



**Département d'informatique**  
**IFT 615 — Intelligence artificielle**  
**Plan d'activité pédagogique**  
**Été 2023**

---

**Enseignant :**

Froduald Kabanza  
Courriel : [kabanza@usherbrooke.ca](mailto:kabanza@usherbrooke.ca)  
Local : D4-1022-2  
Disponibilité : Mardi 9 h 30 à 10 h 30 par Teams

**Auxiliaires**

D'Jeff Nkashama Kanda [djeff.nkashama.kanda@usherbrooke.ca](mailto:djeff.nkashama.kanda@usherbrooke.ca)

---

**Responsable(s) :** Froduald Kabanza et Shengrui Wang**Horaire :**

Lundi	8 h 30 à 10 h 20	Local D3-2039
Mardi	8 h 30 à 9 h 20	Local D3-2039

---

**Description officielle de l'activité pédagogique<sup>1</sup>**

**Cibles de formation :** Connaître les principes et les techniques algorithmiques de base de l'intelligence artificielle. Savoir choisir et appliquer les différentes approches en fonction du problème à résoudre. Être sensibilisé à l'éthique de l'intelligence artificielle.

**Contenu :** Concept d'agent intelligent. Apprentissage automatique (classification linéaire, minimisation d'une perte, réseaux de neurones, apprentissage supervisé; apprentissage non supervisé; apprentissage par renforcement; approximation de fonction). Raisonnement probabiliste (classifieur bayésien naïf, réseau bayésien, modèle de Markov caché, réseau bayésien dynamique, filtre de particules;). Recherche heuristique globale. Recherche heuristique locale (algorithmes génétiques; résolution de problèmes par la satisfaction de contraintes). Planification dans les jeux compétitifs (fonctions d'évaluation; théorie des jeux). Processus de décision de Markov (problèmes de décisions séquentielles, politiques optimales; algorithmes). Raisonnement avec logique de premier ordre; éthique de l'intelligence artificielle.

**Crédits** 3

**Organisation** 3 heures d'exposé magistral par semaine  
6 heures de travail personnel par semaine

**Préalable(s)** IFT 436 et STT 289 ou STT 418

**Particularités** Aucune

<sup>1</sup> <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/IFT615/>

# 1 Présentation

Cette section présente les objectifs spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation d'un comité de programme du Département d'informatique, constitue la version officielle.

## 1.1 Mise en contexte

L'intelligence artificielle (IA) a le potentiel de transformer la vie humaine comme nulle autre technologie auparavant. Les algorithmes d'IA font des prédictions, automatisent des processus, prennent des décisions et interagissent avec les humains de façon naturelle dans plusieurs secteurs d'activités. Des applications comme Siri, Google Assistant, Alexa, Cortana ou Google Maps, sont déjà bien installées dans notre quotidien. Les voitures sans pilotes et des robots de toutes les sortes sont annoncées pour bientôt. La reconnaissance d'image et la compréhension du langage naturel sont au centre de plusieurs applications dans plusieurs secteurs. Dans le domaine du marketing, l'IA est capable de prédire le comportement d'un consommateur mieux que ce dernier ne serait le faire lui-même et, même là, on peut dire qu'on n'a rien vu encore. Combinée aux avancées en biotechnologie, l'IA pourra prédire un problème de santé beaucoup plus tôt qu'avec les méthodes actuelles. Les possibilités – positifs et négatifs – sont sans comparaison dans l'histoire technologique, ce qui fait de l'IA un sujet incontournable, pas seulement informatique. Le cours IFT 615 est une introduction aux principes et techniques algorithmiques de base de l'intelligence artificielle.

## 1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant devrait connaître, comprendre et être capable d'appliquer les algorithmes basés sur :

1. Apprentissage automatique (classification linéaire, minimisation d'une perte, réseaux de neurones, apprentissage supervisé; apprentissage non supervisé; apprentissage par renforcement; approximation de fonction)
2. Raisonnement probabiliste (réseaux bayésiens; classifieur bayésien naïf; modèle de Markov caché; réseaux bayésiens dynamiques; filtre de particules);
3. Recherche heuristique globale (Algorithme A\*);
4. Recherche locale (algorithmes génétiques; résolution de problèmes par la satisfaction de contraintes);
5. Planification dans les jeux compétitifs (fonctions d'évaluation; théorie des jeux);
6. Processus de décision de Markov (itération par valeur; itération par politique)
7. Raisonnement avec logique de premier ordre (unification et inférence du premier ordre);
8. Éthique de l'intelligence artificielle

De plus, à la fin du cours, l'étudiant devra posséder une vision générale de ces méthodes et savoir choisir la meilleure méthode pour une situation d'application donnée.

