Baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration sciences de l'atmosphère : météo et climat

Téléphone : 514 987-3370
Courriel : prog.scta@uqam.ca
Site Web : scta.uqam.ca/programmes-et-cours/premier-cycle/baccalaureat-en-sciences-de-la-terre-et-de-latmosphere-concentration-en-sciences-de-latmosphere-meteo-et-climat

Code	Titre	Grade	Crédits
7459	Baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration sciences de l'atmosphère : météo et climat	Bachelier ès sciences, B.Sc.	90

Trimestre(s) d'admission	Automne Hiver
Contingent	Programme non contingenté
Régime et durée des études	Offert à temps complet et à temps partiel
Campus	Campus de Montréal

OBJECTIFS

La concentration « sciences de l'atmosphère : météo et climat » du baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère offre une formation à la fois théorique et appliquée, qui permet aux étudiants d'acquérir les connaissances et les compétences qui leur permettront d'accéder à une vaste gamme de postes dans les secteurs public et privé, tels la prévision météorologique pour des besoins spécifiques, les études sur les changements climatiques, la qualité de l'air et les énergies renouvelables (hydraulique, éolienne, solaire), et les applications informatiques dans ces disciplines.

À noter que ce programme satisfait aux exigences professionnelles de l'Organisation Météorologique Mondiale, ainsi que d'Environnement et Changement Climatique Canada et de Météo-Média pour l'embauche de météorologues prévisionnistes. La formation prépare également à la poursuite des études aux cycles supérieurs, en recherche fondamentale ou appliquée, dans les sciences de l'atmosphère ou des disciplines connexes.

Ce programme intègre les bases requises en physique classique (mécanique, électromagnétique, thermodynamique) et en mathématiques appliquées (équations différentielles, séries de Fourier, discrétisation numérique) à l'intérieur même des cours de sciences de l'atmosphère. Le programme est structuré autour de 5 sous-domaines de connaissances qui regroupent chacun un certain nombre de cours :

1. La physique appliquée à l'atmosphère et au climat (9 cours), déclinée selon 3 thématiques :

- La physique de l'atmosphère (3 cours : thermodynamique, nuages et précipitations, rayonnements électromagnétiques);
- La dynamique de l'atmosphère (3 cours : mécanique des fluides, systèmes météorologiques, prévision du temps);
- Le système climatique (3 cours : l'atmosphère terrestre, couche limite planétaire, changements climatiques).

2. Les applications (5 cours) :

- Laboratoires d'expérimentation (3 cours : champs météorologiques, instrumentation et observations, simulations sur ordinateur);
- Projet et Activités de synthèse.

3. Les outils (9 cours) :

- Mathématiques appliquées (5 cours);
- Informatique scientifique (3 cours);
- Communication (1 cours).

4. L'ouverture sur des disciplines connexes aux sciences de l'atmosphère et du climat (3 cours) :

- Chimie atmosphérique;
- Hydrologie;
- Océanographie.

5. Des cours optionnels (5) choisis dans deux axes, permettant le développement d'une spécialisation selon les intérêts spécifiques de chacun :

- Axe Eau, risques et environnement;
- Axe Informatique et traitement de données.

CONDITIONS D'ADMISSION

Capacité d'accueil
Le programme n'est pas contingenté.

Trimestre d'admission (information complémentaire)
Admission aux trimestres d'automne et d'hiver.
Les étudiants admis au trimestre d'hiver doivent prendre note que les activités sont offertes en fonction d'une admission au trimestre d'automne, ce qui pourrait avoir comme résultat d'allonger la durée de leurs études au-delà des trois années normalement prévues.

Connaissance du français
Tous les candidats doivent posséder une maîtrise du français attestée par l'une ou l'autre des épreuves suivantes: l'Épreuve uniforme de français exigée pour l'obtention du DEC, le Test de français écrit du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport ou le Test de français écrit de l'UQAM. Sont exemptées de ce test les personnes détenant un grade d'une université francophone et celles ayant réussi le test de

français d'une autre université québécoise.

Base DEC
Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) en sciences de la nature, ou en arts, lettres et sciences (DEC intégré).
Voir Remarque

ou
Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) en technologie minérale, en techniques géologiques ou en techniques physiques.
Voir Remarque

Passerelle : Les titulaires d'un diplôme d'études collégiales en formation professionnelle peuvent bénéficier de reconnaissances d'acquis (jusqu'à 30 crédits) sur recommandation de la direction du programme.

ou
Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) (préuniversitaire ou professionnel) ou l'équivalent.
Voir Remarque

Base expérience
Posséder des connaissances appropriées, être âgé d'au moins 21 ans et avoir occupé un emploi pendant 1 an dans un domaine où il faut appliquer des connaissances en météorologie (industrie, commerce, services, etc.).
Voir Remarque

Base études universitaires
Au moment du dépôt de la demande d'admission, avoir réussi au moins cinq cours (quinze crédits) de niveau universitaire. Une moyenne académique minimale équivalente à 2,0 sur 4,3 est exigée.
Voir Remarque

Base études hors Québec
Être titulaire d'un diplôme en sciences naturelles ou expérimentales ou en génie obtenu à l'extérieur du Québec après au moins treize années (1) de scolarité ou l'équivalent.
(1) À moins d'ententes conclues avec le Gouvernement du Québec.
Voir Remarque

Pour tous les candidats diplômés hors Québec, une moyenne minimale de 10 sur 20 ou l'équivalent est exigée.

Remarque pour toutes les bases d'admission
Avoir réussi les cours ou atteint les objectifs de formation spécifiques de niveau collégial (ou leur équivalent) dans les domaines suivants : Mathématiques (Calcul différentiel - Calcul intégral - Algèbre linéaire et géométrie vectorielle); Physique (Mécanique - Électricité et magnétisme - Ondes et physique moderne).

Consultez le tableau des équivalences des préalables collégiaux pour connaître les cours de cégep correspondant aux préalables exigés par l'UQAM.

