Régulation & procédés environnementaux

UE 65

Enseignant(s) responsable de l'UE : Thibaut D'HONDT
Autres enseignant·e·s de l'UE : Sophie LIEGEOIS

Année d'études	Bloc 5
Acronyme	TLU51REPRO
Nombre de crédits ECTS	11 (facteur de pondération)
Volume horaire	150 h (Q1 150 / Q2 0)
Période de l'année	Quadrimestre 1
Niveau du cycle	2e cycle
Cadre européen de certification	Niveau 7
Caractère dans le programme	Cours obligatoire dans le programme
Langue(s) d'enseignement	Français
Coordonnées du service	Campus d'Anderlecht, Avenue Émile Gryzon 1 (bât. 4C), 1070 Anderlecht
Mode d'évaluation	Unité évaluée en épreuves spécifiques par activité d'apprentissage
UE prérequises	Néant
UE corequises	Néant

Liste des activités d'apprentissage

Activité d'apprentissage	Volume horaire	ECTS	Présence obligatoire
TL51RENV Régulation environnementale	60	4	NON
TL51OUTEA Opérations unitaires du traitement des eaux	30	2	OUI
TL51OUTSEG Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux	30	2	NON
TL51LAAE Laboratoire d'analyses environnementales	30	3	OUI

Contribution de l'UE au profil d'enseignement du programme

- **RE01.1** ARES. 1.1 Intégrer les savoirs scientifiques et technologiques afin de faire face à la diversité et à la complexité des problèmes rencontrés
- **RE01.3** ARES. 1.3 Concevoir, développer et améliorer des produits, processus et systèmes techniques
- **RE01.4** ARES. 1.4 Modéliser, calculer et dimensionner des systèmes
- **RE01.5** ARES. 1.5 Sélectionner et exploiter les logiciels et outils conceptuels les plus appropriés pour résoudre une tâche spécifique
- **RE02** ARES. 2 Concevoir et gérer des projets de recherche appliquée
- **RE02.1** ARES. 2.1 Réunir les informations nécessaires au développement de projets de recherche
- **RE02.3** ARES. 2.3 Mener des études expérimentales, en évaluer les résultats et en tirer des conclusions
- **RE02.4** ARES. 2.4 Valider les performances et certifier les résultats en fonction des objectifs attendus
- **RE03** ARES. 3 Développer et appliquer les ressources techniques et technologiques liées au domaine de la chimie
- **RE03.1** ARES. 3.1 Rédiger, présenter, discuter, et argumenter des rapports techniques et expérimentaux, protocoles, synthèses bibliographiques, résultats d'analyses, bilans ou autres documents scientifiques.
- **RE03.2** ARES. 3.2 Sélectionner des matières premières et des matériaux, innover, améliorer, modéliser et schématiser des protocoles, modes opératoires, dispositifs d'analyse, des installations de production / séparation / purification / stockage / transfert.
- **RE03.4** ARES. 3.4 Connaitre et évaluer les risques liés à l'utilisation de produits chimiques.
- **RE04.1** ARES. 4.1 Planifier le travail en respectant les délais et contraintes du secteur professionnel

(sécurité ...)
- **RE04.3** ARES. 4.3 Travailler en autonomie et en équipe dans le respect de la culture d'entreprise
- **RE05** ARES. 5 Entreprendre et innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise

