

AVIS DU COMITÉ-CONSEIL
DE LA COMMISSION DES ÉTUDES
SUR LE PROJET DE PROGRAMME DE
DIPLÔME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES SPÉCIALISÉES
EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE

2 juin 2021

Commission
des études



UNIVERSITÉ
LAVAL

MANDAT DE LA COMMISSION DES ÉTUDES

Le comité-conseil de la Commission des études¹ a reçu du vice-recteur aux études et aux affaires étudiantes le mandat d'examiner le projet de programmes de diplôme d'études supérieures spécialisées (DESS) en intelligence artificielle le 18 mai 2021. L'analyse du rapport du comité d'élaboration des programmes et du rapport de conformité du Bureau de la qualité des programmes (BQP) a permis de formuler des commentaires et des suggestions de modifications au projet. Une nouvelle version du rapport d'élaboration a été acheminée au comité-conseil le 28 mai, qui a approuvé l'avis sur le projet de programme le 2 juin 2021.

MISE EN CONTEXTE

L'intelligence artificielle (AI), qui permet l'automatisation de tâches par des logiciels qui peuvent apprendre et s'adapter, a connu une croissance spectaculaire au cours des dernières années. Récemment, le département d'informatique et de génie logiciel (IFT-GLO) de la Faculté des sciences et de génie (FSG), en collaboration avec le département de génie électrique et de génie informatique (GEL-GIF), créait une majeure en intelligence artificielle dans son programme de maîtrise professionnelle en informatique². Depuis lors, de nouveaux besoins de formation sont apparus, notamment une formation courte à l'intention de personnes diplômées d'un baccalauréat en informatique, en génie informatique, en génie logiciel ou de disciplines connexes (p. ex. : bio-informatique, actuariat, génie industriel), en emploi ou en voie d'occuper un emploi.

Le vice-recteur aux études et aux affaires étudiantes a autorisé l'élaboration du projet de programme en juillet 2020. Le comité d'élaboration était constitué de la directrice des programmes de 2^e et 3^e cycles au département d'IFT-GLO, du directeur de programme de baccalauréat en génie logiciel, du directeur de l'Institut intelligence et données (IID), du directeur du Centre de recherche en données massives (CRDM) et d'un conseiller à la gestion des études de la FSG. La faculté a transmis le dossier complet d'élaboration au BQP en mars 2021. Ce dernier a émis un avis de conformité en avril 2021.

¹ Le comité-conseil de la Commission des études est formé de Mme Josée Bastien, doyenne de la Faculté des études supérieures et postdoctorales, Mme Caroline Sénécal, vice-rectrice adjointe au Vice-rectorat aux études et aux affaires étudiantes et de Mme Marie Audette, présidente de la Commission des études et du comité-conseil.

² Règlement des études, Art. 80.1 : Tout programme comporte une majeure qui désigne, selon le cas la discipline ou le champ d'études du programme. Il peut également comporter des concentrations (sous-discipline ou sous-champ d'études) et des mineures (profil, cheminement bidualmément ou cotutelle).

LE PROJET DE PROGRAMME PROPOSÉ³

1. Domaine d'études et opportunité du projet de programme

1.1 DOMAINE D'ÉTUDES

L'intelligence artificielle (IA) est un sous champ de l'informatique qui vise à résoudre des tâches connues pour être « faciles » pour les humains, mais fort difficiles pour les ordinateurs. Cela comprend les tâches comme la planification, la reconnaissance d'objets, de sons et autres, le fait de tenir une conversation, le fait de mener à bien une transaction commerciale, le fait de créer une pièce d'art (poésie, peinture, etc.), etc. Pour résoudre une tâche via l'IA, le concepteur pourrait faire appel à une modélisation multidisciplinaire qui, une fois bien cernée, donnerait lieu à des algorithmes qu'il implémenterait par le biais d'un ensemble de données sous-tendant la tâche à résoudre.

L'IA couvre (i) la résolution de problèmes, (ii) la représentation des connaissances, le raisonnement et la planification, (iii) la quantification de l'incertain et le raisonnement probabiliste et (iv) l'apprentissage machine. Le programme projeté se situe plus particulièrement dans le domaine de l'apprentissage machine. Bien que constituant une partie de l'IA, l'apprentissage machine prend de plus en plus de place et une large part des présentations des conférences récentes en IA portent sur le développement ou l'utilisation des algorithmes d'apprentissage machine. Nous pouvons regrouper les approches d'apprentissage machine en plusieurs classes.

