

## PLAN DE COURS

**Nom du cours :**

Écotoxicologie dans un monde en changement

**Sigle du cours :**

ETE410

**Offert au trimestre :**

Hiver 2024

**Nombre de crédits :**

3

<b>Heure :</b>	9h à 12h	<b>Date :</b>	Mardis	<b>Local :</b>	<b>2419</b>
----------------	----------	---------------	--------	----------------	-------------

**PROFESSEUR RESPONSABLE ET COORDONNÉES**Prof. Anne Crémazy; [anne.cremazy@inrs.ca](mailto:anne.cremazy@inrs.ca)**AUTRES PROFESSEURS PARTICIPANTS AU COURS, LE CAS ÉCHÉANT**

Profs. Valérie Langlois, Claude Fortin, Louise Hénault-Ethier et Jean-François Blais

**DESCRIPTION DU COURS**

Ce cours couvre les différentes catégories de contaminants, tant inorganiques qu'organiques. Les sources de ces contaminants seront abordées, dont les nouveaux vecteurs tels que les produits de soins personnels et les nanoparticules. Nous passerons en revue comment les contaminants entrent en contact avec les organismes vivants et comment ils traversent les barrières biologiques. Les facteurs environnementaux et leurs rôles dans la biodisponibilité des contaminants seront examinés. Ce cours permettra également aux étudiantes et étudiants de se familiariser avec les effets de ces contaminants sur la santé des organismes vivants. Ce cours explorera plus particulièrement les mécanismes d'action des produits chimiques et la complexité des réponses physiologiques chez le biote. Des avancées récentes seront présentées pour plusieurs thématiques, incluant : mutagenèse, bioaccumulation, perturbations du système endocrinien, stress oxydatif, toxicologie du développement et de la reproduction. Les étudiantes et étudiants vont se familiariser avec les approches classiques de l'écotoxicologie par bioessais et par biomarqueurs, et apprendront à évaluer la qualité des articles scientifiques et de presse en lien avec l'écotoxicologie ainsi qu'à se familiariser avec les méthodes utilisées pour développer des critères de qualité de l'eau et du sol. Les méthodes existantes de traitement de ces contaminants à partir de différentes matrices environnementales seront également abordées.

## OBJECTIFS DU COURS

Ce cours vise à permettre à l'étudiante et à l'étudiant d'acquérir les bases de l'écotoxicologie. Les connaissances acquises lui permettront de comprendre la littérature sur les contaminants organiques et inorganiques en milieu aquatique et terrestre. Les étudiantes et étudiants seront en mesure de jeter un regard critique sur les facteurs influençant l'exposition et les effets des contaminants.

## CONTENU DU COURS

Voir tableau ci-joint.

## MATÉRIEL DIDACTIQUE ET APPROCHES PÉDAGOGIQUES

Les étudiantes et étudiants seront exposés à la matière par une variété d'approches incluant du matériel de lecture, des exercices pratiques synchrones et asynchrones et des présentations Powerpoint où les étudiantes et étudiants pourront pousser les discussions sur les concepts plus complexes. De plus, des membres du personnel du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec participeront à des présentations synchrones afin de familiariser les étudiantes et étudiants avec les contraintes de l'application de critères de qualité de l'environnement au Québec.

## ÉVALUATION

Au début du cours, les étudiantes et étudiants feront la critique d'un exemple d'article scientifique en écotoxicologie en groupe, ensuite les étudiantes et étudiants devront faire eux-mêmes l'examen critique d'un article en devoir (15% de la note finale) qui sera donné par la professeure (voir les dates dans le tableau ci-dessous). De plus, chaque étudiante et étudiant devra présenter et commenter un article de presse de leur choix portant sur une étude scientifique en écotoxicologie ou sujets connexes (20% de la note finale). Un rapport de travail de laboratoire vaudra 10% de la note finale. Enfin, chaque étudiante et étudiant se verra confier un « article vedette » qu'il aura à présenter et à commenter. Les présentations auront lieu le 16 avril (environ 20 minutes par présentation + une période de questions de 10-15 minutes). L'évaluation portera sur le niveau de compréhension de l'article, la qualité de l'analyse critique, la qualité du contenu de la présentation et la qualité des réponses aux questions (40% de la note finale) et la qualité du support visuel comptera pour 5%. La participation en cours vaudra 10% de la note finale.

