

## PLAN DE COURS

**Nom du cours :**

Traitement des eaux pour la production d'eau potable

**Sigle du cours :**

ETE411

**Offert au trimestre :**

Hiver 2024

**Nombre de crédits :**

3

<b>Heure :</b>	9h à 12h	<b>Date :</b>	Mercredi 10 janv. au 24avril	<b>Local :</b>	2416
----------------	----------	---------------	---------------------------------	----------------	------

**PROFESSEUR RESPONSABLE ET COORDONNÉES**

Patrick Drogui  
[patrick.drogui@inrs.ca](mailto:patrick.drogui@inrs.ca), 418-654-3119

**AUTRES PROFESSEURS PARTICIPANTS AU COURS, LE CAS ÉCHÉANT**

Cliquez ici pour taper du texte.

**DESCRIPTION DU COURS****Préambule**

Dans le domaine du traitement des eaux, les législations en vigueur évoluent vers une sévérité croissante aussi bien en ce qui concerne les concentrations en polluants que les charges. Le traitement des eaux représente donc un défi majeur auquel doivent inéluctablement faire face, les ingénieurs, les pouvoirs publics, les gestionnaires et les chargés de projets et la communauté scientifique. Ils doivent effectuer des choix sanitaires adéquats pour améliorer la qualité des eaux traitées. Le traitement des eaux doit être étudié avec attention au cas par cas afin de proposer des traitements appropriés de sorte à satisfaire les normes de potabilité. D'une façon générale, l'efficacité des traitements varie en fonction de la concentration du polluant cible, de la concentration des autres substances l'accompagnant et de la forme sous laquelle les composés se présentent. Le polluant cible peut être solidement enrobé dans une matrice minérale ou organique, adsorbé en surface ou sur des colloïdes ou combiné à une substance organique ou inorganique. Le choix d'une stratégie de traitement

nécessite une investigation propre à chaque type d'eau brute (nature de l'eau) et les facteurs externes qui peuvent intervenir (disposition des sous-produits issus du traitement, aspects économique, contexte légal, etc.). Ce cours peut être scindé en trois parties principales :

### **1<sup>re</sup> partie : Procédés physicochimiques unitaires du traitement**

La première partie de ce cours se propose de décrire quelques procédés chimiques, physiques et physico-chimiques couramment utilisés pour le traitement des eaux tout en indiquant de façon explicite les lois et principes fondamentaux utilisés pour la mise au point de ces procédés. Au nombre de ceux-ci (sans être exhaustif) se trouve : *i*) le modèle DLVO (Derjaguin, Landau, Verwey et Overbeed), lequel est utilisé pour la coagulation-floculation; *ii*) la loi de Stokes, le concept de la vitesse de Hazen et la théorie de Kynch, lesquelles théories sont utilisées pour décrire le processus de décantation de particules dans l'eau; *iii*) le modèle de Darcy, lequel permet de décrire la filtration en surface, en profondeur et à travers un tube poreux et *iv*) les isothermes de Langmuir et de Freundlich, lesquels permettent d'expliquer les phénomènes d'adsorption de particules sur un milieu filtrant.

### **2<sup>e</sup> partie : Oxydation et désinfection des eaux**

La deuxième partie de ce cours se propose premièrement, de décrire quelques systèmes chimiques et physiques de désinfection des eaux tout en indiquant les mécanismes réactionnels d'oxydation des polluants (composés inorganiques, organiques et germes pathogènes) susceptibles d'être présents dans l'eau. Au nombre des systèmes de désinfection, on peut citer les systèmes utilisant les réactifs chimiques (ex. halogènes et peroxydes), les systèmes de désinfection physiques (ex. rayons ultraviolets, ultrasons, membrane, etc.) et les systèmes de désinfection mixtes (ex. couplages  $O_3/UV$ ,  $H_2O_2/UV$ ,  $O_3/H_2O_2$ , etc.). Par la suite, quelques modèles mathématiques de prévision d'efficacité bactéricide sont énumérés, suivis de la présentation du mode d'action des agents bactéricide et des facteurs ou paramètre pouvant influencer l'activité bactéricide.

### **3<sup>e</sup> partie : Filière de traitement des eaux de surface et souterraine**

Une usine de traitement d'eau destinée à la consommation doit produire, en toutes circonstances, une eau répondant aux normes fixées dans chaque pays. L'eau brute utilisée pour la production d'eau potable peut avoir des caractéristiques très variables, notamment pour les eaux de surface. Pour faire face à ces variations, la conception de l'installation peut faire appel à plusieurs procédés qui ont été décrits dans la première et deuxième partie du cours. Il faut rechercher la combinaison la plus judicieuse possible de ces procédés, tant du point de vue technique (opération efficace et rendement épuratoire élevé) qu'au point de vue économique (minimiser les coûts d'investissement et de fonctionnement). Sont présentés dans cette troisième partie, des

exemples typiques de filières de traitement d'eau de consommation pouvant être utilisées et ce, en fonction des caractéristiques initiales de l'eau de brute.

