
PLAN DE COURS¹

SIGLE ET TITRE DU COURS : IAF6200 – Apprentissage machine

GROUPE : 05 - Formation à distance

ENSEIGNANT² : Chahid Ahabchane

PRÉSENTATION DE L'ENSEIGNANT

Détenteur d'un doctorat en mathématique appliquée de l'École Polytechnique de Montréal et d'une formation d'ingénieur industriel, Chahid Ahabchane cumule une riche expérience en industrie. Son parcours professionnel l'a amené à occuper des postes d'ingénieur et de scientifique de données, où il a pu mettre à profit ses compétences en analyse de données, apprentissage machine et optimisation. Son expertise s'étend à divers domaines tels que l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement, la gestion de stock et la simulation.

ACCEPTATION DU DÉPARTEMENT³



HUMAINE
CRÉATIVE
AUDACIEUSE

¹ [Procédure relative aux plans de cours](#)

² Dans ce document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger la lecture du texte.

³ Conformément à la [Procédure relative aux plans de cours](#), un plan de cours qui n'a pas été accepté par le département ne peut être présenté aux étudiants.

OBJECTIFS DE LA FORMATION DE CYCLES SUPÉRIEURS

Les finalités des cycles supérieurs :

- Amener l'étudiant vers une spécialisation plus poussée dans une discipline, un champ d'études ou un domaine de formation professionnelles afin de répondre aux besoins de la société en personnes hautement qualifiées ;
- Soutenir la formation continue en cherchant à répondre à des besoins de formation qui se manifestent à différentes périodes de la vie professionnelles ;
- Préparer l'étudiant aux impacts prévisibles de la technologie de l'information ainsi que de la mondialisation de l'économie.

La formation de deuxième cycle trouve sa spécificité dans les caractéristiques suivantes :

- L'approfondissement des connaissances acquises ou une spécialisation plus poussée qui situe l'étudiant à la frontière du connu dans son domaine. La spécialisation résulte aussi de l'acquisition de savoir-faire qui sont l'apanage de la recherche et de la création artistique et littéraire ainsi que de l'intervention ;
- Une progression vers l'autonomie intellectuelle qui découle du renforcement de la capacité d'analyse et de synthèse, d'adaptation au changement, de mobilité dans le travail ainsi que de la capacité d'apprendre par soi-même de façon continue.

CONTENU DU COURS

Introduction et terminologie de l'apprentissage. Régression et classification linéaire. Arbres de décision. Méthodes d'ensemble : du sac et d'amélioration (bagging and boosting). Classification et régressions non-linéaires avec l'astuce du noyau. Classification et régressions non-linéaires apprises : réseaux de neurones de type MLP. Apprentissage non-supervisé. Introduction aux réseaux convolutionnels récurrents.

OBJECTIFS DU COURS

GÉNÉRAUX

Comprendre les bases de l'apprentissage automatique. Se familiariser avec les mathématiques derrière les algorithmes d'apprentissage machine. Identifier les différentes techniques d'apprentissage machine. Différencier l'apprentissage supervisé et non supervisé. Identifier les modèles de classification et régression. Comprendre le concept des méthodes d'ensemble. Comprendre les bases de l'apprentissage profond comme les réseaux de neurones, les réseaux de neurones à convolution et les réseaux de neurones récurrents. Utiliser des bibliothèques informatiques spécifiques à l'apprentissage machine (Python et R).

SPÉCIFIQUES

Plus spécifiquement, ce cours devra permettre à la personne étudiante⁴:

