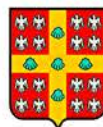


GUIDE DE L'ÉTUDIANT
pour le programme de maîtrise
en
génie aérospatial
2020-2021



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie
Département de génie mécanique

Message du directeur

Nous vous souhaitons la bienvenue au programme de maîtrise interuniversitaire en génie aérospatial de l'Université Laval. Le lien «Description des programmes» vous dirige vers la page correspondante de Capsule sur le site de l'Université Laval. Ce site vous donne, en plus d'une description officielle des exigences, la liste des domaines de recherche. Ce programme vise à faire de vous un ingénieur hautement qualifié dans le domaine de l'aéronautique ou des technologies spatiales. Il a comme particularités d'être offert conjointement par six universités québécoises et de mettre à contribution une dizaine d'entreprises aérospatiales implantées au Québec.

Ce guide vient compléter la description du programme disponible sur le site Internet de l'Université Laval ou dans le répertoire des programmes. Il a pour but de vous fournir des informations pratiques concernant le fonctionnement du programme. Il devrait ainsi vous être utile tout au long de vos études. Ce guide ne remplace d'aucune manière les documents de renseignements fournis par le Bureau du registraire, la Faculté des études supérieures et postdoctorales, le Bureau des bourses et de l'aide financière ou la Faculté des sciences et de génie.

N'hésitez pas à communiquer avec moi pour toute demande de renseignements supplémentaires et soyez assuré de mon entière collaboration.

Augustin Gakwaya, ing., Ph.D.

Directeur du programme de maîtrise en génie aérospatial

Table des matières

1	Introduction	1
2	Programme	2
2.1	Objectifs	2
2.2	Majeures	3
2.3	Règles générales du programme	3
2.4	Champs de spécialisation	4
3	Majeure Génie aérospatial	7
3.1	Étude de cas	7
3.1.1	Inscription	8
3.1.2	Équivalence	8
3.2	Gestion de projet en génie aéronautique	8
3.2.1	Inscription	9
3.2.2	Équivalence	9
3.3	Stage	9
3.3.1	Procédures d'application et d'inscription	10
3.3.2	Particularités pour les étudiants étrangers	11
3.3.3	Description du rapport de stage et évaluation du stage	11
3.3.4	Équivalence	11
3.4	Cours dans d'autres universités	12
3.4.1	Inscription	12
3.4.2	Équivalences	12
3.4.3	Remboursement des frais de déplacement	13
4	Majeure Environnement Virtuel	14
4.1	Orientation Développement de produits et intégration de systèmes	14
4.1.1	Projet industriel d'intégration des systèmes aéronautiques	15
4.1.2	Admission à la Majeure	16
4.1.3	Inscription	16
4.1.4	Équivalences	17
4.2	Cours dans d'autres universités	17

1 Introduction

Ce guide a été préparé à l'intention des étudiants inscrits au programme de Maîtrise interuniversitaire en génie aérospatial. Il a pour but de fournir des informations pratiques concernant le fonctionnement de ce programme. Pour des renseignements concernant les études au 2^e cycle qui ne sont pas spécifiques au programme, l'étudiant doit se référer aux documents disponibles au Bureau du registraire, à la Faculté des études supérieures et postdoctorales, au Bureau des bourses et de l'aide financière ou encore, au point de service du Pavillon Adrien-Pouliot pour la gestion des études.

Avec l'introduction récente d'un nouveau système de gestion des études, L'Université Laval a procédé à une refonte de la présentation des programmes et des cours. Le présent document utilisera les nouvelles organisations et nomenclatures du programme. Le tableau suivant présente encore la correspondance entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature du programme.

Ancienne nomenclature		Nouvelle nomenclature	
Programme :	Maîtrise interuniversitaire en génie aérospatial	Programme :	Maîtrise interuniversitaire en génie aérospatial
Majeures :	Génie aérospatial Environnement Virtuel	Majeures :	Génie aérospatial Environnement Virtuel, orientation Développement de produits et intégration des systèmes

2 Programme

Ce programme vise à former des ingénieurs hautement qualifiés dans les domaines de l'aéronautique et des technologies spatiales. Il a comme particularités d'être offert conjointement par six établissements universitaires québécois (Concordia, École de technologie supérieure, École polytechnique, Laval, McGill et Sherbrooke) et de mettre à contribution une dizaine d'entreprises aéronautiques et spatiales implantées au Québec¹. L'étudiant complétera d'ailleurs une partie de sa formation dans quelques unes de ces universités, ainsi qu'en contact étroit avec des ingénieurs des entreprises partenaires du programme.

Avec la collaboration du Comité sectoriel de main-d'œuvre en aérospatiale au Québec (CAMAQ), les universités et entreprises ont établi un comité industries-universités de la maîtrise en génie aéronautique et spatial (CIMGAS). Ce comité a pour fonctions de trouver et d'approuver des stages et des cours de type Études de cas en plus de proposer, si nécessaire, des modifications aux programmes existants pour leur permettre de répondre adéquatement aux besoins de l'industrie.

