# MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES GÉNIE BIOMÉDICAL SPÉCIALISATION BIOINFORMATIQUE

## En bref

- Grade universitaire offert : Maîtrise ès sciences appliquées (M.Sc.A.)
- Options de statut d'inscription : Temps complet ou temps partiel
- Langue d'enseignement : Anglais
- Programme principal : M.Sc.A. Génie biomédical
- Spécialisation pluridisciplinaire : Bioinformatique
- Option d'étude (durée prévue du programme) :
  - dans une période de 2 ans à temps complet
- Unités scolaires : Faculté de génie (https://genie.uottawa.ca/), école de science informatique et de génie électrique (http://genie.uottawa.ca/sige/), département de génie mécanique (http://genie.uottawa.ca/mecanique/), département de génie chimique (http://genie.uottawa.ca/chimique/), Institut de génie biomédical d'Ottawa-Carleton (http://www.ocibme.ca/) (IGBMOC) (Disponible en anglais seulement).

## Description du programme

**Programme conjoint Ottawa-Carleton**

Fondé en 2006, l'Institut de génie biomédical d'Ottawa-Carleton (IGBMOC) combine l'enseignement et les ressources en recherche de plusieurs unités scolaires de l'Université d'Ottawa et de la Carleton University.

La formation en génie biomédical est de type multidisciplinaire et elle combine l'enseignement et les recherches de sept unités scolaires principales comme suit :

**L'Université d'Ottawa** :

- Le département de génie mécanique (MCG)
- L'École de science informatique et de génie électrique (SIGE)
- Le département de génie chimique (CHG)

**Carleton University** :

- Department of Systems and Computer Engineering
- Department of Mechanical and Aerospace Engineering
- School of Computer Science
- Department of Physics

Les installations de recherche sont partagées entre les deux campus. Les étudiants ont accès aux cours, à l'équipement et aux professeurs des deux universités mais doivent s'inscrire à l'université d'attache de leur directeur de thèse s'ils sont inscrits à la M.A.Sc., ou de leur superviseur de projet s'ils sont inscrits à la M.Ing. avec projet/stage.

L'Institut participe au programme pluridisciplinaire en bioinformatique (au niveau de la maîtrise).

## Description de la spécialisation pluridisciplinaire

La spécialisation pluridisciplinaire en bioinformatique combine les ressources en recherche de l'Université d'Ottawa et de Carleton University. L'Institut offre des programmes d'études supérieures de maîtrise (M.Sc. et M.Sc.A.) et de doctorat (Ph.D.) dans différentes disciplines (biologie, chimie, science de la terre, etc.).

La bioinformatique est une discipline scientifique émergente qui prend de plus en plus d'ampleur et qui tente de répondre, grâce à la conception et à la mise en pratique d'approches computationnelles, à des questions fondamentales ayant trait à la structure, à la fonction et à l'évolution des entités biologiques. La recherche fondamentale dans ces secteurs vise à accroître notre connaissance de la santé et des maladies humaines, ce qui se traduit par des innovations dans l'industrie. Les bioinformaticiens doivent pouvoir consulter la recherche effectuée dans d'autres domaines et, par conséquent, doivent posséder une connaissance des principes de base des autres domaines. Pour répondre à ce défi, l'Université d'Ottawa et Carleton University offrent un programme conjoint menant à une maîtrise en sciences avec spécialisation en bioinformatique ou une maîtrise en informatique avec spécialisation en bioinformatique.

## Principaux domaines de recherche

L'Institut bénéficie également de l'expertise de nombreux chercheurs de certaines unités de recherche médicale de l'Université d'Ottawa, par exemple, l'Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa et l'Institut de l'œil de l'Université d'Ottawa. D'autres unités scolaires se joignent à celles susmentionnées soit en encourageant la participation de certains de leurs membres chercheurs, soit en offrant des cours de niveau supérieur.