L'apprentissage supervisé : La machine est entraînée par un ensemble de données étiquetées pour lesquelles elle est censée trouver, une fois l'entraînement terminé, une règle qui lui permettrait de trouver une étiquette pour toute nouvelle donnée non-étiquetée.

L'apprentissage non supervisé : La machine est entraînée sur un ensemble de données non étiquetées, pour lesquelles elle est censée trouver, une fois l'entraînement terminé, les structures cachées dans les données et ainsi « associer » lesdites structures aux nouvelles données.

L'apprentissage par renforcement : Dans ce cas des données d'entraînement sous la forme de récompenses-punitions sont données comme retour à un agent qui évolue dans un environnement dynamique et qui ainsi va apprendre une politique qui associe une action à tout état, une image de l'environnement.

Les applications de l'IA sont variées et fort nombreuses. Parmi ces applications il convient de citer : (1) la vision par ordinateur ; (2) le traitement du langage naturel ; (3) l'aide à la décision ; (4) l'imagerie médicale ; (5) le traitement de la parole ; (6) la bio-informatique ; (7) les systèmes de

³ Cette section est essentiellement constituée d'extraits du rapport du comité l'élaboration des programmes de maîtrise recherche et intervention et de doctorat en psychoéducation.

recommandation ; (8) la télécommunication ; (9) les systèmes de transport ; (10) les systèmes robotiques ; (11) les jeux vidéo, etc.

1.2 MOTIFS DE CRÉATION DU PROGRAMME

Selon l'institut McKinsey (McKinsey Global Institute)⁴, d'ici 2030 autour de 70 % des compagnies adopteront au moins une technologie liée à l'IA. L'impact économique de l'IA à l'échelle mondiale devrait atteindre approximativement, selon la même source, 13 billions de dollars d'ici 2030. Selon un rapport de PwC (Price Waterhouse Coopers International Limited),⁵ la Chine et l'Amérique du Nord vont se partager le plus gros de cet impact sur leur PIB. Ceci est dû principalement à l'appui financier des gouvernements, la disponibilité des capitaux à risque et de la présence de leaders mondiaux en IA. Le Canada lui-même est très bien positionné en IA grâce à une concentration de ses expertises et de ses activités dans les grands centres tels Toronto, Montréal et Edmonton, ces trois villes hébergeant trois instituts de recherche en IA parmi les plus actifs au monde.

L'intelligence artificielle est très bien établie au Québec, elle jouit de la notoriété de grands chercheurs dans ce domaine que ce soit à Montréal, avec Mila, ou à Québec, à l'Université Laval, avec le CRDM et l'IID. L'Université Laval compte plusieurs chercheurs en IA de notoriété internationale. Globalement, l'écosystème québécois en matière d'IA est extrêmement riche et diversifié, composé notamment d'organismes qui se consacrent au conseil et aux collaborations industrielles en IA, comme Scale AI et IVADO Labs ; plusieurs entreprises faisant partie des leaders mondiaux du numérique : IBM, Google, Microsoft, Ericsson ; des incubateurs et des accélérateurs d'entreprises : Centech, Creative Destruction LAB (CDL), FounderFuel, NextAI; ainsi qu'un très grand nombre de partenaires industriels, plus d'une centaine, en démarrage ou établis.

Hormis le CRDM et l'IID, les chercheurs de l'Université Laval susceptibles d'utiliser ou de développer l'IA évoluent au Centre de recherche en données et intelligence géospatiales (CRDIG), au Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT), au Centre de recherche en robotique, vision et intelligence machine (CeRVIM), à la Chaire de recherche industrielle CRSNG – Intact Corporation financière sur l'apprentissage automatique en assurance, et à l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (OBVIA). Ils ont réussi à créer un réseau d'interactions très dense ainsi qu'à établir des relations de collaboration étroite avec un grand nombre d'entreprises utilisant activement l'IA dans leurs activités (voir figure ci-dessus). En outre, depuis 2016, les gouvernements fédéral et

⁴ Étude basée sur 20 pays et 30 industries
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-2018.ashx>

⁵ <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

provincial effectuent des investissements majeurs pour le développement de l'intelligence artificielle au Canada et au Québec.



Toutes les analyses prédictives s'accordent pour dire qu'il va y avoir un énorme besoin en personnel qualifié spécialisé en IA. Au Québec seulement, on estime que les besoins en travailleurs spécialisés devraient se chiffrer à plusieurs milliers de personnes annuellement, et ce, au cours des cinq prochaines années.

