

UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

**Département d'informatique**  
**IFT 615 – Intelligence Artificielle**

**Plan d'activité pédagogique**  
**Hiver 2020**

---

**Enseignant****Frédéric Bergeron**

---

Courriel : [frederic.bergeron2@usherbrooke.ca](mailto:frederic.bergeron2@usherbrooke.ca)  
Local : D6-0015  
Téléphone : (819) 821-8000 poste 63825  
Site : <https://www.usherbrooke.ca/moodle2-cours/course/view.php?id=19311>  
Disponibilité : Sur rendez-vous

---

**Auxiliaire :**

Armel Ayimdji Tekemetieu

Courriel : [Armel.Ayimdji.Tekemetieu@USherbrooke.ca](mailto:Armel.Ayimdji.Tekemetieu@USherbrooke.ca)  
Téléphone : (819) 821-8000 poste 63825  
Disponibilité : Sur rendez-vous

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

---

**Horaire**

Exposé magistral : Mercredi 10h30 à 11h20 salle D3-2037  
Exercices/laboratoires : Vendredi 10h30 à 12h20 salle D4-1023

---

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

**Cibles de formation :** Connaître les fondements de l'intelligence artificielle. Comprendre les caractéristiques et propriétés des techniques de base utilisées en intelligence artificielle. Savoir choisir et appliquer les différentes approches en fonction du problème à résoudre.

**Contenu :** Notions d'agent et d'environnement. Recherche heuristique (A\*) et locale. Raisonnement dans un jeu à deux adversaires. Satisfaction de contraintes. Logique de premier ordre. Réseaux bayésiens (dynamiques) et processus de décision de Markov. Apprentissage automatique (perceptron, régression logistique et réseaux de neurones artificiels). Apprentissage par renforcement. Autres sujets d'intelligence artificielle non couverts parmi les précédents.

**Crédits** 3  
**Organisation** 3 heures d'exposé magistral par semaine  
0 heure d'exercices par semaine  
6 heures de travail personnel par semaine  
**Préalable** IFT436 et (STT289 ou STT418)  
**Particularités** Aucune

---

1. <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/ift615.html>

# 1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation 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 changer nos vies significativement sur bien des aspects sociaux et économiques. Des applications dans plusieurs domaines montrent déjà des capacités d'apprentissage automatique, de prise de décision autonome et d'interaction humain-machine. Les assistants virtuels comme Siri, Google Now, Alexa ou Cortana sont déjà entrés dans nos vies. Les voitures autonomes sont annoncées pour bientôt. La reconnaissance d'image, la traduction de texte, l'aide à la navigation et l'aide au diagnostic médical sont autant d'autres illustrations du potentiel de l'IA. Mais on est encore loin d'avoir une IA comparable à l'intelligence humaine. On est capable de coder une IA pour un domaine aussi pointu que le diagnostic médical ou aussi complexe que le jeu de Go, mais on ne sait pas encore comment programmer une IA capable d'avoir un niveau d'intuition et une capacité d'apprentissage d'un enfant de quatre ans. L'IA demeure un domaine d'avenir, avec des défis de recherche stimulants et beaucoup de retombées potentielles dans plusieurs domaines. Le cours IFT 615 couvre les méthodes et les outils fondamentaux sur lesquels reposent la plupart des techniques actuelles pour programmer des logiciels dotés d'une certaine forme d'IA. Nous verrons les propriétés (forces et faiblesses) de ces méthodes et apprendrons à différencier les contextes d'application selon leur méthode la plus appropriée. Sur le plan pratique, les étudiants auront à programmer des algorithmes d'IA présentés dans le cours.

## 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 approches de base en :

1. notions de base en intelligence artificielle ;
2. recherche heuristique en intelligence artificielle (algorithme A\*) ;
3. recherche locale ;
4. intelligence artificielle dans un jeu à deux adversaires ;
5. résolution de problèmes par la satisfaction de contraintes ;
6. inférence pour la logique de premier ordre (preuve par résolution) ;
7. raisonnement probabiliste en intelligence artificielle (réseaux bayésiens et réseaux bayésiens dynamiques) ;
8. planification par les processus de décision de Markov ;
9. apprentissage supervisé, incluant les réseaux neuronaux ;
10. apprentissage par renforcement ;
11. et, optionnellement, d'autres sujets d'intelligence artificielle.

En 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	Lectures
1	Agents intelligents : → Définition; → Types d'environnements.	1	1		section 1 de [2]
2	Recherche heuristique globale : → Recherche dans un graphe; → Algorithme A*.	2	2	✓	sections 2 et 7.1 de [2]
3	Recherche heuristique locale : → Algorithme <i>hill-climbing</i> ; → Algorithme recuit-simulé; → Algorithmes génétiques.	1	3		section 4.1 de [2]
4	Satisfaction des contraintes : → <i>backtracking search</i> ; → AC-3.	2	5	✓	sections 6.1 à 6.4 de [2]
5	Recherche heuristique pour les jeux compétitifs : → Minimax; → Élagage alpha-beta.	3	4	✓	sections 5.1 à 5.5 de [2]
6	Logique du premier ordre : → Syntaxe et sémantique; → <i>Modus ponens</i> ; → Algorithme d'unification ( <i>pattern matching</i> ); → Preuve par résolution.	4	6	✓	section 7, 8, 9.2 et 9.5 de [2]
7	Raisonnement probabiliste : → Rappel de la théorie des probabilités; → Réseaux bayésiens; → Inférences dans un réseau bayésien; → Indépendance et D-séparation.	4	7	✓	sections 13 et 14.1 à 14.5 de [2]
8	Raisonnement probabiliste temporel : → Inférence dans les modèles temporels; → Chaîne de Markov; → Modèle de Markov caché; → Inférence par programmation dynamique.	5	7	✓	sections 15.1 à 15.3 de [2]
9	Processus de décision Markoviens : → Définition; → Valeur d'un plan; → Algorithme d'itération par valeur; → Algorithme d'itération par politique.	2	8	✓	section 22.1 et 22.2 de [2]