Les professeurs membres de l'Institut sont impliqués dans quatre champs de recherche principaux :

- Les instruments médicaux
- Le traitement des images biomédicales
- La biomécanique et les biomatériaux
- L'informatique médicale
- La télémédecine

## Autres programmes offerts dans la même discipline ou dans une discipline connexe

- Maîtrise ès sciences appliquées Génie biomédical (M.Sc.A.)
- Maîtrise en ingénierie Génie biomédical Concentration en génie clinique (M.Ing.)
- Maîtrise en ingénierie Génie biomédical (M.Ing.)

## Coût et financement

- Frais reliés aux études :

  Le montant estimé des droits universitaires (https://www.uottawa.ca/droits-universitaires/) de ce programme est disponible sous la section Financer vos études (http://www.uottawa.ca/etudes-superieures/programmes-admission/financer-etudes/).

  Les étudiants internationaux inscrits à un programme d'études en français peuvent bénéficier d'une exonération partielle des

droits de scolarité (https://www.uottawa.ca/droits-universitaires/exoneration-partielle-des-droits-de-scolarite/).

- Pour des renseignements sur les moyens de financer vos études supérieures, veuillez consulter la section Bourses et appui financier (https://www.uottawa.ca/etudes-superieures/etudiants/bourses/).

# Notes

- Les programmes sont régis par les règlements généraux (http://www.uottawa.ca/etudes-superieures/etudiants/reglements-generaux/) en vigueur pour les études supérieures et les règlements en vigueur à l'université Carleton.
- Conformément au règlement de l'Université d'Ottawa, les travaux, les examens, les mémoires, et les thèses peuvent être complétés en français ou en anglais. Les activités de recherche peuvent se dérouler soit en anglais, soit en français, soit dans les deux langues selon les compétences linguistiques des professeurs et des membres du groupe de recherche concernés.

# Coordonnées du programme

Bureau des études supérieures, Faculté de génie (https://genie.uottawa.ca/bureau-des-etudes-superieures/)
STE 1024
800 King Edward Ave.
Ottawa ON Canada
K1N 6N5

Tél. : 613-562-5347
Téléc. : 613-562-5129
Courriel : etudesup.genie@uottawa.ca

Twitter | Faculté de génie (https://twitter.com/uottawagenie/)
Facebook | Faculté de génie (https://www.facebook.com/uottawa.engineering/)

# Exigences d'admission

Pour connaître les renseignements à jour concernant les dates limites, les tests de langues et autres exigences d'admission, consultez la page des exigences particulières (https://www.uottawa.ca/etudes/etudes-superieures/exigences-admission-particulieres/).

# Pour être admissible, vous devez :

- Être titulaire d'un baccalauréat spécialisé ou avec majeure (ou l'équivalent) en génie, en sciences, en informatique ou dans un domaine connexe avec une moyenne d'admission minimale de B+ (75 %).

Note : Les candidats internationaux doivent vérifier les équivalences d'admission (https://www.uottawa.ca/etudes-superieures/international/etudier-uottawa/equivalences-admission/) pour le diplôme obtenu dans leur pays de provenance.

- Démontrer une bonne aptitude à la recherche que ce soit dans le contexte d'un projet de quatrième année au baccalauréat ou par la rédaction de rapports de recherche, de résumés ou d'autres documents démontrant des habiletés de recherche.
- Identifier au moins un professeur prêt à diriger votre recherche et votre thèse. Il est recommandé de communiquer avec le directeur de thèse dès que possible.
- Être parrainé par un professeur de la spécialisation pluridisciplinaire, habituellement son directeur de recherche, qui a une nomination régulière, ou une double affectation, ou une nomination à titre de professeur auxiliaire dans le programme principal.

# Exigences linguistiques

Les candidats doivent comprendre, parler et écrire couramment la langue d'enseignement, soit le français, soit l'anglais, du programme dans lequel ils veulent s'inscrire. Une preuve de compétence linguistique peut être requise.

