Chimie analytique III

UE 47

Enseignant(s) responsable de l'UE : Thibaut D'HONDT
Autres enseignant·e·s de l'UE : Michel VAN KRIEKEN

Année d'études	Bloc 4
Acronyme	TLU42CAIS
Nombre de crédits ECTS	6 (facteur de pondération)
Volume horaire	69 h (Q1 0 / Q2 69)
Période de l'année	Quadrimestre 2
Niveau du cycle	2e cycle
Cadre européen de certification	Niveau 7
Caractère dans le programme	Cours obligatoire dans le programme
Langue(s) d'enseignement	—
Coordonnées du service	Campus de Bruxelles, Avenue Émile Gryson 1 (bât. 4C), 1070 Bruxelles
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
TL42CHAN3 Chimie analytique 3	13	2	NON
TL42SPEC Identification spectrométrique	26	2	NON
TL42LCHAN3 Laboratoire de chimie analytique 3	30	2	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
- **RE01.6** ARES. 1.6 Établir ou concevoir un protocole de tests, de contrôles et de mesures.
- **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 03. Développer et appliquer les ressources techniques et technologiques liées au domaine de la biochimie
- **RE03.1** ARES. 3.1 Rédiger, présenter, discuter, et argumenter des rapports techniques et expérimentaux, protocoles, synthèses bibliographiques, résultats d'analyses, bilans, synthèses bibliographiques ou autres documents scientifiques sur base des données scientifiques et techniques actuellement disponibles (recherche de données pertinentes).
- **RE03.2** ARES. 3.2 Sélectionner des matières premières ou nutriments, créer ou sélectionner une souche microbienne, une cellule animale, un vecteur, …, innover, améliorer, modéliser et schématiser des protocoles, modes opératoires, dispositifs d'analyse, des installations de « Up Stream Processing » ou « Down Stream Processing ».
- **RE03.4** ARES. 3.4 Connaitre et évaluer les risques liés à l'utilisation d'organismes vivants éventuellement recombinés.
- **RE03.6** ARES. 3.6 Respecter et faire respecter les législations et réglementations en vigueur, les normes et les procédures en termes d'assurance qualité, d'hygiène, de biosécurité, de systèmes de certification, et ce au travers par exemple des bonnes pratiques GMP/GLP, des normes internationales ISO ou européennes EN, des règles de biosécurité relative par exemple à l'utilisation d'OGM et/ou d'organismes pathogènes, de protection des travailleurs exposés à des agents biologiques au travail, de normes

HACCP, ...Assurer la production en respectant le cahier des charges (spécifications), les coûts et les délais.
- **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
- **RE07.5** ARES. 7.5 Actualiser ses connaissances et s'engager dans les formations complémentaires adéquates

Autres connaissances ou compétences prérequises

Chimie analytique 3

- **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, Fluorimétrie et potentiométrie).

Identification spectrométrique

- **Connaissance et maitrise en Chimie :**
  - des règles de nomenclature,
  - Bases en chimie organique (Bac 2 et 3)

Laboratoire de chimie analytique 3

- **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

Chimie analytique 3

Objectifs

Compléter les connaissances théoriques précédemment acquises dans le domaine de la chimie analytique pour pouvoir maitriser des techniques analytiques plus spécifiques.

Contenu

- Techniques spécifiques aux analyses biochimiques et chimiques.
- Compléments de spectrométrie atomique.
- Introduction à la spectrométrie de masse.
- Méthodes thermiques et cinétiques d'analyse.

Identification spectrométrique

Objectifs

Exploiter la signature spectrale (IR, masse, RMN) pour identifier un composé organique. Réaliser des synthèses organiques en toute autonomie à partir d'un mode opératoire de la littérature (Chemical Education) en anglais. Réaliser les analyses et interpréter les données obtenues. Rédiger un rapport d'expérience complet avec caractérisation des produits obtenus et analyse des résultats. En groupe réaliser un micro-projet et le mettre en oeuvre.