Les entreprises aérospatiales appuient concrètement ce programme de maîtrise en fournissant des stages rémunérés. Elles sont aussi responsables de préparer et donner des Études de cas. Pour la majeure Environnement Virtuel, orientation Développement de Produits et Intégration des Systèmes, les entreprises assument une partie de l'enseignement de même que la préparation, le support et l'encadrement d'un projet multi-entreprises. Enfin, les représentants des entreprises aérospatiales travaillent en étroite collaboration avec leurs confrères universitaires pour répondre efficacement aux besoins de main-d'œuvre spécialisée de l'industrie.

2.1 Objectifs

Les deux objectifs généraux du programme sont de permettre à l'étudiant :

- d'acquérir les connaissances additionnelles nécessaires à l'analyse, à la conception, à la fabrication, à l'implantation et au contrôle des systèmes propres au domaine aérospatial;
- de se familiariser avec les approches méthodologiques propres au génie aérospatial.

¹ Agence spatiale canadienne, Bell Helicopter Textron, Bombardier, CAE Ltée, Héroux-Devtek, Honeywell Aérospatiale inc, IBM Canada, L-3 MAS, MDA Space inc, Mecachrome Technologies Inc. , Pratt & Whitney Canada inc, **Siemens** (Canada) inc, Thales Avionique Canada.

2.2 Majeures

Le programme permet de choisir entre deux majeures répondant à des objectifs de carrière distincts. La majeure **Génie aérospatial** correspond au cheminement avec stages et études de cas alors que la majeure **Environnement virtuel** est orientée vers le Développement de produits et l'intégration de systèmes et consiste en un ensemble de cours de 12 crédits dont un Projet industriel d'intégration de systèmes aéronautiques de 6 crédits. La différence concrète principale entre les deux majeures porte justement sur des activités obligatoires différentes :

- *Stage industriel, Études de cas* et cours de *Gestion de projet en génie aéronautique* pour la majeure Génie aérospatial, et
- cours *Développement de produits en environnement virtuel, Gestion de projet en génie aéronautique* et *Projet industriel d'intégration de systèmes aéronautiques* pour la majeure Environnement virtuel, orientation *Développement de produits et intégration de systèmes*. Ces majeures sont décrites en détail dans les sections 3 et 4.

À l'admission, les étudiants s'inscrivent en génie aérospatial et la majeure Environnement Virtuel, orientation « Développement de produits et intégration de systèmes » est choisi plus tard suite à un appel de candidatures lancé vers la fin de la 2^e session et à un processus de sélection. Il leur est possible en cours de cheminement de changer de majeure.

2.3 Règles générales du programme

Quelle que soit la majeure choisie, les activités de formation du programme sont en majorité des cours et les règles communes suivantes s'appliquent.

L'étudiant obtiendra son diplôme après avoir complété 45 crédits d'activités obligatoires et optionnelles du programme. Il ne peut dépasser ce nombre que de 1 à 2 crédits, soit pour un total de 46 ou 47 crédits. Le programme se complète généralement en cinq sessions.

Les activités obligatoires comprises dans les deux majeures ont lieu à Montréal, à l'exception du stage industriel qui peut s'effectuer partout à travers le monde. Pour cette raison, mais aussi pour des raisons pratiques et pour diversifier leur formation, la grande majorité des étudiants décide de s'installer à Montréal à partir de la troisième ou de la quatrième session dans le programme. Ils peuvent ainsi compléter leurs activités obligatoires tout en suivant des cours de spécialisation dans les universités montréalaises offrant le programme. **Il est cependant important de noter que pour obtenir le diplôme, plus de la moitié des crédits doivent être des crédits de l'Université Laval.**

L'étudiant doit réussir 12 ou 13 crédits parmi les cours de base suivants :

ANCIEN SIGLE	NOUVEAU SIGLE	TITRE DU COURS	CREDITS
GCI 63533	GCI-7030	Introduction aux éléments finis	3
GCI 64214	GCI-7071	Notions avancées en mécanique des solides déformables	3
GEL 60364	GEL-7000	Processus aléatoires: méthodes d'étude et applications	3
GIN 64238	GIN-7013	Optimisation de systèmes	3
GEL 67302	GEL-7026	Optimisation et performances des systèmes	3
GIN 64398	GIN-7015	Fiabilité des systèmes	3
GMC 63855	GMC-7011	Analyse et conception mécanique assistée par ordinateur	3
GMC 63870	GMC-7012	Mécanique des milieux continus	3
GMC 64141	GMC-7013	Éléments finis de frontière	3
GMC 64197	GMC-7014	Mécanique des fluides avancée	3
GMC 64506	GMC-7018	Acquisition, traitement de données	3
GML 61136	GML-7008	Nouveaux matériaux	3
MAT 62667	MAT-7220	Équations aux dérivées partielles	4
MAT 64179	MAT-7210	Analyse numérique matricielle	4
MAT 66781	MAT-7230	Résolution numérique des EDO et des EDP	4

Les cours de base se prennent normalement au début, à l'Université Laval, lors des deux premières sessions. Il est possible de déroger à cette règle pour une raison de force majeure.