Barème de notation du cours :

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	< 60

**Pour plus de détails:**

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

([http://www.inrs.ca/sites/default/files/inrs/politiques\\_procedures\\_reglements/Politique\\_IntegriteRecherche%20VersionFinale.pdf](http://www.inrs.ca/sites/default/files/inrs/politiques_procedures_reglements/Politique_IntegriteRecherche%20VersionFinale.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](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**

Toute raison pour retards ou absence à une activité pondérée doit être motivée avant la date d'échéance avec la responsable du cours.

#### **INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES**

Veuillez-vous référer au tableau ci-dessous pour les dates et les heures exactes.

#### **BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE**

**Campbell, Hodson, Welbourn, Wright (2022) Ecotoxicology. Cambridge UPress, 576p. (PRINCIPAL)**  
 Luoma et Rainbow 2008. Metal Contamination in Aquatic Environments. Cambridge UPress, 573p.  
 Newman 2010. Fundamentals of Ecotoxicology. CRC Press, 541p.  
 Pelletier, Campbell et Denizeau 2004. Écotoxicologie moléculaire. Principes fondamentaux et perspectives de développement. Presses de l'Université du Québec, 500p.  
 Van Coillie 2011. Écotoxicologie générale et appliquée. Télé-université. 552p.  
 Walker CH, Sibly RM, Hopkin SP and Peakall (2012) Principles of Ecotoxicology. 4th Edition. CRC. FL, USA. 360 pages.  
 Wood, Farrell et Brauner 2012. Fish Physiology: Homeostasis and Toxicology of Essential Metals. Vol 31A-Fish Physiology. Academic Press, 520p.  
 Wood, Farrell et Brauner 2012. Fish Physiology: Homeostasis and Toxicology of Non-Essential Metals. Vol 31B-Fish Physiology. Academic Press, 528p.  
 Wright et Welbourn 2002. Environmental Toxicology. Cambridge University Press, 630p.

<b>Horaire 2024</b>	<b>Sujets abordés</b>	<b>Professeur.e.s</b>
9 janvier 9 à 12 h	<p><b>Introduction à l'écotoxicologie.</b> Introduction à l'écotoxicologie, concept de la relation dose-réponse et tests biologiques effectués avec les contaminants (ex. : bioessais).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> <li>○ Comment lire et critiquer un article scientifique?</li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lire l'article exemple pour la discussion du <b>16 janvier</b></li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy
16 janvier 9 à 12 h	<p><b>Devenir des contaminants dans l'environnement et les organismes</b> Sources, transport, distribution des contaminants dans l'environnement; prise en charge et devenir des contaminants dans les organismes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> <li>○ <b>Activité</b> : Faire la critique de l'article-exemple en grand groupe.</li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lire et faire la critique de l'article dû le <b>30 janvier</b> (15%)</li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy
23 janvier 9 à 12 h	<p><b>Mécanismes de toxicité et facteurs influençant la toxicité</b> Mécanismes d'action des composés chimiques et les réponses physiologiques complexes chez le biote. Les facteurs influençant la toxicité seront aussi présentés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy
30 janvier 9 à 12 h	<p><b>Surveillance et analyse du risque environnemental.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>À faire avant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Devoir à remettre par courriel (Critique d'article)</li> </ul> </li> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> <li>○ <b>Activité</b> : Discuter de l'article en grand groupe.</li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Choix des articles à présenter pour <i>La Science dans les médias</i> (20%)</li> <li>○ Choix de l'article à présenter pour la fin de la session (45%)</li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy
6 février	<b>Semaine de lecture</b>	
13 février 9 à 12 h	<p><b>Source, exposition et effets des métaux chez les micro-organismes</b> Bases des modèles de l'ion libre et du ligand biotique ; exemples chez le phytoplancton</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Visionner les capsules vidéo TELUQ</li> </ul> </li> </ul>	C. Fortin
20 février 9 à 12 h	<p><b>Effets des métaux chez les micro-organismes</b> Exemples de résultats de travaux de laboratoire et de terrain.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> </ul> </li> </ul>	C. Fortin
27 février 9 à 12 h	<p><b>Les pesticides au Canada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> </ul> </li> <li>○ <b>À faire après le cours</b></li> </ul>	L. Hénault-Ethier

