

## Doctorat en chimie

**Téléphone :** 514 987-8245  
**Courriel :** cycles.sup.chimiebiochimie@uqam.ca

Code	Titre	Grade	Crédits
3554	Doctorat en chimie	Philosophiae Doctor, Ph.D.	90

<b>Contingent</b>	Programme non contingenté
<b>Régime et durée des études</b>	Temps complet seulement : 9 trimestres
<b>Campus</b>	Campus de Montréal
<b>Organisation des études</b>	Cours offerts le jour

### OBJECTIFS

L'étudiant inscrit au programme de doctorat doit contribuer à l'avancement des connaissances dans des domaines de pointe de la discipline. Ce programme a pour objectif d'accroître la capacité de l'étudiant à faire des recherches originales d'une façon autonome. Le titulaire du diplôme sera apte à défendre un projet de recherche, à superviser des activités de recherche et à présenter ses résultats et ses interprétations sous forme de communications et de publications. Le programme de doctorat en chimie a également pour objectif la formation de chercheurs et de personnes hautement qualifiées dans le domaine des sciences. À plus long terme, les chercheurs formés par le programme pourront contribuer à l'évolution de la chimie, et plus généralement des sciences, dans les milieux de l'enseignement, industriels, de la recherche et du développement. Ils pourront ainsi participer aux nombreuses innovations, dans toutes les disciplines auxquelles la chimie contribue. Ces connaissances et les résultats de ces recherches seront à même de résoudre les problèmes présents et futurs de notre société.

### CONDITIONS D'ADMISSION

Le candidat doit être titulaire d'une maîtrise en chimie ou d'une maîtrise dans un domaine connexe, ou l'équivalent, obtenu avec une moyenne cumulative d'au moins 3,2 sur 4,3 ou l'équivalent. Exceptionnellement, le candidat qui a obtenu sa maîtrise ou l'équivalent avec une moyenne cumulative inférieure à 3,2 sur 4,3 mais égale ou supérieure à 3,0 sur 4,3 ou l'équivalent, peut être admis après étude de son dossier par le sous-comité d'admission et d'évaluation (SCAE) en chimie.

Au moment de sa demande d'admission, le candidat peut suggérer le nom de son directeur de recherche.

Le candidat doit aussi démontrer qu'il possède une connaissance suffisante des langues française et anglaise. Un candidat à l'admission au programme peut se voir imposer deux cours d'appoint afin de combler certaines lacunes au niveau de ses connaissances.

#### Capacité d'accueil

Le programme n'est pas contingenté. Toutefois, compte tenu des ressources d'encadrements disponibles, le sous-comité d'admission et d'évaluation peut, si cela s'avère nécessaire, limiter le nombre d'admissions.

#### Trimestre d'admission (information complémentaire)

Admission continue.

#### Méthode et critères de sélection

La sélection des candidats est basée sur l'évaluation des éléments suivants de la demande d'admission:

- qualité du dossier académique;
- lettres de recommandation.

Après l'étude de l'ensemble du dossier, le sous-comité d'admission et d'évaluation peut exiger d'un candidat qu'il réussisse jusqu'à deux cours d'appoint si sa formation est jugée insuffisante dans certains domaines. Avant sa seconde inscription, l'étudiant devra présenter un résumé de recherche et une entente de support financier avec un directeur.

À son entrée dans le programme, l'étudiant devra suivre une formation non créditée, sous forme de cours, concernant:

- l'introduction aux différents services du Département (RMN, magasins, personnel de soutien);
- les bonnes pratiques et les mesures de sécurité en laboratoire;
- les informations à connaître sur la propriété intellectuelle;
- les responsabilités en tant qu'auxiliaire d'enseignement.

#### Régime et durée des études

Temps complet seulement: neuf trimestres

### COURS À SUIVRE

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

#### Scolarité (12 crédits)

##### Les trois cours suivants (8 crédits):

- CHI9000 Examen doctoral (5 cr.)
- CHI9001 Séminaire de recherche (1 cr.)
- CHI9002 Proposition de recherche (2 cr.)

