



Département de mathématiques
MAT 115 – Logique et mathématiques discrètes

Plan d'activité pédagogique
Automne 2018

Enseignant**Marc Frappier, département d'informatique**

Courriel : Marc.Frappier@USherbrooke.ca
 Local : D4-1010-8
 Téléphone : (819) 821-8000 poste 62096
 Site : <http://info.usherbrooke.ca/mfrappier/mat115/mat115.html>
 Disponibilité : sur rendez-vous par courriel

Responsable(s) : Marc Frappier, Martin Beaudry

Horaire

Groupe 1 :	Exposé magistral :	Mardi	13h30 à 15h20	salle D3-2038
	Exercices/laboratoires :	Jeudi	15h30 à 17h20	salle D4-1023 ou D3-2038
Groupe 2 :	Exposé magistral :	Mardi	15h30 à 17h20	salle D3-2038
	Exercices/laboratoires :	Jeudi	10h30 à 12h20	salle D4-1023 ou D3-2038

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	Acquérir la capacité d'abstraction jugée suffisante pour la poursuite d'études universitaires en sciences; se familiariser avec les différentes techniques de preuve existantes et avec les concepts fondamentaux nécessaires à la réalisation de telles preuves; être apte à mathématiser les idées exprimées dans une langue naturelle.
Contenu :	Logique : calcul propositionnel et algèbre de Boole, calcul des prédicats. Dédution naturelle. Ensemble, relation, fonction, séquence : opérateurs et propriétés. Techniques de preuve : preuve par l'absurde (contradiction, contraposée), induction et déduction; induction mathématique. Automates finis déterministes et non déterministes, traduction d'un automate non déterministe en un automate déterministe, minimisation d'un automate.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 2 heure d'exercices par semaine 4 heures de travail personnel par semaine
Particularités	Cette activité pédagogique se présente sous la forme d'un cours magistral avec des séances de laboratoire qui permettront l'utilisation d'outils basés sur la logique et les mathématiques discrètes.

1. <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/MAT115/>

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

La logique est au centre du développement des sciences et du bon fonctionnement de la société en général. L'humain est capable de raisonnement, c'est-à-dire de déduire des faits ou de nouvelles connaissances, à partir d'autres faits. On qualifie d'esprit "logique" une personne capable d'agir avec cohérence et rigueur, de *raisonner* correctement. Les mathématiques constituent le langage commun des sciences, et la logique est le fondement des mathématiques. L'informatique a été fondée dans les années 30 en tenant de résoudre un problème fondamental de la logique, proposé par Hilbert et Ackermann en 1928, soit de déterminer si une formule quelconque est un théorème. Ce problème a été résolu par Alonzo Church et Alan Turing, de manière indépendante, en 1935 et 1936. Ils ont démontré que cela était impossible en général. Ces travaux ont nécessité le développement de la notion d'*algorithme* et d'*ordinateur*, sous la forme de la machine de Turing (par Turing) et du lambda calcul (par Church et Kleene). La logique date d'Aristote, mais sa version moderne date de la fin du 19^{ième} au début du 20^{ième} siècle. Ses pionniers furent Boole, De Morgan, Frege, Peano, Peirce, Whitehead, Russell, Hilbert, Ackermann, Gödel, ainsi que plusieurs autres.

La logique permet principalement deux choses, soit d'*exprimer* de manière *formelle* des faits, et de *déduire* de manière *formelle* de nouveaux faits. La logique est utilisée dans tous les domaines de l'informatique. Tous les langages de programmation utilisent les connecteurs (c'est-à-dire opérateurs) de la logique propositionnelle. Les méthodes les plus avancées pour déterminer la correction d'un logiciel (c'est-à-dire vérifier qu'un logiciel fait bien ce qu'il est supposé faire, vérifier qu'un logiciel est correct, vérifier qu'un logiciel ne contient pas de faute (*bug*)) sont fondées sur la logique. Les logiciels contrôlent maintenant une foule d'objets comme des trains, des avions, des autos, des centrales nucléaires, des stimulateurs cardiaques, des appareils de radiologie. Une erreur dans ces logiciels peut entraîner des conséquences dramatiques pour les humains et l'environnement. L'étude de leur correction est primordiale. Cela ne serait possible sans la logique. Les opérations les plus élémentaires d'un ordinateur (opérations arithmétiques) sont exprimées en logique propositionnelle. Le fonctionnement de base d'un ordinateur est fondée sur l'algèbre de Boole, qui est essentiellement la même chose que la logique propositionnelle. Une algèbre permet de faire des calculs, c'est-à-dire appliquer des opérateurs à des opérandes. La logique permet aussi de faire des calculs, comme déterminer si une formule est vraie ou fautive pour une interprétation donnée, mais aussi de déduire de nouvelles formules.

1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant sera capable :

1. de traduire des exigences exprimées en langue naturelle en une représentation formelle à l'aide la logique et des mathématiques discrètes (ensemble, relation, fonction);
2. de manipuler des formules de logique du premier ordre à l'aide d'un outil comme ProB ou Alloy;
3. de prouver une formule de logique du premier ordre en utilisant un système formel d'inférence comme la déduction naturelle et un outil pédagogique d'apprentissage de la preuve comme Panda;
4. de prouver une formule de logique du premier ordre en utilisant une notation rigoureuse pour exprimer des preuves faites par un humain, comme par exemple la notation de Gries et Schneider;
5. de modéliser des langages simples à l'aide d'automates finis déterministes ou non déterministes, de construire un automate fini déterministe à partir d'un d'automate fini non déterministe et de construire l'automate fini déterministe minimal à partir d'un d'automate fini déterministe.