Admissions conditionnelles
Le candidat admissible pour lequel l'Université aura établi qu'il n'a pas réussi les cours ou atteint les objectifs de formation dans les domaines précisés ci-dessus pourra être admis conditionnellement à la réussite d'un maximum de deux cours d'appoint.

Les cours d'appoint exigés devront être réussis au plus tard au cours de la première année d'inscription.

Le dossier d'un candidat dont l'admission a été refusée au baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère sera considéré pour une admission au certificat en sciences de l'atmosphère (4546). S'il y est admis, il aura la possibilité de compléter les cours ou d'atteindre les objectifs de formation manquants en suivant les cours d'appoint offerts à l'Université ou leur équivalent.

Les étudiants du certificat en sciences de l'atmosphère (4526) ayant un minimum de 15 crédits complétés avec une moyenne minimale de 2.0/4.3 se verront offrir le passage vers le baccalauréat correspondant (baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration sciences de l'atmosphère : météo et climat (7459). La direction du programme, après analyse des dossiers individuels, décidera des cours en appoint à suivre pour compléter les connaissances et compétences requises pour réussir le baccalauréat.

Cours d'appoint
Les cours d'appoint suivants peuvent être faits à l'Université :

Algèbre linéaire et géométrie vectorielle : MAT0339 Mathématiques générales (hors programme) OU MAT0600 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle (hors programme)
Calcul différentiel, Calcul intégral : MAT0343 Calcul différentiel (hors programme), MAT0344 Calcul intégral (hors programme)
Mécanique : PHY0350 Introduction à la mécanique générale (hors programme)
Électricité et magnétisme : PHG0340 Ondes, électromagnétisme et physique moderne (hors programme)

Régime et durée des études
Offert à temps complet et à temps partiel

COURS À SUIVRE

(Sauf indication contraire, les cours comportent 3 crédits. Certains cours ont des préalables. Consultez la description des cours pour les connaître.)

Baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère

Les cours de tronc commun (9 crédits) :
SCT4320 Océanographie
SCT6321 Hydrologie
STM5000 Activités de synthèse I
Concentration sciences de l'atmosphère : météo et climat

Les vingt-deux cours suivants (66 crédits) :
CHI3910 Chimie environnementale de l'atmosphère
COM2616 Communication de crise
FSM3200 Projet
GEO4091 Systèmes d'information géographique
INF1035 Informatique pour les sciences : programmation simulation et exploitation de données
MAT1115 Calcul I
MAT1250 Algèbre linéaire I
MAT4681 Statistique pour les sciences
SCA1120 Physique de l'atmosphère
SCA1320 L'atmosphère terrestre
SCA2140 Physique des nuages
SCA2220 Mécanique des fluides en rotation
SCA2420 Laboratoire I
SCA2520 Physique mathématique
SCA3160 Télédétection atmosphérique par radars et satellites
SCA3240 Dynamique et synoptique de l'atmosphère
SCA4340 Couche limite planétaire
SCA4440 Laboratoire II
SCA4540 Méthodes numériques en modélisation atmosphérique
SCA5260 Prévision du temps
SCA5460 Laboratoire III
SCA6360 Physique et modélisation du climat
Cinq cours (15 crédits) choisis dans l'un ou l'autre des 2 axes suivants :

Axe Eau, risques et environnement

Cet axe permet une formation élargie s'ouvrant sur des problématiques en lien avec les sciences de l'atmosphère et du climat, comme l'environnement physique, les ressources en eau et l'hydrologie, la géographie physique, l'actuariat et la géologie de surface. Ces connaissances ont de fortes chances de devenir en demande

croissante sur le marché du travail dans les années à venir.
GEO1110 Risques et enjeux environnementaux
GEO4062 Hydroclimatologie et ressources en eau
GEO6363 Risques naturels et aménagement
JUR1023 Droit de l'environnement
SCT5312 Hydrogéologie
SCT6310 Changements globaux: géosphère-biosphère
SCT4010 Géologie du Quaternaire

Axe Informatique et traitement de données

Cet axe offre une formation à la programmation scientifique, la manipulation d'importantes bases de données et le développement d'interfaces conviviales pour faciliter leur utilisation et dissémination, et l'application de l'intelligence artificielle. Ces connaissances peuvent être appliquées aux domaines des sciences de l'atmosphère et du climat où l'informatique et les statistiques sont d'ailleurs essentielles dans la valorisation des prévisions numériques et l'analyse de données climatiques.
INF1070 Utilisation et administration des systèmes informatiques
INF1120 Programmation I
INF1132 Mathématiques pour l'informatique
INF2120 Programmation II
INF3080 Bases de données
INF3191 Programmation Web
INF3105 Structures de données et algorithmes
INF4230 Intelligence artificielle
INF5082 Gestion et analyse de données
Note : Pour suivre le cours INF4230, l'étudiant devra préalablement suivre les cours suivants: INF1120, INF2120, INF1131 (ou INF1132), INF3105 et INF3080.

La liste des cours pour chacun des axes est donnée uniquement à titre indicatif. La direction de programme pourra permettre de choisir des cours parmi les deux axes ou de substituer par d'autres cours, si tel est l'intérêt d'un étudiant et si la direction considère le choix pertinent et approprié. À noter que ces cours sont communs avec d'autres programmes; il faudra s'assurer que les préalables des cours soient respectés et que la grille horaire puisse accommoder les choix effectués. Remarque générale : La plupart des cours du programme ne sont offerts qu'une fois par année à un trimestre spécifique.

RÈGLEMENTS PÉDAGOGIQUES PARTICULIERS

Les étudiants doivent obligatoirement suivre le cheminement prévu dans la description du programme.

Les étudiants admis au trimestre d'hiver doivent prendre note que les activités sont offertes en fonction d'une admission au trimestre d'automne.