Ceux dont la langue maternelle n'est ni le français ni l'anglais doivent fournir une preuve de compétence dans la langue d'enseignement.

Note : Les coûts des tests de compétences linguistiques devront être assumés par le candidat.

# Notes

- Le choix du professeur détermine le campus où il faut poursuivre la recherche et ce sera aussi l'université qui octroie le diplôme.
- Les conditions d'admission décrites ci-dessus représentent des exigences minimales et ne garantissent pas l'admission au programme.
- Les admissions sont régies par les règlements généraux de l'Institut de génie biomédical d'Ottawa-Carleton (IGBMOC) et par les règlements généraux (http://www.uottawa.ca/etudes-superieures/etudiants/reglements-generaux/) en vigueur pour les études supérieures.
- Il faut indiquer dans la demande initiale d'admission au programme de maîtrise en génie biomédical qu'on veut être admis dans le programme pluridisciplinaire en bioinformatique. L'étudiant devra être admis au préalable au programme principal pour être admis au programme pluridisciplinaire.

# Exigences du programme
# Maîtrise avec spécialisation pluridisciplinaire

Selon l'expérience antérieure de l'étudiant, le Département peut imposer des cours additionnels.

Les exigences à remplir pour la maîtrise avec spécialisation pluridisciplinaire sont les suivantes :

**Cours obligatoires (BMG) :**

| | | |
|---|---|---|
| BMG 5112 | Introduction to Biomedical Engineering | 3 crédits |
| 6 crédits de cours parmi : | | 6 crédits |
| BMG 5103 | Biomedical Instrumentation | |
| BMG 5104 | Biological Signals | |
| BMG 5105 | Medical Imaging Modalities | |
| BMG 5106 | Introduction to Medical Imaging Principles and Technology | |
| BMG 5107 | Applications in Biomedical Image Processing | |
| BMG 5108 | Advanced Topics in Biomedical Image Processing | |
| BMG 5109 | Advanced Topics in Medical Instrumentation | |
| BMG 5110 | Advanced Topics in Biomechanics and Biomaterials | |
| BMG 5111 | Advanced Topics II Medical Informatics and Telemedicine | |

| | | |
|---|---|---|
| BMG 5300 | Biological and Engineering Materials | |
| BMG 5301 | Biomechanics of Skeletal System, Motion and Tissue | |
| BMG 5302 | Biofluid Mechanics | |
| BMG 5306 | Special Topics in Mechanical and Aerospace Engineering: Biomechanics | |
| BMG 5311 | Design of Medical Devices and Implants | |
| BMG 5312 | Design of Orthopaedic Implants and Prostheses | |
| BMG 5315 | Biorobotics | |
| BMG 5319 | Introduction to Microfluidics | |
| BMG 5330 | Electromagnetic Fields and Biological Systems | |
| **Cours obligatoire (BNF) :** | | |
| BNF 5506 | Bioinformatique | 3 crédits |
| **Séminaires :** | | |
| BMG 6996 | Séminaire en génie biomédical | |
| BNF 6500 | Séminaire de maîtrise [1] | 3 crédits |
| **Thèse :** | | |
| THM 7999 | Thèse de maîtrise [2, 3] | |

Note(s)

**1**

Le séminaire comporte la remise d'un rapport écrit, la présentation d'un séminaire et l'assiduité à la série de séminaires offerte par le Département.

**2**

Présentation et soutenance réussie d'une thèse de recherche en bioinformatique basée sur des travaux de recherche originaux effectués sous la direction d'un membre du corps professoral participant au programme pluridisciplinaire en bioinformatique.

**3**

L'étudiant est responsable de s'assurer de rencontrer les exigences relatives à la thèse (http://www.uottawa.ca/etudes-superieures/etudiants/theses/).

# Exigences minimales

La note de passage dans tous les cours est de B.

