

Sigle : INF1723 Gr. 20**Titre : Théorie des langages et calculabilité****Session : Hiver 2025 Horaire et local****Professeur : Nguena Timo, Omer****1. Description du cours paraissant à l'annuaire :****Objectifs**

Au terme de ce cours, l'étudiant.e sera initié.e aux différents modèles de calcul; sera familier avec la théorie des langages formels; aura une compréhension des limitations des ordinateurs.

Contenu

Langages réguliers et automates finis. Langages hors contexte et automates à pile. Grammaires contextuelles. Hiérarchie de Chomsky. Machines de Turing. Hypothèse de Church. Calculabilité et déterminisme. Classes de complexité. Problèmes indécidables. Introduction à la calculabilité quantique. Ce cours comporte des séances obligatoires de travaux dirigés (TD).

[Descriptif – Annuaire](#)

2. Objectifs spécifiques du cours :**Objectifs spécifiques du cours et des évaluations :**

1. Connaissance des classes de problèmes en informatique et le principe d'auto-réduction
2. Expliquer clairement la pertinence de l'étude des modèles de calcul en lien avec la résolution de problèmes et la programmation
3. Expliquer clairement la relation entre le langage et la solution algorithmique d'un problème
4. Connaissance de la syntaxe, de sémantique et des propriétés des modèles de calcul : automate fini, expression et grammaire régulières, automate à pile, grammaire hors contexte, machines de Turing, hiérarchie de Chomsky
5. Connaissance et application des algorithmes de base des modèles de calcul
6. Capacité à faire des preuves théoriques simples des propriétés des modèles de calcul
7. Capacité à prouver que certains langages ne sont pas réguliers ou ne sont pas hors contexte
8. Capacité à utiliser les propriétés pour résoudre de nouveaux problèmes
9. Aptitude à programmer les modèles de calcul et des algorithmes
10. Connaissance des classes de complexité des problèmes
11. Connaissance de la technique de réduction et son impact sur la résolution des problèmes et l'analyse de la complexité des problèmes
12. Connaissance de quelques problèmes indécidables, la relation entre ces problèmes (réduction)
13. Connaissance de quelques problèmes décidables en informatiques, la relation entre ces problèmes (réduction) et leur classe de complexité
14. Concevoir des automates qui résolvent des problèmes simples
15. Connaissance d'applications pratiques de la théorie des langages

3. Stratégies pédagogiques :

- Cours magistral : permet de présenter la matière, faire des démonstrations à l'aide d'exemples
- 2 Devoirs maison : permet d'acquérir une compétence technique en programmation des modèles de calcul, utilisation d'outils d'analyse de grammaires formelles, application de ces outils à la résolution d'un problème de complexité moyenne
- 4 Mini-évaluations : permet d'évaluer le niveau de connaissance des concepts et des algorithmes
- 1 Examen intra et 1 examen Final : permet d'évaluer le niveau de connaissance des concepts et des algorithmes et permet d'évaluer la capacité à appliquer les concepts pour résoudre des problèmes

Les personnes étudiantes doivent comprendre les enjeux de l'automatisation des calculs et de la création des machines à calculer. Elles sont invitées à réfléchir sur la conception des modèles de calcul et à comparer leurs propres modèles avec celui utilisé par les ordinateurs. L'évaluation portera sur la compréhension des concepts clés dans la définition des modèles de calcul.

La méthode active est appliquée pour enseigner les concepts théoriques. Les définitions des concepts sont présentées aux personnes étudiantes, qui sont ensuite invitées à proposer des exemples d'objets conformes aux définitions ainsi

que des contre-exemples. Les supports de cours fournissent des exemples supplémentaires et des applications de ces concepts. L'évaluation vise à s'assurer que l'étudiant connaît ces concepts et est capable de reconnaître des objets en tant qu'instances de ces derniers.

Des problèmes connus, dont la résolution nécessite une bonne compréhension des concepts et de leurs propriétés, sont présentés. Les personnes étudiantes sont invitées à proposer des solutions à ces problèmes avant que les solutions algorithmiques reconnues ne soient exposées et appliquées en cours à l'aide d'exemples. Elles sont ensuite amenées à comparer leurs solutions avec celles présentées.

Plusieurs exercices, inspirés des exemples vus en cours, sont proposés dans les fiches de TD. Pour améliorer la maîtrise des solutions connues, des devoirs de programmation des algorithmes sont remis aux personnes étudiantes.

4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :

- Consultations : sur rendez-vous à la demande des étudiants.
- Courriel : omer.nguena-timo@uqo.ca

5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

Semaine	Thèmes	Dates
1	<p>Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activité : automatisation des calculs • Modèles de calcul • Problème, données et représentations, solution • Problème et langage • Types de problèmes et exemples • motivation à l'étude des langages et au problème de reconnaissance des langages • Hiérarchie de langages (Chomsky) et modèles de calcul 	13 janvier 2025
2	<p>Langage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alphabet, mot, et langage • Opérations de base sur les langages : union, intersection, complémentaire, concaténation, étoile, différence <p>Expression régulière et Langage régulier</p> <p>Automate fini et langage régulier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automate fini déterminisme • Langage régulier • Algorithme de reconnaissance de mots par un automate déterministe • Automate fini non déterministe et reconnaissance de mots par un automate non déterministe • Implémentation des automates et des algorithmes de reconnaissance • Construction d'automates finis : à partir des spécifications de langage ou de requis des logiciels <p>TD1: Jeudi 13h -15h Mini - projet 1 (implémentation en python des algorithmes sur les automates finis):</p>	20 Janvier 2025
3	<p>Mini - évaluation 1</p> <p>Algorithme de détermination d'automate fini non déterministe</p> <p>Propriétés de fermeture des langages réguliers par des opérations d'union, complémentation, de concaténation, intersection, étoile</p> <p>Test d'inclusion et d'égalité de langages réguliers</p> <p>Implémentation des algorithmes en python</p>	27 Janvier 2025