DESCRIPTION DES COURS

CHI3910 Chimie environnementale de l'atmosphère
Comprendre les différentes facettes du cycle des composés chimiques dans l'atmosphère. Ce cours porte sur la composition chimique et les propriétés de l'atmosphère globale. Les réactions photochimiques dans l'atmosphère.L'entrée des espèces chimiques d'origine naturelle et anthropogénique contrôlant la production et la destruction de l'ozone ainsi que le niveau d'oxydation atmosphérique.Les budgets globaux d'espèces chimiques comme l'ozone et le méthane, le cycle du sulfure et la production d'aérosols soufrés.Les effets d'aérosols sur le système climatique.

COM2616 Communication de crise
Objectifs
Ce cours a pour objectif de préparer les personnes étudiantes à la planification et à la mise en oeuvre de stratégies de communication appropriées dans le cadre de situations de crise auxquelles peuvent être confrontées les organisations de tout type (commerciales, OBNL, institutions, etc.). Il propose de se concentrer sur la communication de crise des organisations dans des contextes numériques et d'influence. Une attention particulière sera portée à l'analyse des contextes de propagation d'une crise, ainsi qu'à la présentation détaillée et à la mise en pratique de différentes techniques permettant d'anticiper et de gérer une crise. De manière plus spécifique, ce cours vise à : découvrir les principaux mécanismes de crise, qu'ils soient médiatiques, économiques, numériques, d'influence ou encore liés à une mauvaise gestion interne; aborder de manière critique et pratique des concepts centraux, comme la réputation, la rumeur ou encore la cartographie des risques; souligner l'importance des jeux d'acteurs lors de crises, qu'ils soient simples relais ou amplificateurs de celle-ci (médias, internautes, citoyennes/citoyens), ou encore qu'ils puissent en être à l'origine (concurrents, organisations militantes); montrer ce que les environnements numériques changent ou, a contrario, ne changent pas dans la propagation et la gestion de crise; proposer des comparaisons interculturelles de gestion de crise; faire « vivre » une crise, la gestion de crise étant une expérience singulière qu'il est intéressant de simuler pour mieux se l'approprier.

Sommaire du contenu
Les éléments de contenu suivant seront abordés dans le cours : diagnostic et analyse d'une crise organisationnelle; analyse des risques et des pratiques de gestion de crise inhérents aux environnements numériques; identification d'une rumeur participant à une crise ou pouvant y mener, analyse et définition d'un plan d'action pour l'endiguer; identification de possibles actions d'influence d'un concurrent ou d'une organisation militante participant à une crise ou pouvant y amener, et analyse et définition d'un plan d'action pour l'endiguer; cartographie et évaluation des risques possibles pour produire des scénarios de crise et des procédures types; organisation d'une cellule de crise; définition d'un plan de communication de crise; interaction avec les médias et les publics internes ou externes durant la crise (formation médias, création de communiqués de presse, de contenus pour le web); simulation d'une gestion de crise.

Modalité d'enseignement
Études de cas, analyse et cartographie de risques d'organisations réelles, travaux en groupe, simulations, jeux de rôle

FSM3200 Projet
Réalisation d'un projet permettant aux étudiants d'étudier des problèmes concrets, d'en analyser les données et de proposer des solutions pratiques. Le projet doit être réalisé dans la mesure du possible, en collaboration avec l'extérieur et être supervisé par un professeur ou une personne ressource du milieu. Chaque projet doit faire l'objet d'un rapport qui est présenté dans le cadre d'un séminaire.

GEO1110 Risques et enjeux environnementaux
Ce cours aborde les risques et enjeux environnementaux ainsi que leur prise en charge par les sociétés humaines.

Sommaire du contenu
Définition des principaux concepts relatifs à l'étude du risque : notions d'aléas, d'enjeu environnemental, de vulnérabilité et de résilience.Notions de variabilité naturelle et d'événements extrêmes.Étude du risque et des enjeux dans un cadre spatio-temporel multiscalaire selon une perspective multidisciplinaire.Description des principaux aléas de la géosphère, de l'hydrosphère, de l'atmosphère, de la biosphère, ainsi que de l'anthroposphère.Étude des enjeux soulevés par ces aléas ainsi que des mesures et aménagements visant à atténuer l'intensité et la fréquence des aléas ou à augmenter la sécurité et la résilience des populations.Rôle des acteurs du local à l'international dans la gestion du risque et de la planification territoriale.Revue de la nature des pouvoirs d'intervention et des outils permettant de réagir face aux risques et enjeux : instruments législatifs, consultations et audiences publiques, évaluation d'impacts, etc.

Modalité d'enseignement
Sorties sur le terrain

GEO4062 Hydroclimatologie et ressources en eau
Objectifs
Ce cours a pour objectif d'étudier les différentes composantes du cycle

hydrologique, et d'évaluer les paramètres hydroclimatiques appliqués au bassin versant pour l'aménagement et la gestion de la ressource.

Sommaire du contenu
Évaluation des ressources en eau en relation avec les différents milieux naturels, modifiés (forestier, agricole, urbanisé) et dans les zones saturées et non saturées.Analyse des impacts des changements climatiques et des activités humaines sur les phénomènes hydrologiques extrêmes.Scénarios d'aménagement des ressources en conformité avec le développement durable.

Modalité d'enseignement
Travaux en laboratoire (2 heures/semaine) et sorties sur le terrain.

Préalables académiques
GEO3062 Le système climatique global ; GEO2032 Formes et processus ou SCT1210 Géomorphologie ; GEO1082 Biogéographie

GEO4091 Systèmes d'information géographique
Objectifs
Ce cours a pour objectif de maîtriser les méthodes et techniques associées à l'utilisation de données référées spatialement afin de répondre à des requêtes et analyses particulières. De plus, il familiarise l'étudiant à l'exploitation d'un ensemble de données simultanément.

Sommaire du contenu
Notions fondamentales nécessaires à la mise sur pied d'un SIG (matriciel et vectoriel). Explications des diverses étapes comportant le prétraitement, la structuration des données géoréférencées, le traitement et l'analyse des résultats. Les applications aborderont des thématiques d'actualité tant en géographie humaine que physique : étude et expérimentation de différentes sources de données numériques disponibles; initiation au langage SQL (Standard Query Language); réalisation d'analyse multicritère; évaluation financière de l'utilisation d'une telle technologie.

