



DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES
HIVER 2026

MAT 115 – Logique et mathématiques discrètes

Plan d'activité pédagogique

Lieu de la formation : campus principal

Enseignant : Manuel Lafond
Local : D4-2010
Téléphone : +1 819 821-8000 x62034
Courriel : manuel.lafond@usherbrooke.ca

Site web du cours : <https://mlafond.recherche.usherbrooke.ca/MAT115/>

Horaire

Exposé magistral :	Mardi	10 h 30 à 12 h 20	salle D3-2034
	Vendredi	10 h 30 à 12 h 20	salle D4-0023/À déterminer
Exercices/laboratoires :	Vendredi	10 h 30 à 12 h 20	salle D4-0023/À déterminer

Périodes de consultation

Sur rendez-vous par courriel

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. Déduction 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
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.

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 tentant 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 19e siècle et début du 20e 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.

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/mat115>

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 vrai ou fausse pour une interprétation donnée, mais aussi de déduire de nouvelles formules.²

Cibles de formation spécifiques

Ces programmes doivent notamment permettre à l'étudiante ou à l'étudiant de :

Info-IG travailler efficacement en équipe multidisciplinaire tout en respectant les règles de la profession ;

Info-IG comprendre, analyser et définir la part des technologies de l'information dans un processus scientifique ou technique ;

Info-IG spécifier, concevoir et mettre en œuvre de nouvelles solutions mariant les technologies de l'information aux disciplines scientifiques et techniques.

SMJV de développer une attitude qui favorise le rapprochement de la théorie et de la pratique nécessaire à l'application des mathématiques : capacité d'abstraction, esprit critique, démarche rigoureuse, etc. ;

BSIQ d'acquérir une base scientifique pluridisciplinaire solide, soit :

- comprendre les mathématiques requises pour l'analyse des phénomènes quantiques ;

BSIQ de développer et d'intégrer les compétences professionnelles nécessaires pour œuvrer dans le domaine des sciences et technologies quantiques, soit :

- collaborer à l'intérieur d'une équipe ;

Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbre d'heures
1	Techniques de preuve : preuve par l'absurde (contradiction, contraposée), induction et déduction, récurrence mathématique.	9

²Mise en contexte empruntée de Marc Frappier

Thème	Contenu	Nbre d'heures
2	Logique du premier ordre : calcul propositionnel et algèbre de Boole, calcul des prédicats. Dédution naturelle.	12
3	Ensemble, relation et fonction : ensemble, relation, fonction, séquence, opérateurs et propriétés.	6
4	Automates : automates finis déterministes et non déterministes, traduction d'un automate non déterministe en un automate déterministe, minimisation d'un automate.	12

Méthode pédagogique

- Une semaine comprend normalement 4 heures de cours constituées d'un exposé magistral de 2 heures, d'une séance d'exercices avec démonstrations de 1 heure, puis d'une séance de laboratoire de 1 heure.
- Le cours comporte 5 travaux pratiques.
- Des exercices sont fournis à la fin de chaque chapitre dans les notes de cours ; ils devraient être faits par la personne étudiante afin de la préparer aux examens.

Calendrier

Ce tableau contient un projet de calendrier qui est sujet à changer pendant le cours dépendamment de la progression du groupe.

Semaine	Commençant le	Thème	Devoirs
1	2026-01-05	2	
2	2026-01-12	2	
3	2026-01-19	2	
4	2026-01-26	3	Remise Devoir 1
5	2026-02-02	3	Remise Devoir 2
6	2026-02-09	3	
7	2026-02-16	3	Remise Devoir 3
8	2026-02-23	Semaine des examens périodiques	
9	2026-03-02	Relâche	
10	2026-03-09	1	

11	2026-03-16	1	
12	2026-03-23	1	Remise Devoir 4
13	2026-03-30	1	
14	2026-04-06		Remise Devoir 5
15	2026-04-13	4	
16	2026-04-20	Semaine des examens finaux	
17	2026-04-27	Semaine des examens finaux	

Évaluation

Type de l'évaluation	Pondération	Utilisation des IAG ¹
Devoirs (5)	25 %	Interdite ●
Examen intra	35 %	Interdite ●
Examen final	40 %	Interdite ●

¹ Référez-vous à la page "Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative" à la fin du document.

- Les dates de soumission et remise des devoirs sont à titre indicatif et sujettes à changement en fonction de l'évolution de la session.
- Les devoirs sont remis avec TurninWeb (soumission par courriel refusée).
- Vous pouvez soumettre votre devoir autant de fois que vous voulez avec TurninWeb ; la dernière soumission remplace la précédente ; il faut resoumettre tous les fichiers.
- Il vaut mieux soumettre un devoir incomplet à temps qu'un devoir complet en retard.
- Les devoirs se font en équipe de 1 ou 2 personnes, sauf indication contraire.

