

# Baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration météorologie

**Téléphone :** 514 987-3370  
**Courriel :** prog.scta@uqam.ca  
**Site Web :** scta.uqam.ca/programmes/1er-cycle/baccalaureat-en-sciences-de-la-terre-et-de-latmosphere.html

Code	Titre	Grade	Crédits
7443	Baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration météorologie	Bachelier ès sciences, B.Sc.	90

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

## OBJECTIFS

Le baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère vise à former des scientifiques qualifiés, aptes à occuper des emplois au sein d'organismes privés et publics oeuvrant dans les différents domaines d'expertise des sciences du Globe. Le programme, basé sur une formation à la fois théorique et pratique, prépare également les étudiants à poursuivre des études de cycles supérieurs, en recherche fondamentale ou appliquée, dans l'un ou l'autre des domaines des sciences du Globe.

Plus particulièrement, la concentration en météorologie vise plutôt à doter les étudiants d'un corpus de connaissances en mathématiques appliquées et en physique qui leur permettront d'effectuer des études quantitatives des différentes couches atmosphériques et terrestres de la Terre appliquées, par exemple, à l'exploration des ressources ou à la météorologie prédictive.

Le programme comporte trois niveaux de formation.

1) Un tronc commun de cours obligatoires qui permet à l'étudiant d'acquérir les connaissances de base en sciences de la Terre et de l'atmosphère et de développer la démarche scientifique et les habiletés requises dans le domaine des sciences du Globe. Un accent particulier y est mis sur l'approche quantitative, notamment en laboratoire, et sur une approche appliquée, avec des exemples pratiques et un camp de terrain axé sur l'acquisition d'une expérience de base dans le domaine.

2) Un tronc commun de cours obligatoires pour chacune des deux concentrations, en géologie et en météorologie, qui permet d'approfondir les concepts généraux et d'acquérir les connaissances propres à chacun de ces deux grands domaines d'études et d'application des sciences du Globe.

3) Des cours optionnels, regroupés en deux axes, qui permettent à l'étudiant de se spécialiser dans l'un ou l'autre des domaines suivants : météo, géologie de l'environnement et climat.

L'axe météo et climat prépare les étudiants à une carrière en sciences de l'atmosphère (qualité de l'air et la pollution atmosphérique), en météorologie (prévision météorologique) ou en modélisation climatique

(modélisation numérique du climat et changements climatiques). L'axe météo et climat satisfait aux exigences d'Environnement Canada et de Météo-Média pour l'embauche de prévisionnistes.

L'axe géologie de l'environnement prépare les étudiants à reconnaître les fondements géologiques de l'environnement, de même qu'à évaluer et à proposer des solutions permettant de corriger les effets géologiques des activités humaines sur l'environnement, par exemple à travers l'analyse des impacts sur l'eau, le sol, les ressources et l'aménagement du territoire; la gestion des déchets et des résidus miniers; ou la prévision des risques naturels.

## 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.

Une cote de rendement (cote R) minimale de 21 est exigée.

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 dans les domaines suivants : Biologie; Chimie générale; Calcul différentiel et Calcul intégral, Algèbre linéaire et géométrie vectorielle; Mécanique, Électricité et magnétisme, Ondes et physique moderne.

#### Admissions conditionnelles

Le candidat pourra être admis s'il a réussi les cours ou atteint les objectifs de formation dans au moins cinq des domaines mentionnés ci-dessus. Pour les objectifs de formation non-atteints, le candidat se verra imposer des cours d'appoint.

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

Par ailleurs, l'étudiant ne pourra pas suivre le cheminement régulier s'il n'a pas atteint les objectifs de formation dans les domaines suivants : Calcul différentiel, Calcul intégral, Algèbre linéaire et géométrie vectorielle; Mécanique, Électricité et magnétisme, Ondes et physique moderne.

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 géologie appliquée (4024). 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.

