



Département d'informatique

IFT 503 / IFT 711 – Théorie du calcul

Plan d'activité pédagogique

Hiver 2021

Enseignants

	Michael Blondin	Manuel Lafond	Dave Touchette
Courriel @usherbrooke.ca :	michael.blondin	manuel.lafond	dave.touchette
Local :	D4-1024-1	D4-2010	D4-1018-2
Téléphone :	+1 819 821-8000 x66491	+1 819 821-8000 x62034	+1 819 821-8000 x62847
Disponibilités :	Flexible, prendre rendez-vous par courriel.		

Responsable(s) : Michael Blondin, Manuel Lafond et Dave Touchette

Site web du cours : <http://grif.usherbrooke.ca/calcul/>

Horaire

Exposé magistral :	Jeudi	10h30 à 12h20	salle Distance
	Vendredi	10h30 à 12h20	salle Distance
Exercices/laboratoires :	Jeudi	10h30 à 11h20	salle Distance

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation : 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. Grammaire hors contexte et automates à pile de mémoire. 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 1 heure d'exercices par semaine 5 heures de travail personnel par semaine
Préalable	IFT 313

Particularités Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/ift503>

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 du comité de programme du Département d'informatique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

L'élaboration et l'analyse des logiciels et d'autres systèmes complexes nécessitent 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 Cibles de formation spécifiques

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

1. de comprendre et savoir manipuler les principaux objets et concepts rencontrés dans les théories des langages formels et de la complexité du calcul, à savoir :
 - (a) les notions de mot, de langage et de problème de décision,
 - (b) le déterminisme et le non-déterminisme, la calculabilité, la décidabilité et la complexité intrinsèque,
 - (c) les modèles canoniques de calcul que sont les automates, les machines de Turing et les circuits (classiques et quantiques) ;
2. de connaître les principales familles de langages formels et maîtriser quelques-unes des méthodes de classification des langages ;
3. d'être familier avec les principales classes de complexité du calcul et avec les méthodes utilisées pour évaluer la complexité intrinsèque d'un problème ;
4. de 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

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs	Travaux	Lectures
1	Thèse de Church-Turing et notions de complexité du calcul : notions de théorie des langages formels, machine de Turing (standard et variantes), lien entre la notion d'algorithme et les machines de Turing, mesure de performance et notations asymptotiques, calcul avec contraintes de temps et d'espace, notions de classe de complexité.	6	1, 2, 3, 4	✓	[4] chap. 1.1, 3
2	Décidabilité et problèmes apparentés : indécidabilité du problème de l'arrêt, problèmes indécidables et preuves par réduction, théorème de la récursion.	6	1, 2, 3, 4	✓	[4] chap. 4, 5, 6.1, 6.3
3	Logique : décidabilité et indécidabilité en logique.	3	1, 2, 3, 4	✓	[4] chap. 6.2
4	Les limites de l'algorithmique : la question P ?= NP, problèmes NP-complets et NP-ardus.	6	1, 3, 4	✓	[4] chap. 7
5	Sujets en complexité du calcul : limites du calcul parallèle, approximabilité et ses limites, hypothèse du temps exponentiel (ETH).	9	1, 3, 4	✓	[4] chap. 10.5 [9] chap. 6.7, 18
6	Informatique quantique : Introduction aux circuits quantiques et aux algorithmes quantiques.	6	1, 3, 4	✓	[5] chap. 1, 2, 4, 12.6

1. Le cours doit comprendre au moins six travaux pratiques couvrant tous les sujets marqués «✓» dans le tableau.
2. Les lectures indiquées ne sont là qu'à titre indicatif. L'enseignant 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

Une semaine typique consiste en trois heures de cours magistral, une heure d'exercices et/ou exemples en classe et cinq heures de travail personnel.

Compte tenu du contexte actuel (pandémie due au COVID-19), il se peut que le cours ait lieu en totalité ou en partie à distance d'une façon différente de ce qui est énoncé ci-dessus. Notez que vous en serez informés rapidement si tel est le cas.

2.2 Calendrier

Semaine	Date	Thème
1	2021-01-11	1
2	2021-01-18	1
3	2021-01-25	2
4	2021-02-01	2 et 3
5	2021-02-08	4
6	2021-02-15	4
7	2021-02-22	Examen périodique
8	2021-03-01	Relâche
9	2021-03-08	5
10	2021-03-15	5
11	2021-03-22	5
12	2021-03-29	6
13	2021-04-05	6
14	2021-04-12	Examen final
15	2021-04-19	Examen final

En raison de la session écourtée à l'hiver 2021, la semaine normalement attribuée à l'étude de la logique a été retirée du calendrier.

2.3 Évaluation

Devoirs (5)	60 %
Examen final	40 %

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

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

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

9.4.1 du Règlement des études³. 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'étudiante ou l'étudiant 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'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'elle ou qu'il considère comme étant plagié. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignante ou l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

2.4 Échéancier des travaux

Devoirs #	Sujet	Réception	Remise	Points
1	Calculabilité	À déterminer	À déterminer	12
2	Décidabilité	À déterminer	À déterminer	12
3	P vs. P	À déterminer	À déterminer	12
4	Complexité du calcul	À déterminer	À déterminer	12
5	Informatique quantique	À déterminer	À déterminer	12

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

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission du professeur.

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

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Le contenu du cours est largement basé sur le livre [4]. Il n'est pas obligatoire, mais fortement recommandé.

4 Références

- [1] H. LEWIS ET C. PAPADIMITRIOU : *Elements of the Theory of Computation*, 2e édition. Prentice-Hall, 1998.
- [2] J. HOPCROFT ET J.D. ULLMAN : *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*. Addison-Wesley, 1979.
- [3] J. HOPCROFT, R. MOTWANI ET J.D. ULLMAN : *Introduction to Automata Theory, Languages and Computation*, 3e édition. Addison-Wesley, 2006.
- [4] M. SIPSER : *Introduction to the Theory of Computation*. Thomson, 2006.
- [5] M.A. NIELSEN ET I.L. CHUANG : *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge, 2000.

³<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

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

⁵https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

- [6] MARC FRAPPIER : Normes de rédaction et de programmation du département. <https://www.usherbrooke.ca/informatique/ressources-et-documentation/logiciels-services-outils/normes-de-programmation/>, 2005.
- [7] M.R. GAREY ET D.S. JOHNSON : *Computers and Intractability, A Guide to the Theory of NP-Completeness*. Freeman, 1979.
- [8] P. WOLPER : *Introduction à la calculabilité*. Dunod, 2006.
- [9] S. ARORA ET B. BARAK : *Computational Complexity, a Modern Approach*. Cambridge, 2009.
- [10] T.A. SUDKAMP : *Languages and Machines : An Introduction to the Theory of Computer Science, 3e édition*. Addison-Wesley, 2005.

**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