L'IA et plus particulièrement l'apprentissage machine nécessitent une formation solide alliant mathématique, statistique, informatique et optimisation. Élaborer et mettre en œuvre des solutions utilisant les techniques de l'IA nécessitent des compétences spécialisées approfondies qu'il serait difficile d'acquérir en dehors d'une formation universitaire solide. Le programme de la maîtrise professionnelle en informatique avec une majeure en IA est une première réponse à ce besoin. Cette nouvelle majeure a d'ailleurs connu dès le départ un très grand succès, 55 inscriptions dès l'automne 2020, ainsi qu'un très grand intérêt de la part du marché qui a spontanément offert un nombre de stages, plus que suffisant pour combler les besoins en formation pratique de ces étudiants. Par ailleurs, il est rapidement apparu qu'il restait un important besoin à combler pour des formations plus courtes et un peu plus circonscrites que les programmes existants, notamment pour des personnes ne pouvant pas consacrer deux années à une maîtrise professionnelle, incluant les stages en milieu industriel de huit mois à temps plein.

Il n'existe présentement que trois autres formations universitaires créditées en IA offertes en français au Québec. La première est un baccalauréat en mathématique et informatique – orientation science des données à l'Université de Montréal. Cette formation de 1^{er} cycle inclut un petit nombre de cours d'intelligence artificielle à travers une formation en mathématique et en informatique. Aux cycles supérieurs, l'Université de Montréal offre également un DESS en apprentissage automatique, chapeauté par Mila. Ce programme de 30 crédits est composé d'un stage obligatoire en apprentissage automatique de 12 crédits et de 18 crédits de cours à option,

dont 2 cours de séminaire de 1 crédit chacun et 4 cours de 4 crédits. Cette formation a pour objectif de « fournir la formation minimale nécessaire pour appliquer les avancées en intelligence artificielle basées sur l'apprentissage automatique ». Le troisième programme est la maîtrise professionnelle en informatique – intelligence artificielle de l'Université Laval.

1.3 ORIGINALITÉ ET PERTINENCE INSTITUTIONNELLE

Cette maîtrise professionnelle, beaucoup plus étoffée, qui comprend deux stages en emploi totalisant 21 crédits, où chaque étudiant est suivi par un expert UL en IA, vise à former des professionnels aptes à prendre des décisions et gérer des projets en IA. Comparativement, le programme court proposé compte offrir une formation spécialisée de niveau supérieur, d'un total de 24 crédits comprenant 6 cours de 3 crédits, sélectionnés à partir de listes, et un cours de projet intégrateur de 6 crédits. Cette formation vise à former des professionnels ayant une connaissance et une compréhension suffisantes des concepts liés à l'IA, ainsi qu'une maîtrise des technologies qui lui sont associées, pour mieux les préparer à participer à des projets IA. Cette formation s'insère bien dans l'environnement des formations existantes, par une offre distincte, basée sur un bon équilibre entre formation théorique et pratique, une activité d'intégration des connaissances par le biais d'un projet intégrateur et l'accompagnement nécessaire pour développer l'expertise suffisante pour être préparé à travailler dans le milieu professionnel.

Étant donné la richesse de l'environnement de recherche, des réseaux, des partenariats et de l'écosystème global de l'IA au Québec, à Québec ainsi qu'à l'Université Laval et tenant compte des besoins du marché de l'emploi incluant ceux de grandes firmes et de jeunes pousses, le développement d'une formation plus courte et plus accessible a été jugé nécessaire. Cette formation vise à former des professionnels ayant une connaissance et une compréhension suffisantes des concepts liés à l'IA, ainsi qu'une maîtrise des technologies qui lui sont associées, pour mieux les préparer à participer à des projets IA. Cette formation s'insère bien dans l'environnement des formations existantes, par une offre distincte, basée sur un bon équilibre entre formation théorique et pratique, une activité d'intégration des connaissances par le biais d'un projet intégrateur et l'accompagnement nécessaire pour développer l'expertise suffisante pour être préparé à travailler dans le milieu professionnel. L'intérêt pour une telle formation peut également être mesuré par le nombre important de nos finissants au baccalauréat en informatique qui y serait intéressé.

Ce nouveau DESS se distinguerait du programme de maîtrise existant de plusieurs manières.

