



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

Département d'informatique

## **IFT 725**

### **Réseaux neuronaux**

Plan de cours  
Automne 2014

---

**Enseignant**

**Hugo Larochelle**

Courriel : [Hugo.Larochelle@USherbrooke.ca](mailto:Hugo.Larochelle@USherbrooke.ca)

Site Web: [http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/cours/ift725\\_A2014/description.html](http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/cours/ift725_A2014/description.html)

---

**Horaire**

Période de vidéo conférence : à déterminer (voir site web du cours)

---

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

Objectifs	Connaître et comprendre plusieurs types de réseaux de neurones. Savoir les implémenter et analyser leur performance. Savoir lire, comprendre et faire la synthèse des travaux d'un article scientifique sur les réseaux de neurones. Pouvoir reproduire les résultats d'un article scientifique ou concevoir un nouveau réseau de neurones puis évaluer sa performance.
Contenu	Inspiration biologique des réseaux de neurones artificiels. Apprentissage supervisé : classification avec réseaux à propagation avant et prédiction de cibles structurées (ex.: prédiction de séquences) avec champs markoviens conditionnels. Apprentissage non-supervisé : machine de Boltzmann restreinte, autoencodeurs, codage parcimonieux. Apprentissage de réseaux profonds ( <i>deep learning</i> ). Réseaux de neurones appliqués au traitement automatique de la langue et à la vision par ordinateur.
Crédits	3
Organisation	1 heure d'exposé magistral par semaine 2 heures de travail en laboratoire 6 heures de travail personnel par semaine
Préalables	aucun

---

<sup>1</sup> <http://www.usherbrooke.ca/fiches-cours/ift725>

## 1 Présentation

### 1.1 Mise en contexte

Dans le vaste domaine de l'intelligence artificielle, une approche populaire et puissante consiste à donner à la machine la capacité d'apprendre. Afin de simuler cette capacité, certains chercheurs ont donc tenté de s'inspirer du fonctionnement du cerveau et développé divers types de réseaux de neurones artificiels. Ces types de programmes ont deux choses en commun avec le cerveau : ils ont comme unité de base le neurone (artificiel), dont plusieurs sont interconnectés ensemble sous la forme de réseau, et ils sont adaptatifs, modifiant leur comportement avec l'expérience afin d'«apprendre» le comportement désiré.

Les réseaux de neurones artificiels actuellement développés en recherche ont généralement une taille et une complexité bien inférieure à celle du cerveau humain, mais les progrès de la recherche ne cessent de réduire l'écart. De plus, les réseaux de neurones sont actuellement derrière plusieurs systèmes de vision par ordinateur, traitement automatique de la langue et reconnaissance de la parole constituant l'état de l'art.

Le cours IFT 725 vise donc à présenter ces dernières avancées en apprentissage automatique (*machine learning*) de réseaux de neurones artificiels.

### 1.2 Objectifs spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiant devrait connaître et comprendre divers types de réseaux de neurones :

1. réseau de neurones à propagation avant pour la classification;
2. champs markovien conditionnel pour la prédiction de cibles structurées;
3. machine de Boltzmann restreinte et autoencodeurs pour l'apprentissage de réseaux profonds;
4. codage parcimonieux pour l'extraction de caractéristique par apprentissage non-supervisé
5. réseaux de neurones pour la vision par ordinateur
6. réseaux de neurones pour le traitement automatique de la langue

L'étudiant devra également savoir appliquer et implémenter certains de ces réseaux. Il devra pouvoir lire, comprendre et faire la synthèse des travaux d'un article scientifique sur les réseaux de neurones. Finalement, il apprendra à reproduire les résultats d'un article scientifique ou à concevoir un nouveau réseau de neurones et évaluer sa performance.

## 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 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 de deux heures est alors 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.

Le cours tente également de reproduire un contexte d'apprentissage similaire à celui de la recherche en contexte d'études graduées. Ainsi, l'étudiant devra lire des articles scientifiques à toutes les semaines. Une période de une heure sera alors dédiée à la discussion de ces articles, ainsi que la matière associée dans les capsules vidéos.

