Chimie analytique II

UE 32

Enseignant(s) responsable de l'UE : Thibaut D'HONDT

Année d'études	Bloc 3
Acronyme	TLU33CHI
Nombre de crédits ECTS	10 (facteur de pondération)
Volume horaire	165 h (Q1 105 / Q2 60)
Période de l'année	Quadrimestre 1 & 2
Niveau du cycle	2e cycle
Cadre européen de certification	Niveau 6
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	UE18 - UE21
UE corequises	Néant

Liste des activités d'apprentissage

Activité d'apprentissage	Volume horaire	ECTS	Présence obligatoire
TL33CHI Chimie analytique 2	45	6	NON
TL33LAB Laboratoire de chimie analytique 2	120	4	OUI

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

- **HE01** HE. 1. rédige des rapports, des fiches techniques, des protocoles en les rendant accessibles et adaptés au public cible
- **HE03** HE. 3. seul ou en groupe, organise son temps, planifie son travail et respecte les échéances fixées en utilisant une méthode de travail adéquate et adaptée au contexte
- **HE04** HE. 4. s'intègre et collabore activement en binôme ou en équipe
- **HE05** HE. 5. mobilise et actualise ses connaissances et compétences en faisant preuve de réflexivité
- **HE06** HE. 6. recherche des ressources nécessaires, identifie, traite et synthétise les données pertinentes et transpose les résultats à la situation traitée
- **RE01** ARES. 1 Compétences disciplinaires
- **RE01.1** ARES. 1.1 Mobiliser des concepts des sciences fondamentales afin de résoudre des problèmes spécifiques aux sciences et techniques de l'ingénieur.
- **RE01.2** ARES. 1.2 Valider une théorie ou un modèle par la mise en place d'une démarche expérimentale.
- **RE01.8** ARES. 1.8 Transposer des savoirs scientifiques et technologiques afin de faire face à une situation professionnelle emblématique.
- **RE02** ARES. 2 Compétences transversales et linguistiques
- **RE02.1** ARES. 2.1 Agir de façon réflexive, autonome et responsable.
- **RE02.3** ARES. 2.3 Travailler en équipe au service d'un projet.
- **RE02.7** ARES. 2.7 Développer une argumentation avec esprit critique.

Autres connaissances ou compétences prérequises

Chimie analytique 2

- **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,...).
- **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").

Laboratoire de chimie analytique 2

- **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,...),
    - des expressions d'incertitudes absolues et d'incertitudes relatives,
    - des règles d'arrondi et de chiffres significatifs.
- **Maitrise en Mathématique :**
    - des règles de proportionnalité, système métrique et utilisation de machines à calculer,
    - de la construction et de la lecture d'un graphique,
    - de la résolution et mise en graphique d'équation du 1^{er} degré,
    - des résolutions d'un système de 2 équations à 2 inconnues,
    - des propriétés des exposants, fonctions logarithme et exponentielle.
- **Maitrise en Informatique :**
    - d'un logiciel de traitement de données (type "Excel" ; écart- type, régression linéaire et fonctions statistiques),
    - d'un logiciel de traitement de texte (type "Word").
- **Connaissance et maitrise des méthodes analytiques non instrumentales (méthodes 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.

Descriptif des objectifs et des contenus de l'UE

Chimie analytique 2

Objectifs

- Savoir expliquer de manière rigoureuse le principe de la Spectroscopie, de l'électrochimie et de la chromatographie,
- Savoir détailler les différentes techniques vues en cours et développées au laboratoire (structure des appareils de mesures, phénomènes physiques et chimiques impliquées, limitations, conditions d'utilisation,...),
- Savoir appliquer les principes théoriques en utilisant les techniques analytiques étudiées au travers de différentes manipulations et pouvoir faire la connexion entre la théorie et la pratique.