- Le DESS est un programme court, de 24 crédits, qui peut se compléter en 2 sessions à temps plein comparativement à 45 crédits en un minimum de 4 sessions pour la maîtrise. De plus, le DESS peut se suivre à temps partiel et presque entièrement à distance, ce qui offre une plus grande flexibilité pour des étudiants déjà en emploi.
- L'intelligence artificielle est une discipline complexe, qui repose fortement sur les mathématiques, les statistiques et l'informatique. L'inscription à un diplôme court peut être intéressante pour des candidats qui voudraient tester leur motivation à poursuivre dans cette voie, avant de s'engager dans un programme plus long, telle la maîtrise.

- Le DESS permet d'acquérir une formation de base permettant d'utiliser l'IA et de l'appliquer à des problèmes pertinents de manière autonome. Une telle formation est une première étape, qui pourrait être suivie par la maîtrise qui servirait alors à approfondir les connaissances, les expertises et les compétences en IA afin, à terme, de développer un sens critique, pouvoir prendre des décisions et gérer des projets IA.
- Le DESS a été conçu de manière qu'il puisse servir de porte d'entrée au programme de maîtrise. Ainsi, un étudiant qui souhaiterait consolider ses connaissances et ses compétences en IA pourrait se faire reconnaître la formation qu'il aurait suivie au DESS dans le cadre de la maîtrise (voie gigogne).

De la sorte, le DESS s'adresserait à une clientèle différente de celle du programme de maîtrise et aurait de fait un effet catalytique sur les inscriptions à ce dernier programme, en donnant un aperçu de la pleine envergure du domaine à ses étudiants.

Finalement, ce projet s'inscrit dans le plan d'action UL 2017-2022, notamment vis-à-vis de l'objectif : *1.1.2 – Améliorer l'offre de formation*, en proposant une formation pertinente pour le milieu et stratégique pour notre institution.

2. Objectifs généraux et spécifiques du projet de programme

2.1 IDENTIFICATION DU PROGRAMME

Intitulé du programme : diplôme d'études supérieures spécialisées en intelligence artificielle (DESS en IA).

Rattachement facultaire : Faculté des sciences et de génie - Département d'informatique et de génie logiciel.

2.2 ORIENTATION ET OBJECTIFS DU PROGRAMME

Ce programme court de deuxième cycle vise à offrir une formation professionnalisante dans un domaine de pointe, l'intelligence artificielle, une spécialité hautement recherchée que les formations actuelles peinent à combler. Elle s'adresse à une clientèle qui, 1) soit a déjà une formation de premier cycle en informatique ou dans un domaine connexe, ou encore qui effectuera une formation préparatoire, 2) souhaite acquérir rapidement une expertise en IA de manière à l'utiliser de manière autonome et 3) peut vouloir la suivre parallèlement à un emploi.

L'objectif de cette formation est de faire connaître et comprendre les principes et les concepts de l'IA de même qu'à développer la maîtrise des méthodologies propres à l'apprentissage machine en vue de les appliquer à des problèmes concrets.

Plus précisément ce programme a pour but de permettre à l'étudiant :

- a. de consolider ses connaissances et habiletés en intelligence artificielle ; et d'accroître ses capacités d'analyse, de synthèse et son sens critique ;
- b. d'approfondir des principes, des concepts fondamentaux et des méthodes propres à l'apprentissage machine.

Objectifs spécifiques

- a. Consolider ses connaissances et habiletés en intelligence artificielle et accroître ses capacités d'analyse, de synthèse et son sens critique
 - i. **Se familiariser** avec les fondements mathématiques de l'apprentissage machine ;
 - ii. **Maîtriser** l'usage des différentes techniques sous-jacentes à l'apprentissage machine ;
 - iii. **Maîtriser** les logiciels usuels de l'apprentissage machine ;
 - iv. **Reconnaître** les enjeux éthiques posés par l'IA.
- b. Approfondir des principes, des concepts fondamentaux et des méthodes propres à l'apprentissage machine.
 - i. **Choisir** parmi les différentes techniques d'apprentissage machine celle qui correspond le mieux à une application spécifique et être capable de paramétrer les outils liés à cette technique ;
 - ii. **Participer** à concevoir des méthodes et des logiciels appliquant l'IA adéquatement dans des contextes particuliers ;
 - iii. **Assainir** les données, choisir les données d'entraînement ;
 - iv. **Valider** les résultats d'entraînement ;

2.3 CADRE DU PROGRAMME

2.3.1 Conditions d'admission du programme

Le DESS en IA sera offert en admission aux sessions d'automne et d'hiver.

Les conditions d'admission sont décrites à l'annexe 1.

2.3.2 Composition et organisation du programme

La structure du programme est décrite à l'annexe 1.