Contenu

- Identification d'une structure chimique sur base de l'analyse des spectres IR, masse, RMN proton, 13C et 2D. Synthèse organique (synthèse asymétrique, chimie verte, microchimie, chimie organo-métallique, ...)

Laboratoire de chimie analytique 3

Objectifs

- Appliquer sous forme de projet en équipe, les différentes techniques analytiques à un cas concret.
- Communiquer, de manière précise et critique les informations, les résultats aux autres équipes afin d'établir un rapport avec l'ensemble des résultats obtenus.
- Être capable de rédiger un rapport d'analyse en suivant des consignes précises, en intégrant les informations et cela dans les délais prévus

Contenu

Modes opératoires incluant un planning et directives de rédaction d'un rapport.

Activités et méthodes d'apprentissage et d'enseignement

Chimie analytique 3

Activités et méthodes d'apprentissage

Classe inversée

Usage de l'IA pendant cette activités d'apprentissage :

Attention, l'utilisation de l'IA pour produire, rédiger et/ou analyser le contenu d'une production est interdit (niveau 4).

L'IA peut cependant être utilisée comme outil pendant cette activité d'apprentissage. Cette utilisation est cependant restreinte et impose à l'étudiant de :

1. fournir un document annexe reprenant les échanges réalisés avec l'IA (niveau 1 et 2)
2. fournir un document avec le suivi des modifications réalisées (niveau 3).

Les **tâches exhaustives** pouvant être prises en charge par l'IA sont les suivantes :

- Après avoir utilisé votre esprit critique et vos connaissances, vous pouvez utiliser l'IA comme assistante aux activités préalables à votre production (**niveau 1**) pour :
    - rechercher des informations permettant de favoriser l'inspiration, générer des idées et faciliter la démarche de recherche,
    - donner des idées de thématiques à aborder en lien avec le sujet.

L'étudiant fournira un document annexe reprenant :

1. son travail de réflexion personnel (avant utilisation de l'IA)
2. les questions posées à l'IA et les réponses qu'elle a fournie à ces questions
3. la nouvelle structure du travail produite par l'étudiant avec l'aide de l'IA

- Après avoir prévu votre plan de travail, vous pouvez utiliser l'IA comme assistant à l'organisation/la révision/la relecture d'une production (**niveau 2**) pour :
    - obtenir un retour critique sur votre production,
    - donner des pistes d'amélioration de la formulation et de la mise en forme,
    - mettre en évidence des fautes d'orthographe sans les corriger,
    - indiquer des éléments incorrects dans votre réflexion.

L'étudiant fournira un document annexe reprenant :

1. la production qu'il a soumis à l'IA,
2. les questions posées à l'IA pour obtenir ces retours,
3. un résumé des changements majeurs qu'il a appliqués sur sa production.

- Après avoir réalisé sa production, l'étudiant peut la soumettre à l'IA pour **une** dernière vérification afin que l'IA participe partiellement à sa production (**niveau 3**) en :
    - reformulant/réécrivant des parties de la production de l'étudiant,
    - corrigeant l'orthographe.

L'étudiant doit retranscrire l'ensemble de ces changements dans son outil de traitement de texte (type "Word") en activant le "suivi des modifications"

- L'utilisation de l'IA pour élaborer une production complète (**niveau 4**) est interdite.

Identification spectrométrique

Activités et méthodes d’apprentissage

Séminaires et travaux pratiques, APP

Usage de l'IA pendant cette activités d'apprentissage :

L'usage de l'IA pendant l'évaluation des compétences est interdit.

Laboratoire de chimie analytique 3

Activités et méthodes d’apprentissage

Travaux pratiques permettant la vérification d'une méthode d'analyse

Usage de l'IA pendant cette activités d'apprentissage :

Attention, l'utilisation de l'IA pour produire, rédiger et/ou analyser le contenu d'une production est interdit (niveau 4).