Autres connaissances ou compétences prérequises

Régulation environnementale

- **Connaissance et maitrise en Chimie :**
  - des règles de nomenclature,
  - des réactions acide-base (calcul de pH, préparation de solution tampon,...),
  - des équations d'oxydoréduction (détermination du nombre d'oxydation, équilibre d'une réaction,...),
  - des constantes d'équilibres (constante d'acidité, constante de complexation, constante réactionnelle,...),
  - de l'utilisation des standards internes,
  - de la classification des méthodes analytiques, des étapes d'une analyse (choix de la méthode, échantillonnage, préparation, analyse et interprétation des résultats), l'évaluation des mérites d'une technique (Sensibilité, Spécificité - Sélectivité, Exactitude, Précision, Zone de linéarité, Limite de détection et de quantification, Domaine dynamique linéaire) et des calculs d'incertitudes (instrumental et statistique),
  - des principes de la chromatographie (liquide et gaz), des grandeurs de rétention (temps de rétention, résolution, HEPT, efficacité,...), des termes de l'équation de Van Deemter, des systèmes d'injections (manuel, automatique, boucle d'injection, split, splitless et on-column), des détecteurs FID et TCD,
  - des électrodes (indicatrice, de référence et auxiliaire),
  - des techniques potentiométriques, électrogravimétriques, coulométriques, électrogravimétriques, analyse coulométriques et ampérométriques,
  - de la loi de Beer-Lambert (limitations chimique, physique et chimique), fluorescence, SAM, SAAF, SAEF (principe + sources lumineuses, matériel optique et détecteurs, élargissement des raies (effet Doppler, Lorentz et Stark) et interférences spectrales.
- **Maitrise en Mathématique :**
  - des règles de proportionnalité, système métrique, utilisation de machines à calculer,
  - de la construction et la lecture d'un graphique, résolution et mise en graphique d'équation du 1er degré,
  - de la résolution d'un système de 2 équations à 2 inconnues,
  - des propriétés des exposants, fonctions logarithme et exponentielle.
- **Maitrise en Informatique :**
  - de l'utilisation d'un logiciel de traitement de données (type "Excel" ; écart- type, régression linéaire et fonctions statistiques),
  - de l'utilisation d'un logiciel de traitement de texte (type "Word").Connaissance et maitrise de la chimie analytique de base (réactions acide-base, rédox, complexométrie,.....)et des méthodes analytiques non instrumentales (volumétrique et gravimétrique) et instrumentales(GC-FID, GC-TCD, LC, SAAF, SAM, SEAF, Flu et potentiométrie).

Opérations unitaires du traitement des eaux

Mathématiques, Phénomènes de transport et Opérations unitaires du Génie Chimique.

Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux

Mathématiques, Phénomènes de transport et Opérations unitaires du Génie Chimique.

Laboratoire d'analyses environnementales

- **Connaissance et maitrise en Chimie :**
  - des règles de nomenclature,
  - des réactions acide-base (calcul de pH, préparation de solution tampon,...),
  - des équations d'oxydoréduction (détermination du nombre d'oxydation, équilibre d'une réaction,...),
  - des constantes d'équilibres (constante d'acidité, constante de complexation, constante réactionnelle,...),
  - de l'utilisation des standards internes,

    - de la classification des méthodes analytiques, des étapes d'une analyse (choix de la méthode, échantillonnage, préparation, analyse et interprétation des résultats), l'évaluation des mérites d'une technique (Sensibilité, Spécificité - Sélectivité, Exactitude, Précision, Zone de linéarité, Limite de détection et de quantification, Domaine dynamique linéaire) et des calculs d'incertitudes (instrumental et statistique),
    - des principes de la chromatographie (liquide et gaz), des grandeurs de rétention (temps de rétention, résolution, HEPT, efficacité,...), des termes de l'équation de Van Deemter, des systèmes d'injections (manuel, automatique, boucle d'injection, split, splitless et on-column), des détecteurs FID et TCD,
    - des électrodes (indicatrice, de référence et auxiliaire),
    - des techniques potentiométriques, électrogravimétriques, coulométriques, électrogravimétriques, analyse coulométriques et ampérométriques,
    - de la loi de Beer-Lambert (limitations chimique, physique et chimique), fluorescence, SAM, SAAF, SAEF (principe + sources lumineuses, matériel optique et détecteurs, élargissement des raies (effet Doppler, Lorentz et Stark) et interférences spectrales.
- **Connaissance et maitrise des méthodes analytiques non instrumentales (volumétrique et gravimétrique):**
    - utilisation du matériel de laboratoire (burette, matras, balance analytique,...),
    - choix d'un indicateur,
    - calibration et utilisation d'un pH mètre,
    - réalisation de prises par double pesée,
    - réalisation de pesée à poids constant.
- **Connaissance et maitrise des méthodes analytiques instrumentales :**
    - Chromatographie (GC-FID, GC-TCD, IC et HPLC),
    - Spectroscopie (SAM, SAAF, SEAF et Fluorimétrie).
- **Maitrise en Mathématique :**
    - des règles de proportionnalité, système métrique, utilisation de machines à calculer,
    - de la construction et la lecture d'un graphique, résolution et mise en graphique d’équation du 1er degré,
    - de la résolution d’un système de 2 équations à 2 inconnues,
    - des propriétés des exposants, fonctions logarithme et exponentielle.
- **Maitrise en Informatique :**
    - de l'utilisation d’un logiciel de traitement de données (type "Excel" ; écart- type, régression linéaire et fonctions statistiques),
    - de l'utilisation d'un logiciel de traitement de texte (type "Word").