Dans le cadre des devoirs, l'étudiant devra synthétiser toutes ces notions et les appliquer. Chaque devoir impliquera donc la programmation d'un réseau de neurones ainsi que la rédaction d'un rapport rapportant les résultats d'expériences. Un des devoirs inclura également une description mathématique des réseaux de neurones utilisés. Le

rapport en question devra suivre le format d'un article de conférence scientifique. De plus, l'étudiant devra accomplir un projet personnel de plus grande envergure qui fera aussi l'objet d'un rapport sous la forme d'un article scientifique. Finalement, l'étudiant devra faire une présentation orale d'un article scientifique n'ayant pas été abordé dans le cours. Le cours ne prévoit pas d'examen intra ou final.

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.

Le cours comprend donc une période d'une heure animée par l'enseignant (discussion de la matière liée à un article) et deux heures de travail en laboratoire par semaine. Durant les heures de laboratoire, l'étudiant pourra travailler sur les devoirs ou son projet. Il est attendu que l'étudiant prévoit également six heures de travail personnel par semaine, durant lesquelles il doit faire regarder les capsules vidéo et lire l'article obligatoire de la semaine, ou travailler sur les devoirs, son projet ou sa présentation.

Le cours est suivi autant par des étudiants de l'Université de Sherbrooke que d'autres universités du Québec. Ainsi, les périodes de discussion animées par l'enseignant auront lieu en vidéo conférence. Les étudiants d'une même université sont d'ailleurs encouragés à se regrouper ensemble et utiliser le même ordinateur pour ces séances. Durant la période de travaux de 2 heures, la réunion en vidéo conférence restera en ligne afin de permettre à tous de poser des questions à l'enseignant. L'enseignant pourra également faire des interventions durant cette période, afin de clarifier tout sujet semblant donner des difficultés à plusieurs étudiants.

En plus des lectures obligatoires, plusieurs lectures optionnelles sont suggérées. Ainsi, un étudiant motivé pourra aller au-delà des objectifs du cours et développer davantage son expertise sur les réseaux de neurones.

## 2.2 Contenu détaillé et calendrier du cours

À noter que ce calendrier est une prévision qui pourrait être adaptée et modifiée durant la session. L'étudiant pourra se référer au site web du cours pour consulter toute mise à jour.

Semaine	Contenu
1 septembre	Introduction et révision mathématique
8 septembre	Réseau de neurones à propagation avant
15 septembre	Rétropropagation des gradients et optimisation
22 septembre	Champs markoviens conditionnels -- inférence
29 septembre	Champs markoviens conditionnels -- apprentissage
6 octobre	Machine de Boltzmann restreinte
13 octobre	Semaine libre
20 octobre	Autoencodeurs
27 octobre	Réseaux profonds
3 novembre	Codage parcimonieux
10 novembre	Vision par ordinateur avec réseaux de neurones

17 novembre	Traitement automatique de la langue avec réseaux de neurones
24 novembre	Présentations orales
1 décembre	Présentations orales

## 2.3 Évaluation

Devoirs 1 et 2 :	14 % chacun
Devoir 3 :	18 %
Participation au forum :	10 % (1 % par semaine)
Projet :	30 %
Présentation orale :	14 %

Voir le site web du cours pour plus de détails sur les critères d'évaluation et l'attribution des points.

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

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

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

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

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	Date de remise
1	Réseau de neurones à propagation avant	24 septembre
2	Champs markovien conditionnel	22 octobre
3	Machine de Boltzmann restreintes, autoencodeurs et réseaux profonds	5 novembre

### 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 2.6.5 de Python, soit celle installée dans les laboratoires sous Ubuntu;
- En plus du code implémentant les réseaux de neurones demandés, un rapport présentant les résultats d'expérimentation devra être remis;
- Pour le devoir 3, le rapport doit également contenir une description mathématique des réseaux de neurones utilisés dans le devoir. La description doit être écrite comme si elle était tirée d'un article scientifique.
- 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)

Il n'y a pas de livre de référence obligatoire pour ce cours. Tout le matériel de référence utilisé correspond à des articles ou ouvrages disponibles gratuitement sur Internet.

### 3.2 Ressources en ligne

- Liens vers les articles et ouvrages à lire
- Présentations (vidéo et PDF) du contenu théorique du cours
- Forum de discussion

---

## **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 (autopl plagiat)

---

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

---