Les dates de remise des travaux seront indiquées sur les énoncés.

Politique du français écrit

Conformément à l'article 17 du Règlement facultaire d'évaluations des apprentissages³ 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.

³https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

Politique sur le 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'enseignante ou l'enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études⁴. 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 reste le fait de votre équipe. 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.

Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁵, 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, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisé. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus. Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁶, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Je réponds aux questions posées par courriel à l'extérieur des périodes de cours.

Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

On utilise trois logiciels dans le cadre du cours (Tarski UdeS, Panda et ProB). Ils sont disponibles dans les laboratoires du Département d'informatique. Vous pouvez aussi les installer sur votre ordinateur personnel ; des liens vers le logiciel sont donnés sur la page web du cours.

⁴<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

⁵https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf

⁶<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

Références

- [1] ABRIAL, J.-R. : *The B-book : Assigning Programs to Meanings*. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 1996. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [2] GRIES, D. AND SCHNEIDER, F. B. : *A Logical Approach to Discrete Math*. Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, USA, 1993. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [3] JACKSON, DANIEL : *Software Abstractions : Logic, Language, and Analysis*. The MIT Press, 2012. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [4] K. H. ROSEN : *Discrete Mathematics and Its Applications, Fourth Edition*. McGraw-Hill, 1999. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [5] LALEMENT,R. : *Logique, réduction, résolution*. Masson, Paris, 1990. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [6] MARCHAND, M. : *Outils mathématiques pour l'informaticien : mathématiques discrètes : cours et exercices corrigés*. Bruxelles : De Boeck, 2005. Manuel disponible à la bibliothèque.
- [7] T. A. SUDKAMP : *Languages and Machines : An Introduction to the Theory of Computer Science, Third Edition*. Addison Wesley, 2005. Manuel disponible à la bibliothèque.

Délits relatifs aux études

Extrait du règlement des études (Règlement 2575-009)

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, des passages ou idées tirés de l'œuvre d'autrui ou du contenu, de toute forme, généré par un système d'intelligence artificielle (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source et la référence adéquate);
- b) commettre un autoplage, 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 forme d'aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle (incluant l'assistance provenant d'un système d'intelligence artificielle), pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
- e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel non autorisé de toute forme (incluant le matériel numérique et celui généré par un système d'intelligence artificielle) 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;
- k) posséder ou avoir à sa portée un appareil électronique ou numérique interdit durant une activité d'évaluation;

[...]

Un [guide sur l'intégrité intellectuelle](#) vous est rendu disponible par le service des bibliothèques et des archives de l'Université de Sherbrooke, afin de bien comprendre les différents délits et ainsi éviter d'être aux prises avec un dossier disciplinaire et une ou des sanctions.

Les mesures pouvant être imposées à titre de sanctions disciplinaires sont les suivantes :

- a) la réprimande simple ou sévère consignée au dossier étudiant pour la période fixée par l'autorité disciplinaire ou à défaut, définitivement. En cas de réprimande fixée pour une période déterminée, la décision rendue demeure au dossier de la personne aux seules fins d'attester de l'existence du délit en cas de récidive;
- b) l'obligation de reprendre une production ou une activité pédagogique, dont la note pourra être établie en tenant compte du délit survenu antérieurement;
- c) la diminution de la note ou l'attribution de la note E ou 0;

[...]

Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative

Autorisés ou pas dans les situations d'apprentissage et d'évaluation ?

NIVEAU 0

NIVEAU 1

NIVEAU 2

NIVEAU 3

NIVEAU 4

L'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative (IAg) est limitée, voire complètement interdite parce que la personne enseignante considère que l'usage de ces outils nuit au développement de compétences essentielles. Ces compétences peuvent être disciplinaires, comme elles peuvent être d'ordre méthodologique, rédactionnel ou informationnel. Considérant que l'utilisation des IAg requiert un esprit critique, il peut s'agir d'une situation d'apprentissage ou d'évaluation sans IAg qui vise à développer celui-ci.

Dans ces situations, **la personne étudiante produit le travail.**

L'utilisation prononcée des IAg est permise parce que la personne enseignante considère que les personnes étudiantes sont en mesure d'exercer un esprit critique et sont capables de juger de la qualité des contenus produits par les IAg. Ou encore, l'utilisation est encouragée parce que la situation d'apprentissage ou d'évaluation proposée contribue à développer leur esprit critique.

Dans ces situations, l'IAg produit le travail préliminaire, alors que **la personne étudiante s'assure de sa qualité en l'améliorant.**



Utilisation interdite

Le **NIVEAU 0** signifie que l'**utilisation est interdite**.