## 1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. D'heures	Objectifs	Travaux	Sections du Livre
1	<b>Introduction</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C'est quoi l'IA?</li> <li>• Notion d'agent et d'environnements</li> </ul>	1	1 à 7		1, 2
2	<b>Apprentissage automatique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formes d'apprentissage</li> <li>• Apprentissage supervisé : Algorithme de K plus proches voisins; classifieur bayésien naïf; classification linéaire avec le Perceptron; classification linéaire avec la</li> </ul>	12	1	√	19.1 à 19.7, 19.9 21.1, 21.4 22.1 à 21.4

	<ul style="list-style-type: none"> <li>régression logistique; classification par un arbre de décision</li> <li>Minimisation de la perte par la descente du gradient</li> <li>Réseau de neurones artificiels</li> <li>Arbres de décision</li> <li>Apprentissage par renforcement : <i>TD learning</i>; <i>Q-Learning</i>; <i>SARSA</i>; approximation de fonction</li> </ul>				
3	<b>Raisonnement probabiliste</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Types d'inférences probabilistes</li> <li>Réseau bayésien</li> <li>Chaîne de Markov</li> <li>Modèle de Markov caché</li> <li>Réseau bayésien dynamique</li> <li>Filtre de particules</li> </ul>	4	2	√	12, 13, 14.1 à 14.3, 14.5
4	<b>Processus de décision Markoviens</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Problèmes de décisions séquentielles</li> <li>Politiques optimales</li> <li>Algorithmes d'itération par valeur</li> <li>Algorithme d'itération par politique</li> </ul>	3	6	√	17.1 à 17.2
5	<b>Recherche heuristique globale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algorithme A*</li> </ul>	1	3	√	3
6	<b>Recherche heuristique locale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algorithme <i>hill-climbing</i></li> <li>Algorithme recuit simulé</li> <li>Algorithmes génétiques</li> <li>Résolution de problèmes par la satisfaction des contraintes : backtracking search, heuristiques, recherche locale</li> </ul>	4	4	√	4.1 à 4.2 6.1 à 6.4
7	<b>Planification dans les jeux compétitifs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimax</li> <li>Fonction d'évaluation;</li> <li>Alpha-beta pruning</li> <li>Monte-Carlo Tree Search</li> <li>Jeux stochastiques (Expectimax)</li> </ul>	4	5	√	5.1 à 5.5
8	<b>Raisonnement logique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Syntaxe et sémantique</li> <li>Inférence du premier ordre</li> </ul>	3	7	√	8.2, 9.1 à 9.2
9	<b>Éthique de l'intelligence artificielle</b>	1	8		27.3
10	<b>Applications choisies en intelligence artificielle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vision par ordinateur</li> </ul>	2	1	√	21.3, 25
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement du langage naturel</li> </ul>	2	1,2	√	21.6, 23.1, 24
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robotique</li> </ul>	2	1, 3, 5, 7		11, 26

1. Tous les thèmes, à part le 10<sup>e</sup>, doivent être couverts. Les heures pour certains thèmes peuvent varier de plus ou moins une heure.

## 2 Organisation

Cette section présente la méthode pédagogique utilisée, le calendrier officiel du cours, la méthode d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux.

### 2.1 Méthode pédagogique

Le cours se donnera sous forme de trois heures d'exposé magistral par semaine. Cinq travaux pratiques permettront aux étudiants de mettre en application des approches d'intelligence artificielle sélectionnées parmi celles vues en classe. Trois quiz permettront de consolider des concepts non couverts par les travaux pratiques.