##### Un cours de spécialisation au choix parmi les suivants (3 crédits):

- CHI7101 Analyse de traces par méthodes instrumentales
- CHI7180 Méthodes d'analyses spectroscopiques avancées
- CHI7300 Sujets de pointe en chimie organique avec mécanismes réactionnels
- CHI7400 Sujets de pointe en chimie physique
- CHI7452 Méthodes instrumentales électrochimiques
- CHI7461 Énergie électrochimique
- CHI7730 Chimie organique appliquée
- CHI8100 Capteurs et biocapteurs
- CHI8110 Sujet de pointe en chimie analytique et physique
- CHI8120 Spectrométrie de masse
- CHI8300 Chimie combinatoire - Synthèse organique sur phase solide

CHI8301 Chimie thérapeutique avancée  
 CHI8302 Synthèse stéréosélective et produits naturels  
 CHI8303 Synthèse de polymères et dendrimères fonctionnels  
 CHI8304 Synthèse des glucides et applications biologiques  
 CHI8305 Chimie organométallique et catalyse  
 CHI8400 Caractérisation des matériaux  
 CHI8600 Étude spectroscopique des systèmes biologiques

**Un cours au choix parmi les suivants (1 crédit):**

ADM9002 Gestion des ressources humaines dans le secteur des sciences (1 cr.)

DDD9667 Introduction à l'enseignement à l'université (1 cr.)

**Thèse (78 crédits).**

## CHAMPS DE RECHERCHE

Le programme de doctorat en chimie est composé de deux grands axes de recherche :

- Matériaux et Énergie
- Chimie Santé.

Ces deux axes sont eux-mêmes divisés en thèmes de recherche.

Matériaux et Énergie :

- Nanomatériaux
- Chimie des interfaces
- Polymères - Membranes
- Matériaux d'électrodes
- Stockage et conversion de l'énergie
- Polymères conducteurs
- Électrocatalyse
- Biomatériaux - Fibres Naturelles

Chimie Santé :

- Toxicologie environnementale - Bioessais des contaminants
- Produits naturels
- Synthèse asymétrique
- Chimie médicinale
- Macromolécules et Dendrimères
- Chimie des complexes
- Protéines membranaires et Récepteurs

## FRAIS

Pour les fins d'inscription et de paiement des frais de scolarité, ce programme est rangé dans la classe B.

## DESCRIPTION DES COURS

### ADM9002 Gestion des ressources humaines dans le secteur des sciences

Ce cours vise à fournir aux futurs professionnels et cadres du secteur scientifique une introduction à la gestion des ressources humaines du point de vue organisationnel et individuel. L'objectif fondamental est de permettre à de futurs professionnels du secteur des sciences d'avoir un aperçu des principales théories en gestion des ressources humaines (GRH) mais toujours en les rattachant aux pratiques en GRH en milieu scientifique. Cours structuré en vue de permettre des discussions centrées sur les principales activités en gestion des ressources humaines: rémunération, recrutement, sélection, formation, évaluation et relations du travail dans une perspective systémique, soit en tenant compte du contexte des interventions.

### CHI7101 Analyse de traces par méthodes instrumentales

Ce cours porte sur la méthodologie d'analyses chimiques utilisées pour

la détermination de substances à l'état de traces. Examen des possibilités d'analyse qualitative et quantitative de très faibles quantités de substances. Étude critique des méthodes instrumentales d'analyse, de détection et d'évaluations de traces. Sensibilité, précision de la méthode et fiabilité des résultats. Contrôle de qualité et validation des résultats. Applications à la détermination des traces d'analytes contenus dans diverses matrices environnementales ou biologiques. Prélèvement et conservation des échantillons. Préparation de l'échantillon et élimination des interférences: solubilisation, digestion, dérivation, extraction, concentratio. Traitement des résultats.

Modalité d'enseignement

Séances d'exercices.

Préalables académiques

La matière enseignée dans ce cours présume une connaissance des notions élémentaires en analyses des substances toxiques, donc un cours déjà complété en chimie analytique pourra être exigé.

### CHI7180 Méthodes d'analyses spectroscopiques avancées

Introduction à la théorie des lasers. Étude de différents facteurs limitatifs des méthodes spectroscopiques et de diverses solutions possibles comme, par exemple, les transformées de Fourier, la modulation et la détection multi-canal. Familiarisation avec la théorie et la pratique de la RMN avancée comme RMN 2D, méthodes COSY, NOESY et HETCORR. L'ensemble des méthodes d'analyses spectroscopiques sera appliqué aux domaines de la cinétique, de la détermination de structure et de la détection ultra-sensible.