L'IA peut cependant être utilisée comme outil pendant cette activité d'apprentissage. Cette utilisation est cependant restreinte et impose à l'étudiant de :

1. fournir un document annexe reprenant les échanges réalisés avec l'IA (niveau 1 et 2)
2. fournir un document avec le suivi des modifications réalisées (niveau 3).

Les **tâches exhaustives** pouvant être prises en charge par l'IA sont les suivantes :

- Après avoir utilisé votre esprit critique et vos connaissances, vous pouvez utiliser l'IA comme assistante aux activités préalables à votre production (**niveau 1**) pour :
    - rechercher des informations permettant de favoriser l'inspiration, générer des idées et faciliter la démarche de recherche,
    - donner des idées de thématiques à aborder en lien avec le sujet.

L'étudiant fournira un document annexe reprenant :

1. son travail de réflexion personnel (avant utilisation de l'IA)
2. les questions posées à l'IA et les réponses qu'elle a fournie à ces questions
3. la nouvelle structure du travail produite par l'étudiant avec l'aide de l'IA

- Après avoir prévu votre plan de travail, vous pouvez utiliser l'IA comme assistant à l'organisation/la révision/la relecture d'une production (**niveau 2**) pour :
    - obtenir un retour critique sur votre production,
    - donner des pistes d'amélioration de la formulation et de la mise en forme,
    - mettre en évidence des fautes d'orthographe sans les corriger,
    - indiquer des éléments incorrects dans votre réflexion.

L'étudiant fournira un document annexe reprenant :

1. la production qu'il a soumis à l'IA,
2. les questions posées à l'IA pour obtenir ces retours,
3. un résumé des changements majeurs qu'il a appliqués sur sa production.

- Après avoir réalisé sa production, l'étudiant peut la soumettre à l'IA pour **une** dernière vérification afin que l'IA participe partiellement à sa production (**niveau 3**) en :
    - reformulant/réécrivant des parties de la production de l'étudiant,
    - corrigeant l'orthographe.

L'étudiant doit retranscrire l'ensemble de ces changements dans son outil de traitement de texte (type "Word") en activant le "suivi des modifications"

- L'utilisation de l'IA pour élaborer une production complète (**niveau 4**) est interdite.

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

Chimie analytique 3

De maîtriser les techniques analytiques plus spécifiques.

Identification spectrométrique

A l'issu du laboratoire l'étudiant est capable d'identifier un composé organique, dont il ne connaît pas la formule brute, sur base des spectres de masse, IR, RMN(H), RMN(C), COSY et HMQC (ou HETCOR) et de réaliser seul, une synthèse organique sur base d'un mode opératoire issu de la littérature et en anglais, d'analyser les résultats expérimentaux et de rédiger un rapport prévis, complet et synthétique.

Laboratoire de chimie analytique 3

Établir le protocole complet d’une méthode analytique:

1. Choisir la méthode
2. Obtenir et stocker un échantillon représentatif
3. Préparer un échantillon de laboratoire
4. Effectuer une prise adéquate
5. Mettre en phase et conditionner
6. Éliminer les interférences
7. Mesurer une grandeur proportionnelle à la quantité d’analyte
8. Calculer les résultats
9. Estimer la fiabilité des résultats/Evaluer les mérites d’une méthode

Description des supports de cours indispensables

Description	Accès à la source	URL
Chimie analytique 3 : Présentation reprenant les informations vues en cours	Ce support de cours est disponible sur le campus numérique	Lien
Identification spectrométrique :	Le support est distribué	Lien

Table d'analyse spectrale	au cours	

Description des références et des supports complémentaires

Description	Accès à la source	URL
Identification spectrométrique : Identification spectrométrique de composés organiques, Silverstein, Webster et Kiemle, de boeck 2009	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Laboratoire de chimie analytique 3 : Information générale sur les appareils/la préparation des échantillons	Le support est distribué au cours	Lien

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.

Juin			
Chimie analytique 3 — méthode d'intégration : 30 %			
Évaluation continue	40 %	Type de questions : Le travail remis sera suivi d'une défense orale	Examen à livre : Livre fermé
Travaux hors session	60 %	Type de questions : Le travail remis sera suivi d'une défense orale	Examen à livre : Livre fermé

Il s'agit de la présentation orale (avec support de présentation) d'une technique analytique (choisie lors de la première séance de cours).