Les étudiants qui échouent 6 crédits, la proposition de thèse, la thèse, ou dont le rapport de progrès est jugé insatisfaisant doivent se retirer du programme.

# Recherche
# Domaines de recherche et installations

Située au cœur de la capitale du Canada, à quelques pas de la colline du Parlement, l'Université d'Ottawa est l'une des 10 principales universités de recherche au Canada.

uOttawa concentre ses forces et ses efforts dans quatre axes prioritaires de développement de la recherche :

- Le Canada et le monde
- La santé
- La cybersociété
- Les sciences moléculaires et environnementales

Grâce à leurs recherches de pointe, nos étudiants diplômés, nos chercheurs et nos professeurs exercent une forte influence sur les priorités à l'échelle nationale et internationale.

# La recherche à la Faculté de génie

Principaux domaines de recherche :

- Génie chimique et biologique
- Génie civil
- Science informatique et génie électrique
- Génie mécanique

Pour d'autres informations, veuillez consulter la liste des membres du corps professoral et leurs domaines de recherche sur **Uniweb**.

**IMPORTANT : Les candidats et les étudiants à la recherche de professeurs pour superviser leur thèse ou leur projet de recherche peuvent aussi consulter le** site Web de la faculté ou du département **(**https://www.uottawa.ca/etudes-superieures/etudiants/coordonnees-unites-scolaires/**) du programme de leur choix. La plateforme Uniweb n'est pas représentative de l'ensemble du corps professoral autorisé à diriger des projets de recherche à l'Université d'Ottawa.**

# Cours

Tous les cours ne sont pas nécessairement offerts chaque année. Les cours sont offerts dans la langue dans laquelle ils sont décrits.

Un cours de 3 crédits à l'Université d'Ottawa correspond à un cours de 0,5 crédit à la Carleton University.

**BMG 5001 Stage en génie clinique / Clinical Engineering Internship (6 crédits / 6 units)**
Stage en génie clinique dans un établissement extérieur à l'université. Rédaction d'un rapport ayant trait aux activités menées durant l'internat. Noté S (satisfaisant) ou NS (non satisfaisant) par le superviseur et un professeur nommé par le directeur du programme. / Internship in an institutional setting outside the university. Requires a formal written paper relating to the internship activities. Graded S (Satisfactory) / NS (Not satisfactory) by the supervisor and a professor appointed by the program director. Préalable : approbation du directeur du programme. / Prerequisite: approval of the program director. Ce cours est équivalent à BIOM 5801 à la Carleton University. / This course is equivalent to BIOM 5801 at Carleton University.
**Volet / Course Component:** Stage / Work Term
Préalable: approbation du directeur de programme. / Prerequisite: approval of the program director.

**BMG 5103 Biomedical Instrumentation (3 units)**
Instrumentation designed to measure physiological variables related to the function of the heart, lungs, kidney, nervous and musculo-skeletal systems; emergency, critical care, surgery and anesthesia equipment. This course is equivalent to BIOM 5100 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Courses BMG 5103, ELG 6320 cannot be combined for units.

**BMG 5104 Biological Signals (3 units)**
Modeling of neuromuscular biological signals, including subthreshold phenomena, active behaviour of cell membranes, and innervation processes. Measurement of biological signals, including electrode effects. Time domain, frequency domain, and adaptive filtering techniques for noise reduction. This course is equivalent to BIOM 5101 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5105 Medical Imaging Modalities (3 units)**
Mathematical models of image formation based on the image modality and tissue properties. Linear models of image degradation and reconstruction. Inverse problems, regularization for image reconstruction. Image formation in radiology, computed tomography, MRI, nuclear medicine, ultrasound, positron emission tomography. This course is equivalent to BIOM 5200 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Courses BMG 5105, ELG 5127 cannot be combined for units.