Le programme comporte 24 crédits : un cours d'intégration obligatoire de 6 crédits (à créer) et six cours de 3 crédits répartis en quatre règles qui couvrent les fondements de l'intelligence artificielle, les applications utilisant l'intelligence artificielle, et les fondements mathématiques et l'intelligence artificielle.

Le nouveau cours *IFT-7xxx : Projet intégrateur* (6 crédits) consistera essentiellement en un projet, proposé par l'étudiant ou l'enseignant, et dont l'avancement sera évalué à différentes étapes de sa réalisation, nommément :

1. Identification et description du projet (sélection validée par l'enseignant en fonction de critères tels l'ampleur, la faisabilité et l'aspect intégrateur du projet)
2. Description de la méthodologie de réalisation (Charte de Gantt, description détaillée de chacune des étapes de réalisation du projet)
3. Proposition de méthodes et techniques de résolution
4. Analyse préliminaire de données à partir des méthodes et techniques proposées et choix d'une solution définitive
5. Analyse approfondie des données et conclusion du projet

Le programme peut être suivi à temps complet, sur 2 sessions, ou à temps partiel, selon différents cheminements types allant jusqu'à 7 sessions, à raison d'un cours par session.

2.3.3 *Mode de gestion*

La direction des programmes de 2^e et 3^e cycles du Département d'informatique et de génie logiciel et son comité de programme seront responsables du nouveau programme de DESS en IA.

3. Dossier de faisabilité et budget

3.1 PRÉVISION DE L'EFFECTIF ÉTUDIANT ET MESURES DE RECRUTEMENT

Dans le souci d'avoir une estimation réaliste du nombre d'étudiants qui pourraient être intéressés par le DESS en IA, le bureau de la qualité des programmes (BQP) a réalisé un sondage auprès des étudiantes et étudiants des programmes suivants : baccalauréat en informatique, baccalauréat en génie logiciel, baccalauréat en bio-informatique, baccalauréat en actuariat, baccalauréat intégré en mathématiques et informatique, baccalauréat en génie industriel et baccalauréat en génie physique. Le sondage a été réalisé en février 2021 auprès de 1055 étudiantes et étudiants. À la question principale, si le programme de DESS en IA est offert au moment d'entreprendre vos études de 2^e cycle, souhaitez-vous être inscrit au DESS en IA, 59 sur 114 ont répondu « oui ». Ce sondage montre que le DESS en IA aura du succès et qu'une clientèle initiale minimale de 15 étudiants est à prévoir.

La promotion de ce programme passe par les services promotionnels usuels de l'Université Laval. En outre, une promotion plus ciblée sera effectuée par le CRDM et par l'IID, et ce à travers des rencontres, présentations, conférences et symposiums où des étudiants et des employeurs sont invités.

3.2. RESSOURCES HUMAINES ET MATÉRIELLES

Ce programme ne nécessite que la création d'un seul nouveau cours (IFT-7xxx : Projet intégrateur) de 6 crédits, de l'identification d'un professeur responsable de ce cours et d'une charge de cours pour l'offrir. Tous les autres cours du nouveau programme existent déjà et contribuent à d'autres programmes existants, notamment à la maîtrise professionnelle en informatique - intelligence artificielle.

COMMENTAIRES DU COMITÉ-CONSEIL

1. Remarques générales

Le programme projeté arrive à point nommé, étant la croissance fulgurante de l'IA dans diverses sphères de la société. Comme le mentionne le rapport d'élaboration, l'IA a un impact direct en robotique, en finance, en informatique médicale, en bio-informatique, en cybercommerce, en traitement de données massives, en infographie intelligente, dans le domaine des jeux vidéo et dans l'internet des objets.

Le DESS est d'une grande pertinence pour la région et pour l'Université Laval. Il s'appuie sur les forces mobilisées dans l'offre de la maîtrise professionnelle en intelligence artificielle et dans les activités de recherche et de transfert réalisées au CRDM et à l'IID, entre autres. Il est constitué pour l'essentiel de cours actuellement offerts et ne nécessitera pas de nouvelles ressources enseignantes.