Évaluation continue :

L'évaluation continue **n'est pas remédiable**. Elle reprend :

1. la pertinence des informations récoltées et présentées par l'étudiant au cours des différentes séances de préparation
2. l'évaluation de la maitrise de la technique lors de la répétition individuelle (justesse scientifique de l'exposé)
3. la note des interrogations suivant chaque présentation

Remise de travaux Hors Session:

Le jours de la présentation, l'étudiant remet les diapositives qu'il a préparées et il les présente devant le reste de la classe. La note attribuée prend en compte :

1. la justesse scientifique de l'exposé,
2. la qualité de la prestation orale
3. la qualité du support.

Identification spectrométrique — méthode d'intégration : 30 %			
Évaluation continue	20 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre fermé
Examen écrit	80 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre fermé

Évaluation continue non remédiable

Il s'agit des analyses spectrales réalisée lors des 4 dernières séances de cours.

Examen écrit

Analyse spectrale avec les tables (IR, Masse, 1H RMN, 13RMN) données au cours

Laboratoire de chimie analytique 3 — méthode d'intégration : 40 %			
Évaluation continue	30 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre ouvert
Travaux hors session	70 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre ouvert

L'évaluation continue **n'est pas remédiable.** Elle reprend le comportement de l'étudiant pendant le laboratoire, la réponse au question pendant le laboratoire, les préparations du laboratoire (volume de prise, masse de prise,...).

L'étudiant remettra un premier rapport au plus tard après la 4ème séance de laboratoire (présentant le principe de la technique et les résultats expérimentaux déjà obtenu) ; il recevra un retour des améliorations à apporter pour le rapport final (remis au plus tard une semaine après la dernière séance).

Août			
Chimie analytique 3 — méthode d'intégration : 30 %			
Évaluation continue	40 %	Type de questions : Le travail remis sera suivi d'une défense orale	Examen à livre : Livre fermé
Travaux durant la session	60 %	Type de questions : Le travail remis sera suivi d'une défense orale	Examen à livre : Livre fermé

Il s'agit de la présentation orale (avec support de présentation) d'une technique analytique (choisie lors de la première séance de cours).

Évaluation continue :

L'évaluation continue **n'est pas remédiable**. Elle reprend :

1. la pertinence des informations récoltées et présentées par l'étudiant au cours des différentes séances de préparation
2. l'évaluation de la maitrise de la technique lors de la répétition individuelle (justesse scientifique de l'exposé)
3. la note des interrogations suivant chaque présentation

Remise de travaux Hors Session:

Le jours de la présentation, l'étudiant remet les diapositives qu'il a préparées et il les présente devant le reste de la classe. La note attribuée prend en compte :

1. la justesse scientifique de l'exposé,
2. la qualité de la prestation orale
3. la qualité du support.

Identification spectrométrique — méthode d'intégration : 30 %			
Évaluation continue	20 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Examen écrit	80 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé

Évaluation continue non remédiable

Il s'agit des analyses spectrales réalisée lors des 4 dernières séances de cours.

Examen écrit

Analyse spectrale avec les tables (IR, Masse, 1H RMN, 13RMN) données au cours

Laboratoire de chimie analytique 3 — méthode d'intégration : 40 %			
Évaluation continue	30 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre ouvert
Travaux durant la session	70 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre ouvert

L'évaluation continue **n'est pas remédiable.** Elle reprend le comportement de l'étudiant pendant le laboratoire, la réponse au question pendant le laboratoire, les préparations du laboratoire (volume de prise, masse de prise,...).

L'étudiant remettra un premier rapport au plus tard après la 4ème séance de laboratoire (présentant le principe de la technique et les résultats expérimentaux déjà obtenu) ; il recevra un retour des améliorations à apporter pour le rapport final (remis au plus tard une semaine après la dernière séance).