2.4 Champs de spécialisation

À l'admission, l'étudiant choisit son champ de spécialisation parmi les quatre champs suivants :

- Aéronautique et propulsion
- Avionique
- Structure et matériaux
- Technologie de l'espace

Mis à part les crédits de cours de base et les crédits d'activités obligatoires, tous les autres crédits de l'étudiant doivent provenir des cours spécialisés (liste ci-dessous). Une exception cependant existe : dans les deux majeures, l'étudiant peut aussi prendre en option les activités Études de cas et Stage industriel. Dans le cas de la majeure Génie aérospatial, cela veut dire que l'étudiant peut faire deux fois l'activité Études de cas et deux fois l'activité Stage industriel s'il le désire (et s'il arrive à trouver un deuxième stage par ses propres moyens).

Il est à noter que l'étudiant suivra un certain nombre de cours spécialisés dans d'autres universités offrant le programme (voir sections 3.4 et 4.2). La majorité des crédits de cours spécialisés doivent provenir du champ de spécialisation de l'étudiant. Il demeure donc possible de suivre quelques cours dans d'autres champs de spécialisation. La liste des cours spécialisés de l'Université Laval par champ de spécialisation est la suivante :

ANCIEN SIGLE	NOUVEAU SIGLE	TITRE DU COURS	CREDITS
Aéronautique et propulsion			
GMC 65434	GMC-6905	Transferts thermiques: étude numérique	3
GMC 60381	GMC-7000	Combustion	3
GMC 61111	GMC-7001	Couches limites	3
GMC 64508	GMC-7020	Turbulence	3
GMC 65436	GMC-7022	Propulsion avancée	3
GMC 64942	GMC-7029	Aérodynamique incompressible	3
GMC 65435	GMC-7030	Foyers de combustion	3
Avionique			
GEL 62968	GEL-7001	Entraînements à vitesse variable	3
GEL 64478	GEL-7011	Communications optiques	3
GEL 64486	GEL-7014	Communications numériques	3
GEL 64500	GEL-7015	Commande multivariable	3
GEL 65395	GEL-7017	Identification des systèmes	3
GEL 65587	GEL-7019	Antennes et propagation radio	3
GEL 65214	GEL-7063	Commande industrielle	3
	GIF-7002	Vision numérique : aspects cognitifs	3
	GIF 7005	Introduction à l'apprentissage machine	3
Structure et matériaux			
GMC 66462	GMC-6903	Théorie des poutres coques	3
GML 63858	GML-7002	Déformation et rupture	3
GMC 63727	GMC-7010	Dynamique des solides	3
GMC 65725	GMC-7023	Procédés et Développement de Produits*	3
GMC 60374	GMC-7043	Dynamique avancée des vibrations*	3
GMC 66542	GMC-7031	Mécanique des matériaux composites	3
	GMC-7051	Aéroélasticité	3
GML 63862	GML-7003	Caractérisation des matériaux	3
GMC 62145	GMC-7004	Sujets spéciaux en génie mécanique* : <ul style="list-style-type: none"> Mécanique du vol Vulnérabilité à l'impact et au crash des structures 	3
Technologie de l'espace			
GIF 63517	GIF-7001	Vision numérique	3
GIF 64793	GIF-7002	Vision numérique: aspects cognitifs	3
GIF 63938	GIF-7004	Compléments de vision numérique	3
GIF 64326	GIF-7005	Introduction à l'apprentissage machine	3
GIF 64663	GIF-7007	Traitement des images	3
	GMC-7046	Éléments de robotique	3
PHY 62583	PHY-7028	Atmosphères stellaires	3
PHY 62584	PHY-7029	Physique du milieu interstellaire	3
PHY 64107	PHY-7040	Instrumentation astronomique	3

PHY 64198	PHY-7043	Introduction à la conception optique	3
PHY 64199	PHY-7044	La Science de l'image	3

Remarque : L'objectif des cours de base ou préparatoire est de donner une préparation équivalente à une spécialisation au baccalauréat et de fournir des connaissances dans les autres domaines de l'aérospatiale. Ces cours sont donc exigés afin de permettre à l'étudiant d'acquérir une connaissance générale de l'aérospatiale et ainsi lui permettre de poursuivre des études avancées dans l'un des quatre axes de spécialisation proposés.

Pour cette catégorie de cours, le programme d'études de l'étudiant, dépendra de sa formation antérieure. Si l'étudiant possède déjà, par ses études au baccalauréat, un profil spécialisé, il devra élargir son horizon en suivant des cours reliés à un autre champ d'activité de l'aérospatiale. Si, au contraire, la spécialité de l'étudiant est étrangère au domaine choisi, il devra suivre des cours préparatoires pour acquérir les connaissances nécessaires préalables aux cours spécialisés du domaine choisi. Ces cours peuvent être des cours enseignés au premier (9 crédits maximum) ou au deuxième cycle

3 Majeure Génie aérospatial

Cette majeure s'adresse à l'ingénieur qui cherche à acquérir des connaissances très poussées sur les plans technique et scientifique dans un des champs de spécialisation propres au génie aérospatial. Il répond aux objectifs généraux du programme, mais permet aussi à l'étudiant, par l'entremise d'un stage industriel, d'une étude de cas et d'un cours de gestion de projet :

- d'appliquer les connaissances théoriques dans un contexte industriel et à des problèmes d'intérêt actuel pour l'industrie aérospatiale;
- de développer les habiletés permettant de modéliser et résoudre ces problèmes;
- de comprendre les étapes et les éléments nécessaires à la réalisation d'un projet et au développement d'un produit dans l'industrie aérospatiale;
- de se familiariser avec l'environnement de travail dans l'industrie aérospatiale.