Modalité d'enseignement
Travaux en laboratoire (2 heures/semaine) et sorties sur le terrain. Travaux pratiques.

GEO6363 Risques naturels et aménagement
Objectifs
Ce cours vise à préparer les étudiants à l'analyse, à l'évaluation et à l'intervention concernant les composantes et contraintes biophysiques du territoire pour l'aménagement.

Sommaire du contenu
Définition des termes aléa, vulnérabilité, risque et catastrophe. Analyse critique de la réparation spatiale et temporelle des risques, des techniques de cartographie, des rapports d'évaluation et commissions d'enquêtes. Notion de résilience, enjeux et effet de synergie. Cadre juridique des risques, politiques de gestion et de prévention, lois et règlements de zonage, schémas d'aménagement et de sécurité civile. Concept de gouvernance, jeu des acteurs et responsabilité citoyenne. Mise en application de méthodes statiques, multicritères et cartographie des risques naturels. Choix et diversité des aménagements et solutions géotechniques. Études de cas appliquées la stabilisation des pentes au Québec et ailleurs.

Modalité d'enseignement
Travaux en laboratoire (2 heures/semaine) et sorties sur le terrain.

Préalables académiques
GEO2032 Formes et processus ou SCT1210 Géomorphologie; GEO1082 Biogéographie

INF1035 Informatique pour les sciences : programmation simulation et exploitation de données
Ce cours vise à familiariser les étudiants à l'utilisation de langages de programmation pour effectuer des analyses de données scientifiques. Il s'adresse aux étudiants qui n'ont aucune expérience en programmation. Il permettra aux étudiants de comprendre le rôle de la programmation dans la résolution de problèmes en sciences, et ce en utilisant des logiciels libres. Introduction à la programmation avec un langage de script évolué (ex. Python) : représentation des données et principales structures de contrôle, algorithmes, méthodologie de programmation, utilisation de bibliothèques. Développement de simulation. Gestion des données à l'aide d'une base de données légère (ex. : SQLite) : création de tables et requêtes simples. Exploitation statistique de données à l'aide d'un langage d'analyse, interface de présentation de résultats.

Modalité d'enseignement
Les travaux pratiques (séance hebdomadaire de deux heures) ainsi qu'une partie des cours magistraux ont lieu au laboratoire de micro-informatique. Ce cours ne requiert aucune connaissance en programmation, mais requiert toutefois des connaissances de base d'utilisation d'un ordinateur.

Conditions d'accès
Ce cours est hors-programme pour les étudiants en informatique.

INF1070 Utilisation et administration des systèmes informatiques
Objectifs
Ce cours vise à former les étudiants à l'utilisation éclairée des systèmes informatiques et à introduire les concepts de l'administration de ces systèmes.

Sommaire du contenu
Commandes et applications, gestion des processus, entrées-sorties et leurs redirections, tubes et conduites, fichiers de commandes. Système de fichiers hiérarchiques, types de fichiers, utilisateurs et droits, recherche et expressions régulières, fiabilité et sécurité des systèmes de fichiers. Terminologie, concepts de base et principaux protocoles des réseaux téléinformatiques. Sécurité des réseaux et vie privée. Installation, configuration, sécurisation et mise-à-jour d'un système informatique. Installation et configuration de services et de serveurs. Supervision et qualité de service.

Modalité d'enseignement
Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

INF1120 Programmation I
Objectifs
Acquérir une méthode de développement de solutions logicielles dans le cadre du paradigme orienté-objet : analyse du problème, conception simplifiée, codage et test d'une solution. Sensibiliser au développement de programmes de qualité : fiables, faciles à utiliser, à comprendre et à modifier.

Sommaire du contenu
Introduction aux algorithmes. Éléments de programmation de base : vocabulaire, syntaxe et sémantique, constantes, variables, types simples et composés (tableaux à une et deux dimensions), conversions de type, affectation, opérateurs et expressions, instructions, structures de contrôle (séquence, sélection, itération), instructions simples d'entrées-sorties, fichier texte. Introduction aux éléments de la programmation orientée-objet : classes, objets, méthodes et paramètres, variables de classe, d'instance et locale, portée et durée de vie des variables, constructeurs. Notion d'encapsulation. Introduction à l'utilisation de classes et de paquetages prédéfinis.

Modalité d'enseignement
Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures). Six de ces laboratoires seront évalués.

INF1132 Mathématiques pour l'informatique
Objectifs
Connaître les notions de base en mathématiques qui sous-tendent l'informatique.

Sommaire du contenu
Calcul propositionnel, calcul des prédicats et théorie naïve des ensembles. Nombres entiers et division. Définitions et preuves par

induction. Stratégies de preuve. Relations : définitions et représentations. Propriétés des relations et principaux types de relations. Fonctions : définitions et représentations. Opérations sur les fonctions. Récursion. Graphes : définitions et représentations. Parcours d'un graphe. Introduction à l'analyse d'algorithmes : notion générale d'algorithme, arrêt et exactitude. Complexité spatiale et temporelle. Algorithmes récursifs et équations de récurrence.

INF2120 Programmation II
Objectifs
Approfondir les concepts de la programmation orientée-objet, de mise au point et de test de composants logiciels. Identification et définition des classes d'une solution logicielle.

Sommaire du contenu
Relations entre les classes : composition et héritage. Classes abstraites et polymorphisme. Algorithmes récursifs simples. Structures de données classiques : piles, files, listes et arbres binaires de recherche. Techniques classiques de recherche (séquentielle et binaire) et de tri. Gestion des événements et des exceptions, fils d'exécution. Conception de paquetages Introduction à un environnement de développement logiciel.

Préalables académiques
INF1120 Programmation I

INF3080 Bases de données
Objectifs
Introduire les concepts fondamentaux des bases de données relationnelles.