#### Cours d'appoint

Biologie générale : BIO0300 Biologie générale (hors programme)

Chimie générale : CHI0310 Chimie générale (hors programme)

Algèbre linéaire et géométrie vectorielle : MAT0339 Mathématiques générales (hors programme)

Calcul différentiel et Calcul intégral : MAT0343 Calcul différentiel (hors programme) et 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 sept cours suivants (21 crédits) :

PHY2001 Thermodynamique des systèmes terrestres

SCT1002 Système Terre

SCT2501 Géomathématiques

SCT3111 Cycles géochimiques

SCT4003 Introduction à la géodynamique et la tectonique globale

SCT6321 Hydrologie

STM5000 Activités de synthèse I

##### Concentration en météorologie (7443)

##### Les quatorze cours suivants (42 crédits):

INF1035 Informatique pour les sciences : programmation simulation et exploitation de données

MAT1115 Calcul I

MAT1250 Algèbre linéaire I

MAT2190 Calcul des équations différentielles ordinaires et partielles

MAT4681 Statistique pour les sciences

PHY1113 Mécanique classique I

PHY2101 Électromagnétisme

PHY3123 Mécanique des fluides

PHY3173 Physique des ondes

PHY4041 Physique mathématique

PHY4501 Thermodynamique avancée

PHY5270 Radiations électromagnétiques

SCA2626 Météorologie générale

SCA6001 Physique et modélisation du climat

\* Les cours préalables au SCA6001 font partie de l'axe météorologie et climat constitué de cours au choix.

##### Cinq cours de l'axe météorologie et climat (voir remarque 1 ci-dessous) (15 crédits).

Axe météorologie et climat

SCA3630 Laboratoire de météorologie I

SCA4011 Modélisation numérique des milieux continus

SCA4622 Météorologie dynamique

SCA4662 Méso- et micrométéorologie

SCA5622 Météorologie synoptique et laboratoire de météo

SCA6611 Pollution atmosphérique

**Deux cours (6 crédits) choisis dans l'axe géologie de l'environnement du baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère, concentration géologie ou dans un domaine connexe en sciences.**

**Cours d'ouverture**

Deux cours (6 crédits) au choix dans des domaines comme la géographie, les langues, la gestion de projet, etc.

Remarque 1 : Les cinq premiers cours de l'axe Météo et climat doivent avoir été réussis pour être reconnu à titre de météorologue et rencontrer les critères d'embauche d'Environnement Canada.

Remarque générale : Les cours du programme ne peuvent être offerts à chacun des trimestres (automne, hiver ou été). Par conséquent, elles sont offertes en alternance d'un trimestre, voire d'une année à l'autre.

**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****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.

**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'accent 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.

**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  $R^n$  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.

**MAT2190 Calcul des équations différentielles ordinaires et partielles****Objectifs**

Ce cours a pour but de donner les bases du calcul mathématique destiné à l'étude des phénomènes dynamiques.

**Sommaire du contenu**

Équations différentielles linéaires; résolution des équations du premier et du deuxième ordre par les méthodes classiques, applications. Introduction à la transformée de Laplace. Solutions par développement en séries. Définition d'un système linéaire d'équations différentielles ordinaires, énoncé (sans preuve) du Théorème fondamental d'existence, espace de solutions, indépendance et Wronskien, réduction d'une équation d'ordre  $n$  à un système, systèmes homogènes à coefficients constants, exponentielle de matrices et solution de systèmes par des méthodes matricielles. Équations aux dérivées partielles linéaires classiques de la physique : équations d'onde, de la chaleur et du potentiel. Fonctions harmoniques et équation de Poisson. Équation et fonctions de Bessel. Problèmes de Sturm-Liouville. Méthodes de solution selon les conditions limites. Ce cours comporte une séance de travaux pratiques (TP) de deux heures par semaine.

**Préalables académiques**

MAT1115 Calcul I, MAT1190 Compléments de mathématiques, MAT1250 Algèbre linéaire I

**MAT4681 Statistique pour les sciences**

Introduction aux probabilités et statistique appliquées. Emploi d'un logiciel 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.

### **PHY1113 Mécanique classique I**

Cours d'introduction aux concepts fondamentaux de la physique. Mécanique de Newton et de Lagrange. Dérivation et application des équations de la mécanique formulées selon Newton (Bilan des forces) selon Lagrange (Bilan des énergies). Les notions développées dans ce cours sont utilisées dans les autres cours de physique fondamentale et appliquée.