2. Commentaires spécifiques

2.1 PERTINENCE DU PROJET

Le comité-conseil reconnaît la pertinence socio-économique, systémique et institutionnelle du projet. La région de Québec regroupe un grand nombre d'entreprises qui utilisent ou qui développent l'IA. Ces entreprises constituent un important bassin de recrutement de personnel hautement qualifié. Des bacheliers et bachelères déjà en emploi au sein de ces entreprises, et qui n'auraient pas de formation en apprentissage machine peuvent désirer compléter un programme court à temps partiel, afin de rehausser leurs compétences. L'enquête réalisée par le BQP à la demande de la FSG ciblait non pas des personnes en emploi, mais des étudiantes et étudiants inscrits en informatique ou dans des disciplines connexes. Les personnes intéressées par le DESS mentionnaient désirer intégrer le marché du travail après leur baccalauréat tout en poursuivant des études supérieures à temps partiel. Les modalités du DESS offrent la flexibilité voulue pour répondre à leurs besoins.

Le rapport d'élaboration fait état des programmes offerts en français au Québec. Le comité-conseil a voulu connaître l'état de la situation dans les universités anglophones du Québec. Il appert que si des cours de deuxième cycle sont offerts en « data science » qui s'intègrent dans les programmes existants de cycles supérieurs (recherche ou professionnels), il n'existe pas encore de programmes visant spécifiquement l'intelligence artificielle dans ces universités.

Le programme projeté à l'Université Laval comporterait 24 crédits, alors que le DESS offert à l'Université de Montréal en comporte 30. Les responsables du projet ont justifié leur choix d'offrir

un programme de 24 crédits par la possibilité de compléter le diplôme en deux sessions de 12 crédits, par les préférences exprimées lors du sondage et par le fait que malgré les différences de crédits, les deux programmes présentent des structures très semblables : 6 cours de 3 crédits à l'Université Laval par rapport à quatre cours de 4 crédits et 2 séminaires de 1 crédit à l'Université de Montréal, hormis l'activité d'intégration ou le stage.

Dans une perspective d'apprentissage par l'expérience, le comité-conseil a voulu savoir si l'activité d'intégration prévoyait impliquer des entreprises de la région. Il s'avère que cette activité offre toute la flexibilité voulue pour intégrer des projets en collaboration avec le milieu. La Faculté offre dans plusieurs de ces programmes de telles activités d'intégration dont la formule est éprouvée et qui impliquent ou non des collaborations externes, selon les besoins de formation de l'étudiante ou de l'étudiant.

Tous les cours du programme sont actuellement offerts à distance en raison de la pandémie de COVID-19. Les responsables ne désirent toutefois pas s'engager dès maintenant à offrir le DESS entièrement à distance. Ils souhaitent plutôt voir évoluer la situation et entendre les besoins exprimés ultérieurement par les étudiantes et les étudiants. Normalement, les cours sont offerts à distance, en formule hybride ou en formule comodale.

2.2 ADMISSIBILITÉ AU PROGRAMME

L'intelligence artificielle touche un grand nombre de disciplines et de secteurs d'emploi, dont certains peuvent être éloignés de l'informatique et du génie logiciel. Toutefois, on vise à recruter des personnes dont la formation de base comporte des acquis scientifiques pertinents solides, particulièrement en mathématiques. Ceci vise à limiter le nombre de crédits en scolarité préparatoire qui pourraient être exigés d'une candidate ou d'un candidat. Une personne diplômée d'une discipline plus éloignée se verrait plutôt encouragée à s'inscrire d'abord au certificat en informatique ou à un microprogramme de premier cycle.

Le comité-conseil a constaté que le programme comporte plusieurs cours multicycles. Les responsables ont bien précisé que les étudiants de l'Université Laval qui seront admis au DESS et qui auront suivi certains cours multicycles de la série 4000 dans le cadre de leur programme de baccalauréat ne pourront pas suivre le cours correspondant de niveau 7000 ni demander de reconnaissance de crédits, selon les directives du VREAE qui encadrent ce type de cours. Ils devront suivre et réussir un autre cours du DESS en IA tout en respectant le nombre de crédits minimal exigé pour chacune des règles.

2.3 OBJECTIFS DU PROGRAMME

Étant donné la convergence des activités de formation entre le DESS et la maîtrise professionnelle en informatique, le comité-conseil a porté une attention particulière aux objectifs spécifiques des deux programmes, afin de bien guider les candidates et candidats à l'admission dans l'un ou l'autre de ces programmes. La principale distinction s'ancre dans la deuxième série d'objectifs de

la maîtrise qui encadrent la réalisation d'un projet utilisant les techniques d'IA. La maîtrise vise à rendre les personnes aptes à (1) spécifier, concevoir et valider des logiciels capables d'analyser des données et de prédire, et (2) à analyser les tâches complexes qui requièrent des données complexes à très complexes, des connaissances, des heuristiques, des méthodes d'apprentissage machine. Ces deux objectifs se réalisent à travers les stages. Par comparaison, le DESS vise à ce que les personnes diplômées participent à la conception de méthodes et de logiciels, leur niveau d'autonomie étant moins élevé.