La majeure comprend 45 crédits (maximum 47) se répartissant comme suit :

Activité	Crédits	
	Min.	Max.
Obligatoire : Étude de cas (GMC6902)	3	6
Obligatoire : Gestion de projet en génie aéronautique (École Polytechnique) (GMC6912)	3	3
Obligatoire : Stage industriel (GMC6901) (1 stage)	6	12
Cours de base	12	13
Cours spécialisés	11	21

3.1 Étude de cas

L'objectif de l'étude de cas est de développer les habiletés à aborder, modéliser et solutionner des problèmes réels en génie aérospatial. Les études de cas sont préparées et présentées par des ingénieurs des entreprises participantes au programme de la maîtrise en génie aérospatial. Le contenu spécifique et la méthodologie d'enseignement varient d'une étude de cas à l'autre. Les études sont supervisées par le Comité industries-universités sur la maîtrise en génie aéronautique et spatial (CIMGAS) et évaluées par l'université responsable du cours. Elles se donnent à toutes les sessions par un expert de l'industrie, sous la responsabilité d'une des universités suivantes : Concordia, École Polytechnique, École de Technologie Supérieure, McGill et Sherbrooke (campus Longueuil). Cependant dans le cas d'enseignement à distance, ce cours peut être donné dans l'une ou l'autre des six universités participant au programme.

L'enseignement est dispensé en français ou en anglais, au choix de l'expert. Typiquement, une seule étude de cas est offerte à la session d'été alors que deux études de cas différentes sont offertes aux sessions d'automne et d'hiver. L'information détaillée concernant une étude de cas n'est connue en général que quelques semaines avant le début de la session.

Le cours *Étude de cas* est obligatoire pour les étudiants inscrits à la majeure Génie aérospatial et optionnel pour les étudiants de la majeure Environnement virtuel, orientation Développement de Produits et Intégration de Systèmes.

3.1.1 Inscription

Suite à une entente voulue par les universités responsables des études de cas, l'étudiant s'inscrit au cours *Étude de cas* de l'université d'accueil et non pas au cours GMC-6902 *Études de cas* de l'Université Laval. L'étudiant doit donc faire son inscription par le biais du formulaire électronique *autorisation d'études hors établissement* disponible dans le site web du BCI : <http://www.bci-qc.ca> (anciennement <http://www.crepuq.qc.ca/>). La demande d'inscription sera ensuite acheminée automatiquement à l'université d'attache et ensuite à l'université d'accueil pour approbation.

3.1.2 Équivalence

Une fois la note transmise par l'université d'accueil, on établit ici à l'Université Laval une équivalence *d'une activité de formation* afin que le cours GMC6902 *Études de cas* apparaisse sur le relevé de notes de l'étudiant.

Remarque : Les études de cas ont pour but de favoriser, en classe, l'acquisition de connaissances et d'habiletés pratiques reliées à l'aérospatiale. Elles familiarisent l'étudiant avec des problèmes réels, elles développent son habileté à aborder et à solutionner un problème et elles permettent d'approfondir les principes de base déjà acquis.

Les études de cas sont offertes en collaboration avec les industries signataires, à l'un ou l'autre établissement montréalais participant, par des experts de l'industrie. Cependant dans le cas de cours à distancé, le cours peut être suivi à l'une ou l'autre des six universités participantes. Lorsqu'une étude de cas est proposée, elle est offerte à l'ensemble des étudiants des établissements; elle est dispensée à un seul établissement et elle n'est pas répétée. L'enseignement est dispensé en français ou en anglais, au choix de l'expert. Chaque étude de cas compte pour 3 crédits. Ce cours est contingenté.

3.2 Gestion de projet en génie aéronautique

Ce cours, obligatoire dans les deux majeures, est offert à l'École Polytechnique de Montréal et sa description sommaire est :

MEC8910A (GMC6912) Gestion de projet en génie aéronautique

Étapes et éléments nécessaires à la réalisation d'un projet en milieu aéronautique. Présentation d'un processus de développement de produit, séquence des étapes clés, implications des diverses disciplines d'ingénierie et de fabrication, certification, définition des requis, gestion des risques et des coûts. Vision globale des activités à accomplir lors d'un projet, facilitant ainsi la compréhension des rôles et des responsabilités des étudiants au sein d'une équipe de travail.

L'étudiant aura normalement complété deux sessions à l'Université Laval avant de s'inscrire à ce cours.