### **PHY2001 Thermodynamique des systèmes terrestres**

Au terme de ce cours, l'étudiant maîtrisera les outils de base de la thermodynamique classique nécessaire à l'apprentissage des sciences physiques. Principes, méthodes et applications de la thermodynamique. Première loi de la thermodynamique : l'énergie interne, les transferts d'énergie et les variations de température et de pression. Deuxième loi de la thermodynamique : l'entropie et l'équation fondamentale. La troisième loi de la thermodynamique : la calorimétrie et la mesure des variations d'énergie libre de Gibbs. Applications aux systèmes solides, gazeux et fluides. La constante d'équilibre et les coefficients de distribution. La règle des phases et introduction aux diagrammes de phases. Exercices et travaux de laboratoire dans les domaines de la pétrologie, de la géophysique et des sciences atmosphériques.

### **PHY2101 Électromagnétisme**

Familiariser l'étudiant avec les concepts et les méthodes analytiques utilisés en électromagnétisme. Les étudiants seront habilités à calculer, par exemple, des champs électriques ou magnétiques, des potentiels, des inductions mutuelles dans différentes configurations de charges ou courants. Pour ce faire, plusieurs outils et techniques mathématiques, telles les intégrales curvilignes, sont développés pendant le cours.

### **PHY3123 Mécanique des fluides**

Objectifs

Ce cours vise à introduire l'étudiant aux principes de base de la mécanique des fluides et leur application aux écoulements atmosphérique et océaniques.

Sommaire du contenu

Étude formelle des lois régissant les mouvements des masses fluides. Lois de conservation dans les fluides parfaits : équation de continuité, théorèmes de Gauss et de Stokes, tenseurs cartésiens. Équations d'Euler et de Bernoulli, Équations du mouvement d'un fluide visqueux. Couche limite. Analyse d'échelle et similitude dynamique. Fluides en rotation. Turbulence.

Modalité d'enseignement

3 heures théoriques ainsi que 2 heures de laboratoires par semaine.

Préalables académiques

MAT2190 Calcul des équations différentielles ordinaires et partielles; PHY2001 Thermodynamique des systèmes terrestres

### **PHY3173 Physique des ondes**

Ce cours présente l'étude des propriétés des ondes se propageant dans divers milieux. Équation d'onde classique, corde vibrante, ondes progressives. Revue des relations de dispersion, et des notions de vitesse de phase et de vitesse de groupe. Étude de la réflexion, de la transmission et de l'impédance. Les ondes électromagnétiques planes en milieu diélectrique, et les lois de réflexion et de réfraction. Étude des méthodes d'analyse de Fourier. Cours magistral et exercices.

### **PHY4041 Physique mathématique**

Cours d'introduction aux outils mathématiques nécessaires à la résolution de problèmes pratiques rencontrés dans divers domaines de la physique. Le cours portera principalement sur l'importance des équations différentielles ordinaires et aux dérivés partielles en physique. Les fonctions orthogonales et la théorie de Sturm-Liouville. Les fonctions spécialisées de la physique et les transformations de Fourier et de Laplace. Exercices et problèmes aux limites et fonction de Green. Cours magistral et exercices.

### **PHY4501 Thermodynamique avancée**

Ce cours a comme objectif l'application des lois de la thermodynamique à l'atmosphère ainsi que l'étude des phénomènes de transport. Définition des systèmes thermodynamiques. L'air sec et humide. Les processus thermodynamiques observés dans l'atmosphère : procédés isobares et adiabatiques. La stabilité de l'air. Les changements de phases et la formation des nuages. Rôle des aérosols. Croissance des gouttelettes d'eau et des cristaux de glace. Formation de la précipitation dans les nuages chauds et dans les nuages froids. Caractéristiques spatio-temporelles des systèmes de précipitation. Équations de conservation. Transport moléculaire et turbulent. L'analyse dimensionnelle. Conduction de la chaleur: équation de Fourier.

Préalables académiques

PHY2001 Thermodynamique des systèmes terrestres

### **PHY5270 Radiations électromagnétiques**

Étude de la propagation d'ondes électromagnétiques dans l'atmosphère. Ondes électromagnétiques dans le vide. Sources, antennes dipolaires et radar. Milieu matériel de propagation: gaz. Absorption, diffusion de Rayleigh, atténuation, réflectivité. Milieu ionosphérique. Effets des éléments de précipitation. Effets de nuisance pour la communication. Télémétrie de propriétés atmosphériques.

