



## IFT 603

### Techniques d'apprentissage

Plan de cours  
Hiver 2015

---

#### Enseignant

**Hugo Larochelle**

Courriel : [Hugo.Larochelle@USherbrooke.ca](mailto:Hugo.Larochelle@USherbrooke.ca)  
Local : D4-1024-1  
Site Web: <http://www.dmi.usherb.ca/~larocheh/cours/ift603.html>

---

#### Horaire

Exposé magistral :	Lundi	15h30 à 16h20	salle D4-2021
	Mardi	10h30 à 12h20	salle D4-1023

---

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

Objectifs	Introduire aux techniques d'apprentissage automatique en intelligence artificielle.
Contenu	Concepts fondamentaux de l'apprentissage automatique, formulation mathématique probabiliste, régression linéaire, classification linéaire, astuce du noyau, classifieur à marge maximale et machine à vecteurs de support, apprentissage bayésien, modèle de mélange gaussien, algorithme EM, réduction de dimensionnalité et combinaison de modèles.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	(IFT 339 et STT 389) ou (IFT 436 et STT 418)

---

<sup>1</sup> <http://www.usherbrooke.ca/fiches-cours/ift603>

## **1 Présentation**

### **1.1 Mise en contexte**

L'apprentissage automatique ou l'apprentissage par machine (Machine Learning) s'intéresse à la conception, l'analyse, l'implémentation et l'application de programmes d'ordinateur capables de s'améliorer, au fil du temps, soit sur la base de leur propre expérience, soit à partir des données antérieures fournies par d'autres programmes. De nos jours, l'apprentissage automatique joue un rôle essentiel dans de nombreux domaines d'applications, tels que la vision par ordinateur, le traitement automatique du langage, la reconnaissance vocale, les systèmes tutoriels intelligents, la modélisation de l'utilisateur, la robotique, la bio-informatique, les finances, le marketing, les jeux vidéo, la télédétection, etc. En fait, la plupart des programmes de l'intelligence artificielle contiennent un module d'apprentissage. Presque tous les systèmes de reconnaissances de formes sont basés sur des techniques d'apprentissage.

### **1.2 Objectifs spécifiques**

Ce cours vise à introduire les concepts fondamentaux de l'apprentissage automatique et à présenter une vaste gamme d'approches différentes utilisées dans des systèmes d'apprentissage automatique :

1. comprendre les notions fondamentales de l'apprentissage automatique;
2. comprendre la formulation probabiliste de l'apprentissage automatique;
3. maîtriser des algorithmes de régression et classification en apprentissage supervisé;
4. comprendre comment utiliser l'astuce du noyau;
5. comprendre la différence entre l'apprentissage fréquentiste et bayésien;
6. maîtriser des algorithmes d'apprentissage non-supervisé;
7. maîtriser des algorithmes de combinaison de modèles.

## 1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Heures	Objectifs
1	<b>Concepts fondamentaux :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- apprentissage supervisé vs. non-supervisé</li> <li>- performance d'entraînement vs. généralisation</li> <li>- régularisation</li> <li>- sélection d'hyper-paramètres, validation croisée</li> <li>- exemple de la régression polynomiale</li> </ul>	3	1
2	<b>Formulation probabiliste :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- théorie des probabilités (cas discret et continu)</li> <li>- formulation probabiliste de la régression polynomiale</li> <li>- théorie de l'information (entropie, information mutuelle, divergence de Kullback-Leibler)</li> </ul>	3	1,2
3	<b>Régression linéaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- apprentissage par maximum de vraisemblance</li> <li>- apprentissage par maximum a posteriori</li> <li>- décomposition biais-variance</li> <li>- théorie de la décision</li> </ul>	3	3
4	<b>Classification linéaire :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- classification binaire vs. multiclasse</li> <li>- classification générative probabiliste</li> <li>- classification discriminante probabiliste</li> <li>- comparaison d'algorithmes (intervalle de confiance)</li> </ul>	6	1,3
5	<b>Méthode à noyau :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- représentation duale et régression à noyau</li> <li>- construction de noyau</li> </ul>	3	4
6	<b>Méthode à noyau parcimonieuse :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- classifieur à marge maximale</li> <li>- machine à vecteurs de support</li> </ul>	3	3,4
7	<b>Mélange de gaussiennes :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- partitionnement de données (<i>clustering</i>)</li> <li>- algorithme EM</li> <li>- fenêtre de Parzen</li> </ul>	6	2,6
8	<b>Réduction de dimensionalité :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse en composante principale (ACP)</li> <li>- ACP à noyau</li> </ul>	3	6
9	<b>Combinaison de modèles :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>bootstrap</i></li> <li>- <i>boosting</i></li> </ul>	3	7
10	<b>Apprentissage bayésien :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- apprentissage fréquentiste vs. bayésien</li> <li>- régression bayésienne</li> <li>- processus Gaussien</li> </ul>	3	3,5

## 2 Organisation

### 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 d'une heure est alors dédiée à une discussion en classe de la matière de la semaine et à la résolution d'exercices. Une période de deux heures 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 théoriques des étudiants et de mettre en application des techniques d'apprentissage automatique. Ainsi, chaque devoir pourra contenir autant des questions théoriques que des exercices d'implémentation d'un algorithme vu en classe.

