



Baccalauréat en biochimie de la santé BIM 501 – Biologie moléculaire du gène

Plan d'activité pédagogique

Été 2026

Enseignant

Benoit Laurent	benoit.laurent@usherbrooke.ca
Xavier Roucou	xavier.roucou@usherbrooke.ca
François Bachand	francois.bachand2@usherbrooke.ca

Site web du cours : <https://moodle.usherbrooke.ca/course/view.php?id=2599>

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation :	Se familiariser avec la structure et la fonction des acides nucléiques.
Contenu :	Conformations de la double hélice, structures de l'ARN et topologie de l'ADN. Structure du génome, chromatine et nucléosome. Réplication de l'ADN. Altérations, réparations et mutations de l'ADN. Recombinaison homologue, spécifique de site et transposition. Mécanismes de la transcription, de l'épissage et de la traduction. Code génétique et régulation de la transcription. ARN régulateurs. Régulation des gènes au cours du développement et de l'évolution. Analyse des génomes et biologie des systèmes. Modèles utilisés en biologie moléculaire.
Crédits	3
Organisation	3 heures d'exposé magistral par semaine 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	BCM114 ou GNT404
Particularités	Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/bim501>

1 Présentation

1.1 Mise en contexte

La biologie moléculaire est une discipline qui étudie les processus de régulation, de réplication, de transcription et de traduction du matériel génétique. Ce cours couvre les notions de base et nouveaux concepts de la biologie moléculaire en décrivant les principales étapes de régulation au niveau de l'ADN, des ARN et des protéines. Le cours présente également les techniques développées pour identifier et manipuler les composants moléculaires de la cellule.

1.2 Cibles de formation spécifiques

L'acquisition des notions théoriques devra être suffisante pour que l'étudiant puisse s'adapter rapidement dans un environnement où on effectue un travail dans ce domaine.

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.

2.1 Méthode pédagogique

- Exposé magistral
- Lectures dirigées

2.2 Calendrier

Date	Thème	Contenu	Enseignant
2026-05-05	Introduction au cours / Code structural de l'ADN et organisation du génome	Topologie Mécanismes de courbure et surenroulement de l'ADN Nucléosomes et assemblage Rôles des nucléosomes Rôles biologiques des modifications topologiques Réplication de l'ADN et ségrégation des chromosomes (cycle cellulaire, mitose, méiose) Réparation de l'ADN Régulation de la structure chromatinienne et réplication de la chromatine	Benoit Laurent Débutera à 13h30, exceptionnellement
2026-05-12	Épigénétique	Modifications épigénétiques de la chromatine Dynamique des modifications de la chromatine (writers, erasers et readers) Transmission épigénétique Régulation épigénétique de l'expression des gènes <ul style="list-style-type: none"> • Complexes de remodelage de la chromatine et régulation de l'expression des gènes • Activité des enhanceurs Régulation de l'euchromatine et hétérochromatine dans le noyau Épigénétique et pathologies	Benoit Laurent

Table 1 :

2026-05-14	Outils et techniques pour l'étude de la biologie moléculaire du gène (ADN)	<p>Structure de la chromatine et statut d'expression d'un gène Chromatin immunoprecipitation (ChIP) MeDIP et traitement bisulfite ATAC-seq Fluorescence in situ hybridization (FISH) Chromatin Conformation Capture (3C)</p> <p>Fixation d'une protéine sur l'ADN Chromatin immunoprecipitation (ChIP) Luciférase reporter assay Gel Shift Assay (EMSA) Pull-down avec oligonucléotides</p> <p>Edition du génome Edition du génome par CRISPR-Cas9</p>	Benoit Laurent Jeudi 8h30 à 10h00
2026-05-19	Examen intra 1	Section ADN	8h30 à 11h00
2026-05-21	Maturation de l'ARN et épissage	<p>Maturation des ARNm Capping Polyadénylation Épissage constitutif et alternatif Edition Structure de l'ARN Transport des ARN Dégradation des ARNs</p> <p>Maturation des ARNr Maturation des ARNt</p>	Benoit Laurent Jeudi 8h30 à 11h20
2026-05-26	Différentes classes d'ARN et leurs fonctions	ARN long non codants miRNA et autres petits ARN circRNA eRNA	Benoit Laurent
2026-06-02	Mécanisme de la transcription de l'ADN	Les ARN polymérase et le cycle de transcription Transcription chez les eucaryotes (Initiation, élongation et terminaison) Phosphorylation du domaine C-terminale de l'ARN polymérase II Transcription par les ARN polymérase I et III	François Bachand
2026-06-18	Examen intra 2	Section ARN	Date à reconfirmer