Contenu

- **Chapitre d'introduction/de rappel :**

    - la classification des méthodes analytiques,
    - les étapes d'une analyse (choix de la méthode, échantillonnage, préparation, analyse et interprétation des résultats),
    - les calculs d'incertitudes,
    - l'évaluation des mérites d'une technique (Sensibilité, Spécificité - Sélectivité, Exactitude, Précision, Zone de linéarité, Limite de détection et de quantification, Domaine dynamique linéaire)
- **Chapitre de chromatographie :**
    - Principe de la chromatographie,
    - Grandeurs de rétention,
    - Equation de Van Deemter,
    - Isotherme/gradient de T° et isocratique/gradient d'élution,
    - système d'injection (manuel, automatique, boucle d'injection, split, splitless et on-column,
    - utilisation de standard interne,
    - détecteurs (FID et TCD).
- **Chapitre d'électrochimie :**
    - Électrodes indicatrice, électrode de référence et électrode auxiliaire,
    - Techniques potentiométriques,
    - Techniques électrogravimétriques et coulométriques,
    - Méthodes d'analyse électrogravimétriques,
    - Méthodes d'analyse coulométriques,
    - Techniques ampérométriques.
- **Chapitre de spectroscopie :**
    - loi de Beer-Lambert (démonstration + limitations chimique, physique et chimique),
    - Fluorescence, SAM, SAAF, SAEF (principe + sources lumineuses, matériel optique et détecteurs)
    - Effet du solvant (bathochrome, hypsochrome, hypochrome et hyperchrome)
    - Élargissement des raies (effet Doppler, Lorentz et Stark)

Laboratoire de chimie analytique 2

Objectifs

Objectif 1. Reconnaitre les différents constituants des appareils de mesures utilisés lors des laboratoires

Objectif 2. Expliquer les principes des techniques d'analyses utilisées lors des laboratoires.

Objectif 3. Manipuler en laboratoire des produits chimiques en respectant : a. L'utilisation de l'équipement de protection individuel (EPI), b. Les règles de sécurité, c. Les bonnes pratiques de laboratoire, d. Les règles de récupération des produits (pour l'évacuation et/ou le traitement).

Objectif 4. Établir un mode opératoire détaillé (incluant les volumes de prise, les masses de prise et les facteurs de dilution) permettant d'effectuer le dosage d'un analyte recevant l'entièreté des informations suivantes : a. Une estimation de la concentration de l'analyte dans l'échantillon, b. La technique d'analyse à utiliser, c. Les conditions expérimentales indispensables à l'obtention d'un résultat fiable (par exemple la nécessité de travailler en milieu acide, d'utiliser de l'eau distillée ou de l'eau ultra pure…), d. La gamme linéaire de la technique pour cet analyte, e. La méthode à utiliser pour le dosage (i.e. réalisation d'une droite d'étalonnage et/ou d'ajouts dosés).

Objectif 5. Calculer les incertitudes absolues liées à la préparation des solutions en recevant l'entièreté des informations suivantes : a. Les volumes de prise, b. Les masses de prise, c. Les volumes de matras, d. L'incertitude absolue liée à chacune des données précitées.

Objectif 6. Appliquer les formules permettant de calculer l'incertitude statistique liée à l'utilisation d'une droite d'étalonnage ou d'ajouts dosés.

Objectif 7. Savoir calculer la concentration d'un échantillon en recevant l'entièreté des informations suivantes : a. Les données permettant la mise en place d'une droite d'étalonnage ou d'un ajout dosé (i.e. la concentration des étalons et le signal mesuré pour chaque étalon) b. Le signal mesuré pour l'échantillon, c. Le facteur de dilution de l'échantillon.

Contenu

Manipulations détaillées dans le manuel de laboratoire (disponible sur le campus numérique):

Manipulation 1 : Dosage du cuivre par spectroscopie d’absorption moléculaire.