- Comprendre les fondements de l'apprentissage machine : concepts clés, types d'apprentissage (supervisé, non supervisé, par renforcement)
- Maîtriser Python pour l'apprentissage machine : bases de programmation, *NumPy*, *Pandas*, *Matplotlib*
- Implémenter des modèles supervisés classiques : régression linéaire, classification logistique, machines à vecteurs de support (linéaires et non linéaires)
- Évaluer et valider les modèles : mesures de performance, robustesse, validation croisée
- Exploiter les méthodes d'ensemble et les arbres de décision : arbres, forêts aléatoires, amplification par gradient
- Appliquer l'apprentissage non supervisé : partitionnement (*K-means*, *DBSCAN*), réduction de dimensionnalité (*ACP*, *t-SNE*, *UMAP*)
- Maîtriser les méthodes paramétriques et non paramétriques : K plus proches voisins, estimation de densité par noyau, comparaison des approches
- Détecter les anomalies et faire des recommandations : forêt d'isolation, MVS à une classe, facteur de valeur aberrante locale, systèmes de recommandation, règles d'association
- Comprendre l'architecture des réseaux de neurones artificiels : neurones, couches, rétropropagation, fonctions d'activation
- Implémenter et optimiser des réseaux de neurones : *Keras* ou *PyTorch*, abandon, normalisation par lots, architectures profondes
- Traiter le texte avec l'apprentissage automatique : classification de texte, *TF-IDF*, plongements lexicaux (*Word2Vec*)
- Comprendre et utiliser les transformateurs : mécanisme d'attention, codeurs/décodeurs, *BERT*, *GPT*
- Appliquer l'apprentissage par renforcement : concepts clés, agents, politiques, récompenses
- Utiliser *Scikit-learn* de bout en bout : chaînes de traitement, prétraitement, modèles, évaluation
- Explorer les tendances actuelles en IA : grands modèles de langue, IA générative, multimodalité, éthique et IA responsable

⁴ Certains des objectifs spécifiques présentés dans cette section ont été générés à l'aide de l'intelligence artificielle générative (OpenAI, GPT-40) et ont été simplifiés également par l'intelligence artificielle générative (Anthropic, Sonnet 4.6 Étendue).

CALENDRIER

Séance (semaine)	Contenu	Travaux, lectures et directives
1	Introduction Présentation du cours et du plan de cours	
2	Introduction à Python et Scikit-learn	Travail pratique 1
3	Régression et classification linéaire	Travail pratique 2
4	Régression et classification non linéaire	Travail pratique 3
5	Arbres de décision et forêts aléatoires	Travail pratique 4
6	Apprentissage non supervisé partie 1	Travail pratique 5 <i>Remise Devoir 1</i>
7	Apprentissage non supervisé partie 2	Travail pratique 6
8	Méthodes non paramétriques	Travail pratique 7
9	Réseaux de neurones partie 1	Travail pratique 8
10	Réseaux de neurones partie 2	Travail pratique 9 <i>Remise Devoir 2</i>
11	Traitement automatique du langage naturel	Travail pratique 10
12	Transformers et Modèles génératifs	Travail pratique 11
13	Apprentissage par renforcement *Appréciation des enseignements	Travail pratique 12
14	Révisions	
15	Examen en ligne	

ÉVALUATION DE L'ÉTUDIANT

Règlement 10 - Les études de cycles supérieurs – Notation (article 29.3.1)

La notation littérale utilisée pour indiquer l'appréciation globale du niveau d'apprentissage atteint par un étudiant relativement aux objectifs d'une activité de scolarité est la suivante : (entre autres)

A+, A, A-, B+, B, B-, C+, C, E,

S : exigence satisfaite

V : la lettre « V » indique que le cours a été suivi et réussi dans une université hors Québec dans le cadre de la mobilité étudiante. Ce cours n'entre pas dans le calcul de la moyenne cumulative.

Établissement de la note littérale

Une cote fixe sera utilisée pour établir la notation littérale pour ce cours selon la grille suivante :

Lettre	Minimum	Maximum	Lettre	Minimum	Maximum	Lettre	Minimum	Maximum
A+	90,00 %	100,00 %	B+	74,00 %	77,99 %	C+	63,00 %	65,99 %
A	83,00 %	89,99 %	B	70,00 %	73,99 %	C	60,00 %	62,99 %
A-	78,00 %	82,99 %	B-	66,00 %	69,99 %	E	0,00 %	59,99 %

Règlement 10 - Les études de cycles supérieurs – Portée et restrictions dans la poursuite des études

Le règlement 10 sur *Les études de cycles supérieurs* à l'UQAT énonce les normes relatives à l'admission, l'inscription, l'évaluation et l'obtention de diplômes. Nous portons ce règlement à votre attention, particulièrement l'article 30.4.1 *Restrictions relatives à une moyenne cumulative inférieure à 3,0* et l'article 30.4.2 *Exclusion du programme*.