Descriptif des objectifs et des contenus de l'UE

Régulation environnementale

Objectifs

Pouvoir expliquer les techniques d'analyses vues en cours ainsi que les avantages/inconvénient/limitations de ces techniques, les solutions mise en place pour limiter les interférences et améliorer les résultats.

Contenu

Cours transmissif et débat/discussion sur des enjeux écologiques

Opérations unitaires du traitement des eaux

Objectifs

Présenter les principes et les différentes opérations unitaires du traitement des eaux usées et des boues d’épuration.

Contenu

1. Généralités, cycle de l’eau et types d’eau 2. Caractérisation des eaux 3. Introduction au traitement des eaux et prétraitements 4. Traitement primaire 5. Traitement secondaire 6. Traitement des boues d’épuration.

Visites d'usine (obligatoires)

Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux

Objectifs

Présenter le principe et les différentes opérations de traitement et de gestion des sols pollués.
Présenter le principe et les différentes opérations de traitement des effluents gazeux industriels.

Contenu

Traitement des sols pollués 1. Généralités sur les sols. 2. Législation des sols pollués en Région Bruxelles Capitale. 3. Généralités et prétraitements des sols pollués. 4. Traitements thermiques 5. Traitements physiques. 6. Traitements biologiques. 7. Traitements physiques.

Traitement des effluents gazeux 1. Généralités. 2. Dépoussiérage. 3. DeNOx. 4. DeSOx. 5. DeCOV

Laboratoire d'analyses environnementales

Objectifs

Établir le protocole complet d'une procédure d’échantillonnage en vue de quantifier un ou plusieurs analytes (en incluant la validation de la technique d'analyse)

Contenu

Participation à un des projets de recherche en cours au sein du laboratoire

Activités et méthodes d'apprentissage et d'enseignement

Régulation environnementale

Présentation Power-Point en parallèle avec des études de cas.

Opérations unitaires du traitement des eaux

Cours ex-cathedra (présentation powerpoint et vidéos). Résolution d'exercices de dimensionnement.

Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux

Notes de cours (présentation powerpoint) et vidéos.

Laboratoire d'analyses environnementales

Présentations des différentes techniques d’échantillonnage

Acquis d'apprentissage sanctionnés, spécifiques et contribuant à l'UE

Régulation environnementale

Réaliser un projet portant sur l'adaptation des méthodes analytiques à un cas réel. - Rédiger un protocole complet, compréhensible et utilisable par autrui en l'état. - Organiser le travail selon un planning prédéfini. - Être capable d'analyser de manière critique les résultats et de s'assurer de leur validité. - Communiquer les

informations et les résultats nécessaires à la réalisation de diverses manipulations. - Rédiger un rapport dans le strict respect des consignes et dans les délais prévus (planning) , en intégrant toutes les informations utiles à la compréhension du dit rapport.

