu'une ligne, une quadratique ou une cubique via la régression linéaire des moindres carrés ● Différencier entre interpolation et extrapolation ● Effectuer une interpolation sur de « petits » ensembles de données à l'aide de méthodes variées (interpolation au plus proche voisin ou interpolation polynomiale) ● Perform interpolation on 'large' data sets using splines (e.g., quadratic or cubic) in order to avoid Runge's phenomenon ● Effectuer une interpolation sur des ensembles de données « volumineux » à l'aide de splines linéaires, quadratiques et/ou cubiques afin d'éviter le phénomène de Runge ● Appliquer une différenciation numérique pour calculer la vitesse et l'accélération à partir d'une série de positions données ● Appliquer des méthodes d'intégration numérique pour le calcul des surfaces et des volumes ● Tracer les résultats, y compris le titre approprié, les étiquettes d'axe et les unités (représentation graphique des solutions numériques) ● Tabuler les résultats, y compris les chiffres et les unités significatifs appropriés ● Résoudre un « gros » système d'équations linéaires via des bibliothèques de calcul déjà existantes
--	--	--	--

S1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances de base en mathématiques, physique et informatique requises pour être un arpenteur-géomètre
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
<p>CALCUL</p>	<p>Utilisé pour résoudre des problèmes du monde réel</p> <p>Nécessaire pour obtenir les résultats qui sont ensuite résolus avec l'algèbre linéaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctions, continuité & limites • Différenciation et applications • Intégration, quadratures et applications • Courbes planes, tangence et courbure • Séquences, séries et extensions de Taylor • Différenciation partielle & opérateurs différentiels • Intégrales multiples et approximations numériques • Équations différentielles ordinaires homogènes 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre l'importance, l'impact et l'application de l'utilisation du calcul pour résoudre des problèmes du monde réel • Apprécier le concept de changements petits et continus dans les entrées conduisant à des changements petits et continus dans les sorties et comment cela se rapporte aux dérivées partielles dans les équations de propagation de la variance et dans l'estimation des moindres carrés. • Comprendre la relation entre les systèmes d'équations différentielles ordinaires du premier ordre et le modèle d'espace d'état utilisé pour l'estimation. <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser les résultats du calcul pour résoudre d'autres problèmes (c'est-à-dire la propagation d'erreurs) • Définir et décrire des fonctions mathématiques • Définir et illustrer la continuité d'une fonction à un moment donné • Définir et évaluer les limites mathématiques • Définir la différentiabilité d'une fonction en un point • Différencier les fonctions simples • Interpréter les dérivées d'une fonction • Définir et décrire l'intégration d'une fonction

			<ul style="list-style-type: none">● Intégrer des fonctions simples● Décrire les intégrales indéfinies et définies● Évaluer des intégrales définies numériquement● Formuler des représentations de courbes planes● Décrire la tangente à une courbe en un point● Décrire la courbure d'une courbe en un point● Décrire des séquences et des séries● Définir la convergence des suites et des séries● Formuler des tests de convergence pour les suites et les séries● Effectuer des développements en série de Taylor de fonctions simples● Définir et décrire la différenciation partielle● Différencier partiellement les fonctions simples● Définir les opérations gradient et laplacienne et décrire leurs applications● Définir et décrire plusieurs intégrales indéfinies et définies● Décrire les techniques d'approximation numérique pour les intégrales multiples● Décrire les équations différentielles ordinaires et leur utilisation pour décrire la position et la vitesse en fonction du temps.
--	--	--	--