Tout au long de la session, un forum de discussion est mis à la disposition des étudiants. À chaque semaine, l'étudiant devra y participer, en y publiant au moins un message. Ce message peut être une question liée à la matière de la semaine, une réponse à la question d'un autre étudiant ou une explication d'un concept important que l'étudiant trouve intéressant.

### 2.2 Contenu détaillé et calendrier du cours

Le calendrier du cours est disponible sur le site web du cours.

### 2.3 Évaluation

Participation au forum : 10%  
Devoirs (4) : 40 %  
Examen intra : 20 %  
Examen final : 30 %

L'attribution des notes finales se fait selon les règles suivantes :

Note chiffrée	Note finale
note $\geq 90$	A+
90 > note $\geq 85$	A
85 > note $\geq 80$	A-
80 > note $\geq 77$	B+
77 > note $\geq 73$	B
73 > note $\geq 70$	B-
70 > note $\geq 65$	C+
65 > note $\geq 60$	C
60 > note $\geq 57$	C-
57 > note $\geq 54$	D+
54 > note $\geq 50$	D
50 > note	E

### 2.3.1 Qualité du français 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

Un document dont le texte et la structure se rapportent à des textes intégraux tirés d'un livre, d'une publication scientifique ou même d'un site Internet doit être référencé adéquatement. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat, défini dans le Règlement des études comme « le fait, dans une activité pédagogique évaluée, de faire passer indûment pour siens des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui. ». Le cas échéant, le plagiat est un délit qui contrevient à l'article 8.1.2 du Règlement des études<sup>3</sup> : « tout acte ou manœuvre visant à tromper quant au rendement scolaire ou quant à la réussite d'une exigence relative à une activité pédagogique. » À titre de sanction disciplinaire, les mesures suivantes peuvent être imposées : a) l'obligation de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique et b) l'attribution de la note E ou de la note 0 pour un travail, un examen ou une activité évaluée. Tout travail suspecté de plagiat sera référé au Secrétaire de la Faculté des sciences.

## 2.4 Échéancier des devoirs

Devoir	Thème	Pondération	Date de remise
1	Concepts fondamentaux, théorie des probabilités et régression linéaire	10 %	6 février
2	Classification linéaire et astuce du noyau	10 %	20 février
3	Mélange de gaussiennes	10 %	20 mars
4	Combinaison de modèles, ACP à noyau et processus gaussien	10 %	10 avril

### Directives particulières

- Les devoirs doivent être effectués de façon individuelle;
- 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 de Python installée dans les laboratoires, sous Ubuntu;
- La qualité du français et de la présentation peut être considérée lors de l'évaluation des travaux;
- 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).

## 3 Matériel nécessaire pour le cours

### 3.1 Manuel (obligatoire)

- Christopher M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2007.

Disponible à la Coopérative de l'Université de Sherbrooke et en réserve à la bibliothèque.

### 3.2 Ressources en ligne

- Plan de cours
- Diapositives (PDF) et capsules vidéo de la matière du cours
- Forum de discussion

<sup>2</sup> <http://www.usherbrooke.ca/sciences/intranet/informations-academiques/reglement-devaluation/>

<sup>3</sup> <http://www.usherbrooke.ca/programmes/etude>

---

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

---

### **Extrait du Règlement des études**

#### **8.1.2 Relativement aux activités pédagogiques**

L'expression délit désigne d'abord tout acte ou toute manœuvre visant à tromper quant au rendement scolaire ou quant à la réussite d'une exigence relative à une activité pédagogique.

Sans restreindre la portée générale de ce qui précède, est considéré comme un délit :

- a) la substitution de personnes ou l'usurpation d'identité lors d'une activité évaluée ou obligatoire;
- b) le plagiat, soit le fait, dans une activité évaluée, de faire passer indûment pour siens des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui;
- c) l'obtention par vol ou par toute autre manœuvre frauduleuse de document ou de matériel, la possession ou l'utilisation de tout matériel non autorisé avant ou pendant un examen ou un travail faisant l'objet d'une évaluation;
- d) le fait de fournir ou d'obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour un examen ou un travail faisant l'objet d'une évaluation;
- e) le fait de soumettre, sans autorisation préalable, une même production comme travail à une deuxième activité pédagogique;
- f) la falsification d'un document aux fins d'obtenir une évaluation supérieure dans une activité ou pour l'admission à un programme.

### **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 (autoplégat)

---

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

---