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Heures	Objectifs	Travaux
1	Logique propositionnelle : syntaxe, tables de vérité, tautologies, cohérence, règles d'inférence de la déduction naturelle, preuve, formes normales conjonctive et disjonctive.	6	1, 2, 3, 4	TP
2	Logique du premier ordre : syntaxe, substitution, tautologies, règles d'inférence de la déduction naturelle, preuve.	6	1, 2, 3, 4	TP
3	Ensemble, relation et fonction : opérateurs, classes de fonction (partielle, totale, injective, surjective, bijective), propriétés des relations (réflexive, irreflexive, totale, transitive, symétrique, antisymétrique, surjective, pré-ordre, équivalence, ordre, ordre strict, bien fondée, acyclique), dénombrement (arrangement, combinaison), suites (arithmétiques, géométriques), définition par récurrence.	9	1, 2, 3, 4	TP
4	Autres types de preuve : preuve par induction, preuve exprimée en langage naturel, preuve dans le style équationnel.	9	1, 2, 3, 4	TP
5	Automates : automates finis déterministes et non déterministes, traduction d'un automate non déterministe en un automate déterministe, minimisation d'un automate.	9	5	TP

1. Le cours doit comporter un minimum de 6 travaux pratiques sur les sujets indiqués dans le tableau.

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

- Une semaine comprend normalement 4 heures de cours constituées d'un exposé magistral de 2 heures et d'une séance d'exercices de 2 heures effectuée en laboratoire ou en classe.
- Le cours comporte 6 travaux pratiques.
- Les travaux sont effectués en équipe de 4 à 5 personnes.

2.2 Calendrier

Semaine	Date	Thèmes	Travaux
1	2018-08-27	Logique propositionnelle	
2	2018-09-03	Logique premier ordre	
3	2018-09-10	Lois de la logique	TP1
4	2018-09-17	Règles de preuve déduction naturelle, formes normales	
5	2018-09-24	Ensemble, relation, fonction	TP2
6	2018-10-01	Ensemble, relation, fonction	TP3
7	2018-10-08	Examen mi-session (date à déterminer)	
	2018-10-15	Relâche	
8	2018-10-22	Ensemble, relation, fonction	
9	2018-10-29	Preuve par induction sur les entiers	TP4
10	2018-11-05	Induction généralisée	
11	2018-11-12	Preuve équationnelle et en langage naturel	
12	2018-11-19	Automate déterministe et non déterministe	TP5
13	2018-11-26	Déterminisation d'un automate	
14	2018-12-03	Minimisation d'un automate	
15	2018-12-10	Examen final (date à déterminer)	
15	2018-12-17	Examen final (date à déterminer)	

2.3 Évaluation

travaux pratiques	20 %
examen mi-session	40 %
examen final	40 %

Conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation des apprentissages² 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.

Toute situation de plagiat sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du *Règlement des études* de l'Université de Sherbrooke disponible à l'adresse

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

2. https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

2.4 Échéancier des travaux

Voir le calendrier.

Directives particulières : Aucun retard permis pour la remise des travaux. Les travaux sont remis à l'aide du système TurninWeb, qui sera configuré de manière à refuser tout travail après la date limite. Un travail soumis après la date limite ne sera donc pas corrigé, et la note attribuée sera 0. Notez que vous pouvez re-soumettre un travail autant de fois que nécessaire si vous voulez y apporter des modifications. Seule la dernière version soumise avant la date limite est corrigée. Il est fortement suggéré de ne pas attendre à la dernière minute pour soumettre un travail; l'absence de connexion internet ou l'indisponibilité d'un poste de travail à quelques minutes de la date limite ne sera pas prise en considération pour accorder un délais supplémentaire pour la remise.

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3³, 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 le règlement 4.2.3 s'applique à moins d'avoir obtenu personnellement l'autorisation du professeur. Cette permission peut être retirée en tout temps, si l'appareil n'est pas utilisé uniquement à des fins d'apprentissage.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁴, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission du professeur.

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

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Les notes de cours [2] sont disponibles sur le WEB.

4 Références

- [1] J.-R. ABRIAL : *The B-book : Assigning Programs to Meanings*. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 1996. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [2] M. FRAPPIER : *Logique et mathématiques discrètes — Notes de cours*. Département d'informatique, Université de Sherbrooke, 2016. Manuel disponible sur le Web : <http://info.usherbrooke.ca/mfrappier/mat115/ref/mat115-notes-de-cours.pdf>.
- [3] D. GRIES et F. B. SCHNEIDER : *A Logical Approach to Discrete Math*. Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, USA, 1993. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [4] Daniel JACKSON : *Software Abstractions : Logic, Language, and Analysis*. The MIT Press, 2012. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [5] R. LALEMENT : *Logique, réduction, résolution*. Masson, Paris, 1990. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [6] M. MARCHAND : *Outils mathématiques pour l'informaticien : mathématiques discrètes : cours et exercices corrigés*. Bruxelles : De Boeck, 2005. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [7] K. H. ROSEN : *Discrete Mathematics and Its Applications, Fourth Edition*. McGraw-Hill, 1999. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [8] T. A. SUDKAMP : *Languages and Machines : An Introduction to the Theory of Computer Science, Third Edition*. Addison Wesley, 2005. Manuel disponible à la bibliothèque.

3. https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations_academiques/Sciences_Reglement_complementaire_2017-05-09.pdf

4. <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