### CHI7300 Sujets de pointe en chimie organique avec mécanismes réactionnels

Ce cours portera sur des sujets de pointe dans le domaine de la chimie organique et inclura aussi les mécanismes réactionnels. Les sujets traités seront choisis en fonction de leur importance tant au niveau fondamental qu'au niveau de leurs applications. D'une année à l'autre, le contenu pourra varier.

### CHI7400 Sujets de pointe en chimie physique

Ce cours portera sur des sujets de pointe dans le domaine de la chimie physique. Les sujets traités seront choisis en fonction de leur importance tant au niveau fondamental qu'au niveau de leurs applications. D'une année à l'autre, le contenu pourra varier.

### CHI7452 Méthodes instrumentales électrochimiques

Votammétrie cyclique à balayage, macroélectrodes, microélectrodes, chronoampérométrie, chronocoulométrie, électrode tournante à disque et anneau, spectroélectrochimie, spectroscopie d'impédance, méthodes impulsives, balance à cristal de quartz, analyse de surface.

Modalité d'enseignement

Théorie et pratique au laboratoire.

### CHI7461 Énergie électrochimique

Conversion électrochimique: principes, thermodynamique et cinétique des piles et accumulateurs, électrocatalyse, applications. Conversion photoélectrochimique: semi-conducteur, électrodes semi-conductrices, jonction semi-conducteur/électrolyte, photoeffets, cellules régénératives (photovoltaïques), photoélectrolyse, électrolyse photoassistée, photocatalyse, cellules photogalvaniques, photocorrosion, application des électrolytes polymères, modification chimique d'électrodes. Économie basée sur l'hydrogène: production électrochimique de l'hydrogène, applications. Systèmes électrochromiques. Discussion sur des sujets de recherche récents.

### CHI7730 Chimie organique appliquée

Ce cours a pour but d'approfondir quelques aspects spécialisés de la chimie organique, surtout au niveau des synthèses industrielles. Étude des principales synthèses organiques industrielles: polymères, colorants, additifs alimentaires, etc. Étude détaillée de la chimie pharmaceutique: modification moléculaire et «drug design».

### CHI8100 Capteurs et biocapteurs

Ce cours vise à exposer les étudiants au domaine des capteurs et biocapteurs, leur conception, fabrication et utilisations. Méthodes de transduction impliquées dans la détection et l'amplification de capteurs chimiques et biocapteurs. Conception des capteurs polymériques, enzymatiques et potentiométriques, leur caractérisation et miniaturisation. Utilisation de capteurs dans différentes techniques analytiques, en électrochimie et aux spectroscopies de fluorescence et Raman. Discussion d'applications récentes de capteurs et biocapteurs dans les domaines de l'environnement, des matériaux et de la biologie.

#### **CHI8110 Sujet de pointe en chimie analytique et physique**

Ce cours permet d'offrir de nouveaux sujets spécialisés de la chimie analytique et physique. Les étudiants peuvent ainsi bénéficier de l'expertise apportée par nos professeurs ainsi que des professeurs invités. Ce cours portera sur des sujets de pointe dans les domaines de la chimie physique et/ou analytique. Les sujets traités seront étudiés en fonction de leur importance tant au niveau fondamental qu'au niveau de leurs applications. D'une année à l'autre, le contenu du cours pourra varier.

Modalité d'enseignement

Quinze séances de trois heures en classe.

#### **CHI8120 Spectrométrie de masse**

Ce cours vise à exposer les étudiants au domaine de la spectrométrie de masse. Introduction: généralités et définitions, méthodes d'ionisation (EI, CI, ESI, APCI, MALDI), les analyseurs de masse (quadripôles, temps de vol, trappe d'ions, FT-MS), concept de l'énergie interne des ions et la fragmentation, analyse de spectres de masse, la spectrométrie de masse tandem (MS/MS), couplage aux techniques de séparation (ex. chromatographie liquide), applications modernes (environnemental, pharmaceutique, incluant métabolisme, analyse des peptides et des protéines). Quinze séances de trois heures en classe.