#### OBJECTIFS DU COURS

L'objectif principal de ce cours est de présenter les moyens de base utilisés en traitement physico-chimique et désinfection des eaux tout en préconisant trois valeurs essentielles :

- i) Une ouverture permanente d'esprit,
- ii) le recul par rapport à la situation
- iii) un certain opportunisme devant toute problématique relative au traitement des eaux.

Après avoir vu les moyens de base du traitement des eaux, des cas spécifiques sont examinés. Des exemples concrets sont donnés. Suivant le degré de satisfaction et le désir exprimé par les étudiants, des transferts complémentaires de connaissances très pointues sur des sujets spécifiques suggérés par les étudiants pourront être envisagés.

À l'issue de ce cours, les étudiants seront à même d'aborder et de résoudre les problèmes liés à la contamination et au traitement des eaux auxquels ils seront confrontés et d'aiguiser leurs réflexes dans le sens du développement durable. Les étudiants seront également armés pour faire face à des dysfonctionnements existant dans les filières de traitement des eaux.

#### CONTENU DU COURS

Chapitre	Sujets abordés	Nombres d'heures / date
Chapitre #1	Normes de qualités; Coagulation, Flocculation	3h 10 janvier
Chapitre #2	Décantation et flottation; Choix des sujets de revue	3h 17 janvier
Chapitre #3	Filtration et adsorption	3h 24 janvier
Chapitre #4	Filtration membranaire	3h 31 janvier

Chapitre #5	Systèmes de désinfection chimiques	3h 14 février
Chapitre #6	Systèmes de désinfection physiques et systèmes de désinfection mixtes	3h 21 février
Chapitre #7	Mode d'action des agents bactéricides et modèles mathématiques de prévision d'efficacité bactéricide	3h 28 février
Chapitre #8	Filière de production d'eau potable	3h 6 mars
Chapitre #9	Séance de révision de l'ensemble des chapitres 1 à 8. <b>Travaux dirigés 1</b> : des exercices sous formes de travaux dirigés seront effectués en classe (cas pratique dans l'élaboration de la mise au point des filières de traitement des eaux en fonction des caractéristiques des eaux brutes; dimensionnement des ouvrages, etc.)	3h 13 mars
Chapitre # 10	<b>Travaux dirigés 2</b> : Des exercices sous forme de travaux dirigés seront effectués en classe.	3h 20 mars
Chapitre # 11	<b>Travaux dirigés 3</b> : Des exercices sous forme de travaux dirigés (ex. résolution de problèmes) seront effectués en classe.	3h 27 mars
	Visite d'usine de production d'eau potable et discussion en classe	3h 3 avril
	<b>Examen écrit</b>	3h 10 avril
	<b>Présentation orale 1</b> : Travaux à réaliser en groupe de deux à trois étudiants sur un sujet d'actualité en lien avec le traitement des eaux	3h 17 avril
	<b>Présentation orale 2</b> : Travaux à réaliser en groupe de deux à trois étudiants sur un sujet d'actualité en lien avec le traitement des eaux	3h 24 avril

<b>Total</b>	...	<b>45h</b>
--------------	-----	------------

### **MATÉRIEL DIDACTIQUE ET APPROCHES PÉDAGOGIQUES**

- Des notes de cours sont distribuées aux étudiants
- Des exposés magistraux sont effectués par le professeur Drogui
- Des exercices sous formes de travaux dirigés sont effectués en classe synchrone et asynchrone.
- Il est également prévu une visite virtuelle d'usines de production d'eau potable)

### **ÉVALUATION**

Les étudiants seront soumis à un examen de type objectif (question à choix multiples) d'une durée de 120 minutes. Cet examen compte pour 50 % de la note totale du cours.

Les étudiants forment des équipes de deux à trois personnes et doivent réaliser des investigations sur un sujet proposé. Les sujets sont proposés dans le cadre de la réalisation de rapport écrit. Un rapport présenté sous la forme d'un article revue (15 à 20 pages) doit être préparé en équipe. Ce rapport devrait contenir les sections suivantes : Résumé, introduction, notions théoriques, configuration technique et paramètres opératoires, analyse technico-économique, conclusions et perspectives, et références bibliographiques. Ce travail compte pour 50 % de la note totale du cours.

*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**

Cliquez ici pour taper du texte.

### **INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES**

Cliquez ici pour taper du texte.

### **BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE**

Degrémont (1989). *Mémento technique de l'eau*, 9<sup>e</sup> édition.

Desjardins R. (1990) Le traitement des eaux. Éditions de l'école polytechnique de Montréal.

Jnolivet J. P. (1994) *De la solution à l'oxyde, condensation des cations en solution aqueuse, Chimie des surfaces des oxydes*. Inter-édition, Paris

Doré M. (1989) *Chimie des oxydants et traitement des eaux*. Tec. Doc. Lav., Paris.

Doré M. et G. Martin (1982) Action des oxydants sur les substrats. In. " *Point sur l'épuration et le traitement des effluents.*" pp.67-101, Coordinateur G. Martin, Technique et Documentation (Lavoisier), Paris.