Table 1 :

2026-07-07	Régulation traductionnelle et code génétique	ARN messagers, ARN de transfert, Aminoacylation Ribosome, Initiation de la traduction Élongation et terminaison de la traduction Régulation de la traduction (protéasome)	François Bachand
2026-07-14	Diverses classes de protéines	Protéome isoformes Protéome alternatif, gènes introniques Petites séquences codantes et protéogénomique Petites protéines, microprotéines	Xavier Roucou
2026-07-21	Régulation post-traductionnelle des protéines	Modifications post-traductionnelles Clivage des protéines Impacts biologiques	Xavier Roucou
2026-07-28	Outils et techniques pour l'étude de la biologie moléculaire du gène et Pathologies	ARN RNA sequencing (RNA-seq) RNA immunoprecipitation sequencing (RIP-seq) Cross-linking immunoprecipitation (CLIP) Northern blot RNAscope® / BaseScope™ Ribosome profiling (Ribo-seq) Protéines Western-Blot Co-Immunoprécipitation Immunofluorescence (IF) / Immunohistochimie (IHC) Förster resonance energy transfer (FRET) Spectrométrie de masse ; ADN : mutations génétiques, défauts épigénétiques ou de réparation de l'ADN ARN : anomalies de l'épissage alternatif et de maturation des ARN Protéines : anomalies d'expression et de maturation des protéines	Benoit Laurent Séance de 10h30 à 12h00 Séance de 13h00 à 16h00
2026-08-11	Examen final	Section protéines et pathologies	(Date à confirmer)

Les séances ont normalement lieu les mardis de 13h00 à 15h50, sauf quelques exceptions.

Consultez l'horaire officiel pour les détails des cours, examens et locaux via votre calendrier Outlook ou [Horaire WEB](#).

2.2.1 Dates importantes

- Date limite de modification des activités pédagogiques : 2026-05-21
- Date limite d'abandon des cours sans mention d'échec : 2026-07-08
- Journées de congé dans la session :
 - Festival des harmonies : 2026-05-15
 - Journée nationale des Patriotes : 2026-05-18
 - Fête nationale du Québec : 2026-06-24
 - Fête du Canada : 2026-07-03

2.3 Évaluation

Type de l'évaluation	Pondération	Type de question	Durée	Utilisation des IAG ¹
Intra 1	25 %			Interdite ●
Examen intra	30 %	Non spécifié	2h30	Interdite ●
Examen final	45 %	Non spécifié	2h30	Interdite ●

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

2.3.1 Moyens d'évaluation

- Un examen pour chaque section (ADN, ARN, Protéines)
- L'examen final n'est pas récapitulatif

2.3.2 Critères d'évaluation

- Acquisition des notions présentées dans le cours
- Résolutions de problèmes courant de la discipline

2.3.3 Types de questions

- Questions à choix multiples
- Questions à réponses courtes
- Cas d'étude

2.3.4 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du Règlement facultaire d'évaluations des apprentissages l'enseignante ou l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

2.3.5 Plagiat

Le plagiat, tel que défini dans le Règlement des études, est l'acte de « faire passer ou tenter de faire passer pour sien [...] 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) » (article 9.4.1 du Règlement des études). Le plagiat est contraire aux valeurs académiques, démontre un manque d'éthique professionnelle et est considéré comme un délit relatif aux études.

Dans tous les cas de plagiat ou de toute autre manœuvre visant à tromper, une plainte sera déposée auprès de la personne responsable des dossiers disciplinaires de la Faculté et traitée selon la procédure prévue au Règlement des études. Toute personne reconnue avoir commis un délit se verra imposer une sanction disciplinaire en fonction de la gravité du délit et toute autre circonstance pertinente du dossier. Les sanctions pouvant être imposées sont décrites à l'article 9.5.7 du Règlement des études et peuvent inclure, sans y être limitées, à une réprimande consignée au dossier de l'étudiant, l'obligation de reprendre une activité pédagogique, l'attribution de la note E et le renvoi du programme d'études.

2.4 Échéancier des travaux

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

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3², 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 4.2.3³, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

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

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Les notes du cours seront disponibles sur la page Moodle du cours

²https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf

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

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 autoplégat, 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](#).