Chimie analytique III

UE 47

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

Année d'études	Bloc 4
Acronyme	TLU42CAIS
Nombre de crédits ECTS	6 (facteur de pondération)
Volume horaire	71 h (Q1 0 / Q2 71)
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	Français
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	32	2	OUI

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

- **RE01** ARES. 1 01. Identifier, conceptualiser et résoudre des problèmes complexes
- **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 :**
    - Les règles de nomenclature,
    - Bases en chimie organique (Bac 2 et 3)
    - Interprétation des spectres infra rouge
    - Interprétation de la RMN du proton/application des constantes de couplage

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

Cette activité à pour objectif de développer les **compétences scientifiques**, **l’esprit critique** et l’autonomie

dans la **recherche documentaire**.

Les apprenants sont amené à mobiliser et à consolider les connaissances et compétences préalablement acquises en chimie analytique à travers l'étude d'une problématique faisant appel à des techniques analytiques spécifiques et/ou ciblant un échantillon spécifique.

Les étudiants sont amenés à rechercher, **dans la littérature scientifique**, des informations pertinentes sur le sujet choisi. Ils développeront ainsi leur capacité à identifier **des sources fiables et pertinentes**, à **comprendre et analyser les informations scientifiques** qui y sont présentées, puis à les assimiler afin de construire une compréhension personnelle et structurée du sujet qu'ils présenteront aux autres. L'activité vise à développer l'autonomie des étudiants dans la recherche et l'exploitation de la littérature scientifique, ainsi que leur **capacité à synthétiser** et à **communiquer** des informations complexes.

Ils devront restituer les connaissances acquises à leurs pairs sous la forme d'une **présentation orale**, en expliquant de manière claire et structurée les principes, méthodes et résultats associés aux techniques analytiques et/ou à l'échantillon étudiés.

Contenu

- **Préparations d'échantillons complexe.**
- **Effets de matrice.**
- **Compléments de spectrométrie atomique.**
- **Compléments de spectrométrie de masse.**
- **Méthodes thermiques et cinétiques d'analyse.**
- **Techniques spécifiques aux analyses biochimiques et chimiques.**

Identification spectrométrique

Objectifs

A l'aide des signatures spectrales (IR, MS et RMN), l'apprenant **identifier formellement un composé organique** et le nomme *via* la **nomenclature IUPAC**.

Il est, ensuite, capable **d'argumenter sa position de manière structurée et détaillée** en **retrouvant les pics caractéristiques** de chaque fonction citée, en **comparant les shifts théorique aux shifts expérimentaux**, en discutant des **multiplicités** en faisant éventuellement intervenir les **constantes de couplage**,...

Contenu

L'activité pratique est décomposée en 4 parties :

1. rappel relatif à l'interprétation des spectre infra-rouge (**IR**)
2. explication relative à la fragmentation amenant à la formation des spectres de masse (**MS**)
3. rappel relative à l'interprétation de la résonance magnétique nucléaire du proton (**RMN H**)
4. explication relative à l'interprétation de la résonance magnétique nucléaire du carbone (**RMN C**)

Chaque partie est illustré par **des exercices se focalisant sur la technique en question** puis sur la combinaison des techniques déjà vues pour terminer par de l'**identification formelle d'une structure chimique sur la base de l'analyse combinée des spectres IR, MS, RMN H et RMN C**.

Pour l'ensemble de ces exercices, l'apprenant dispose de tables de lecture.

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 et aux encadrants 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

L'activité d'apprentissage se déroule en classe inversée : les étudiants doivent trouver un sujet en lien avec le cours de chimie analytique, réaliser une recherche approfondie sur ce sujet et la présenter devant le groupe.

Les sujets peuvent :

- - cibler un échantillon particulier et détailler les analyses qui peuvent être réaliser dessus (par exemple il est possible d'analyser dans les *grains de café* les *acides chlorogeniques* par *RMN 1H* et certains *minéraux* par *ICP-MS*)
- - cibler une méthode spécifique et en donner des applications concrètes (pourquoi la *spectroscopie Mossbauer* a-t-elle installée sur les rovers envoyé sur Mars?)
- - cibler un sujet d'actualité pour en expliquer la problématique, l'enjeu, le suivit et les conséquences/solutions à court/moyen/long terme (PFAS, impact des feux de forêt sur l'atmosphère,...)

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

Apprentissage par la pratique à travers de séminaires et de travaux pratiques.

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

Au terme de cette activité d'apprentissage, l'apprenant aura développer des compétences pour la **recherche d'information fiable sur un sujet spécifique et complexe** afin d'en comprendre les tenants et les aboutissants.

Il aura porté une attention toute particulière aux limites des différentes méthodes.

Identification spectrométrique

A l'issue de cette activité d'apprentissage, l'apprenant 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).

Il est également capable d'argumenter de manière structurée cette identification à l'aide des tables mises à disposition.