Le comité-conseil a invité les responsables à rester attentifs et à ajuster au besoin, pour plus de clarté, les objectifs de l'un ou l'autre des programmes au fur et à mesure de leur évolution.

Le comité-conseil souligne l'inclusion de la reconnaissance des enjeux éthiques posés par l'IA parmi les objectifs spécifiques du DESS, un apport important à la formation.

Les activités proposées permettent de répondre à au moins un des objectifs du programme selon la grille d'analyse fournie. Inversement, tous les objectifs sont couverts par au moins un cours.

2.4 FAISABILITÉ

Le programme puisant à même l'offre actuelle de cours, la faisabilité de programme ne suscite pas d'inquiétude. La prévision des effectifs étudiants est réaliste et le programme devrait connaître un bon succès.

3. RECOMMANDATIONS DU COMITÉ-CONSEIL

Le comité-conseil recommande par conséquent :

1. D'approuver la création du programme de diplôme d'études supérieures spécialisées en intelligence artificielle tel que présenté à l'annexe 1 ;
2. De fixer à la session d'automne 2021, la date d'implantation du programme ;
3. De délivrer, sous réserve d'une recommandation favorable des autorités compétentes, conformément à l'article 223 des Statuts, le diplôme d'études supérieures spécialisées en intelligence artificielle à toute personne ayant satisfait aux exigences du programme ;
4. De rattacher le programme de à la Faculté des sciences et de génie.

Pour le comité-conseil de la Commission des études,

A handwritten signature in blue ink that reads "Marie Audette".

Marie Audette
Présidente

2 juin 2021

Diplôme d'études supérieures spécialisées en intelligence artificielle

24 crédits

Faculté de rattachement

Faculté des sciences et de génie

Diplôme

Diplôme d'études supérieures spécialisées

Sessions d'admission

- Automne
- Hiver

Admissibilité

Grade et discipline

Le candidat détient un baccalauréat en informatique, en génie logiciel, en génie informatique ou un diplôme jugé équivalent.

Le titulaire d'un baccalauréat dans une discipline connexe (en génie ou en sciences) est également admissible, mais peut se voir imposer une scolarité préparatoire. L'admission n'est pas automatique.

Moyenne

Le candidat a obtenu une moyenne de cheminement dans le programme ou de diplomation égale ou supérieure à 2,67 sur 4,33, ou l'équivalent.

Scolarité préparatoire

Dans certains cas, le candidat peut se voir imposer une scolarité préparatoire de premier cycle, en fonction de sa formation antérieure.

Celle-ci comporte des cours obligatoires des baccalauréats permettant l'admission, notamment dans les disciplines suivantes : calcul différentiel et intégral, mathématiques discrètes, algèbre linéaire et statistiques, ainsi que des connaissances en programmation, structures de données et analyse de complexité algorithmique.

La scolarité préparatoire n'est pas contributive au programme et sera déterminée lors de l'analyse du dossier d'admission, s'il y a lieu.

Exigences linguistiques

Connaissance du français

Le candidat non francophone (qui n'a pas fait ses études primaires et ses études secondaires en français) doit, pour être admissible, faire la preuve au moment du dépôt de la demande d'admission d'un niveau minimal de connaissance de la langue française par la réussite :

- du Test de connaissance du français tout public avec :
 - un résultat égal ou supérieur à 361 sur 699 aux épreuves obligatoires (TCF-TP)
 - ET un résultat égal ou supérieur à 8 sur 20 à l'épreuve d'expression écrite (TCF-TP/ÉE)
- OU du cours FLE-3221 Langue orale et écrite (intermédiaire-avancé) (ou d'un cours jugé équivalent) avec une note égale ou supérieure à C

Le candidat qui satisfait à l'une ou l'autre des conditions suivantes n'a pas à fournir de preuve de son niveau de français :

- a fait ses études primaires et secondaires en français ;
- a obtenu le diplôme d'études collégiales en français au Québec (DEC) et réussi l'épreuve uniforme de français ;
- a obtenu un grade universitaire décerné par un établissement de langue française.

