

Département d'informatique
IFT 503 et IFT 711 – Théorie du calcul

Plan de cours
Hiver 2019

Enseignant**Martin Beaudry**

Courriel :	Martin.Beaudry@USherbrooke.ca
Local :	D4-1010-9
Téléphone :	(819) 821-8000 poste 62016
Site :	http://www.usherbrooke.ca/informatique/personnel/professeurs/professeurs/martin-beaudry/
Disponibilité :	flexible ; prendre rendez-vous par courriel.

Horaire

Exposé magistral :	à déterminer	à	salle à déterminer
		à	salle à déterminer

Description officielle de l'activité pédagogique ¹

Objectifs	S'initier aux principaux modèles théoriques de l'informatique, à leur puissance descriptive et à leurs limitations. Apprendre à évaluer la complexité intrinsèque d'un problème.
Contenu	Automates finis déterministes et non déterministes. Langages réguliers et expressions régulières. Machines de Turing. Décidabilité et calculabilité. Calcul avec bornes de temps et d'espace; P et NP; problèmes NP-complets; introduction à la théorie de la complexité.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	IFT 313
Particularités	Cette activité pédagogique se présente sous la forme d'un cours.

1. <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/IFT503/>

1 Présentation

Cette section présente les objectifs spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique.

1.1 Mise en contexte

L'élaboration et l'analyse des logiciels et d'autres systèmes complexes nécessite un important travail préliminaire de conception et de modélisation. De nombreux outils abstraits ont été développés à cette fin : représentation des données sous la forme d'objets mathématiques, spécification du travail en termes de calcul de fonction ou de problème de décision avec réponse booléenne, abstraction du calcul à l'aide d'automates, d'algorithmes et de machines de Turing.

Dans le cours, on considère les modèles de calcul et de spécification les plus usuels et on est amené à les regrouper en fonction de leur pouvoir descriptif, en ce sens que, bien qu'ils puissent être de natures ou d'aspects très différents, ils ont les mêmes capacités et les mêmes limites.

1.2 Objectifs spécifiques

À la fin du cours, un étudiant ou une étudiante doit être capable de :

1. comprendre et savoir manipuler les principaux objets et concepts rencontrés dans les théories des langages formels et de la complexité du calcul, à savoir :
 - les notions de mot, de langage et de problème de décision,
 - le déterminisme et le non-déterminisme, la calculabilité, la décidabilité et la complexité intrinsèque,
 - les modèles canoniques de calcul que sont les automates et les machines de Turing;
2. connaître les principales familles de langages formels et maîtriser quelques-unes des méthodes de classification des langages;
3. être familier avec les principales classes de complexité du calcul et avec les méthodes utilisées pour évaluer la complexité intrinsèque d'un problème;
4. savoir estimer la complexité d'un problème ou d'un langage; savoir utiliser les techniques de preuve vues en classe sur des exemples de difficulté raisonnable.

1.3 Contenu détaillé

Voir le tableau à la Figure 1. L'ordre de présentation est laissé à la discrétion de l'enseignant.

2 Organisation

2.1 Méthode pédagogique

Une semaine typique consiste en trois heures de cours magistral et six heures de travail personnel. Si le contexte s'y prête, le professeur pourra aussi faire faire des exposés par les étudiants ou par des conférenciers invités, au cours desquelles on présentera des applications de la matière vue en classe ou une introduction à des sujets connexes au contenu du cours.

Les étudiants sont encouragés à lire à l'avance les manuels proposés en référence, afin de comprendre plus efficacement les notions qui seront présentées en classe et d'être mieux préparés à poser des questions pertinentes.