### 2.2 Calendrier du cours approximatif

Date	Cours magistraux	Sections du livre AIMA	Travaux
LU 1 / 5	<b>Introduction</b> <ul style="list-style-type: none"><li>C'est quoi l'IA ?</li><li>Notions d'agent et d'environnement</li></ul>	1	
	<b>Présentation du plan du cours</b>		
	<b>Agents intelligents</b>	2	
	<b>Apprentissage automatique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Formes d'apprentissage</li><li>Algorithme de K plus proches voisins</li><li>Classification linéaire avec le Perceptron;</li></ul>	19.1 à 19.2, 19.7.1	TP1
MA 2 / 5	<ul style="list-style-type: none"><li>Minimisation d'une perte par la descente du gradient;</li></ul> <i>Énoncé TP1</i>	19.6.1 à 19.6.4	
LU 8/5	<ul style="list-style-type: none"><li>Régression logistique</li><li>Réseau de neurones artificiel</li></ul>	19.6.5 21.1.1	TP2
MA 9/5	<ul style="list-style-type: none"><li>Rétropropagation du gradient</li></ul>	21.1.2	
LU 15/5	<b>Application - Vision artificielle</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Convolution</li><li>Architecture CNN</li></ul>	21.3, 25.1 à 25.4	
	<b>Application – Traitement du langage naturel</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Modèle RNN</li><li>Étiquetage syntaxique</li></ul>	24.1, 21.6, 24.2	
MA 16/5	<i>Énoncé TP2</i>		
<b>LU 22/5</b>	<b>Journée nationale des Patriotes : congé universitaire</b>		
MA 23/5	<b>Apprentissage automatique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Arbres de décision</li><li>Forêts aléatoires</li></ul>	19.3	Quiz 1
	<i>Énoncé Quiz1</i>		
LU 29/5	<b>Raisonnement probabiliste</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Inférences avec une distribution conjointe</li><li>Classifieur bayésien naïf (application : classification de documents)</li></ul>	12.1 à 12.6	TP3

	<b>Raisonnement probabiliste</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inférences avec une distribution conjointe</li> <li>• Classifieur bayésien naïf (application : classification de documents)</li> </ul>	12.1 à 12.6	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réseaux bayésiens</li> </ul>	13.1 à 13.4	
MA 30/5	<b>Raisonnement probabiliste</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Types d'inférence temporel</li> <li>• Réseaux bayésiens dynamiques</li> <li>• Modèle de Markov caché</li> </ul>	14.1 à 14.3	
LU 5/6	<b>Raisonnement probabiliste</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtre de particules</li> </ul>	14.5.3	
	<b>Application – Traitement du langage naturel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèles du langage</li> </ul>	23.1 à 23.3, 23.6	
	<i>Énoncé TP3</i>		
MA 6/6	<b>Recherche heuristique globale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithme A*</li> </ul>	3	
LU 12/6	<b>Processus de décision de Markov</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valeur d'un plan</li> <li>• Algorithme d'itération par valeur</li> <li>• Algorithme d'itération par politique</li> </ul>	17.1 à 17.2	
MA 13/6	<b>Révision</b>		
LU 19/6	<b>Examens périodiques (avec levée de cours)</b>		TP4
MA 20/6			
LU 26/6	<b>Apprentissage par renforcement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage passif</li> </ul>	22.1 à 22.2	
	<b>Correction de l'intra</b>		
MA 27/6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage actif : Q-Learning &amp; SARSA</li> </ul>	22.3	
LU 3/7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approximation de fonction</li> </ul>	22.4	
	<i>Énoncé TP4</i>		
MA 4/7	<b>Planification dans les jeux compétitifs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Théorie des jeux</li> <li>• Minmax</li> <li>• Fonction d'évaluation</li> </ul>	5.1 à 5.3	
LU 10/7 (viaTeams)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élagage Alpha-beta heuristique</li> <li>• Monte-Carlo Tree-Search</li> <li>• Jeux stochastiques</li> </ul>	5.4 à 5.5	TP5
MA 11/7 (viaTeams)	<b>Recherche heuristique locale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithme <i>hill-climbing</i></li> <li>• Algorithme recuit simulé</li> </ul>	4.1	Quiz 2
	<i>Énoncé TP5</i>		
LU 17/7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmes génétiques</li> </ul>	4.1	

(viaTeams)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Résolution de problèmes par la satisfaction des contraintes : <i>backtracking search</i></li> </ul>	6.1 à 6.3	
MA 18/7 (viaTeams)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Résolution de problèmes par la satisfaction des contraintes : heuristiques, recherche locale</li> </ul>	6.4	
	<i>Énoncé Quiz2</i>		
LU 24/7	<b>Raisonnement logique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Syntaxe et sémantique</li> <li>Inférence du premier ordre</li> </ul>	9.1 à 9.3	Quiz 3
	<i>Énoncé Quiz3</i>		
MA 25/7	<b>Raisonnement logique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planification</li> </ul>	11.1 à 11.2	
LU 31/7	<b>Limites de l'IA et éthique</b>	27, 28	
	<b>Révisions et exercices</b>		
LU 7 /8	<b>Exercices et révisions</b>		
<b>Mardi 8 août au vendredi 18 août : Examens de fin de trimestre</b>			