Manipulation 2 : Spectrophotométrie d’absorption moléculaire dans le visible(SAM): - a. Spectrophotométrie d’absorption moléculaire (visible) : dosage du manganèse(II) après oxydation en permanganate. - b. Dosage du fer par formation d’un complexe de chélation avec l’orthophénanthroline.

Manipulation 3 : Spectrophotométrie d’émission(SEA) ou d’absorption atomique de flamme(SAAF) : dosage du potassium.

Manipulation 4 : Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO).

Manipulation 5 :: Fluorimétrie : - a. Dosage de l’aluminium. - b. Dosage de la quinine dans une boisson.

Manipulation 6 : Initiation à la chromatographie en phase gazeuse(GC).

Manipulation 7 : Dosage des parabènes par HPLC.

Manipulation 8 : Dosage de l’éthanol dans le vin ou la bière par « Headspace » statique et chromatographie en phase gazeuse.

Manipulation 9 : Dosage des ions chlorure. - a. Par chromatographie ionique - b. Par dosage potentiométrique

Manipulation 10 : Dosage de l’eau par la méthode de Karl Fischer.

Manipulation 11 : Électrodéposition (V contrôlé et V non contrôlé).

Manipulation 12 : Potentiométrie avec utilisation d’une électrode spécifique : dosage des fluorures.

Manipulation 13 : Dosage de l’azote protéique par la méthode de Kjeldahl.

Activités et méthodes d'apprentissage et d'enseignement

Chimie analytique 2

Cours théorique complétant le support écrit à disposition des étudiants (disponibles sur le campus numérique)

Laboratoire de chimie analytique 2

Les laboratoires permettent d'illustrer les concepts vus en cours. L'apprenant dispose (via le campus numérique), d'un manuel de laboratoire lui permettant, **avant son arrivée au laboratoire** , de préparer la manipulation prévue pour la journée ce qui implique :

- qu'il puisse citer les étapes clefs de la méthode d'analyse :
  - préparation des solutions stocks,
  - conditions de laboratoire décrites dans le manuel de laboratoire (utilisation de catalyseur, pH,...),
  - préparation de l'échantillon pour analyse (par droite d'étalonnage et/ou par ajouts dosés)
- qu'il puisse expliquer le principe théorique de technique utilisée (GC Headspace, CI, SAA, SAE, HPLC,SAM...)
- qu'il ait préparé son cahier de laboratoire avec les différentes étapes clefs de la manipulation avec les masses et volumes théorique qu'il a calculé,
- qu'il se soit renseigné sur les risques liés à la manipulation des réactifs et des produits.

Si l'étudiant n'a pas préparé son laboratoire, il ne sera pas en mesure d'assurer sa sécurité et celle des autres et ne sera donc pas autorisé à réaliser la manipulation (sanctionnée par un zéro).

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

Chimie analytique 2

Comprendre et expliquer les techniques vues en cours (chromatographie, spectroscopie et electrochimie).

Savoir les limites d'utilisations de ces techniques, l'impact des conditions expérimentales,...

Laboratoire de chimie analytique 2

L'étudiant est capable :

- D'expliquer/refaire les techniques analytiques vue en cours,
- D'établir le protocole d'une méthode analytique par le choix approprié des techniques,
- D'utiliser judicieusement les outils statistiques.

Description des supports de cours indispensables

Description	Accès à la source	URL
Laboratoire de chimie analytique 2 : Manuel de laboratoire	sur le campus numérique	Lien
Chimie analytique 2 : Support de cours reprenant la matière vue en cours	sur le campus numérique	Lien