	TD 2: Jeudi 13h -15h	
4	Automate fini minimal et algorithme de minimisation Équivalence du pouvoir d'expression entre les automates finis et les expressions régulières Lemme de pompage pour langages réguliers Limite des langages réguliers : existence un langage non régulier	3 février 2025
5	Grammaire régulière et langage régulier <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Arbre de dérivation et langage reconnu • Relation entre grammaire régulière et automates finis Automate à pile et Langage algébrique (hors contexte) <ul style="list-style-type: none"> • Automates à pile déterministe et non déterministes • Langage accepté par un automate à pile • Algorithme de décision (acceptation) pour un automate à pile • Propriétés des langages hors-contexte (fermeture) TD 3 : Jeudi 13h -15h Mini - projet 2 :	10 février 2025
6	Mini - évaluation 2 Grammaire hors-contexte et langage algébrique <ul style="list-style-type: none"> • Dérivations, arbres de dérivation et ambiguïté • Langage accepté • Exemples de grammaires hors contexte • Formes normales: forme normale de Chomsky, forme normale de Greibach • Analyse syntaxique descendante et ascendante • Application : spécification de langages de programmation et compilation (analyse syntaxique d'un programme) TD 4: Jeudi 13h -15h	17 février 2025
7	Lemme de pompage pour les langages algébriques Exemple de langage non algébrique Introduction aux langages et grammaires contextuels Rappel : ensembles finis, dénombrables TD5 : Jeudi 13h -15h	24 février 2025
8	Semaine d'études	3 au 7 mars 2025
9	Examen de mi-session Machine de Turing (Introduction)	10 mars 2025
10	Machine de Turing <ul style="list-style-type: none"> • Définition d'une machine de turing déterministe • Configuration et pas de calcul d'une machine de turing • Langage accepté par une machine de turing • Langage décidé par une machine de turing 	17 mars 2025

	<ul style="list-style-type: none"> • Machine de turing non déterministe • Exemples de machines de turing • Thèse de Turing-church <p>Langages décidables, sémi-décidables, indécidables</p> <p>Hiérarchie de langage de Chomsky</p> <p>TD6 : Jeudi 13h -15h</p>	
11	<p>Mini-évaluation 3</p> <p>Problème de l'arrêt</p> <p>Réduction</p> <p>Exemples de langages (problème) sémi-décidables</p> <p>Exemples de langages (problèmes) indécidables</p> <p>TD7 : Jeudi 13h -15h</p>	24 mars 2025
12	<p>Classes de Complexité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rappel : configuration et pas de calcul d'une machine de turing • Classe P et exemples de problèmes • Classe NP et exemples de problèmes • Réduction et conséquence sur la complexité • Problèmes difficiles et exemples • Classe NP difficiles et exemple de problèmes <p>TD 8 : Jeudi 13h -15h</p>	31 mars 2025
13	<p>Mini-évaluation 4</p> <p>Introduction au calcul quantique</p>	7 avril 2025
14	Examen de fin de session	14 avril 2025
15	Lundi de pâques	21 avril 2025

6. Évaluation du cours :

Évaluation :

- 2 mini-projets : 20 %.
- 4 mini-évaluations (évaluation des connaissances des concepts) : 30%. En présentiel
- Examen mi-session : 20 %. En présentiel
- Examen final : 30 %. En présentiel

7. Politiques départementales et institutionnelles :

- Politiques relatives à la tenue des examens
- Note sur le plagiat et les fraudes
- Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO
- Absence aux examens : cadre de gestion, demande de reprise d'examen (formulaire)

Tolérance **ZÉRO** en matière de violence à caractère sexuel.

Le Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement (BIPH) a pour mission d'accueillir, soutenir et guider toute personne vivant une situation de harcèlement, de discrimination ou de violence à caractère sexuel. Le BIPH oriente ses actions afin de prévenir les violences à caractère sexuel pour que nous puissions étudier, travailler et s'épanouir dans un milieu sain et sécuritaire.

Vous vivez ou êtes une personne témoin d'une situation de violence à caractère sexuel ? Vous êtes une personne membre de la communauté étudiante ou une personne membre du personnel, autant à Gatineau qu'à Ripon et St-Jérôme, l'équipe du BIPH est là pour vous, sans jugement et en toute confidentialité.

Ensemble, participons à une culture de respect.

Pour de plus amples renseignements consultez UQO.ca/biph ou écrivez-nous au Biph@uqo.ca

8. Principales références :

Référence bibliographique :

Olivier Carton : Langages formels : calculabilité et complexité, Vuibert, Juin 2014

Elaine Rich: Automata computability and complexity: Theory and Application

CZYZOWICZ, J.; Langages formels, INF 4223 (notes de cours), UQO.

9. Page Web du cours :

<http://moodle.uqo.ca>