3.2.1 Inscription

Comme pour tout cours suivi dans une autre université, l'étudiant fait son inscription par le billet du formulaire électronique *autorisation d'études hors établissement* disponible dans le site web du BCI: <http://www.bci-qc.ca> (anciennement <http://www.crepuq.qc.ca/>). La demande d'inscription sera ensuite acheminée automatiquement à l'université d'attache et ensuite à l'université d'accueil pour approbation.

3.2.2 Équivalence

Une fois la note transmise par l'université d'accueil, on établit ici à l'Université Laval une équivalence *de crédits* et non pas une équivalence *d'une activité de formation*, car il n'existe pas de cours équivalents à l'Université Laval. Puisqu'il s'agit d'une équivalence de crédits, le titre et la note du cours n'apparaîtront pas sur le relevé de notes de l'étudiant. (GMC6912 : équivalence dans le catalogue)

3.3 Stage

L'objectif du stage est d'appliquer les connaissances acquises en cours dans un contexte industriel et sur des problèmes d'intérêt pour l'industrie aérospatiale. Il permet aussi à l'étudiant de se familiariser avec l'environnement de travail dans l'industrie aérospatiale.

L'activité *Stage industriel* (GMC6901) est obligatoire pour les étudiants inscrits à la majeure Génie aérospatial et optionnelle pour les étudiants de la majeure Environnement Virtuel, orientation Développement de produits et Intégration de systèmes. L'étudiant doit avoir cumulé 15 crédits dans le programme avant de pouvoir effectuer un stage. Les stages sont d'une durée minimale de 4 mois à temps plein, s'effectuent dans une entreprise du secteur aérospatial, au Québec ou ailleurs, et le type de travail demandé doit correspondre au niveau de formation de l'étudiant. Un étudiant peut se voir offrir un stage de 8 mois. Dans ce cas, il s'inscrit deux fois au cours *Stage industriel*, au début de chaque session de stage, et obtiendra ainsi un total de 12 crédits de stage. L'étudiant inscrit à la majeure Génie aérospatial peut s'inscrire un maximum de

deux fois au cours *Stage industriel*, alors que celui de la majeure Environnement virtuel ne peut s'inscrire qu'une seule fois à ce cours.

La demande de stage se fait typiquement au début du mois d'octobre pour les stages d'été ou sinon environ 6 mois avant la date souhaitée de début du stage. Le contenu de chaque stage doit être approuvé par le responsable du cours avant d'être offert. Pour ce faire, l'étudiant fournit au responsable une description brève du stage prévu ainsi que les coordonnées du superviseur de stage de l'entreprise. L'étudiant peut faire créditer un stage qu'il obtient de sa propre initiative dans une compagnie aérospatiale non participante, à condition que le contenu ait été préalablement approuvé par le responsable du cours. Exceptionnellement, et sur approbation du directeur du programme, le stage peut être remplacé par un projet de recherche de 6 crédits. La description sommaire du cours Projet de recherche est:

Projet de recherche en génie aérospatial (remplacement du cours Stage industriel GMC 6901)

Objectifs : intégrer les connaissances acquises et les appliquer dans un contexte de pratique professionnelle de l'aérospatiale.

Contenu : Le projet doit être réalisé autour d'une problématique industrielle liée au génie aérospatial. Il est supervisé par une professeure ou un professeur des universités participant au programme conjoint et, le cas échéant, par la personne responsable dans l'entreprise. Production d'un rapport selon le protocole de rédaction des essais, mémoires et thèses de la Faculté des Études supérieures et postdoctorales. Le rapport est soumis à un jury composé d'au moins deux personnes.

3.3.1 Procédures d'application et d'inscription

À noter que ce qui suit s'applique seulement aux citoyens canadiens et aux résidents permanents. Les étudiants étrangers ne peuvent malheureusement pas bénéficier du service d'offre de stage sauf s'ils disposent d'un permis de travail valide (voir section 3.3.2).

A partir de l'automne 2017, la demande de stage se fait par l'intermédiaire du Centre de Formation Pratique en Conception et Innovation en Aérospatiale (CFPCIA), affilié à la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval (FSG_UL) et membre des Instituts aérospatiaux de Montréal (IAM-MAI). L'étudiant doit soumettre sa candidature selon les modalités du CFPCIA. Le tout est très bien expliqué sur le site du CFPCIA : <http://www.fsg.ulaval.ca/cfpcia> (section « Téléchargements pour étudiants »). Vous devez remplir un CV normalisé (format imposé) de 2 pages et le transmettre par courriel au CFPCIA (cfpcia@fsg.ulaval.ca »). Le site du CFPCIA donne toutes les directives, un formulaire CV et deux exemples de CV.

Vous serez par la suite invité à une séance d'information du CFPCIA à Québec. Votre CV sera inclus dans le système informatisé du CFPCIA disponible à toutes les entreprises partenaires.

Par ce processus, vous devenez membre du CFPCIA et cela implique davantage que seulement un service d'offre de stage. Vous aurez la possibilité d'assister à des visites et des cours industriels, et vous présenterez votre travail de stage lors d'une rencontre qui se tient en septembre à l'Université Laval.