Opérations unitaires du traitement des eaux

- Caractériser, par les grandeurs appropriées, la pollution d'une eau résiduaire urbaine. - Expliquer le principe général et la technologie des opérations unitaires de traitement physique, chimique et biologique des eaux usées urbaines et des boues d'épuration.
- Dimensionner les principaux ouvrages de traitement des eaux usées pour atteindre les rendements épuratoires attendus. - Retracer le flow-sheet complet d'une station d'épuration des eaux usées.

Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux

- Expliquer le principe général et la technologie des procédés de traitement physique, chimique, thermique et biologique des sols pollués et des effluents gazeux industriels.
- Proposer, ayant connaissance de l'état de pollution d'un site industriel, les solutions les plus adaptées pour assainir le site ou empêcher la pollution de se propager.

Laboratoire d'analyses environnementales

L'étudiant sera capable de maîtriser les techniques analytiques classiquement utilisé en laboratoire.

Description des supports de cours indispensables

Description	Accès à la source	URL
Opérations unitaires du traitement des eaux : Notes de cours (présentation powerpoint) et vidéos. Notes de visites.	Ce support de cours est disponible sur le campus numérique	—
Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux : Notes de cours (présentation powerpoint) et vidéos.	Ce support de cours est disponible sur le campus numérique	—
Régulation environnementale : Présentation reprenant les informations vues en cours	Ce support de cours est disponible sur le campus numérique	Lien

Description des références et des supports complémentaires

Description	Accès à la source	URL
Régulation environnementale : « Analyse chimique quantitative de Vogel », Menham, Denney, Barnes et Thomas, Dunod, 2005	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Régulation environnementale : « Analyse chimique", Rouessac et Dunod, 2004.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Régulation environnementale : « Electrochimie : des concepts aux applications », Miomandre, Sadki, Audebert et Méallet-Renault, De boeck, 2006.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Régulation environnementale : « Principes d'analyse instrumentale », Skoog, Holler et Nieman, De Boeck, 2003.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—

Laboratoire d'analyses environnementales : « Analyse chimique quantitative de Vogel », Menham, Denney, Barnes et Thomas, Dunod, 2005	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Laboratoire d'analyses environnementales : « Analyse chimique", Rouessac et Dunod, 2004.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Laboratoire d'analyses environnementales : « Basic concepts of analytical chemistry », S.M. Khopkar, New Age Science, 2009.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Laboratoire d'analyses environnementales : « Chimie analytique », Skoog, West, Holler et Crouch, De Boeck, 2014.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Laboratoire d'analyses environnementales : « Electrochimie : des concepts aux applications », Miomandre, Sadki, Audebert et Méallet-Renault, De boeck, 2006.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Laboratoire d'analyses environnementales : « Principes d'analyse instrumentale », Skoog, Holler et Nieman, De Boeck, 2003.	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Opérations unitaires du traitement des eaux :	Ce support de cours est disponible sur le campus numérique	—

Mode d'évaluation et de pondération par activité au sein de l'UE

Cette unité d'enseignement est évaluée en épreuves spécifiques par activité d'apprentissage.

Méthode d'intégration :

- Si aucune des notes des différentes AA qui composent l'UE ne se situe en deçà de 8/20, c'est la technique de la moyenne arithmétique pondérée qui est appliquée.
- Si la note d'une ou plusieurs AA composant une UE se situe en deçà de 8/20, la note finale de l'UE correspondra à la plus mauvaise des notes reçues.