Préalables académiques

PHG4221 Électromagnétisme ou PHY2101 Électromagnétisme

### **SCA2626 Météorologie générale**

L'objectif de ce cours est de décrire scientifiquement les phénomènes météorologiques; observations météorologiques : données de surface et télédétection; représentation et analyse de ces données : cartes de surface et en altitude, images radar et satellitaires. - Circulation thermique : les brises de mer, de lac, de terre, de vallée et de montagne. - La grande échelle : la force de Coriolis, le vent géostrophique, gradient et de surface. - Formation des gouttelettes et des cristaux de glace. - Les brouillards. - Types de nuages. - Les précipitations : pluie, neige, grésil et verglas. - La méso-échelle : orages et systèmes convectifs. - Temps violent : la foudre, la grêle, les tornades, les rafales, les fronts de rafale. - La circulation générale : cellules d'Hadley, Ferrel et polaires et les courants jets. - Masses d'air et fronts. - Les systèmes météorologiques aux latitudes moyennes : cyclogenèse. - La météorologie tropicale : les dépressions, les tempêtes et les cyclones tropicaux. - Rayonnement solaire, atmosphérique et terrestre : absorption, réflexion et diffusion. - Effets de l'humidité et des nuages sur la température : l'effet de serre. - Bilan global d'énergie. - Le climat d'aujourd'hui et la variabilité climatique.

### **SCA3630 Laboratoire de météorologie I**

Apprentissage des méthodes pratiques d'analyse des phénomènes météorologiques. Observations et codes. Néphanalyse. Cartes de surface et d'altitude. Analyse frontologique préliminaire. Coupes verticales.

### **SCA4011 Modélisation numérique des milieux continus**

Introduction à la simulation numérique de l'hydrodynamique appliquée aux systèmes géophysiques couvrant une vaste gamme de nombre de Reynolds, et incluant les gaz (atmosphère), liquides (océans) et solides

(terre, glace). - Processus de diffusion, transport et transformations de constituants. - Formulation mathématique des lois physiques régissant l'évolution des fluides, transformations visant à en faciliter la modélisation. - Équations de Boussinesq et d'Euler. - Équations en eau peu profonde. - Équations météorologiques et leurs approximations : modèles en équations primitives hydrostatiques, modèles filtrés quasi-géostrophiques, modèle barotrope. - Les coordonnées sphériques et la projection polaire stéréographique. - Application des techniques de base de discrétisation des équations : différences finies, éléments finis, expansion de Fourier; explicite et implicite; eulériennes et lagrangienne. - Filtres numériques. - Étude de la réponse des schémas de discrétisation : conservation de la masse, de la variance, de l'énergie; monotonie. - Paramétrage de l'effet d'ensemble des phénomènes de sous échelle.

Préalables académiques

PHY1113 Mécanique classique I ; MAT2190 Calcul des équations différentielles ordinaires et partielles

### SCA4622 Météorologie dynamique

Application de l'hydrodynamique à l'atmosphère avec emphase sur les phénomènes à l'échelle synoptique. L'équation du mouvement atmosphérique : ordre de grandeur des termes, les échelles du mouvement, l'échelle synoptique. L'équation verticale en en coordonnée de pression. Flux horizontal géostrophique et quasi-géostrophique. Structure verticale des systèmes de pression et du vent géostrophique : vent thermique et courant-jet. Équation de continuité et divergence. Mouvement vertical à l'échelle synoptique : les courants quasi-géostrophiques. Tendances de la température et stabilité statique. Développement et déplacement des systèmes de pression. Application des équations à la méso- et micro-échelle.