**BMG 5106 Introduction to Medical Imaging Principles and Technology (3 units)**
Basic principles and technological implementation of x-ray, nuclear medicine, magnetic resonance imaging (MRI), and other imaging modalities used in medicine; contrast, resolution, storage requirements for digital images; applications outside medicine, future trends. This course is equivalent to BIOM 5201 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5107 Applications in Biomedical Image Processing (3 units)**
Image processing methods applied to biomedical images. Overview of medical imaging modalities. Image enhancement, segmentation, registration, and fusion. Image quality metrics. Image formats. Application examples. Includes: Experiential Learning Activity This course is equivalent to BIOM 5202 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5108 Advanced Topics in Biomedical Image Processing (3 units)**
Recent and advanced topics in the field of biomedical image processing and its related areas. Prerequisite: permission of the program director. This course is equivalent to BIOM 5203 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5109 Advanced Topics in Medical Instrumentation (3 units)**
Recent and advanced topics in the field of medical instrumentation and its related areas. This course is equivalent to BIOM 5106 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5110 Advanced Topics in Biomechanics and Biomaterials (3 units)**
Recent and advanced topics in the field of biomechanics and biomaterials and its related areas. This course is equivalent to BIOM 5304 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5111 Advanced Topics II Medical Informatics and Telemedicine (3 units)**
Recent and advanced topics in the field of medical informatics and telemedicine and its related areas. This course is equivalent to BIOM 5403 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5112 Introduction to Biomedical Engineering (3 units)**
Research ethics and methods. Engineering systems approach to analysis and modelling of human anatomy and physiology. Introduction to topics including biomechanics, electrophysiology, and computational biology. Biomedical technologies. Impact of technology on society. This course is equivalent to BIOM 5010 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5113 Clinical Engineering (3 units)**
Overview of the Canadian health care system; brief examples from other countries; clinical engineering and the management of technologies in industrialized and in developing countries; safety, reliability, quality assurance; introduction to biomedical sensor technologies; applications of telemedicine; impact of technology on health care. This course is equivalent to BIOM 5406 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5120 Biomechanics of Movement (3 units)**
Human and animal movement examined through the lens of mechanics. Biological, mechanical, and neurological processes by which muscles produce movement. Experimental, mathematical, and computational tools. Clinical and sports applications. Recent advances in biomedical research. Assignments, computer simulations, and a small research project.
**Course Component:** Lecture
The courses BMG 5120, MCG 4153, and MCG 4553 cannot be combined for units.

**BMG 5122 Biomaterials and Tissue Engineering: Theories and Applications (3 units)**
This course covers principles of materials science and cell biology that apply to biomaterials and tissue engineering. Polymers, ceramics, metals, biomaterial surface modifications, molecular and cellular interactions with biomaterials, immune response, tissue engineering principles, ethical considerations and regulatory overview. Technical analysis of a biomaterial-based medical device.
**Course Component:** Lecture
The courses BMG 5122, MCG 4154, and MCG 4554 cannot be combined for units.

**BMG 5130 Fundamentals of Policy I: Policy Analysis (3 units)**
Policy analysis and policy processes with an emphasis on the stages of the policy process, as well as the influences of institutions, ideas and interests. This course is equivalent to HLTH 5201 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BMG 5300 Biological and Engineering Materials (3 units)**
Properties of structural biological materials (bone, tendon, ligament, skin, cartilage, muscle, and blood vessels) from an engineering materials viewpoint. Selection of engineering materials as biomaterials. Introduction to biocompatibility. Histology of soft tissues. Viscoelasticity, mechanical properties and models of muscles, ligaments and tendons. This course is equivalent to BIOM 5300 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5301 Biomechanics of Skeletal System, Motion and Tissue (3 units)**
Analysis of human motion. Kinematics and kinetics of various activities. Engineering analysis and modeling techniques applied to human motion. Injury mechanics, treatment, prosthetic replacements. Fracture behaviour and healing processes. This course is equivalent to BIOM 5301 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5302 Biofluid Mechanics (3 units)**
Properties of blood. Blood flow models for vessels, circulation systems and the heart. Man-made blood vessels. Kidney flow and exchange. Modeling of perfused tissues and cells. Transport phenomena across membranes. Molecular and ionic transport. Other body fluids. This course is equivalent to BIOM 5302 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5304 Interactive Networked Systems and Telemedicine (3 units)**
Telemanipulator; human motoring and sensory capabilities; typical interface devices; mathematical model of haptic interfaces; haptic rendering; stability and transparency; remote control schemes; time delay compensation; networking and real-time protocols, history and challenges of telemedicine; telemedicine applications: telesurgery, tele-monitoring, tele-diagnosis and tele-homecare. This course is equivalent to BIOM 5402 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Courses BMG 5304 ad ELG 6133 cannot be combined for units.

