



Institut national
de la recherche
scientifique

PLAN DE COURS

Nom du cours :

Biotechnologie environnementale

Sigle du cours :

INRS-ETE - 415

Offert au trimestre :

Hiver 2024

Nombre de crédits :

3

Heure :	9h00-12h00	Date :	Les mercredis	Local :	Mode Hybride : présentiel (Local 2419) et/ou en ligne (par Zoom)
---------	------------	--------	---------------	---------	---

PROFESSEUR RESPONSABLE ET COORDONNÉES

Prof. Kokou Adjallé
Centre Eau Terre Environnement
490, rue de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9 CANADA
T 418 654-2610 / 819 384 6384
kokou.adjalle@inrs.ca

AUTRES PROFESSEURS PARTICIPANTS AU COURS, LE CAS ÉCHÉANT

Prof. Éric Peterson (INRS-ETE), Dr. Adama Ndao (INRS-ETE), Dr. Mathieu Drouin (INRS-ETE), Prof. Philippe Constant (INRS-AFSB), Prof. Éric Deziel (INRS-AFSB)

DESCRIPTION DU COURS

Ce cours a pour principal but de donner aux étudiant.e.s les informations et connaissances sur l'utilisation de la microbiologie appliquée dans le développement de bioprocédés industriels pour apporter des solutions biotechnologiques aux différentes problématiques environnementales. Le cours sera essentiellement orienté vers la valorisation des résidus/déchets municipaux, industriels et agroalimentaires en produits à valeur ajoutée (bioénergie, biopesticides, enzymes, biosurfactants, etc.) dans un contexte d'économie circulaire. Ce cours permettra aux étudiant.e.s d'obtenir les connaissances de base sur les différentes étapes, et principes généraux de la biotechnologie appliqués dans un contexte environnemental en utilisant les résidus comme matière première, et avec un concept de zéro déchet.

OBJECTIFS DU COURS

À la fin de ce cours, les étudiant.e.s devraient:

1. Comprendre ce qu'est la microbiologie industrielle et son importance dans la biotechnologie environnementale.
2. Connaître les différentes étapes des bioprocédés industriels en biotechnologie: (a) procédés en amont (prétraitement), (b) production par fermentation aérobie et anaérobie, et (c) procédés en aval (de la fermentation), ainsi que leurs importances (rendement et coût) dans la valeur des produits finis.
3. Savoir l'importance de l'étape de mise à l'échelle (expériences au laboratoire à petits volumes vers l'échelle pilote et commerciale).
4. Avoir des informations et connaissances de base pour monter un projet de recherche ou d'entreprises afin d'apporter des solutions biotechnologiques aux problématiques environnementales.

CONTENU DU COURS

Cours 1. 10 janvier	Présentation du cours et introduction de la biotechnologie <ul style="list-style-type: none">✓ Introduction et organisation du cours✓ Formation des groupes pour la conception de projets d'études✓ Définition de la microbiologie et bioprocédés industrielle✓ Environnement : Définition, pollution et problématique✓ Description sommaire des grandes étapes et des principes généraux des bioprocédés industriels appliqués à l'environnement.	Prof. Kokou Adjallé
Cours 2. 17 janvier	Milieux de culture et paramètres de fermentation <ul style="list-style-type: none">✓ Milieux de culture optimaux✓ Principes de formulation de nouveaux milieux de cultures✓ Stratégies de faire des rejets/résidus un bon milieu de culture✓ Milieux de culture alternatifs et prétraitements	Prof. Kokou Adjallé
Cours 3. 24 janvier	Cinétique microbienne et modes/technologies de fermentation <ul style="list-style-type: none">✓ Cinétique microbienne de fermentation✓ Objectif de fermentation microbienne (échelle de laboratoire)✓ Conception physique d'un bioréacteur/fermenteur✓ Modes et technologies de fermentation	Prof. Kokou Adjallé
Cours 4. 31 janvier	Procédé en aval de la production et formulation <ul style="list-style-type: none">✓ Importance et place en biotechnologie industrielle✓ Choix des procédés en aval et différentes techniques utilisées✓ Formulations (choix et sélection des additifs par rapport aux ingrédients actifs)	Prof. Kokou Adjallé
Cours 5. 14 février	Biotechnologie industrielle : Exemple de production des bioproduits à valeur ajoutée (enjeux, défis et avantages pour l'environnement) <ul style="list-style-type: none">✓ Production des biopesticides à partir des milieux résiduels✓ Production de bioéthanol lignocellulosiques✓ Production des bioplastiques à partir des milieux résiduels	Prof. Kokou Adjallé Dr. Adana Ndao