Préalables académiques

PHY3123 Mécanique des fluides; PHY4501 Thermodynamique avancée

### SCA4662 Méso- et micrométéorologie

Échelles spatiales et temporelles en météorologie. La couche limite. Transferts turbulents de la quantité de mouvement, de la chaleur, de la vapeur d'eau. Applications à l'évaporation, à la variation diurne de la température et à la modification d'une masse d'air. Théorie de la similitude. Bilan radiatif et énergétique dans la couche de surface, applications à divers microclimats: déserts, forêts, océans, champs de culture, ville. Orages et systèmes convectifs à méso-échelle. Autopropagation d'une cellule convective. Fronts. Ligne de grain. Ligne sèche. Complexe convectif à méso-échelle. Dépressions polaires. Supercellules. Micro-front. Vents katabatiques et anabatiques. Propriétés microphysiques des systèmes convectifs intenses. Indices de temps violents estival.

Préalables académiques

PHY3123 Mécanique des fluides

### SCA5622 Météorologie synoptique et laboratoire de météo

Étude des systèmes météorologiques anticycloniques et dépressionnaires troposphériques, de dimension horizontale de l'ordre du millier de kilomètres aux latitudes moyennes, et leur évolution pour une échéance de un à trois jours. Analyse des échelles de grandeur des termes dans les équations régissant l'évolution de l'atmosphère. Développement des équations basées sur la théorie quasi-géostrophique. Équation diagnostique du mouvement vertical. Équation de développement. Application de la théorie aux cas réels à l'aide d'analyses météorologiques de cas classiques et nouveaux: cartes au niveau du sol et en altitude, photos satellites, sondages, etc.

Préalables académiques

SCA4622 Météorologie dynamique

### SCA6001 Physique et modélisation du climat

Circulation générale atmosphérique et processus physiques responsables de son maintien. État moyen de l'atmosphère, des océans et de la surface de la terre. Processus responsables des variations géographiques des climats : contrastes terre-mer, montagnes, océans. Échange d'énergie sous ses nombreuses formes : rayonnement solaire et terrestre, chaleur sensible et latente. Effets de serre et processus de feedback. Variabilité interannuelle et processus responsables. Variations des paramètres astronomiques et paléoclimats. Hiérarchie des modèles : bilan d'énergie (0D), radiatif-convectif (1D), coupe méridienne (2D), modèles mondiaux et régionaux de climat (3D). Projection des changements climatiques associés à l'augmentation des gaz à effet de serre.

Préalables académiques

SCA4011 Modélisation numérique des milieux continus ; SCA4622 Météorologie dynamique

### SCA6611 Pollution atmosphérique

Système eulérien et lagrangien. Présentation spectrale de la turbulence. Théorie statistique de Taylor: application à la diffusion près et loin des sources. Théorie de la similitude: application à une source continue. Diffusion en milieu urbain: modèle de la boîte et modèle ATDL. Montée de panache en atmosphère neutre et stable. Les mécanismes de perte par sédimentation, dépôts secs et humides. Observations expérimentales de la diffusion. Suppléments au modèle gaussien.

Préalables académiques

SCA4662 Méso- et micrométéorologie

### SCT1002 Système Terre

Objectifs

Cours visant une compréhension de la planète Terre comme système unique où les différentes enveloppes (géosphère, atmosphère hydrosphère et biosphère) interagissent entre elles.

Sommaire du contenu

La formation de la Terre et sa place dans le Système solaire. La physique du Globe et ses grandes divisions verticales et horizontales. La composition des matériaux constituant de la Terre et le cycle des roches : notions de minéralogie et de pétrographie magmatique, sédimentaire et métamorphique. La théorie de la Tectonique des Plaques et ses processus associés : volcanisme et tremblements de terre. La notion du temps en géologie, les divisions géologiques et les principes de stratigraphie. Les ressources de la planète : minérales, énergétiques (pétrole et gaz de shale) et l'eau. Notions sur l'histoire géologique du Québec et ses ressources. Échelles spatiales et temporelles associées aux processus physiques, chimiques et biologiques pour chacun des réservoirs. Interactions mutuelles par échanges de masse, d'énergie et de mouvement. L'hydrosphère : le cycle hydrologique, l'évaporation et l'évapotranspiration, l'écoulement de surface. Le bilan énergétique de la Terre : les ressources et l'eau. La fragilité de la planète : les changements environnementaux à l'échelle globale et les changements climatiques. Laboratoire (2 heures)

### SCT2501 Géomathématiques

Objectifs

Ce cours présente les concepts mathématiques nécessaires pour faire l'analyse et la modélisation quantitative des bases de données en Sciences de la Terre.

