

Sigle : INF1723 Gr. 20**Titre : Théorie des langages et calculabilité****Session : Hiver 2026 [Horaire et local](#)****Professeur : Thomas Martial, Ekwelle Epalle****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** : pour présenter les notions et concepts du cours et faire des démonstrations à l'aide d'exemples;
- **2 mini-projets** : pour développer des compétences techniques 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** : pour évaluer le niveau de connaissance des concepts et des algorithmes;
- **1 examen intra et 1 examen final** : pour évaluer le niveau d'acquisition des connaissances des concepts et des algorithmes et 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 (mini-projets) 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 : thomasmartial.ekwellepal@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 	12 janvier 2026
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>Remise de la consigne du mini - projet 1</p> <p>TD1: Vendredi 13h -15h</p>	19 janvier 2026
3	<p>Mini - évaluation 1</p> <p>Algorithme de déterminisation 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> <p>TD 2: Vendredi 13h -15h</p>	26 janvier 2026
4	<p>Automate fini minimal et algorithme de minimisation</p> <p>Équivalence du pouvoir d'expression entre les automates finis et les expressions régulières</p> <p>Lemme de pompage pour langages réguliers</p> <p>Limite des langages réguliers : existence un langage non régulier</p>	2 février 2026
5	<p>Grammaire régulière et langage régulier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Arbre de dérivation et langage reconnu • Relation entre grammaire régulière et automates finis <p>Automate à pile et Langage algébrique (hors contexte)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automates à pile déterministe et non déterministes • Langage accepté par un automate à pile 	9 février 2026

	<ul style="list-style-type: none"> • Algorithme de décision (acceptation) pour un automate à pile • Propriétés des langages hors-contexte (fermeture) <p>Remise de la consigne du mini - projet 2</p> <p>TD 3 : Vendredi 13h -15h</p>	
6	<p>Mini - évaluation 2</p> <p>Grammaire hors-contexte et langage algébrique</p> <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) <p>TD 4: Vendredi 13h -15h</p>	16 février 2026
7	<p>Lemme de pompage pour les langages algébriques</p> <p>Exemple de langage non algébrique</p> <p>Introduction aux langages et grammaires contextuels</p> <p>Rappel : ensembles finis, dénombrables</p> <p>TD5 : Vendredi 13h -15h</p>	23 février 2026
8	Semaine d'études (pas de cours)	2 au 6 mars 2026
9	Examen de mi-session Présentation des mini-projets - 1	9 mars 2026
10	<p>Machine de Turing</p> <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 • 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 : Vendredi 13h -15h</p>	16 mars 2026
11	<p>Présentation des mini-projets - 2</p> <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 : Vendredi 13h -15h</p>	23 mars 2026
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 : Vendredi 13h -15h</p>	30 mars 2026
13	Lundi de Pâques (pas de cours)	6 avril 2026

14	Mini-évaluation 4 Présentation des mini-projets - 3 Introduction au calcul quantique	13 avril 2026
15	Examen de fin de session	20 avril 2026

6. Évaluation du cours :

Évaluation :

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

Mode d'évaluation: Toutes les évaluations se feront en mode non-présentiel sur Moodle.

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 BIHP 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 BIHP 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 :

Références bibliographiques:

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

Elaine Rich: Automata computability and complexity: Theory and Application

9. Page Web du cours :

<http://moodle.uqo.ca>