S1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances de base en mathématiques, physique et informatique requises pour être un arpenteur-géomètre
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
<p>MATRICES & ALGÈBRE LINÉAIRE</p>	<p>Les géomètres estiment les entités avec des positions à l'aide d'observations ; l'algèbre linéaire est l'outil utilisé pour estimer plusieurs inconnues</p>	<p>Opérations vectorielles et géométrie analytique</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Vecteurs réels et complexes ● Produits scalaires et vectoriels de vecteurs ● Équations et formules de géométrie analytique <p>Algèbre matricielle, équations linéaires et transformations</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Matrices et algèbre matricielle simple ● Représentation matricielle des équations et solutions algébriques linéaires ● Représentation matricielle des transformations linéaires <p>Variables complexes, espaces linéaires et sous-espaces</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Variables complexes ● Espaces et sous-espaces réels et complexes linéaires ● Projections dans des espaces réels et complexes <p>Formes quadratiques, matrices orthogonales et unitaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Formes quadratiques et applications ● Matrices orthogonales et unitaires et leurs applications <p>Vecteurs et valeurs propres</p>	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Comprendre l'interprétation géométrique de l'algèbre linéaire <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Remplir des vecteurs et des matrices et effectuer certaines opérations matrice/vecteur ● Effectuer une partition matricielle ● Calculer la trace d'une matrice carrée ● Résoudre des systèmes d'équations ● Différencier les vecteurs ligne et colonne ● Calculer la magnitude d'un vecteur ● Normaliser un vecteur ● Effectuer des opérations vectorielles telles que la mise à l'échelle, l'addition, le produit scalaire et le produit croisé ● Trouver un angle entre deux vecteurs en utilisant leur produit scalaire ● Projeter un vecteur sur un autre ● Calculer les valeurs propres et les vecteurs propres d'une matrice carrée ● Compléter une triade vectorielle en utilisant le produit vectoriel de deux vecteurs orthogonaux ● Identifier les dimensions de la matrice ● Effectuer des opérations matricielles telles que la mise à l'échelle, l'addition, la multiplication, la transposition ● Calculer le déterminant de matrices 2D et 3D

			<ul style="list-style-type: none"> ● Inverser des matrices 2D et 3D à la main et/ou avec une calculatrice ● Reconnaître des types spéciaux de matrices telles que rectangulaire, carrée, symétrique, diagonale, diagonale par blocs, identité, etc. ● Convertir un système d'équations sous forme vectorielle et matricielle et vice versa ● Détecter si un système est de rang déficient (c'est-à-dire singulier) ● Calculer la norme et le nombre de conditions d'une matrice ● Effectuer une transformation d'un vecteur ou d'une matrice de coordonnées d'un système à un autre à l'aide d'un facteur d'échelle, d'un vecteur de translation et d'une matrice de rotation ● Différencier les expressions vectorielles et/ou matricielles par rapport à un vecteur avec des paramètres d'intérêt utilisant la convention du numérateur (également connue sous le nom de notation jacobienne)
--	--	--	--

S1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances de base en mathématiques, physique et informatique requises pour être un arpenteur-géomètre
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
<p>PHYSIQUE</p>	<p>Les géomètres utilisent des technologies de mesure qui reposent sur certains principes physiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Unités de mesure <ul style="list-style-type: none"> ○ Système d'unités de mesure SI ● Vecteurs et scalaires ● Cinématique et dynamique ● Optique (c'est-à-dire géométrique et physique) ● Électricité et ondes de magnétisme ● Énergie, acoustique et mouvement des vagues ● Physique de la Terre 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Comprendre les lois de la physique et comment elles permettent et affectent les technologies de mesure ● Comprendre le système Système International (SI) d'unités de mesure dans les représentations quantitatives pour ; aire, distance (longueur), fréquence, volume, masse, temps, courant électrique, force, énergie, gravité et température ; ● Connaître les termes : masse, temps, distance, force, accélération, quantité de mouvement, gravité, pression ; ● Comprendre les lois du mouvement de Newton ● Connaître les termes du courant électrique ; tels que l'ampère, la charge, la différence de potentiel et la résistance ; ● Comprendre et utiliser les lois de la réflexion et de la réfraction ; ● Connaître la vitesse du son et la vitesse de la lumière ; ● Connaître les termes : humidité, humidité absolue, humidité relative, pression de vapeur saturante, état d'équilibre ● Connaître les couches atmosphériques : ionosphère, mésosphère, stratosphère, troposphère, thermosphère, depuis la surface de la terre ● Comprendre les lois de Kepler sur le mouvement planétaire (gravitation universelle, champ gravitationnel, dynamique orbitale) ; ● Comprendre les oscillations sphéroïdales des ondes élastiques et des rayons sismiques à la surface de la terre ; ● Comprendre la physique de l'atmosphère et son effet sur les ondes électromagnétiques et les mesures ;