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
Toute l'UE : Présentation reprenant les informations vues en cours	Ce support de cours est disponible sur le campus numérique	Lien
Toute l'UE : Table d'analyse spectrale	Le support est distribué au cours	Lien

Description des références et des supports complémentaires

Description	Accès à la source	URL
Toute l'UE : Identification spectrométrique de composés organiques, Silverstein, Webster et Kiemle, de boeck 2009	Ce support de cours est disponible en bibliothèque	—
Toute l'UE : 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 ouvert

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	60 %	Type de questions : Le travail remis sera suivi d'une défense orale	Examen à livre : Livre fermé

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.

Il s'agit d'un **travail de recherche** à réaliser.

Le sujet du travail (décidé lors de la première séance de cours) **doit utiliser la littérature scientifique** pour amener à une présentation orale (avec un support de présentation) d'une technique analytique et/ou d'un échantillon et/ou d'une matrice.

Identification spectrométrique — méthode d'intégration : 30 %			
Évaluation continue	20 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre fermé
Il s'agit des analyses spectrales réalisées lors des **4 dernières séances de cours**.			
Examen écrit	80 %	Type de questions : —	Examen à livre : Livre fermé
L'apprenant est amené à identifier la structure d'un composé à l'aide des spectres (IR, Masse, 1H RMN et 13C RMN) fourni le jour de l'examen et à l'aide des tables utilisées pendant l'année.			

Pour l'ensemble des évaluations (*i.e.* continue et examen écrit), l'apprenant dessine la structure du composé identifié et le nomme en respectant la nomenclature IUPAC.

Ensuite il confirme la présences des fonctions dans l'ensemble des spectres pour l'ensemble des techniques vues en cours. Pour ce faire :

- En IR, il donne de façon exhaustive,
- - la **valeur caractéristique réelle** des pics
- - la **valeur théorique** des pics
- - le **mouvement moléculaire** cette valeur est associé (*bending, streching, scissoring, twist,...*)
- - un éventuel **commentaire** si l'écart entre la valeur théorique et la valeur expérimentale est trop éloignée.
- En MS, il justifie,
- - la **formule brute**,
- - le nombre d'insaturation (**NI**),
- - la **perte du premier fragment**,
- - les **distributions isotopiques**
- - les **fragments principaux** qu'il associe au pic en question (et aux éventuels amas)
- En RMN du proton et du carbone,
- - il **associe chaque shift expérimental à un shift théorique calculé**
- - il **associe chaque shift expérimental à un carbone ou aux hydrogène de la molécule**.
- - il confirme les **multiplicités** et les **intégration** ; en cas de multiplet, il confirme la multiplicité à l'aide des constantes de couplage

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 ouvert
Il s'agit de la note obtenue lors de l'évaluation des différentes étapes intérmédiaires			
Remise de travaux Durant la Session	60 %	Type de questions : L'examen consiste en un travail à remettre le jour de l'examen	Examen à livre : —

Identification spectrométrique — méthode d'intégration : 30 %			
Évaluation continue	20 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
Il s'agit des analyses spectrales réalisées lors des **4 dernières séances de cours**.			
Examen écrit	80 %	Type de questions : Questions ouvertes	Examen à livre : Livre fermé
L'apprenant est amené à identifier la structure d'un composé à l'aide des spectres (IR, Masse, 1H RMN et 13C RMN) fourni le jour de l'examen et à l'aide des tables utilisées pendant l'année. Il nome ce composés selon la nomenclature IUPAC et confirme la présences des fonctions dans l'ensemble des spectres pour l'ensemble des techniques vues en cours.			
Pour l'ensemble des évaluations (*i.e.* continue et examen écrit), l'apprenant dessine la structure du composé identifié et le nomme en respectant la nomenclature IUPAC. Ensuite il confirme la présences des fonctions dans l'ensemble des spectres pour l'ensemble des techniques vues en cours. Pour ce faire : • En IR, il donne de façon exhaustive, • - la **valeur caractéristique réelle** des pics • - la **valeur théorique** des pics • - le **mouvement moléculaire** cette valeur est associé (*bending, streching, scissoring, twist,...*) • - un éventuel **commentaire** si l'écart entre la valeur théorique et la valeur expérimentale est trop éloignée. • En MS, il justifie, • - la **formule brute**, • - le nombre d'insaturation (**NI**), • - la **perte du premier fragment**, • - les **distributions isotopiques** • - les **fragments principaux** qu'il associe au pic en question (et aux éventuels amas) • En RMN du proton et du carbone, • - il **associe chaque shift expérimental à un shift théorique calculé** • - il **associe chaque shift expérimental à un carbone ou aux hydrogène de la molécule**. • - il confirme les **multiplicités** et les **intégration** ; en cas de multiplet, il confirme la multiplicité à l'aide des constantes de couplage			
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).			