Sommaire du contenu
Information, données et système de gestion de bases de données (SGBD). Présentation des principales architectures de bases de données. Modèle entité-association. Modèle relationnel. Algèbre relationnelle et langage SQL. Contraintes d'intégrité et gâchette (trigger). Modélisation et conception, création, exploitation et administration d'une base de données. Schéma interne : indexage et hachage. Intégration d'une base de données dans une application. Sécurité. Transactions. Évaluation et optimisation des requêtes relationnelles.

Modalité d'enseignement
Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

Préalables académiques
INF1120 Programmation I

INF3105 Structures de données et algorithmes
Objectifs
Approfondir les connaissances des structures de données et des algorithmes et les appliquer à la résolution de problèmes.

Sommaire du contenu
Rappels sur les types abstraits de données. Analyse et complexité des algorithmes. Abstractions de données et de contrôle. Collections et les structures de données nécessaires à leurs réalisations. Arbres équilibrés, tables de hachage, graphes. Bibliothèques publiques ou normalisées.

Modalité d'enseignement
Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

Préalables académiques
INF1132 Mathématiques pour l'informatique ou MAT1060 Mathématiques algorithmiques; INF2120 Programmation II

INF3191 Programmation Web
Objectifs
Ce cours introduit à la conception et au développement Web, tant du côté client que serveur.

Sommaire du contenu
Les fondements du Web : navigateur, serveur, protocoles. Langages, normes et standards du Web (HTML, JavaScript, CSS, XML, JSON). Accessibilité Web. Conception de formulaires et d'interfaces utilisateur. Génération dynamique de documents HTML. Services Web. Introduction à un cadre d'applications (cadriciel, framework). Sécurité et vie privée.

Préalables académiques
INF1120 Programmation I INF1070 Utilisation et administration des systèmes informatiques

INF4230 Intelligence artificielle
Objectifs
Connaître les paradigmes de l'intelligence artificielle. Être capable de formuler des hypothèses pour la recherche, de les tester, les interpréter et les présenter. Être capable d'évaluer les idées reçues à propos de l'intelligence artificielle.

Sommaire du contenu
Historique de l'intelligence artificielle. Identification descriptive et réduction de buts. Résolution de problèmes par analogie. Exploitation de contraintes naturelles. Propagation de contraintes. Recherche et exploration de solutions de rechange. Décision et contrôle. Paradigmes de résolution de problèmes. Logique mathématique et démonstration de théorèmes. Représentation des connaissances. Traitement des langues naturelles.

Préalables académiques
MAT4681 Statistique pour les sciences ou MAT1700 Probabilités IINF3105 Structures de données et algorithmes

INF5082 Gestion et analyse de données
Objectifs
Développer une capacité d'analyse des besoins en gestion de données en fonction du contexte d'application. Être en mesure de justifier l'usage et de mettre en oeuvre une méthode avancée de gestion et analyse des données.

Sommaire du contenu
Présentation et comparaison des différentes méthodes de gestion et d'analyse de données. Extraction de connaissances et forage de données. Prétraitement et préparation des données, apprentissage automatique et algorithmes d'exploitation de données prédictives (apprentissage supervisé) et descriptives (apprentissage non supervisé), données transactionnelles et recherche de règles d'associations.

Modalité d'enseignement
Cours magistral (3h / semaine). Ce cours peut comporter une séance hebdomadaire de deux heures de travaux en laboratoire.

Préalables académiques
INF3105 Structures de données et algorithmes et MAT4681 Statistique pour les sciences ou STT1000 Statistique I

JUR1023 Droit de l'environnement
Étude, à partir de dossiers, des aspects juridiques liés à divers enjeux environnementaux: précipitations acides, déchets dangereux. Examen des recours civils et pénaux, des procédures d'audience publique et des mécanismes de consultation et de participation des citoyens. Analyse des moyens juridiques de protection et d'aménagement de divers milieux: patrimoine, espaces naturels, terres agricoles, environnement de travail. Principaux textes du droit international.

MAT1115 Calcul I
Objectifs
Étude de la continuité et dérivabilité des fonctions de plusieurs variables réelles et des intégrales doubles et triples, en mettant l'emphase sur le calcul plutôt que sur les notions analytiques sous-jacentes à la matière.

Sommaire du contenu
Rappels de calcul différentiel à une variable. Continuité et dérivabilité des fonctions de plusieurs variables réelles. Dérivées partielles, règle de dérivation en chaîne et égalité des dérivées partielles mixtes. Approximation linéaire, gradient et dérivées directionnelles. Dérivées d'ordre supérieur et développements de Taylor. Extrema de fonctions, méthode des multiplicateurs de Lagrange, Théorèmes des fonctions inverses et implicites (énoncé seulement). Applications. Rappel sur l'intégrale simple. Intégrales doubles et triples, coordonnées polaires, cylindriques et sphériques. Jacobien, changement de coordonnées pour l'intégrale multiple. Applications de l'intégrale multiple. Intégrales impropres (fonction gamma). Ce cours comporte une séance d'exercices de deux heures par semaine.

Conditions d'accès
Avoir réussi MAT0341 Calcul différentiel et intégral I (hors programme), MAT0343 Calcul différentiel (hors programme) et/ou MAT0344 Calcul intégral (hors programme) si imposés

MAT1250 Algèbre linéaire I
Objectifs
Introduction aux notions centrales d'algèbre linéaire à travers la résolution de systèmes d'équations linéaires.

Sommaire du contenu
Introduction au raisonnement mathématique : preuve directe, indirecte, par contradiction, par récurrence, langage ensembliste. Matrices et résolution de systèmes d'équations linéaires : méthode de Gauss-Jordan, calcul matriciel, noyau et rang d'une matrice, matrices inversibles, matrices élémentaires et manipulation de lignes et colonnes. Déterminant : définition récursive, propriétés fondamentales, interprétation géométrique en dimensions 2 et 3, calculs explicites, règle de Cramer, formulation de l'inverse d'une matrice. Sous espaces vectoriels et affines réels associés aux systèmes d'équations linéaires : Introduction dans Rn aux notions de sous-espaces engendrés, intersection, somme, somme directe de deux sous-espaces ; dépendance linéaire, dimension. Matrices de changement de base. Processus d'orthogonalisation de Gram-Schmidt. Applications linéaires : image et noyau et recherche de bases pour ces sous-espaces, théorème du rang, isomorphisme, représentation matricielle et formule de changement de base. Introduction à la réduction des matrices : valeurs propres et vecteurs propres, diagonalisation des matrices symétriques. Ce cours comporte une séance de travaux pratiques (TP) de trois heures par semaine. Certaines séances de travaux pratiques pourraient servir à évaluer la progression des étudiants, en complément des examens, afin d'assurer le meilleur encadrement dans ce cours.