			<p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Effectuer des calculs symboliquement et numériquement ● Utiliser l'analyse unitaire pour vérifier les résultats/la validité des équations ● Décrire la quantité physique de tout ce qui peut être défini et mesuré ; ● Décrire les quantités vectorielles et la magnitude et les quantités scalaires en magnitude ● Effectuer des additions vectorielles graphiquement et mathématiquement et décrire les positions vectorielles dans les systèmes de coordonnées ● Effectuer des calculs de mouvement linéaire ; ● Effectuer le calcul de vitesse d'objets (exemple ; vitesse d'un satellite en orbite autour de la terre) ; ● Effectuer des calculs en : travail, puissance, mouvement circulaire uniforme, mouvement gravitationnel et machines simples ; ● Décrire la loi de Snell ; ● Décrire les conditions dans lesquelles se produit la réflexion interne totale ; ● Définir différents types de lentilles optiques et trouver la distance focale et la puissance d'une lentille ; ● L'utilisation des diagrammes de rayons et de l'équation de l'objectif pour trouver la position des objets et des images ; ● Calculer le grossissement et le grossissement angulaire ; ● Décrire le télescope comme un instrument optique ; ● Décrire les modèles d'ondes circulaires dans les ondes sonores ; ● Décrire le motif Moire dans la propagation du son ; ● Décrire l'intensité sonore ; ● Expliquer les variables de l'équation des ondes sonores. ● Décrire la loi de Gauss et la loi de Coulomb ; ● Calculer l'énergie et la puissance fournie aux composants électriques ; ● Calculer la densité de flux magnétique adjacente aux fils transportant
--	--	--	--

			<p>des courants ;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Décrire la loi de Faraday et la loi de Lenz ; ● Décrire l'utilisation des équations de Maxwell ; ● Calculer la force sur une particule chargée en mouvement ; ● Calculer la force entre des fils parallèles transportant un courant ; ● Calculer la valeur de la perméabilité de l'espace libre à partir de la définition de l'ampère ; ● Calculer le couple sur une bobine rectangulaire transportant un courant dans un champ magnétique ; ● Décrire la lumière et le son comme des ondes et leur mouvement ondulatoire ; ● Décrire les ondes stationnaires et savoir comment se forment les ondes stationnaires ; ● Décrire les harmoniques d'onde ; ● Expliquer les termes interférence et diffraction des ondes (effet Doppler, résonance) ; ● Expliquer l'oscillation des ondes (mouvement périodique, extension) ; ● Décrire le principe de superposition des ondes ; ● Expliquer la différence entre la modulation d'amplitude (AM), la modulation de fréquence (FM) et la modulation de phase (PM) ; ● Expliquer les sources d'énergie et les principes de rayonnement ; ● Décrire le spectre électromagnétique ; ● Décrire les interactions énergétiques avec la surface de la Terre et l'atmosphère ; ● Expliquer la réflectance spectrale et les modèles de réponse des objets naturels ● Utilisez les coefficients de Gauss pour déterminer le champ géomagnétique ; ● Exprimer la gravité sous forme de gradient du géopotential terrestre ; ● Calculer la vitesse de l'énergie électromagnétique en tant que taux d'énergie se propageant dans l'atmosphère.
--	--	--	--

S1 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Établir les connaissances de base en mathématiques, physique et informatique requises pour être un arpenteur-géomètre
- Soutenir l'apprentissage ultérieur

Les principes clés	Motivation	Éléments du programme d'études	Compétences et résultats d'apprentissage
<p>L'INFORMATIQUE</p>	<p>Les arpenteurs-géomètres sont confrontés à des ensembles de données de plus en plus volumineux et doivent pouvoir utiliser un logiciel pour traiter et gérer les données</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Types de données ● Logique ● Algorithmes ● Les fonctions ● Entrée sortie ● Conception de programme simple 	<p>Compétences</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Comprendre les méthodes utilisées dans les progiciels commerciaux (COTS) ● Être capable de traduire les problèmes en programmes résolubles par ordinateur ● Développer des stratégies pour gérer les données à toutes les étapes du travail d'arpentage, de l'acquisition à l'inclusion dans les produits finaux jusqu'à l'archivage à long terme. Cela peut inclure le prétraitement, l'assurance qualité, la conversion, le formatage pour une utilisation avec différents logiciels COTS, la soumission avec des produits d'arpentage. <p>Résultats d'apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Comprendre les procédures impliquées dans le développement d'algorithmes ● Traduire les problèmes d'arpentage en langage informatique ● Comprendre les bases des fonctions, des tableaux et des enregistrements ● Résoudre des problèmes en utilisant la programmation informatique ● Écrire des fonctions simples pour lire et écrire des données ASCII et binaires depuis et vers des fichiers au format approprié