Thème	Contenu	Heures	Objectifs
1	Les langages réguliers : <i>(voir note ci-dessous)</i> expressions régulières, automates finis, approche algébrique.	3	1,2,4
2	Les langages hors-contexte : <i>(voir note ci-dessous)</i> grammaires hors-contexte, automates à pile de mémoire.	3	1,2,4
3	La thèse de Church-Turing : machine de Turing (standard et variantes), lien entre la notion d'algorithme et les machines de Turing.	6	1,2,3,4
4	Décidabilité et problèmes apparentés : <i>(voir note ci-dessous)</i> indécidabilité du problème de l'arrêt, problèmes indécidables et preuves par réduction, théorème de la récursion.	6	1,2,3,4
5	Complexité du calcul : mesure de performance et notations asymptotiques, calcul avec contraintes de temps et d'espace, notion de classe de complexité.	6	1,3,4
6	Les limites de l'algorithmique : la question $P \stackrel{?}{=} NP$, problèmes NP-complets et NP-ardus.	9	1,3,4
7	Sujets complémentaires : <i>(voir note ci-dessous)</i> en fonction du temps disponible, il pourra être possible d'aborder des sujets apparentés, tels que les autres classes de langages formels (sensibles au contexte, linéaires), la complexité des calculs effectués sur des machines massivement parallèles et des circuits booléens, ou les liens entre la théorie du calcul et divers domaines des mathématiques.	3	1,2,3,4

NOTE. Si la formation préalable des étudiants le permet, le professeur omettra les thèmes 1 et 2 au profit des thèmes 4 et 7.

FIGURE 1 – Contenu détaillé

2.2 Évaluation

Deux devoirs	40%
Examen périodique	30%
Examen final	30%

Les appareils électroniques (calculatrice, portable, tablette, téléphone) sont interdits pendant les examens.

Conformément au 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. Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour siens 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 études³ de l'Université de Sherbrooke. L'étudiante ou l'étudiant 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.

Directives particulières :

2. 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/>

2.3 Échéancier des travaux

Les directives, la date de remise et le barème relatifs aux devoirs seront connus à la remise de l'énoncé de chaque devoir aux étudiantes ou aux étudiants. Les travaux remis par courriel ne seront pas considérés. La remise des devoirs s'effectue au jour et à l'heure spécifiés. Les travaux remis en retard ne seront pas corrigés et recevront automatiquement la note zéro.

Directives particulières : Les devoirs peuvent être faits individuellement ou par équipe de deux personnes. La correction des devoirs et des examens est entre autres basée sur le fait que chacune des réponses soit :

- claire, c'est-à-dire lisible et compréhensible pour le correcteur ;
- précise, c'est-à-dire exacte ou sans erreur ;
- complète, c'est-à-dire que toutes les étapes de résolution du problème sont présentes ;
- concise, c'est-à-dire que la méthode de résolution est la plus courte possible.

2.4 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁴, 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 le cours IFT313, 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.*

Comme indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.5⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission du professeur.

3 Bibliographie

Manuel Il n'y a pas de manuel obligatoire. Chacun des livres ci-dessous propose une manière différente de traiter le contenu du cours. Les étudiants qui possèdent le livre de Sudkamp pourront trouver la majeure partie du contenu du cours dans les chapitres 8, 9, 11, 12 ainsi que 14 à 17.

Références

- S. ARORA ET B. BARAK, *Computational complexity, a modern approach*, Cambridge, 2009.
- M.R. GAREY ET D.S. JOHNSON, *Computers and Intractability, A Guide to the Theory of NP-Completeness*, Freeman, 1979.
- J. HOPCROFT ET J.D. ULLMAN, *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*, Addison-Wesley, 1979.
- J. HOPCROFT, R. MOTWANI ET J.D. ULLMAN, *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, 3e édition*, Addison-Wesley, 2006.
- H. LEWIS ET C. PAPADIMITRIOU, *Elements of the Theory of Computation*, 2e édition, Prentice-Hall, 1998.
- M. SIPSER, *Introduction to the Theory of Computation*, Thomson, 2006.
- T.A. SUDKAMP, *Languages and Machines : An Introduction to the Theory of Computer Science*, 3e édition, Addison-Wesley, 2005.
- P. WOLPER, *Introduction à la calculabilité*, Dunod, 2006.

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

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