**BMG 5305 Pattern Classification and Experiment Design (3 units)**
Introduction to a variety of supervised and unsupervised pattern classification techniques with emphasis on correct application. Statistically rigorous experimental design and reporting of performance results. Case studies will be drawn from various fields including biomedical informatics. This course is equivalent to BIOM 5405 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Courses BMG 5305 and ELG 6102 cannot be combined for units.

**BMG 5306 Special Topics in Mechanical and Aerospace Engineering: Biomechanics (3 units)**
Overview of human anatomy and physiology with emphasis on artificial organ and prosthetic device design requirements. Application of engineering principles to cells and tissues, biofluid mechanics, human body energetics, measurement techniques, mechanics of human body systems, with emphasis on the artificial heart. This course is equivalent to BIOM 5306 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
The courses BMG 5306 and MCG 5489 cannot be combined for units.

**BMG 5311 Design of Medical Devices and Implants (3 units)**
Solutions to clinical problems through the use of implants and medical devices. Pathology of organ failure and bioengineering and clinical aspects of artificial organs. Examples: blood substitutes, pacemakers, ventricular assist devices, artificial hearts and heart valves. This course is equivalent to BIOM 5311 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5312 Design of Orthopaedic Implants and Prostheses (3 units)**
Anatomy of the musculo-skeletal system. Electromyography. Static and dynamic analysis of the human skeleton. Materials and manufacturing considerations for orthopaedic devices. Strength and failure theories. Implant fatigue, fracture and corrosion. This course is equivalent to BIOM 5312 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5315 Biorobotics (3 units)**
Interpretation of physical laws as applied to human motion; kinematics and dynamics of humanoid robots, modeling of biological sensors and actuators, artificial muscles, tele-manipulation, dual arm robots, robot-assisted surgery, and multi-fingered end-effectors. Approaches to design of mechatronic devices to support and enhance human movement including rehabilitators, extenders, haptic devices, and minimally invasive surgery systems. This course is equivalent to BIOM 5315 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Permission of the Department is required.

**BMG 5319 Introduction to Microfluidics (3 units)**
Physics of liquid transport in micro-fabricated systems including physics at the microscale, hydrodynamics of microfluidic systems, diffusion mixing, introduction to microfabrication, examples of microfluidics devices and Micro PIV techniques, project.
**Course Component:** Lecture
The courses BMG 5319, MCG 4112, and MCG 4512 cannot be combined for units.

**BMG 5330 Electromagnetic Fields and Biological Systems (3 units)**
Review of electromagnetic waves at radio and microwave frequencies. Electrical and magnetic properties of tissue. Impact of electromagnetic waves on tissue. Cellular effects. This course is equivalent to BIOM 5330 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Prerequisite: knowledge of electromagnetic theory.