Je vous suggère fortement de soumettre aussi un dossier de candidature par vous-mêmes directement aux entreprises qui vous intéressent. Cela augmente vos chances de vous trouver un stage.

Si l'étudiant se trouve un stage par l'intermédiaire du CFPCIA ou par ses propres moyens, il s'inscrit au cours GMC-6901 *Stage industriel* de l'Université Laval.

3.3.2 Particularités pour les étudiants étrangers

Le service d'offres de stage du programme est réservé exclusivement aux citoyens canadiens et aux immigrants reçus. L'étudiant étranger doit se trouver un stage industriel en postulant ou un projet de recherche (au Canada ou à l'étranger) par ses propres moyens.

Stage au Canada

Il est très difficile pour un étudiant étranger de se trouver un stage au Canada. Pour effectuer un stage au Canada, l'étudiant doit avoir un permis de travail. Le Service de placement peut conseiller l'étudiant à cet effet. Cela prend 4 à 6 semaines pour obtenir le permis. **Le permis est valable pour un an seulement.**

3.3.3 Description du rapport de stage et évaluation du stage

À la fin de la période de stage, l'étudiant doit réaliser un rapport de stage. La performance du stagiaire est évaluée par le superviseur responsable de l'industrie, alors que le rapport est évalué par le professeur responsable du cours. Le rapport de stage permet au responsable du cours de s'assurer que le stage est conforme aux objectifs du cours et que l'évaluation faite par le superviseur semble refléter la réalité. Si c'est le cas, la note est attribuée essentiellement en fonction de l'évaluation du rendement faite par le superviseur, mais elle tient compte aussi de la qualité du rapport de stage.

Vous trouverez une description détaillée des procédures d'évaluation et de rédaction du rapport dans la page web du CFPCIA ou de l'ICAAP : <http://www.polymtl.ca/iicap/telec/eval.php>

3.3.4 Équivalence

Une fois la note transmise par l'université d'accueil, on établit ici à l'Université Laval une équivalence *d'une activité de formation* afin que le cours GMC6901 *Stage industriel* apparaisse sur le relevé de notes de l'étudiant.

Remarque : Le stage a pour but de mettre l'étudiant en contact avec les aspects pratiques de son domaine. Il se déroule dans les locaux de l'entreprise sous la direction d'un ingénieur d'expérience. Un stage, d'une durée de quatre mois, vaut 6 crédits. Le contenu de chaque stage doit être approuvé par les établissements avant d'être offert aux étudiants.

Un étudiant qui veut postuler pour un stage doit en faire la demande à son deuxième trimestre (12 crédits doivent avoir été complétés avant le départ en stage). Pour ce faire, il pourra trouver le stage à travers : a) le CFPCIA, b) le Service des stages et du placement, ou c) de sa propre initiative. Il doit aussi s'adresser au bureau de gestion des études de la FSG à cyclesup.gargin@gmc.ulaval.ca pour obtenir, compléter et soumettre un formulaire qui sera transmis aux entreprises. Par ailleurs, certaines entreprises postent les stages disponibles sur la plateforme Placementspot.ca et les étudiants peuvent appliquer directement en passant par cette plateforme. Les décisions sont communiquées directement aux étudiants par les entreprises.

L'étudiant peut faire créditer un stage qu'il obtient de sa propre initiative dans une compagnie non participante, à condition que le contenu ait été préalablement approuvé par la direction de programme. L'obtention d'un stage, étant subordonnée à l'offre et au choix des entreprises participantes, ne peut être garantie par l'Université Laval. Pour les étudiants étrangers, l'obtention d'un stage pourrait être difficile compte tenu de certaines contraintes industrielles.

3.4 Cours dans d'autres universités

L'étudiant inscrit dans la majeure Génie aérospatial doit suivre au moins un cours spécialisé dans deux autres universités participant au programme. Pour faire son choix de cours, l'étudiant consulte les sites web des universités participantes :

École polytechnique : <http://www.polymtl.ca/etudes/cs/aerospatial/maitrise.php>

École de technologie supérieure :

http://www.etsmtl.ca/zone2/programmes/2e_3e_cycles/maitrise/3235.html

Université Concordia : <http://www.me.concordia.ca/>

<http://graduatestudies.concordia.ca/publications/graduatecalendar/current/encs/engineeringcourses.php>

Université McGill : <http://www.mcgill.ca/mecheng/grad/info/mastera/>

Université de Sherbrooke : <http://www.usherbrooke.ca/programmes/maitrise/gaero.html>

3.4.1 Inscription

L'étudiant fait son inscription par le billet du formulaire électronique *autorisation d'études hors établissement* disponible dans le site web du BCI: <http://www.bci-qc.ca> (anciennement <http://www.crepuq.qc.ca/>). La demande d'inscription sera ensuite acheminée automatiquement à l'université d'attache et ensuite à l'université d'accueil pour approbation.

3.4.2 Équivalences

Une fois la note transmise par l'université d'accueil, on établit ici à l'Université Laval une équivalence *de crédits* et non pas une équivalence *d'une activité de formation*, car dans la presque totalité des cas il n'existe pas de cours équivalents à l'Université Laval. Puisqu'il s'agit d'une équivalence de crédits, le titre et la note du cours n'apparaîtront pas sur le relevé de notes de l'étudiant.