#### **CHI8300 Chimie combinatoire - Synthèse organique sur phase solide**

Ce cours a pour objectif de permettre à l'étudiant d'acquérir de nouvelles connaissances en chimie combinatoire et en phase solide reliées aux domaines de la chimie médicinale et le criblage moléculaire. Les stratégies et avantages de la chimie combinatoire et de la synthèse organique en phase solide seront discutés. Des exemples de synthèses de familles d'antibiotiques dans le contexte des études de structure-activité et de la chimie médicinale seront illustrés. La synthèse peptidique et les synthèses de molécules hautement diversifiées (DOS) seront présentées comme éléments de références.

#### **CHI8301 Chimie thérapeutique avancée**

Les objectifs du cours sont d'approfondir les connaissances des grandes classes de composés physiologiquement actifs. Appliquer les concepts acquis en chimie organique, médicinale et computationnelle. Chimie médicinale et règles de Lipinski formeront la base de ce cours. Initiation aux méthodes de visualisation et docking en 3D avec les logiciels de pointes. Des exemples de synthèses académiques et industrielles d'antibiotiques communs seront présentés. Réactions et mécanismes réactionnels importants utilisés dans l'industrie pharmaceutique, séparation et préparation d'énantiomères. Chimie hétérocyclique. Agents antiviraux, anticancéreux et antibactériens.

#### **CHI8302 Synthèse stéréosélective et produits naturels**

Ce cours a pour but d'approfondir quelques aspects spécialisés de la chimie organique, surtout ceux impliquant des processus asymétriques. Appliquer les concepts de base en chimie organique pour effectuer la synthèse de produits naturels. Méthodes de pointe en synthèses asymétriques et stéréosélectives. Applications à la synthèse des produits naturels. Manipulation régio- et stéréosélective des groupes fonctionnels et formation de liaisons carbone-carbone. Réactions d'aldolisation diastéréo- et énantiosélectives. Méthodologie et stratégie en synthèse de molécules organiques d'intérêts divers. Synthèse de composés alicycliques, de terpènes, de stéroïdes, d'alcaloïdes, d'antibiotiques et autres.

#### **CHI8303 Synthèse de polymères et dendrimères fonctionnels**

Les objectifs du cours sont d'acquérir des connaissances avancées sur la synthèse, la composition, la structure et les propriétés des macromolécules. L'aspect appliqué des polymères sera étudié en profondeur. Méthodes de polymérisation cationique, anionique et radicalaire. Polymérisation catalytique avec métallocènes et par métathèses d'ouverture de cycle (ROMP). Initiation à la chimie et stratégie de synthèse de macromolécules unimoléculaires telles que les dendrimères. Applications et utilisations des macromolécules organiques. Nanocapsules, biopolymères et nanomatériaux pour ciblage de médicaments. Polymérisation par addition- fragmentation réversible (RAFT).

#### **CHI8304 Synthèse des glucides et applications biologiques**

Ce cours vise à appliquer des notions acquises en chimie organique et en biochimie afin de pouvoir approfondir les aspects modernes de la chimie des hydrates de carbone. Études des processus de reconnaissance de glucides par des biomolécules. Synthèse des glucides, nomenclature, conformation, effet anoeère et contrôle stéréoelectronique, groupes protecteurs multifonctionnels. Les méthodes récentes de synthèses d'oligosaccharides seront discutées et comparées. Plusieurs mécanismes réactionnels typiques de la chimie des glucides seront présentés. Les synthèses d'antibiotiques comportant des glucides seront utilisées afin d'illustrer les principales stratégies. Les mécanismes d'action des glycohydrolases et glycosyltransférases seront exposés de même que la synthèse d'inhibiteurs.

#### **CHI8305 Chimie organométallique et catalyse**

Ce cours a pour but d'acquérir des notions spécialisées en chimie organique impliquant des processus catalysés par des métaux de transition. Appliquer des notions acquises en chimie organique et chimie de coordination. D'une année à l'autre, le contenu pourra varier. Catalyse homogène et hétérogène. Optimisation de ligands chiraux. Chimie de surface. Réactions organiques catalysées par les organométalliques chiraux et achiraux. Couplage au palladium: Heck, Suzuki, Stille, Sonogashira, etc. Complexes organométalliques. Métathèses, hydroxylations et époxydations asymétriques.