**BMG 5501 Étude technique et modélisation de l'anatomie et de la physiologie du corps humain (3 crédits)**
Méthodes de systèmes d'ingénierie pour analyser et modeler les systèmes anatomiques et physiologiques du corps humain. Propriétés mécaniques et électriques des tissus. Systèmes musculosquelettiques, cardiovasculaires et pulmonaires. Ce cours est équivalent à BIOM 5001 à la Carleton University.
**Volet :** Cours magistral

**BMG 5502 Éthiques, normes et méthodes de recherche (3 crédits)**
Théories éthiques, prise de décision, codes de déontologie; expérimentation sur des animaux et des êtres humains, consentement, comités de déontologie; méthodes de recherche et règlements concernant la conception, la fabrication et la certification d'appareils médicaux; collecte, contrôle et analyse des données, y compris la protection de la confidentialité, dilemmes bioéthiques, effets (sociaux, politiques, financiers) de la technologie et de la recherche. Les cours ELG 7514/EACJ 5300, BMG 5502 ne peuvent être combinés pour l'obtention de crédits. Ce cours est équivalent à BIOM 5002 à la Carleton University.
**Volet :** Cours magistral

**BMG 6000 Projet en génie biomédical / Biomedical Engineering Project (6 crédits / 6 units)**
Projet en génie biomédical supervisé par un professeur approuvé par le directeur du programme. Rédaction d'un rapport approfondi, qui doit être présenté oralement. Noté S (satisfaisant) ou NS (non satisfaisant) par le superviseur du projet et un autre professeur nommé par le directeur du programme. Le projet peut normalement être complété en une session d'études à temps complet. Ce cours est équivalent à BIOM 5900 à la Carleton University. / Project in biomedical engineering supervised by a professor approved by the program director. Requires an in-depth report that must be presented orally. Graded S (Satisfactory) or NS (Not satisfactory) by the supervisor and by another professor appointed by the program director. The project can normally be completed in one session of full-time study. This course is equivalent to BIOM 5900 at Carleton University.
**Volet / Course Component:** Recherche / Research
Permission of the Department is required.

**BMG 6001 Projet en génie clinique / Clinical Engineering Project (6 crédits / 6 units)**
Projet en génie clinique supervisé par un professeur du programme et un ingénieur clinique. Rédaction et présentation orale d'un rapport approfondi. Noté S (satisfaisant) ou NS (non satisfaisant) par les superviseurs du projet et un autre professeur nommé par le directeur du programme. Le projet peut normalement être complété en une session d'études à temps complet. Ce cours est équivalent à BIOM 5901 à la Carleton University. / Project in clinical engineering supervised by a professor in the program and a clinical engineer. Requires an in-depth report that must be presented orally. Graded S (Satisfactory) or NS (Not satisfactory) by the co-supervisors and by another professor appointed by the program director. The project can normally be completed in one session of full-time study. This course is equivalent to BIOM 5901 at Carleton University.
**Volet / Course Component:** Recherche / Research
Permission of the Department is required.

**BMG 6996 Séminaire en génie biomédical / Biomedical Engineering Seminar**
Cours composé d'une série de séminaires présentés par des étudiants de deuxième cycle et des chercheurs en génie biomédical. En plus d'avoir à animer un séminaire, tous les étudiants doivent assister à au moins dix séances. Ce cours est équivalent à BIOM 5800 à Carleton University. / This course is in the form of seminars presented by graduate students and other researchers in the area of Biomedical Engineering. To complete this course, a student must attend at least ten seminars and make one presentation in the context of this seminar series. This course is equivalent to BIOM 5800 at Carleton University.
**Volet / Course Component:** Séminaire / Seminar

**BMG 7199 Directed Studies in Biomedical Engineering (3 units)**
Various possibilities exist for pursuing directed studies on topics approved by a course supervisor, including the above-listed course topics where they are not offered on a formal basis.This course is equivalent to BIOM 5906 at Carleton University.
**Course Component:** Research