MAT4681 Statistique pour les sciences
Introduction aux probabilités et statistique appliquées. Emploi d'un progiciel statistique. Techniques de l'analyse exploratoire des données. Planification d'expériences. Modèles de probabilité. Distribution d'échantillonnage des statistiques. Tests et intervalles de confiance. Validité et robustesse des procédures. Analyse de tableaux. Régression linéaire.

Modalité d'enseignement
Ce cours comporte une séance d'exercices.

SCA1120 Physique de l'atmosphère
Objectifs
Introduction aux notions essentielles de physique classique sur le rayonnement électromagnétique et la thermodynamique, appliquées à l'atmosphère.

Sommaire du contenu
Éléments de rayonnement électromagnétique et de thermodynamique classique appliqués à l'atmosphère. Importance du rayonnement pour le climat et la télédétection. Propriétés du rayonnement électromagnétique. Spectre électromagnétique. Radiation du corps noir, lois de Planck, Wien, Stefan-Boltzmann et Kirchhoff. Spectres d'émission du soleil et de la Terre. Optique atmosphérique : transmission, absorption, réflexion et diffusion de la lumière dans l'atmosphère. Thermodynamique classique. Équation d'état des gaz parfaits. Énergie interne, entropie et enthalpie. Changements de phase de la vapeur d'eau et chaleur latente. Équation de Clausius-Clapeyron. Transferts de chaleur et de masse par diffusion et convection. Profils adiabatiques secs et humides. Le téphigramme. Processus adiabatique, isotherme, isobare et isopycnique

SCA1320 L'atmosphère terrestre
Objectifs
Introduction aux sciences de l'atmosphère et à la physique du climat, suivant une approche descriptive avec un minimum de développements mathématiques.

Sommaire du contenu
Composition de l'atmosphère. Structure verticale de l'atmosphère. Équilibre hydrostatique. Force de Coriolis. Règle du vent thermique et courant jet. Masses d'air et fronts. Stabilité statique et profil adiabatique sec. Vapeur d'eau et formation des nuages et de la précipitation. Rayonnements solaire et terrestre. Équilibre radiatif de l'atmosphère. Les tempêtes aux latitudes moyennes, les blizzards, la pluie verglaçante, les orages, la grêle, les tornades, les cyclones tropicaux. Ce cours utilise une approche descriptive avec un minimum de développements mathématiques.

SCA2140 Physique des nuages
Objectifs
Description du processus de formation des précipitations et du temps associé.

Sommaire du contenu
Thermodynamique en air sec et humide. Aérosols, noyaux de condensation et de congélation. Formation de gouttelettes et cristaux de nuage. Processus de formation de précipitation dans les nuages chauds et dans les nuages froids. Précipitation en phase mixte. Modèles de nuage. Convection humide. Systèmes convectifs de méso-échelle. Temps violent. Rafales descendantes.

Préalables académiques
SCA1120 Physique de l'atmosphère

SCA2220 Mécanique des fluides en rotation
Objectifs
Introduction aux principes mathématiques et physiques sous-jacents à l'étude des fluides, et leur application à l'atmosphère.

Sommaire du contenu
Dérivées eulériennes et lagrangiennes. Développement des équations fondamentales gouvernant la dynamique des fluides : équations d'Euler et de Navier-Stokes, de continuité de la masse et thermodynamique. Équilibre hydrostatique. Lois de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement. Ondes dans les fluides : linéarisation des équations et équation d'ondes. Ondes élastiques et de gravité externe. Effet de la rotation : force de Coriolis et gravité apparente. Équation du vent gradient. Effet bêta et onde de Rossby. Analyse d'échelle et similitude dynamique. Ce cours comporte une séance de travaux pratiques de 1 heure par semaine.

Préalables académiques
SCA2520 Physique mathématique (peut être concomitant)

SCA2420 Laboratoire I
Objectifs
Introduction aux champs météorologiques et leur interprétation

Sommaire du contenu
Introduction aux bases de données disponibles pour étudier les conditions météorologiques actuelles et prévues. Introduction aux champs météorologiques à différentes altitudes (ex : niveau moyen de la mer, 850 hPa, 500 hPa et 300 hPa). Définition des codes METAR et SYNOP. Définition et représentation de l'advection de température, d'humidité et de tourbillon. Identification du courant jet sur les cartes météorologiques. Images satellite et radar. Radiosondages. Études de

cas. Cours laboratoire d'une durée de 5 heures par semaine.

SCA2520 Physique mathématique
Objectifs
Fournir les bases minimales requises en mathématiques appliquées pour progresser rapidement en mécanique des fluides et physique appliquée à l'atmosphère.

Sommaire du contenu
Opérateurs différentiels vectoriels : gradient d'un scalaire, divergence et rotationnel. Intégrales de ligne et de surface, théorèmes de Gauss et de Stokes. Décomposition de Helmholtz. Introduction aux équations différentielles linéaires d'ordre 1 et 2, équations d'onde et de diffusion de la chaleur. Solutions par séries de Fourier. Ce cours comporte des séances de travaux pratiques de 1 heure par semaine.

Préalables académiques
MAT1115 Calcul I

SCA3160 Télédétection atmosphérique par radars et satellites
Objectifs
Description de la propagation des ondes électromagnétiques dans l'atmosphère et son application à la télédétection atmosphérique.