Pondération d'une activité

Conformément à la résolution CP2024-MBA-53-09, aucune activité d'évaluation ne peut représenter plus de 40 % de la note finale d'un cours.

La ressource enseignante peut exiger, si elle le précise dans son plan de cours, que les personnes étudiantes obtiennent une note minimale pour un ou plusieurs éléments d'évaluation pour la réussite du cours.

Participation

La résolution D93ADMC75.11.1 du département des sciences de la gestion stipule qu'aucune pondération ne doit être attribuée à la participation des étudiants en classe

Présentation du travail

Tout travail devant être présenté à l'aide d'un traitement de texte (version papier ou électronique) doit respecter les règles de présentation qui figurent dans le [Guide de présentation des travaux écrits](#), disponible sur le site WEB de l'UQAT.

Évaluation de la qualité du français – [Politique institutionnelle sur la maîtrise du français](#)

Jusqu'à 10 % de la note peut être retirée dans les travaux écrits (devoirs) pour la qualité de français.

Omission ou retard dans remise d'un travail

Aucun retard dans la remise d'un travail ne sera toléré sans la présentation d'une justification appropriée. Un courriel doit être envoyé directement au tuteur du cours détaillant les motifs du retard appréhendé dès que l'étudiant sait qu'il ne sera pas en mesure de remettre le travail au moment prescrit.

Absence à un examen

La [Politique d'absence et de reprise à un examen du module des sciences de la gestion](#) sera aussi appliquée au 2^e cycle. Conformément à celle-ci, seul un motif sérieux permet à l'étudiant de reporter, de s'absenter et de reprendre un examen. Le motif invoqué doit relever de circonstances importantes et indépendantes de la volonté de l'étudiant.

L'étudiant qui doit reporter ou s'absenter à un examen doit compléter, signer et envoyer le formulaire de demande de reprise d'examen dans les délais prescrits avec les pièces justificatives par courriel à l'adresse sc-gestion@ugat.ca

Plagiat

Tout acte (incluant la tentative et la participation) de plagiat ou de fraude relatif à un cours ou à un programme peut entraîner une ou plusieurs sanctions, en référence au [Règlement 12 - Le plagiat ou la fraude pour les étudiants de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue](#).

Intelligence artificielle

L'utilisation d'outils d'intelligence artificielle générative (ex : ChatGPT) est autorisée dans toutes les circonstances dans le cadre du cours. Il faut néanmoins user d'un jugement critique important puisque ces outils proposent souvent des solutions erronées à des problèmes mathématiques semblables à ceux présentés dans le cadre du cours (plus le problème est complexe, plus le risque d'erreurs est élevé).

Dans tous les cas, la déclaration des sources et références documentaires utilisées est requise. Le fait « *d'utiliser totalement ou en partie un texte ou une production d'autrui ou tout matériel dont le contenu a été obtenu par le biais de ressources informatiques (incluant les outils d'intelligence artificielle comme ChatGPT), en le faisant passer pour sien* », entre autres en n'indiquant pas les références entraînera automatiquement un signalement à titre d'infraction de nature académique⁵. Veuillez vous référer au Guide de présentation des travaux écrits.

À noter que pour chacun des cours de votre programme des orientations différentes relatives à l'utilisation de l'intelligence artificielle générative peuvent être prises par la ressource enseignante. Il est de la responsabilité de l'étudiant de se conformer aux attentes de chaque cours.

⁵ [Règlement 12 sur le plagiat](#), art.4

Travaux évalués	% de la note finale	Date de l'évaluation
Travaux pratiques (12)	20 %	Voir sur Moodle
Devoirs (2)	30 %	Voir sur Moodle
Examen individuel final en ligne	30 %	Voir sur Moodle
Examen oral individuel	20%	Voir sur Moodle

Note importante : Pour réussir le cours, la personne étudiante doit obtenir au moins 50 % aux épreuves individuelles soit les examens, et ce, quelle que soit la note obtenue à la partie collective.

Détail des travaux évalués

(Les consignes et les grilles détaillées des évaluations sont disponibles sur le portail du cours)

Travaux pratiques (20 %)

Pour chaque séance (sauf la première), l'étudiant(e) dispose d'une semaine à partir de la mise en ligne des travaux pratiques pour répondre à des exercices portant sur la matière vue pendant la séance.