10	Apprentissage automatique : → Perceptron; → Régression logistique; → Réseaux de neurones artificiels; → Apprentissage par renforcement: — Apprentissage passif (différence temporelle); — Apprentissage actif ( <i>Q-learning</i> ); Dilemme exploration vs exploitation.	6	9, 10	✓	sections 18.1, 18.2, 18.4, 18.6 à 18.8 et 21.1 à 21.4 de [2]
11	Sujets choisis en intelligence artificielle : → Vision par ordinateur → Traitement automatique de la langue.	6	11	✓	sections 22.1, 22.2, 24.2 et 24.3 de [2]

1. Les heures associées à un thème particulier incluent les heures d'exercices pour un total de 36 heures (12 semaines de trois heures).
2. Le cours doit comprendre au moins quatre travaux pratiques couvrant tous les sujets marqués dans le tableau.
3. Les lectures indiquées ne sont là qu'à titre indicatif. L'enseignant ou l'enseignante est libre de choisir un autre document de référence.

## 2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

### 2.1 Méthode pédagogique

Le cours suit l'approche de la pédagogie inversée. Cette approche consiste à inverser le temps normalement réservé à la présentation de la matière en classe avec celui dédié à la résolution d'exercices et des devoirs hors cours. Ainsi, l'étudiant doit visionner, hors cours, des capsules vidéo présentant la matière du cours. Lors des périodes de cours de chaque semaine, une période et demie est alors dédiée à une discussion en classe de la matière de la semaine et à la résolution d'exercices. Une période et demie est également réservée au travail individuel sur les devoirs, durant laquelle le professeur est disponible pour répondre aux questions des étudiants et pour clarifier la matière du cours dans le contexte des devoirs. En plus d'un examen intra et d'un examen final, quatre devoirs permettront d'évaluer les connaissances des étudiants et de mettre en application des techniques d'IA. Chaque devoir contiendra pour l'essentiel des exercices de programmation d'un algorithme vu en classe.

### 2.2 Calendrier

Ce tableau contient de semaine en semaine le contenu abordé dans le cours et le travail demandé. Le calendrier Moodle sera mis à jour périodiquement pour refléter les éventuels ajustements requis.

Semaine	Date	Thèmes	Lecture	Travaux
1	06/01/20	1, 2	sections 1, 2 et 7.1	
2	13/01/20	3, 5	sections 4.1, 5.1 à 5.5	Tp1
3	20/01/20	4, 5	sections 6.1 à 6.4	Tp1
4	27/01/20	6	sections 7, 8, 9.2 et 9.5	Tp2
5	03/02/20	6, 7	section 13	Tp2
6	10/02/20	7	sections 14.1 à 14.5	
7	17/02/20	7, 8		
8	24/02/20	Intra.		
9	02/03/20	Relâche		Tp3
10	09/03/20	8	sections 15.1 à 15.3	Tp3
11	16/03/20	9, 11	sections 22.1, 22.2, 17.1 à 17.3	Tp3
12	23/03/20	10	sections 18.1, 18.2, 18.4, 18.6 à 18.8	
13	30/03/20	10		Tp4
14	06/04/20	11	sections 21.1 à 21.4, 24.2 et 24.3	Tp4
15	13/04/20	Finaux		
16	20/04/20	Finaux		

### 2.3 Évaluation

Devoirs (4)	40 %
Intra	20 %
Final	40 %

### 2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du 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**.

### 2.3.2 Plagiat

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. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du *Règlement des études*<sup>3</sup>.

Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du *Règlement des études* de l'Université de Sherbrooke. L'étudiant ou l'étudiante peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au Secrétaire de la Faculté des sciences.

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

TP #	Thème	Réception	Remise
1	2, 4	06/01/2020	24/01/2020 à 23h59
2	5, 6	27/01/2020	07/02/2020 à 23h59
3	7, 8	10/02/2020	20/03/2020 à 23h59
4	9, 11	23/03/2020	09/04/2020 à 23h59

### 2.4.1 Directives particulières

1. Les devoirs doivent être effectués de façon individuelle ;
2. L'implémentation d'algorithmes dans le cadre des devoirs doit se faire dans le langage de programmation Python. Le code soumis doit être compatible avec (c'est-à-dire exécutable sous) la version 3 de Python installée dans les laboratoires sous Ubuntu (3.6.7) ;
3. La qualité du français et de la présentation peut être considérée lors de l'évaluation des travaux ;
4. Toute soumission en retard vaut zéro, sauf celles motivées par des raisons valables et conformes au règlement des études (par exemple, maladie avec attestation d'un médecin).

## 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 permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisé. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'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.

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/>

4. [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)

5. [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)

**Note :** L'utilisation du courrier électronique est recommandée pour poser vos questions.

### 3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Le matériel présenté dans les vidéos est fortement inspiré du livre suivant. Son achat est laissé à votre discrétion.  
Stuart Russel & Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Third Edition. Prentice Hall, 2009. [2]

### 4 Références

- [1] Marc FRAPPIER : Normes de rédaction et de programmation du département. <http://www.dmi.usherb.ca/~fraikin/cours/Normes/normes-de-programmation.pdf>, 2005.
- [2] Stuart J RUSSELL et Peter NORVIG : *Artificial intelligence : a modern approach*. Malaysia ; Pearson Education Limited., 2016.

## 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**

---