Sommaire du contenu

Bases théoriques de mathématiques et applications. Méthodes statistiques et d'algèbre linéaire de base, techniques d'analyse multivariées, modélisation de données par techniques de régression, traitement de séquences et séries de données, analyse des séries

temporelles ainsi que traitement et analyse de données spatiales. Des laboratoires informatiques en MATLAB permettront d'appliquer directement les techniques d'analyse quantitative. Laboratoire (2 heures).

Conditions d'accès  
Avoir réussi 45 crédits.

### **SCT3111 Cycles géochimiques**

Classification du tableau périodique. Abondances élémentaires et isotopiques. Isotopes stables et processus de fractionnement (H,O,C). Isotopes radiogéniques et méthodes de traçage (Rb-Sr, Sm-Nd). Concepts thermodynamiques. Systèmes clos, systèmes ouverts avec applications aux milieux terrestres, aquatiques. La chimie des milieux aquatiques : la chimie des eaux naturelles et l'évolution géochimique des sédiments et de la matière organique sédimentée en fonction des variables principales (pH, pE et salinité). Principes géochimiques de l'érosion, altération et diagenèse précoce. Le système Terre: Cycles géochimiques endogènes (manteau, croûte océanique, croûte continentale) et exogènes (atmosphère, hydrosphère, et lithosphère sédimentaire). Évolution de l'atmosphère terrestre. Effets anthropiques : aérosols, smog, pluies acides, oxydants atmosphériques, composés organiques volatiles et précurseurs de l'ozone troposphérique, amincissement de la couche d'ozone stratosphérique, les gaz radiativement actifs et l'effet de serre.

Modalité d'enseignement  
Laboratoire (2 heures). Travaux Pratiques

### **SCT4003 Introduction à la géodynamique et la tectonique globale**

Ce cours vise à introduire la structure et la dynamique de la Terre et montrer leur rapport avec tous les phénomènes géologiques. Seismologie et structure interne de la Terre. Ondes internes. Ondes de surface. Seismicité. Mécanismes au foyer des tremblements de terre. Champ de gravité et géoïde. Isostasie. Rebond post glaciaire. Rhéologie du manteau. Flux de chaleur et bilan d'énergie. Champ magnétique terrestre. Inversion du champ magnétique terrestre. Paléomagnétisme. Anomalies magnétiques marines et expansion des fonds océaniques. La tectonique des plaques. Le cycle de Wilson. Cinématique. Stabilité des points triples. Évolution de la lithosphère océanique. Convection dans le manteau terrestre. Tectonique comparée des planètes internes. Applications générales: tectonique des plaques et climats, évolution de la croûte continentale, l'atmosphère et l'hydrosphère.

### **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.

## GRILLE DE CHEMINEMENT

**Baccalauréat en sciences de la terre et de l'atmosphère – concentration météorologie (7443)**

1er Automne	SCT1002	PHY2001	MAT1115	MAT1250	INF1035
1er Hiver	SCA2626	SCT3111	MAT4681	MAT2190	PHY1113
2e Automne	SCT2501	PHY2101* ou AXE	PHY3123	PHY4041	PHY4501
2e Hiver	SCT4003	PHY5270** ou LIBRE	SCA4011	SCA4622	SCA3630* ou LIBRE
3e Automne	SCA5622	AXE ou PHY2101*	SCT6321	PHY3173	SCA4662
3e Hiver	STM5000	LIBRE ou PHY5270**	SCA6001	AXE	LIBRE ou SCA3630*

Cours de l'Axe météo : SCA4011, SCA4622, SCA3630, SCA4662, SCA5622. Ces cinq cours sont recommandés afin de répondre aux exigences d'embauche à Environnement Canada.

\* Cours offert aux deux ans. Lorsque le cours n'est pas offert au trimestre désiré, il doit être substitué par un cours d'ouverture (LIBRE).

\*\* Cours offert aux deux ans. Lorsque le cours n'est pas offert au trimestre désiré, il doit être substitué par un cours choisis dans l'un ou l'autre des axes du programme, ou dans un domaine connexe en sciences avec l'approbation du directeur du programme.

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 12/07/16, son contenu est sujet à changement sans préavis.

Version Automne 2016