#### **CHI8400 Caractérisation des matériaux**

Les matériaux synthétisés par des chimistes jouent un rôle de plus en plus important dans différentes sphères d'activités. Ce cours a comme objectif de fournir aux étudiants une formation en termes de méthodes de caractérisation qui leurs seront utiles lors de leurs études et aussi sur le marché du travail. Principales méthodes de caractérisation de matériaux inorganiques, organiques et composites. Méthodes de caractérisation de surface, particules et films : IR, Raman, XPS, UPS, sondes balayantes (AFM, STM), TEM, MEB, ellipsométrie, diffusion de la lumière, plasmon de surface. Méthodes de caractérisation du solide: XRD, RMN. Résonance de spin électronique, Fluorescence X, UV-vis, conductivité, TGA, DSC, propriétés mécaniques.

#### **CHI8600 Étude spectroscopique des systèmes biologiques**

L'objectif de cours est de présenter les méthodes spectroscopiques récentes qui permettent l'étude directe de phénomènes biologiques. Les étudiants pourront utiliser ces compétences dans l'étude de processus biologiques et biochimiques. Étude des systèmes et des processus biologiques par spectroscopie de fluorescence, IR, Raman, électrochimie et résonance magnétique nucléaire. Application à l'étude des protéines transmembranaires impliquées en photosynthèse, dans le transport ionique, et la toxicologie.

#### **CHI9000 Examen doctoral**

Cette activité a pour but de permettre à l'étudiant de démontrer ses connaissances générales en chimie, sa connaissance approfondie du domaine de recherche dans lequel il se spécialise et de définir clairement son sujet de recherche. Cette activité devra être complétée et réussie lors du deuxième trimestre. L'étudiant présente un document écrit d'au plus dix pages, qui expose son sujet de recherche avec le contexte général, la problématique, une revue de la littérature récente, les objectifs de travail, une section expérimentale ainsi que les résultats obtenus depuis le début de ses travaux. Ce document doit être soumis

---

aux membres du jury au moins deux semaines avant la présentation orale. Cette activité est évaluée selon la notation succès ou échec.

**CHI9001 Séminaire de recherche**

Ce séminaire a comme objectif de permettre à l'étudiant de démontrer le niveau de progression de son projet de recherche. De plus, l'étudiant doit assister à la série de séminaires départementaux présentés par les conférenciers invités. L'étudiant présente un séminaire de recherche sur les travaux de recherche qu'il a réalisés depuis le début de sa thèse. Ce séminaire doit avoir lieu avant la fin du sixième semestre ou la neuvième dans le cas d'un passage accéléré au doctorat. De plus, l'évaluation de ce cours est basée sur la présentation orale, les réponses aux questions et une contribution régulière aux activités du séminaire. Cette activité est évaluée selon la notation succès ou échec.

**CHI9002 Proposition de recherche**

Cette activité a pour objectif de permettre à l'étudiant de démontrer qu'il peut proposer un projet de recherche dans un domaine différent de son projet de thèse. Au cours du septième trimestre, l'étudiant est appelé à élaborer sa proposition de recherche et à la présenter sous forme d'une demande de subvention en utilisant le formulaire de demande de subvention du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG). La proposition doit contenir les éléments suivants: La problématique de la recherche appuyée sur une revue de la littérature; les hypothèses et objectifs spécifiques de la recherche proposée; la méthodologie appropriée pour répondre aux objectifs; la portée des résultats attendus; un échéancier; une gestion de projet. Cette activité est évaluée selon la notation succès ou échec.

**DDD9667 Introduction à l'enseignement à l'université****Objectifs**

Ce cours à orientation pratique est destiné aux étudiants de 2e et 3e cycles qui ne sont pas en éducation et il vise à donner un aperçu des bases théoriques et pratiques utiles à l'enseignement postsecondaire.

**Sommaire du contenu**

On y aborde les principes théoriques de l'apprentissage, la planification de cours et les pédagogies actives dont l'exposé interactif et l'apprentissage par problèmes. On traite aussi brièvement de soutien à l'apprentissage. Ce cours s'appuie sur les recherches effectuées dans le domaine de la pédagogie.

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 23/01/12, son contenu est sujet à changement sans préavis.  
Version Hiver 2013