Connaissance de l'anglais

Même si la connaissance de l'anglais n'est pas une condition d'admission, la réussite de ce programme d'études est liée à la capacité de l'étudiant de lire et de comprendre des textes en anglais. L'étudiant qui ne maîtrise pas suffisamment cette langue pourrait éprouver des difficultés dans ses études. L'étudiant doit s'assurer d'avoir une bonne compréhension de l'anglais et, si nécessaire, prendre des mesures pour développer ses compétences linguistiques en cours de formation (par exemple, à l'École des langues de l'Université Laval). En cas de lacunes importantes, la direction de programme peut imposer des correctifs.

Documents à présenter dans la demande d'admission en plus des documents exigés par le Bureau du registraire

- un curriculum vitæ
- une lettre de motivation

Sélection

Le fait de satisfaire aux exigences d'admission à un programme n'entraîne pas automatiquement l'admission. La direction du programme prend en considération la préparation antérieure du candidat, l'ensemble de son dossier ainsi que les ressources disponibles.

Date limite de dépôt

La date limite à respecter pour déposer une demande d'admission varie selon le profil du candidat. L'information complète se trouve à la page [Dates limites de dépôt](#).

Orientation

Ce programme vise à offrir une formation professionnalisante qui permet de faire connaître et comprendre les principes et les concepts de l'intelligence artificielle. Au terme de sa formation, l'étudiant aura développé la maîtrise des méthodologies propres à l'apprentissage machine en vue de les appliquer de manière autonome à des problèmes concrets.

Objectifs spécifiques

- a. Consolider ses connaissances et habiletés en intelligence artificielle et accroître ses capacités d'analyse, de synthèse et son sens critique ;
 - i. Se familiariser avec les fondements mathématiques de l'apprentissage machine ;
 - ii. Maîtriser l'usage des différentes techniques sous-jacentes à l'apprentissage machine ;
 - iii. Maîtriser les logiciels usuels de l'apprentissage machine ;
 - iv. Reconnaître les enjeux éthiques posés par l'IA.

- b. Approfondir des principes, des concepts fondamentaux et des méthodes propres à l'apprentissage machine ;
 - i. Choisir parmi les différentes techniques d'apprentissage machine celle qui correspond le mieux à une application spécifique et être capable de paramétrer les outils liés à cette technique ;
 - ii. Participer à concevoir des méthodes et des logiciels appliquant l'IA adéquatement dans des contextes particuliers ;
 - iii. Assainir les données, choisir les données d'entraînement ;
 - iv. Valider les résultats d'entraînement ;

• Durée et régime d'études

Ce programme peut être suivi à temps complet ou à temps partiel. À temps complet, sa durée est de deux sessions.

Responsable

Pour information

À venir

Directeur du programme

À venir

Description officielle - structure du programme

24 crédits

Reconnaissance d'acquis maximale : 12 crédits

Activités de formation communes

Intelligence artificielle 24

IFT-7XXX Projet intégrateur 6

Règle 1. 9 à 12 crédits parmi :

Fondements de l'intelligence artificielle

GIF-7005 Introduction à l'apprentissage machine 3

GLO-7030 Apprentissage par réseaux de neurones profond 3

GLO-7050 Apprentissage machine en pratique 3

IFT-7002 Fondements de l'apprentissage machine 3

IFT-7025 Techniques avancées en intelligence artificielle 3

IFT-7201 Apprentissage par renforcement 3

STT-7125 Théories et applications des méthodes de régression 3

STT-7335 Méthodes d'analyse des données 3

Règle 2. 3 à 6 crédits parmi :

Applications utilisant l'intelligence artificielle

GIF-7001 Vision numérique 3

GIF-7105 Photographie algorithmique 3

GLO-7007 Perception 3D pour véhicules autonomes 3

GLO-7021 Introduction à la robotique mobile 3

GLO-7027 Analyse et traitement de données massives 3

IFT-7022 Traitement automatique de la langue naturelle 3

IFT-7028 Conception et simulation des systèmes intelligents pour l'industrie 4.0 3

Règle 3. 0 à 3 crédits parmi :

Fondements mathématiques de l'intelligence artificielle

GEL-7000	Processus aléatoires : méthodes d'étude et applications	3
GEL-7062	Théorie de l'information	3
GIN-7013	Optimisation de systèmes	3
IFT-7012	Théorie algorithmique des graphes	3
IFT-7020	Optimisation combinatoire	3
MAT-7215	Analyse numérique matricielle	3
STT-7325	Statistique computationnelle	3

Règle 4. 0 à 3 crédits parmi :

GEL-7072	Bio-instrumentation et microsystèmes biomédicaux	3
GIF-7104	Programmation parallèle et distribuée	3
GMC-7046	Éléments de robotique	3
SIO-6051	Data Mining and Exploration	3