Sommaire du contenu
Propagation des ondes électromagnétiques dans l'atmosphère. Télédétection atmosphérique passive et active. Fonctionnement du radar météorologique. Télédétection atmosphérique par satellites. Interprétation des mesures atmosphériques par télédétection.

Préalables académiques
SCA1120 Physique de l'atmosphère

SCA3240 Dynamique et synoptique de l'atmosphère
Objectifs
Application de la mécanique des fluides à l'atmosphère et son interprétation à l'échelle synoptique.

Sommaire du contenu
Équations régissant l'atmosphère à grande échelle. Équilibre hydrostatique et coordonnée verticale de pression. Stabilité statique, effet de bouée et fréquence de Brunt-Väisälä. Équation de la composante verticale du tourbillon associé au vent horizontal. Analyse dimensionnelle de l'atmosphère à grande échelle aux latitudes moyennes. Équilibre géostrophique, règle du vent thermique et courant jet. Théorie quasi-géostrophique : équations du tourbillon et du mouvement vertical à l'échelle synoptique. Structure verticale des systèmes météorologiques aux latitudes moyennes, advection de température et de tourbillon. Étude de cas à partir de cartes météorologiques.

Préalables académiques
SCA2220 Mécanique des fluides en rotation

SCA4340 Couche limite planétaire
Objectifs
Description des processus de turbulence affectant les couches inférieures de l'atmosphère, ainsi que les échanges entre la surface terrestre et l'atmosphère.

Sommaire du contenu
Bilan énergétique de la surface terrestre. Structure verticale dans la couche limite atmosphérique. Échelles spatiales et temporelles des mouvements dans les basses couches atmosphériques. Turbulence et transferts verticaux de chaleur, humidité et quantité de mouvement. Profil logarithmique du vent et profil vertical dans la couche d'Ekman. Méthodes de mesures dans la couche limite. Paramétrage de la couche limite dans les modèles météorologiques. Effet des conditions météorologiques sur le potentiel éolien. Circulations régionales : brises de mer et de terre, canalisation dans vallées, écoulement au-dessus d'obstacles topographiques.

Préalables académiques
SCA3240 Dynamique et synoptique de l'atmosphère

SCA4440 Laboratoire II
Objectifs
Introduction à l'utilisation de l'instrumentation et de l'observation en sciences de l'atmosphère

Sommaire du contenu
Série de 3 à 5 expériences, faites individuellement ou en équipe, selon le cas. Quelques expériences sont faites en laboratoire, par exemple avec le bassin tournant et divers instruments météorologiques disponibles dans la région de Montréal. Application de techniques de traitement de signal. Les expériences peuvent aussi impliquer des sorties sur le terrain et seront définies au début du cours. Application de la méthode scientifique et rédaction de rapports de laboratoire. Cours laboratoire d'une durée de 5 heures par semaine.

Préalables académiques
INF1035 Informatique pour les sciences : programmation simulation et exploitation de données (peut être concomitant) OU INF1120 Programmation I (peut être concomitant)

SCA4540 Méthodes numériques en modélisation atmosphérique
Objectifs
Fournir la base requise en méthodes de discrétisation des équations différentielles pour leur application en sciences de l'atmosphère.

Sommaire du contenu
Méthodes de discrétisation applicables aux équations météorologiques. Différences finies. Expansion en série de Taylor de premier et deuxième ordres. Discrétisation temporelle avec schémas explicites et implicites. Discrétisation spatiale avec schémas eulériens et semi-lagrangiens. Applications aux problèmes de diffusion et d'advection, et au système d'équations de Saint-Venant. Filtres numériques. Grilles décalées (staggered). Méthodes Galerkin : éléments finis, transformée spectrale. Analyse de réponse et stabilité numériques. Ce cours comporte des exercices informatiques à réaliser par l'étudiant.

SCA5260 Prévision du temps
Objectifs
Donner une perspective historique de l'évolution des méthodes de prévision numérique des conditions météorologiques, allant des observations jusqu'à la vérification des prévisions.

Sommaire du contenu
La prévision météorologique comme un problème aux conditions initiales. L'analyse objective et l'assimilation de données provenant de plusieurs types d'observations (ex. : radiosondes, radars, avions, satellites). Contraintes d'équilibre dynamique : processus d'ajustement géostrophique. Les ondes atmosphériques : leurs fréquences et vitesses de propagation, leurs structures et amplitudes. Historique des systèmes utilisés pour la prévision numérique du temps : équations filtrées barotropes et baroclines, équations primitives et équations pleinement élastiques. Évaluation des prévisions : diagrammes de Hövmuller, corrélation d'anomalies, comparaison directe aux observations. Chaos et limites à la prévisibilité météorologique. Prévisions ensemblistes et leur interprétation probabiliste : les météogrammes.

Préalables académiques
SCA3240 Dynamique et synoptique de l'atmosphère

SCA5460 Laboratoire III
Objectifs
Introduction à l'utilisation de modèles numériques de différentes complexités comme outils en sciences atmosphériques.

Sommaire du contenu
Série de 1 à 3 expériences numériques telles que la manipulation de sorties de modèles climatiques régionaux, pour calculer la climatologie de champs tels que la température, précipitation, vent. Traitement sur

des bases de données par télédétection, comme celles de la mission « Global Precipitation Measurement ». Développement ou application de modèles à une dimension pour étudier les processus de formation de nuages et précipitation, et l'interaction entre la surface et l'atmosphère. Les expériences seront définies au début de la session. Application de la méthode scientifique. Rédaction de rapports de laboratoire et une présentation orale. Cours laboratoire d'une durée de 5 heures par semaine.

Préalables académiques
SCA4540 Méthodes numériques en modélisation atmosphérique (peut être concomitant)

SCA6360 Physique et modélisation du climat
Objectifs
Distinction entre météorologie et climatologie. Application de la physique à l'étude du climat et aux projections de changements climatiques.