## 2.3 Évaluation

TPs de programmation :	40 %
Quiz théoriques :	9 %
Examen périodique :	15 %
Examen final :	36 %

Les examens sont à livre ouvert. Vous avez droit à toute documentation imprimée. Vous aurez besoin d'une calculatrice non munie de moins de communication (pas de bluetooth ou wifi).

Conformément au règlement facultaire d'évaluation des apprentissages<sup>2</sup>, l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignant. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études<sup>3</sup> de l'Université de Sherbrooke. L'étudiant ou l'étudiante peut s'exposer à de graves sanctions, dont automatiquement une note de zéro (0) au devoir ou à l'examen en question. Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'il considère comme étant plagié. En cas de doute, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

## 2.4 Échéancier des travaux

- 2 [https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants\\_actuels/Informations\\_academiques\\_et\\_reglements/2017-10-27\\_Reglement\\_facultaire\\_-\\_evaluation\\_des\\_apprentissages.pdf](https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf)
- 3 <https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

Travail pratique	Publication de l'énoncé	Date limite de remise	Pondération	Sujet
TP1	Mardi 2 mai	Mardi 16 mai à minuit	8 %	Perceptron
TP 2	Mardi 16 janvier	Matrdis 23 mai à minuit	8 %	Réseaux de neurones
Quiz 1	Mardi 23 mai	Mardi 6 juin à minuit	3 %	Arbres de décision
TP 3	Lundi 6 juin	Mardi 4 juillet à minuit	8 %	Inférences probabilistes
TP 4	Lundi 3 juillet	Mardi 17 juillet à minuit.	8 %	Apprentissage par renforcement
Quiz 2	Mardi 18 juillet	Mardi 24 juillet à minuit	3 %	Recherche locale et optimisation
TP 5	Mardi 17 juillet	Lundi 7 août à minuit	8 %	Théorie des jeux
Quiz 3	Mardi 24 juillet	Lundi 7 août à minuit	3 %	Raisonnement logique

### Directives particulières

Les énoncés, les critères d'évaluation et les autres directives seront communiqués au moment approprié. Les directives particulières suivantes vont s'appliquer.

Toute soumission d'un travail pratique en retard vaudra zéro, à moins qu'elle soit motivée par des raisons valables et conformes au règlement des études (par exemple, maladie avec attestation du médecin).

Les devoirs pourront se faire par groupe de deux.

## 2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3<sup>4</sup>, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permis dans le plan de cours.

*Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires est interdit. Celui des de tablettes ou d'ordinateurs est autorisé uniquement pour prendre des notes. Le son doit être coupé en tout temps. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.*

Comme indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3<sup>5</sup>, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission du professeur.

L'utilisation des chats Teams est recommandée pour poser vos questions à la place du courriel.

## 3 Matériel pour le cours

### Obligatoire

- Version anglaise : *Artificial Intelligence : A Modern Approach (AIMA)* de Stuart Russel & Peter Norvig. *Fourth Edition*, 2020, publiée par Pearson.
- Ou la version française : *Intelligence artificielle : Une approche moderne* de Stuart Russel & Peter Norvig. *4<sup>ème</sup> Edition*, 2021, publiée par Pearson.
- Les diapositives du cours disponibles en ligne pour l'Hiver 2023

### Recommandé

- Capsules du cours IFT615 d'Hugo Larochelle sur [YouTube](#)

<sup>4</sup> [https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations\\_academiques/Sciences\\_Reglement\\_complementaire\\_2017-05-09.pdf](https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations_academiques/Sciences_Reglement_complementaire_2017-05-09.pdf)

<sup>5</sup> <https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>







## **L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille !**

---

### **Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)**

#### **9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES**

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui) ;
  - b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise) ;
  - c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire ;
  - d) fournir ou obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation ;
  - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation ;
  - f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique ;
- [...]

#### **Par plagiat, on entend notamment :**

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire ;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources ;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source ;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord) ;
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien ;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

---

### **Autrement dit : mentionnez vos sources**

---