3.4.3 Remboursement des frais de déplacement

Il est à noter que les étudiants étrangers non pas le droit au remboursement des frais de déplacement. Le remboursement est effectué par le CAMAQ et il est valable pour un maximum de 3 cours : le cours *Étude de cas* et deux cours dans deux universités **différentes**.

Premier versement :

- à l'inscription
- 300 \$ par cours

Environ à la mi-session, la direction du programme se charge d'envoyer le formulaire de remboursement au CAMAQ avec une preuve d'inscription. La preuve d'inscription est le formulaire CREPUQ *d'autorisation d'études hors établissement* contenant la confirmation d'inscription par le registraire de l'établissement d'accueil.

Deuxième versement :

- à la réussite du cours
- 300 \$ par cours

Une fois la session terminée et les notes inscrites, la direction du programme se charge d'envoyer le formulaire de remboursement au CAMAQ (une copie de celui envoyé pour le premier versement) avec une preuve de réussite du cours (relevé de notes transmis par l'université d'accueil).

4 Majeure Environnement Virtuel

Cette majeure a pour orientation le Développement de produits et l'intégration des systèmes. Elle vise à former un ingénieur de l'aérospatial qui, au-delà de ses grandes compétences techniques et scientifiques, possèdera les connaissances nécessaires à l'analyse et au développement de produits ainsi qu'à la gestion des systèmes de production dans un contexte d'environnement de travail multi-site intégré, utilisant des outils technologiques de pointe. Elle vise par le fait même à rendre l'étudiant capable de s'intégrer avec efficacité dans un environnement de travail multi-site à l'échelle mondiale, combinant une multitude de partenaires, et d'en maîtriser les concepts. La formation prend en compte l'interdépendance des aspects humains, technologiques et économiques. Cette option est actuellement en redéfinition pour l'année académique 2020-2021.

Cette majeure comprend 45 crédits (maximum 47) se répartissant comme suit :

Activités	Crédits	
	Min.	Max.
Cours obligatoires de l'option (donnés à l'École Polytechnique): Développement de produits en environnement virtuel (3cr.) Gestion de projet en génie aéronautique (3 cr) Projet industriel d'intégration de systèmes aéronautiques (6 cr)	12	12
Cours de base	12	13
Cours spécialisés	11	21
Étude de cas (optionnel)	0	3
Stage industriel (optionnel)	0	6

Les cours de base et spécialisés sont les mêmes que pour la majeure Génie aérospatial. L'étudiant peut prendre en option les activités Étude de cas et Stage industriel. Ces activités sont décrites respectivement dans les sections 3.1 et 3.3.

4.1 Orientation Développement de produits et intégration de systèmes

L'orientation Développement de produits et intégration de systèmes en Environnement virtuel est une option de 12 crédits qui constitue la particularité de cette majeure. Un nouveau cours de cette option est «Projet industriel d'intégration des systèmes aéronautiques » qui se donne à l'École Polytechnique à Montréal, à temps partiel, sur une période de huit mois consécutifs débutant en septembre. L'option est divisée en une formation théorique (deux cours de 3 crédits chacun) et en la réalisation d'un projet d'ingénierie soumis par l'industrie de 6 crédits. Elle est

supervisée conjointement par les responsables des universités et par des ingénieurs des compagnies participantes, soit Bell Helicopter Textron, Bombardier et Pratt & Whitney Canada.

Les étudiants bénéficient de locaux aménagés spécialement pour eux à l'École Polytechnique (salle de cours multimédia, laboratoire CFAO avec plate-forme et logiciels haut de gamme, bureau d'ingénieur), ainsi que d'un environnement virtuel multi-site simulé. Ils fonctionnent en équipes de développement de produits pour le projet proprement dit. L'enseignement est offert par des professeurs d'université et des experts du milieu industriel recrutés auprès des grandes entreprises participantes.

L'option est décrite plus en détail dans le site web : <http://www.camaq.org/virtuel/>

L'option comporte les cours obligatoires suivants donnés par l'École Polytechnique (Cette option est en suspension pour l'année académique 2020-2021):

Sigle	Titre	Crédits
MEC8508A	Développement de produits - Ingénierie/fabrication 3D (GMC6910*)	3
MEC8310B	Projet industriel en intégration des systèmes aéronautiques (GMC6911*)	6
MEC8910A	Gestion de projet en génie aéronautique (GMC6912*)	3

4.1.1 Développement de produits en environnement virtuel

Il s'agit d'un cours axé sur le Processus de développement de produits par ingénierie et fabrication simultanées sur maquette numérique interactive. Le cours présente en particulier les phases avancée, intermédiaire et détaillée du développement d'un produit ainsi que les nomenclatures d'ingénierie et des méthodes de fabrication. Il discute également de méthodologies de conception et de fabrication assistées par ordinateur ainsi que de la gestion des données du produit et des procédés de fabrication. Les applications portent sur le cycle de développement de produits complexes dans un environnement virtuel, la gestion de configuration d'un produit ainsi les méthodologies concrètes appliquées aux maquettes numériques développées à partir de la CAO tridimensionnelle.