Ceci signifie que si la personne enseignante a un motif de croire qu'il y a eu l'utilisation d'une IAg dans une situation d'évaluation, elle doit dénoncer les faits auprès de la personne responsable des dossiers disciplinaires universitaires. Il s'agit d'un délit relatif aux études tel que stipulé dans le [Règlement des études](#).



Utilisation limitée

Le **NIVEAU 1 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée uniquement pour assister l'apprentissage dans le domaine disciplinaire ou des langues**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation peut être considérée comme un délit. Par exemple :

Domaine disciplinaire :

- S'inspirer
- Générer des idées
- Explorer un sujet pour mieux le comprendre
- Générer du matériel pour apprendre

Domaine des langues :

- Identifier ses erreurs et se les faire expliquer
- Reformuler un texte
- Générer un plan pour aider à structurer un texte
- Traduire un texte



Utilisation guidée

Le **NIVEAU 2 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée pour améliorer un travail produit par la personne étudiante**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :

- Analyser des contenus
- Obtenir une rétroaction
- Évaluer la qualité de son travail à partir de critères
- Demander à être confronté relativement à ses idées, à sa démarche
- Diriger les processus de résolution de problèmes



Utilisation balisée

Le **NIVEAU 3 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée pour produire un travail qui sera amélioré**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :

- Résumer ou rédiger des parties d'un texte
- Générer un texte ou un modèle d'une production et l'adapter
- Réaliser des calculs mathématiques
- Produire du code informatique
- Résoudre des problèmes complexes
- Répondre à une question
- Générer des images, ou autres contenus multimédias



Utilisation libre

Le **NIVEAU 4 D'UTILISATION** signifie qu'**aucune restriction spécifique n'est imposée**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit.

Ce niveau inclut tout ce qui précède, de l'exploration à la production, ainsi que toute autre tâche particulière jugée complexe.

À considérer avant l'utilisation d'outils d'intelligence artificielles génératives

Si, en tant que personne étudiante envisagez d'utiliser un outil d'intelligence artificielle générative (IAG) lorsque l'évaluation autorise les niveaux 1 à 4 d'utilisation mentionnés précédemment.

Dans ce cas, gardez à l'esprit les éléments clés suivants.

- Vous assumez la responsabilité de tout le contenu produit, avec ou sans IAG, et intégré à votre production.
- Les produits des outils d'IAG peuvent très souvent comporter **des erreurs ou des faussetés** (hallucinations) : on doit donc impérativement valider tout contenu généré par ces outils.
- Dans l'état actuel de la Loi sur le droit d'auteur du Canada, les **productions faites par l'IAG sont du domaine public**, puisque les outils d'IAG ne sont pas reconnus comme des auteurs au sens de la Loi et que les contenus générés ne répondent pas aux critères d'une œuvre protégée, notamment aux critères d'originalité.
- L'entreprise qui fournit le service pourrait émettre certaines exigences dans ses conditions d'utilisation. Comme l'algorithme et le code informatique appartiennent à l'entreprise qui les a développés, nous devons tenir compte de ces conditions. Celles-ci pourraient également fournir des précisions relatives à la **réutilisation des données soumises (confidentialité)**.

Comment déclarer l'utilisation d'outils d'intelligence artificielle générative

Dans l'esprit d'une conduite intègre et responsable, vous devez TOUJOURS mentionner de façon explicite toute utilisation de l'intelligence artificielle, conformément au Règlement des études (9.4.1 Délits relatifs aux études). De plus, à des fins pédagogiques, il est recommandé de toujours intégrer à la production les requêtes, de même que les réponses intégrales générées par les outils d'IAG. Celles-ci pourront être intégrées directement dans le corps du texte ou en note de bas de page. Les réponses longues pourraient être insérées en annexe de votre document ou dans des documents supplémentaires, selon les directives de la personne enseignante.

L'utilisation de ces deux documents s'avèrera utile, ils se trouvent sous licence libre, donc vous pouvez utiliser les tableaux et les adapter selon votre besoin:

1. [Modèle de citation](#) : Ce formulaire, à remplir par l'enseignant, donne un exemple aux étudiants de citation de l'IAG dans la réalisation d'un travail évalué ou non.
2. [Déclaration d'usage](#) : Ce formulaire, à remplir par les étudiants, doit être remis avec une réalisation afin de déclarer l'usage de l'IAG dans la réalisation, qu'elle soit évaluée ou non.

Référence

La Faculté des sciences tient à remercier le SSF pour la production des documents.

- Cabana, M. et Côté, J.-A. (2024). Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. et Beaudet, M. (2024). Directives de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. (2024). Formulaire de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).