**BMG 9901 Séminaire de doctorat en génie biomédical / Biomedical Engineering PhD Seminar**
Une série de séminaires présentés par des étudiants aux cycles supérieurs et des chercheurs invités. En plus d'avoir à présenter deux séminaires, les étudiants doivent assister et participer à au moins 20 séminaires. Noté S (satisfaisant) ou NS (non satisfaisant). Ce cours est équivalent à BIOM 6800 à Carleton University. / This course is in the form of seminars presented by graduate students and other researchers in the area of Biomedical Engineering. To complete this course, a Student must attend at least 20 seminars and make two presentations in the context of this seminar series. This course is equivalent to BIOM 6800 at Carleton University.
**Volet / Course Component:** Séminaire / Seminar

**BMG 9997 Rapport et soutenance du projet de thèse / Report and Defence of Thesis Proposal**
Inscription requise de tous les candidats au doctorat jusqu'à la réussite à l'examen de synthèse. / Following completion of the comprehensive examination, registration required for all PhD candidates until the thesis proposal is accepted by the Advisory Committee
**Volet / Course Component:** Recherche / Research

**BMG 9998 Examen de synthèse / PhD Comprehensive Exam**
À la suite de la réussite à l'examen de synthèse, inscription requise de tous les candidats au doctorat jusqu'à ce que le projet de thèse soit accepté par le Comité consultatif. / Registration required for all PhD candidates until the comprehensive examination is passed.
**Volet / Course Component:** Recherche / Research

**BNF 5106 Bioinformatics (3 units)**
Major concepts and methods of bioinformatics. Topics may include, but are not limited to: genetics, statistics & probability theory, alignments, phylogenetics, genomics, data mining, protein structure, cell simulation and computing.
**Course Component:** Lecture

**BNF 5107 Applied Bioinformatics (3 units)**
Computational knowledge discovery in and the dynamic nature of cellular networks. Includes, but is not limited to, knowledge representation, large scale data integration, data mining and computational systems biology. This course is equivalent to BIOL 5516 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture

**BNF 5504 Laboratoire de bioinformatique (3 crédits)**
Principes d'organisation, de récupération, de manipulation et d'analyse de données moléculaires en génomique, protéomique et transcriptomique. Analyses pratiques de ces données pour résoudre des questions biologiques en utilisant des méthodes quantitatives et computationnelles.
**Volet :** Théorie et laboratoire
Les cours BPS 4504 et BNF 5504 ne peuvent être combinés pour l'obtention de crédits.

**BNF 5506 Bioinformatique (3 crédits)**
Concepts et méthodes en bioinformatique. Les sujets abordés peuvent inclure, entre autres, la génétique, les statistiques et les théories des probabilités, les alignements, la phylogénétique, la génomique et la structure de protéines.
**Volet :** Cours magistral

**BNF 6100 MSc Seminar (3 units)**
Current topics in bioinformatics presented by program professors and invited speakers. Oral presentation and written report required. Graded S (Satisfactory) / NS (Not satisfactory).
**Course Component:** Lecture

**BNF 6500 Séminaire de maîtrise (3 crédits)**
Sujets courants en bioinformatique présentés par des professeurs membres du programme et des conférenciers invités. Présentation orale et rapport écrit requis. Noté S (satisfaisant) ou NS (non satisfaisant).
**Volet :** Cours magistral

**BNF 8166 Seminar in Bioinformatics (3 units)**
Current research topics in bioinformatics presented by PhD students and invited speakers. Oral presentation required. Graded S (Satisfactory) / NS (Not satisfactory).
**Course Component:** Seminar

**BNF 8301 Evolutionary Bioinformatics (3 units)**
Fundamental concepts in molecular evolution and hands-on experience with computer analysis of DNA sequences. Topics may include molecular sequence databases, multiple alignments and phylogenetic trees. This course is equivalent to BIOL 5201 at Carleton University.
**Course Component:** Lecture
Prerequisite: Graduate standing plus basic courses in genetics and evolution.

**BNF 8766 Séminaire en bioinformatique (3 crédits)**
Sujets courants en bioinformatique présentés par des étudiants en PhD et des conférenciers invités. Présentation orale requise. Noté S (satisfaisant) ou NS (non satisfaisant).
**Volet :** Séminaire