Devoirs (30 %)

Chaque étudiant(e) devra produire deux devoirs au courant de la session. Ces devoirs consisteront en l'application d'algorithmes d'apprentissage machine sur des données réelles.

Examen individuel en ligne (30 %)

L'examen individuel final (30 %) portera sur les sujets précisés dans le *Contenu des séances*.

Examen oral individuel (20 %)

À la suite de l'examen final, chaque étudiant(e) devra passer un **examen oral individuel** d'une durée de 15 à 30 minutes.

Cet examen a pour objectifs de :

- Valider l'authenticité et la compréhension des devoirs remis;
- Confirmer la maîtrise des concepts évalués dans l'examen final;
- Discuter des choix méthodologiques, des implémentations et des résultats obtenus;
- S'assurer que les travaux et réponses reflètent bien le travail personnel de l'étudiant(e).

Important : Les résultats des devoirs et de l'examen seront authentifiés seulement à la suite de l'examen oral.

La présence à l'examen oral est donc obligatoire pour la validation des résultats de ces éléments d'évaluation.

MÉTHODOLOGIE DE L'ENSEIGNEMENT

Rôles du professeur :

Le professeur collabore à la réussite de l'étudiant par le biais d'activités de réflexion qui contribuent à accroître les différents savoirs nécessaires à cette réussite. En d'autres mots, il transmet les informations pertinentes, oriente et guide l'étudiant dans sa démarche et répond aux demandes individuelles d'assistance en regard de l'atteinte des objectifs du cours et en évalue le degré d'atteinte. De plus, il indique les principes de fonctionnement du cours (par exemple les règles quant à la participation, aux arrivées tardives, aux consignes de sécurité s'il y a lieu, etc.).

Délai de réponse :

La résolution *DEP-2019-SG-287-14* du département des sciences de la gestion stipule que :

« Le professeur ou le chargé de cours répondra à l'étudiant dans un délai de deux (2) jours ouvrables. Pour les questions nécessitant des réponses plus élaborées, après avis transmis à l'intérieur de ce délai, une réponse complète sera fournie à l'intérieur de cinq jours ouvrables. Passé ces délais, et après avoir tenté une relance, l'étudiant peut aviser le directeur du département, pour les cours de 1^{er} cycle, ou le directeur du programme, pour les cours de 2^e cycle, afin qu'il communique par téléphone avec le professeur ou le chargé de cours concerné. Dans des circonstances particulières, le professeur ou chargé de cours qui ne serait pas en mesure de respecter momentanément ces délais doit en aviser ses étudiants. »

Rôles de l'étudiant :

De son côté, l'étudiant assume ses responsabilités quant à la prise en charge du développement de sa formation. Il s'en approprie les objectifs, se fait et réalise un plan de travail pour les atteindre et satisfait aux exigences (lectures, travaux, coopération) requises dans ce cours. Il doit évaluer l'enseignement et le cours avec objectivité.

De plus, il prend l'initiative de rencontrer individuellement le professeur au besoin. Bien sûr, ces rencontres professeur-étudiant ne peuvent avoir pour objectif de compenser l'absence au cours. L'étudiant ne peut utiliser son cellulaire ou autres équipements électroniques à l'intérieur d'un cours, à l'exception du matériel prévu dans un cadre pédagogique.

Aucun enregistrement audio ou vidéo n'est permis sans l'autorisation écrite de l'enseignant. Le non-respect de cette directive pourra entraîner des sanctions telles que prévues par les règlements et politiques de l'UQAT en vigueur.

SOURCES DOCUMENTAIRES

Matériel complémentaire :

- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning by Christopher M. Bishop*. Springer Science+Business Media, LLC.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Convolutional networks. In *Deep learning* (Vol. 2016, pp. 330-372). Cambridge, MA, USA : MIT press.
- Llinsky, N. & Steele, J. (dir.) (2010). *Beautiful visualization* (1st ed.). USA, O'Reilly.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, p. 18). New York : springer.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: a probabilistic perspective*. MIT press.
- Murphy, K. P. (2022). *Probabilistic machine learning: an introduction*. MIT press.
- Murphy, K. P. (2023). *Probabilistic machine learning: Advanced topics*. MIT press.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). MIT Press