Sommaire du contenu
Différence entre conditions météorologiques et climat. Équilibre radiatif du Système Terre. Effets de serre et processus de feedback. Échanges d'énergie sous ses nombreuses formes : rayonnements solaire et terrestre, chaleur sensible et latente. Circulation générale atmosphérique et processus physiques responsables de son maintien. Vue d'ensemble des climats sur Terre. Processus responsables des variations géographiques des climats : contrastes terre-mer, montagnes, océans. Cycle de l'eau et de l'énergie dans l'atmosphère. Variabilités synoptique, saisonnière et interannuelle, et processus responsables. Hiérarchie de modèles : bilan d'énergie (0D), radiatif-convectif (1D), coupe méridienne (2D), et modèles climatiques (3D) mondiaux et régionaux. Formulations des modèles climatiques. Projection des changements climatiques associés à l'augmentation des gaz à effet de serre. Sources d'incertitudes.

Préalables académiques
SCA3240 Dynamique et synoptique de l'atmosphère et SCA2140 Physique des nuages

SCT4010 Géologie du Quaternaire
L'objectif de ce cours est la connaissance du cadre stratigraphique du Quaternaire, tout en insistant sur les événements climatiques, particulièrement les cycles de glaciations. Synthèse historique des événements dans les régions continentales récemment englacées. Introduction à la sédimentologie des dépôts glacigènes. La reconstitution des inlandsis et la mécanique de la glace. La limite Pliocène-Pléistocène et la chronostratigraphie du Quaternaire. Les phénomènes secondaires (isostasie, eustatisme, cryogéologie) et les principales méthodes d'étude. La stratigraphie des glaciations dans le centre des continents américains et eurasiens. Le dernier cycle interglaciaire-glaciaire dans l'Est de l'Amérique. Les étapes de la déglaciation. L'histoire biogéographique de l'Holocène et l'arrivée de l'espèce humaine dans les Amériques. Laboratoire (2 heures) et sorties sur le terrain.

Préalables académiques
SCT3220 Stratigraphie

SCT4320 Océanographie
Approche multidisciplinaire des océans. Les fonds marins (marges continentales, bassins océaniques, dorsales et fosses). La surface de la mer (surface théorique, les vagues, les marées). Propriétés physiques de l'eau de mer: identification des masses d'eau selon leur densité, propagation du son et de la lumière. Géochimie de l'eau de mer: salinité, équilibre général, matières dissoutes et en suspension, sédiments du fond. Circulations océaniques: échanges énergétiques avec l'atmosphère, courants de dérive, courants géostrophiques. Applications: l'océanographie régionale. Populations biologiques des océans en fonction des diverses variables physicochimiques. Introduction à l'écologie marine et état de la pollution des mers. Laboratoire (2 heures).

SCT5312 Hydrogéologie
Sommaire du contenu
Les eaux souterraines dans le cycle hydrologique naturel. Typologie des aquifères et méthodes de mesure des propriétés physiques des réservoirs. Calcul des charges hydrauliques, cartes piézométriques et réseaux d'écoulement. Loi de Darcy et expressions mathématiques de l'écoulement souterrain. Interprétation des essais hydrauliques sur les puits. Processus affectant le transport de contaminants et vulnérabilité des eaux souterraines. Résolution de problèmes pratiques liés à l'exploitation des eaux souterraines à l'aide de logiciels spécialisés. Laboratoire (2 heures). Sortie(s) sur le terrain.

Préalables académiques
SCT1002 Système Terre

SCT6310 Changements globaux: géosphère-biosphère
Dynamique des systèmes environnementaux mettant l'accent sur les variations climatiques (passées, actuelles et projetées), leurs causes et conséquences. Le bilan climatique du globe. Les paramètres externes et internes régissant le climat. Le cycle du carbone et les bilans de CO2. Relations atmosphère-océans. L'effet de serre et les changements globaux récents. Les modèles de simulation climatique. La variabilité du climat. L'enregistrement des variations climatiques à une échelle historique et à une échelle géologique. Méthodes de reconstitutions climatiques et environnementales à partir de séries chronologiques. Laboratoire (3 heures).

SCT6321 Hydrologie
Objectifs
Études des principes hydrologiques généraux.

Sommaire du contenu
Le bassin versant comme unité spatiale de base en hydrologie. Le cycle hydrologique : précipitations, évaporation et évapotranspiration, infiltration et ruissellement. Principes et méthodes quantitatives de mesure des processus hydrologiques. Modélisation des débits de pointe et hydrologie statistique. Résolution de problèmes pratiques liés à l'hydrologie. Rencontre avec des professionnels oeuvrant en hydrologie. Laboratoire (2 heures). Sorties sur le terrain.

STM5000 Activités de synthèse I
Activités visant à parfaire la formation des étudiants par une initiation à la recherche théorique ou appliquée sur un thème particulier de géologie ou de géographie physique. Il s'agit d'un travail de laboratoire, de préparation de collections, de documentation ou d'intervention pouvant être réalisé selon diverses formules. Cette activité peut être réalisée individuellement ou en équipes. Elle peut être préparatoire à des études de deuxième cycle. L'activité doit être préalablement soumise à l'acceptation d'un ou de plusieurs tuteurs pour en préciser l'objectif, les moyens et l'extension à donner. L'étudiant ou les étudiants doivent soumettre un rapport écrit.

Conditions d'accès
Avoir réussi 45 crédits.

GRILLE DE CHEMINEMENT

Baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration sciences de l'atmosphère : météo et climat

Automne 1	SCA1320	SCA1120	INF1035	MAT1115	MAT1250
Hiver 1	SCA2220	SCA2140	SCA2420	SCA2520	Axe 1
Automne 2	SCA3240	SCA3160	GEO4091	MAT4681	Axe 2
Hiver 2	SCA4340	FSM3200	SCA4440	SCA4540	Axe 3
Automne 3	SCA5260	SCT6321	SCA5460	SCT4320	Axe 4
Hiver 3	SCA6360	CHI3910	STM5000	COM2616	Axe 5

N.B. : Le masculin désigne à la fois les hommes et les femmes sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.
Cet imprimé est publié par le Registrariat. Basé sur les renseignements disponibles le 28/05/24, son contenu est sujet à changement sans préavis.
Version Automne 2024