Cours 6. 21 février	Biotechnologie environnement : Utilisation des potentiels des microorganismes pour résoudre des problématiques environnementales <ul style="list-style-type: none"> ✓ Traitement biologique des eaux usées ✓ Digestion anaérobie des boues d'épuration (Biométhanisation) ✓ Traitement biologique des sols contaminés ✓ Traitement biologique de l'air contaminé 	Prof. Kokou Adjallé,
Cours 7. 28 février	Mise en échelle des bioprocédés industriels Cours et visite du Laboratoire de biotechnologie environnementale (LBE) de l'INRS-ETE	Prof. Kokou Adjallé Dr. Mathieu Drouin
Cours 8. 06 mars	Bioconversion de CO₂ et de résidus organiques en protéines microbiennes <ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilisation anaérobie du carbone : CO₂, méthane et biomasse 	Prof. Eric Peterson
Cours 9. 13 mars	Mise au point sur les projets de groupe. Rencontre avec les étudiants sur l'état d'avancement de leurs travaux de groupe	Prof. Kokou Adjallé
Cours 10. 20 mars	Coculture ou fermentation à culture mixte. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Avantage et inconvénients par rapport au culture pure ✓ Différentes applications 	Prof. Éric Deziel
Cours 11. 27 mars	Fermentation solide <ul style="list-style-type: none"> ✓ Concepts de stœchiométrie des nutriments façonnant les réseaux trophiques ✓ Approches émergentes en ingénierie des communautés microbiennes ✓ Relation étroite entre les conditions de fermentation (substrat, amendements), et la structure et fonction des communautés microbiennes 	Prof. Philippe Constant
Cours 12. 03 avril	Conférence : Commercialisation des bioproduits issus de la bioéconomie canadienne : tendances et cas de succès.	Dr. Anis Ben Amor
Cours 13. 10 avril	Examen écrit en présentiel (60% de la note).	Prof. Kokou Adjallé
Cours 14. 17 avril	Examen Oral - présentation des projets d'étude/entreprise en biotechnologie environnementale par les groupes de travail (40% de la note)	Prof. Kokou Adjallé

MATÉRIEL DIDACTIQUE ET APPROCHES PÉDAGOGIQUES

- Notes et capsules de cours (pdf, PowerPoint, mp4) accessibles par Moodle
- Exposés magistraux donnés sous forme de narration PowerPoint
- Exercices, études de cas et discussions

ÉVALUATION

L'évaluation comprendra deux composantes :

- Un examen écrit avec accès aux documents du cours.
- Travail de groupe et/ou individuel : Identifier une problématique environnementale et proposer des procédés biotechnologiques pour apporter une solution, et si possible dans un concept d'économie circulaire.
-
- Barème :

Cote	Équivalence
A+	90 - 100
A	85 - 89
A-	80 - 84
B+	77 - 79
B	73 - 76
B-	70 - 72
C+	65 - 69
C	60 - 64
E	≤ 59

Pour plus de détails:

[Politique d'intégrité en recherche:](http://www.inrs.ca/sites/default/files/inrs/politiques_procedures_reglements/Politique_IntegriteRecherche%20_VersionFinale.pdf)

(http://www.inrs.ca/sites/default/files/inrs/politiques_procedures_reglements/Politique_IntegriteRecherche%20_VersionFinale.pdf)

[Intégrité en recherche : Guide pour les étudiants:](http://www.inrs.ca/sites/default/files/etudier_inrs/etudiants_actuels/INRS_Guide_de_letudiant_Integrite_Recherche.pdf)

(http://www.inrs.ca/sites/default/files/etudier_inrs/etudiants_actuels/INRS_Guide_de_letudiant_Integrite_Recherche.pdf)

CONSIGNES RELATIVES AUX RETARDS DES TRAVAUX ET ABSENCE À UN EXAMEN

Lorsqu'un travail est remis après la date d'échéance, l'étudiant.e perd 5% de point par jour de retard. Les jours de fin de semaine sont comptés comme des jours de semaine. En cas d'absence à l'examen écrit prévu dans le plan du cours, l'étudiant.e a la responsabilité de m'aviser, ainsi que de fournir une pièce justificative valable dans un délai de 10 jours. Sans pièce justificative, l'évaluation ne pourra pas être repris, et la note est zéro.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Toutes les informations relatives au cours seront mises dans Moodle. Les diapositives de chaque cours seront mises dans Moodle avant ou après le cours, selon les intervenants. Cependant, il faut surveiller vos courriels dans les 24 ou 48 heures précédant le cours au cas où il y aura certains changements de dernières minutes (cours uniquement en présentiel, cours uniquement en ligne, etc.)

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Vous trouverez les références bibliographiques de chaque cours à la fin des diapositives du cours en question.