Janvier			
Régulation environnementale — méthode d'intégration : 40 %			
Examen écrit	100 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
Opérations unitaires du traitement des eaux — méthode d'intégration : 20 %			
Examen écrit	100 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Les visites sont obligatoires. Les étudiants ayant plus de 25% d'absences aux visites ne peuvent répondre aux questions y afférentes.			
Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux — méthode d'intégration : 20 %			
Examen écrit	100 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Laboratoire d'analyses environnementales — méthode d'intégration : 20 %			
Évaluation continue	20 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
Travaux hors session	60 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
Examen oral	20 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
1h/groupe **Évaluation continue :** L'évaluation continue **n'est pas remédiable** étant donné qu'elle concerne des activités qui ne peuvent pas faire l'objet d'une nouvelle évaluation. Elle reprend (1) la qualité des préparations de laboratoire, (2) la pertinence des recherches réalisées pour mettre en place le mode opératoire, (3) le respect des règles de sécurité, (4) le respect des bonne pratique de laboratoire, (5) le choix des volumes et masses de prises et (6) la justesse des réponses aux questions posées pendant les séances de laboratoire. **Remise de travaux Hors Session :** Il s'agit d'un rapport de laboratoire à remettre au plus tard une semaine après la dernière manipulation. Ce rapport regroupe l'ensemble des résultats obtenus pendant le laboratoire. Il respecte la structure d'un rapport de laboratoire (introduction, principe des méthodes et de la techniques d'analyse, résultats expérimentaux interprété et discutés, et perspectives/conclusions), les normes rédactionnelles (renvoi de figure, respect des chiffres significatifs, mise en forme et mise en page adaptée, bibliographie,...). **Examen oral :** Pendant la session, le groupe réalise une présentation orale du laboratoire. Cette présentation de groupe (~30min) rappel le principe et le fonctionnement de la méthode, reprend les résultats les plus pertinents et défend l'interprétation de ces derniers. Chaque étudiant du groupe sera ensuite interrogé sur des éléments plus spécifique en lien avec la manipulation (demande de justification des conditions opératoires, demande de précisions sur l'interprétation d'un résultat, demande de précision sur l'obtention d'un résultat, ...)			

Août			
Régulation environnementale — méthode d'intégration : 40 %			
Examen écrit	100 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
Opérations unitaires du traitement des eaux — méthode d'intégration : 20 %			
Examen écrit	100 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Les visites sont obligatoires. Les étudiants ayant plus de 25% d'absences aux visites ne peuvent répondre aux questions y afférentes.			
Opérations unitaires du traitement des sols et des effluents gazeux — méthode d'intégration : 20 %			
Examen écrit	100 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Laboratoire d'analyses environnementales — méthode d'intégration : 20 %			
Évaluation continue	20 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
Travaux durant la session	60 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
Examen oral	20 %	Type de questions : Questionnaire mixte (combinaison de plusieurs types de questions différentes)	Examen à livre : Livre fermé
1h/groupe **<u>Évaluation continue :</u>** L'évaluation continue **n'est pas remédiable** étant donné qu'elle concerne des activités qui ne peuvent pas faire l'objet d'une nouvelle évaluation. Elle reprend (1) la qualité des préparations de laboratoire, (2) la pertinence des recherches réalisées pour mettre en place le mode opératoire, (3) le respect des règles de sécurité, (4) le respect des bonne pratique de laboratoire, (5) le choix des volumes et masses de prises et (6) la justesse des réponses aux questions posées pendant les séances de laboratoire. **<u>Remise de travaux Hors Session :</u>** Il s'agit d'un rapport de laboratoire à remettre au plus tard une semaine après la dernière manipulation. Ce rapport regroupe l'ensemble des résultats obtenus pendant le laboratoire. Il respecte la structure d'un rapport de laboratoire (introduction, principe des méthodes et de la techniques d'analyse, résultats expérimentaux interprété et discutés, et perspectives/conclusions), les normes rédactionnelles (renvoi de figure, respect des chiffres significatifs, mise en forme et mise en page adaptée, bibliographie,...). **<u>Examen oral :</u>** Pendant la session, le groupe réalise une présentation orale du laboratoire. Cette présentation de groupe (~30min) rappel le principe et le fonctionnement de la méthode, reprend les résultats les plus pertinents et défend l'interprétation de ces derniers. Chaque étudiant du groupe sera ensuite interrogé sur des éléments plus spécifique en lien avec la manipulation (demande de justification des conditions opératoires, demande de précisions sur l'interprétation d'un résultat, demande de précision sur l'obtention d'un résultat, ...)			