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Choix et lecture d'un article synthèse parmi un groupe de 10 articles présélectionnés (JF Blais).</li> <li>○ Préparer sa présentation orale pour <i>La Science dans les médias</i></li> </ul>	
5 mars 9 à 12 h	<p><b>Traitements des contaminants dans l'eau (9h-10h30)/ Sciences dans les médias (10h30-12h)</b> Performance des procédés usuels et potentiel des nouvelles technologies pour l'élimination des perturbateurs endocriniens lors du traitement des eaux usées</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>À faire avant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Choix et lecture d'un article synthèse parmi un groupe de 10 articles présélectionnés.</li> <li>○ Préparer sa présentation orale pour <i>La Science dans les médias</i></li> </ul> </li> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et présentation des articles synthèses par les étudiantes et étudiants et discussion en groupe (JF Blais).</li> <li>○ Présentations pour <i>La Science dans les médias</i> (A. Crémazy)</li> </ul> </li> </ul>	JF Blais A Crémazy
12 mars 9 à 12 h	<p><b>Perturbateurs endocriniens</b> Certains contaminants (ex. : pesticides, produits pharmaceutiques, produits personnels domestiques, etc.) ont été classifié comme étant des perturbateurs endocriniens. Des notions de bases sur le système endocrinien et une panoplie d'exemples seront présentés.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cours et réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> </ul> </li> </ul>	V. Langlois
19 mars 9 à 12 h	<p><b>Visite du Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) dans notre cours.</b> Imad Aharchaou et Abigaëlle Dalpé-Castilloux du MELCCFP vont présenter comment le gouvernement provincial performe une analyse du risque écotoxicologique en milieux aquatiques. Leur présentation sera suivie d'une activité de groupe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Présentation donnée par le Ministère</li> <li>○ Réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> <li>○ <b>Activité:</b> Établir les critères de seuil en sous-groupes suivi d'une discussion en grand groupe.</li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy
26 mars 9 à 12 h	<p><b>Visite au Centre d'expertise d'analyses environnementales du Québec (CEAEQ).</b> Éloïse Veilleux nous fera visiter les locaux du CEAEQ et nous présentera comment fonctionne l'évaluation des effets des contaminants et les tests de toxicité en laboratoire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>À faire avant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Lecture :</b> Documents donnés par le CEAEQ.</li> </ul> </li> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Présentation donnée par le Ministère</li> <li>○ Réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lire le protocole du laboratoire pour le 2 avril</li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy
2 avril 9 à 12 h	<p><b>Laboratoire : test de toxicité aigu</b> Réaliser un test de toxicité aigu avec <i>D. magna</i> et un herbicide</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>À faire avant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Lecture :</b> Lire le protocole du laboratoire.</li> </ul> </li> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Activité :</b> réaliser un test de toxicité aigu avec <i>D. magna</i></li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Devoir :</b> Rédiger un rapport de laboratoire (10%).</li> </ul> </li> </ul>	A. Crémazy

<p>9 avril 9 à 12 h</p>	<p><b>La pollution plastique dans les eaux naturelles</b> Types de plastiques, sources et devenir dans l'environnement, effets chez les organismes aquatiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendant le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Réponses à vos questions (R&amp;Q)</li> <li>○ <b>Activité</b> : quantifier des microplastiques dans les échantillons environnementaux</li> </ul> </li> <li>• <b>À faire après le cours</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Préparer sa présentation orale sur son article vedette pour le 16 avril.</li> </ul> </li> </ul>	<p>A. Crémazy</p>
<p>16 avril 9 à 12 h</p>	<p><b>Présentations des articles vedettes :</b> Présentations des étudiantes et étudiants et questions.</p> <p><b>Documents dus:</b> Remettre une copie électronique de sa présentation orale. La présentation sera évaluée comme suit : compréhension de l'article, la qualité de la critique, la qualité du contenu de la présentation et la qualité des réponses aux questions (40% de la note finale) et la qualité du support visuel comptera pour 5% de la note finale.</p>	<p>Tous</p>