4.1.2 Projet industriel d'intégration des systèmes aéronautiques

Il s'agit d'un projet de grande envergure réalisé en équipe. Il consiste à effectuer la conception d'un produit réel lié au secteur de l'aéronautique et fait appel à des méthodes d'ingénierie simultanée. Le projet couvre les problématiques d'intégration de systèmes complexes et de certification d'un produit dans le domaine aéronautique. La supervision est faite par le professeur responsable ainsi que par plusieurs intervenants industriels de Pratt & Whitney Canada, Bombardier et Bell Helicopter Textron. Les étudiants utilisent des logiciels de conception d'une maquette numérique du produit et de gestion de la configuration de ce dernier, notamment CATIA. Ils utilisent aussi un logiciel de définition et d'analyse des procédés de fabrication et d'assemblage intégré aux systèmes d'ingénierie. Le projet aboutit à la fabrication d'un prototype.

Il comporte quatre étapes clés se terminant par une présentation et des discussions avec les clients industriels.

À titre d'exemple, l'équipe de quinze étudiants de l'année académique 2014-2015 a conçu un mat de liaison (incluant sa structure et tous les systèmes) pour relier un moteur PW305A de Pratt & Whitney Canada au fuselage d'un avion CRJ 700 de Bombardier. Le travail a été subdivisé en quatre équipes : Fabrication, Systèmes, Structure et Certification.

Le projet se déroule sur deux sessions (automne et hiver). L'étudiant s'inscrit à l'activité MEC8310 (GMC6911*) *Projet industriel d'intégration des systèmes aéronautiques* à la session d'automne et à la session d'hiver (voir la section 4.1.3).

4.1.3 Admission à la Majeure

Il s'agit d'une option contingentée. En effet, un maximum d'environ quinze étudiants des six universités offrant le programme sera admis à chaque année dans la majeure Environnement virtuel, orientation Développement de produits et intégration de systèmes. L'étudiant s'inscrit normalement en maîtrise en génie aérospatial et vers la fin de la deuxième session un concours est lancé pour sélectionner des étudiants qui seront admis dans l'option. Le comité de sélection est formé de responsables des universités et du CAMAQ, ainsi que de représentants des entreprises participantes. L'appel de candidature se fait habituellement au mois de mai et l'étudiant doit fournir les informations suivantes :

- Peut-il légalement accepter un emploi au Canada?
- Une copie de son dernier relevé de notes universitaires.
- Une lettre indiquant en 350 mots ou moins, la pertinence et la qualité de sa candidature pour l'option Environnement virtuel, ainsi qu'une brève description des ses objectifs professionnels.

La sélection des candidats se fait sur étude du dossier ainsi qu'à l'aide d'une entrevue dirigée par le comité de sélection. Les candidats choisis recevront une bourse de 3000 \$ provenant de fonds fournis par Bell Helicopter Textron, Bombardier et Pratt & Whitney Canada.

4.1.4 Inscription

Une fois admis, l'étudiant fait son inscription à l'automne aux trois cours de l'option par le billet du formulaire électronique *autorisation d'études hors établissement* disponible dans le site web du BCI: site <http://www.bci-qc.ca> (anciennement <http://www.crepuq.qc.ca/>). La demande d'inscription sera ensuite acheminée automatiquement à l'université d'attache et ensuite à l'université d'accueil pour approbation.

L'étudiant s'inscrit donc aux six crédits de l'activité MEC8310B (GMC6911*) *Projet industriel en intégration des systèmes aéronautiques* à la session d'automne mais il doit se réinscrire aussi à la session d'hiver, toujours pour six crédits. Il s'agit de la procédure à suivre à l'École Polytechnique pour que l'étudiant soit considéré comme inscrit au projet à l'hiver. Nous nous

assurons ici à l'Université Laval que l'étudiant ne paiera pas des frais de scolarité en double. La répartition des crédits de cette activité entre la session d'automne et la session d'hiver se fera au courant de la session d'hiver et comme suit : 3 crédits à l'automne, 3 crédits à l'hiver. La répartition finale des crédits de l'option au complet est donc 9 crédits à l'automne, 3 crédits à l'hiver.

4.1.5 Équivalences

Une fois la note transmise par l'université d'accueil, on établit ici à l'Université Laval une équivalence *de crédits* et non pas une équivalence *d'une activité de formation*, car il n'existe pas de cours équivalents à l'Université Laval. Puisqu'il s'agit d'une équivalence de crédits, le titre et la note du cours n'apparaîtront pas sur le relevé de notes de l'étudiant. Les trois cours ont été inscrits dans le catalogue institutionnel d'équivalence.

4.2 Cours dans d'autres universités

L'étudiant inscrit dans la majeure Environnement Virtuel, orientation Développement de produits et Intégration des systèmes, doit suivre au moins un cours spécialisé dans une université autre que l'Université Laval et l'École Polytechnique. Les autres modalités sont les mêmes que pour la majeure Génie aérospatial (voir la section 3.4).