Description des références et des supports complémentaires

Description	Accès à la source	URL
Chimie analytique 2 : « Basic concepts of analytical chemistry », S.M. Khopkar, New Age Science, 2009.	—	—
Laboratoire de chimie analytique 2 : « Analyse chimique quantitative de Vogel », Menham, Denney, Barnes et Thomas, Dunod, 2005	—	—
Laboratoire de chimie analytique 2 : « Chimie analytique », Skoog, West, Holler et Crouch, De Boeck, 2014.	—	—
Laboratoire de chimie analytique 2 : « Basic concepts of analytical chemistry », S.M. Khopkar, New Age Science, 2009.	—	—
Laboratoire de chimie analytique 2 : « Electrochimie : des concepts aux applications », Miomandre, Sadki, Audebert et Méallet-Renault, De boeck, 2006.	—	—
Chimie analytique 2 : « Principes d'analyse instrumentale », Skoog, Holler et Nieman, De Boeck, 2003.	—	—
Chimie analytique 2 : « Analyse chimique », Rouessac et Dunod, 2004.	—	—
Laboratoire de chimie analytique 2 : « Analyse chimique », Rouessac et Dunod, 2004.	—	—
Laboratoire de chimie analytique 2 : « Principes d'analyse instrumentale », Skoog, Holler et Nieman, De Boeck, 2003.	—	—
Chimie analytique 2 : « Electrochimie : des concepts aux applications », Miomandre, Sadki, Audebert et Méallet-Renault, De boeck, 2006.	—	—
Chimie analytique 2 : « Chimie analytique », Skoog, West, Holler et Crouch, De Boeck, 2014.	—	—
Chimie analytique 2 : « Analyse chimique quantitative de Vogel », Menham, Denney, Barnes et Thomas, Dunod, 2005	—	—

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			
Chimie analytique 2 — méthode d'intégration : 60 %			
Évaluation continue	10 %	Type de questions : —	Examen à livre : —
Laboratoire de chimie analytique 2 — méthode d'intégration : 40 %			
Évaluation continue	15 %	Type de questions : —	Examen à livre : —
L'évaluation continue est la moyenne des notes correspondantes aux résultats de fin de laboratoire et aux rapports du premier quadrimestre. **Cette évaluation n'est pas remédiable.**			
Juin			
Chimie analytique 2 — méthode d'intégration : 60 %			
Examen oral	90 %	Type de questions : Examen Oral	Examen à livre : Livre fermé
Examen oral : L'étudiant tire au hasard ses questions (une par chapitre) puis dispose d'un temps de préparation pour structurer ses réponses et préparer ses arguments avant l'évaluation orale (45min/étudiant).			
Laboratoire de chimie analytique 2 — méthode d'intégration : 40 %			
Évaluation continue	25 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Examen écrit	60 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Seul l'examen écrit est remédiable. L'évaluation continue **n'est pas remédiable**; elle reprend : (1) les notes attribuées aux résultats rendus en fin de laboratoire et aux rapports de laboratoires du deuxième quadrimestre, (2) les notes des différentes interrogations de début de laboratoire et des interrogations orales*, (3) une note sur la gestion du cahier de laboratoire et (4) une note sur le comportement au laboratoire (soins, rangement, respect des règles de sécurité, ponctualité,...).			

Août			
Chimie analytique 2 — méthode d'intégration : 60 %			
Examen oral	100 %	Type de questions : Examen Oral	Examen à livre : Livre fermé
Déroulement de l'examen oral : L'étudiant tire au hasard ses questions (une par chapitre) puis dispose d'un temps de préparation pour structurer ses réponses et préparer ses arguments avant l'évaluation orale (45min/étudiant).			
Laboratoire de chimie analytique 2 — méthode d'intégration : 40 %			
Évaluation continue	40 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Examen écrit	60 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Seule la note de **l'examen écrit est remédiable** lors de cette deuxième session. **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 l'évaluation du premier et deuxième quadrimestre, à savoir : (1) les notes attribuées aux résultats rendus en fin de laboratoire et aux rapports de laboratoires, (2) les notes des différentes interrogations de début de laboratoire et des interrogations orales*, (3) une note sur la gestion du cahier de laboratoire et (4) une note sur le comportement au laboratoire (soins, rangement, respect des règles de sécurité, ponctualité,...).			