# Master 2 M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M)

Année universitaire 2025-2026

## Information générale

| | |
|---|---|
| **Objectifs** | Le parcours A3M vise à former des chimistes dans le domaine de l'analyse chimique et de la caractérisation de molécules ou de matériaux grâce à l'apprentissage de méthodes performantes et modernes d'analyse, de caractérisation et de contrôle, ainsi qu'aux connaissances de l'instrumentation. |
| **Responsable(s)** | GIRAUDEAU PATRICK<br>PERON OLIVIER<br>TEA ILLA<br>LATOUCHE CAMILLE |
| **Mention(s) incluant ce parcours** | master Chimie |
| **Lieu d'enseignement** | |
| **Langues / mobilité internationale** | |
| **Stage / alternance** | |
| **Poursuite d'études /débouchés** | |
| **Autres renseignements** | |
| **Conditions d'obtention de l'année** | La validation du parcours respecte les M3C (Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences, anciennement MCCA) qui s'organisent selon trois niveaux :<br>• Niveau I : le Règlement Général de Contrôle des Connaissances et des Compétences (RG3C) de Nantes Université voté au CAC le 31 mars 2023,<br>• Niveau II : les règles particulières de contrôle des connaissances et des compétences de la Faculté des Sciences et des Techniques votées au CG le 29 juin 2023,<br>• Niveau III : les dispositions propres à chaque mention/parcours/UE/EC<br>Les documents associés aux niveaux I et II sont consultables sur le Madoc Master UFR des Sciences et des Techniques -Section M3C. Les dispositions du niveau III sont précisées dans ce document.<br>**Conditions de validation de l'année propre au parcours :**<br>**• Règle de compensation :**<br>La formation est structurée autour de quatre blocs, chaque bloc pouvant contenir une ou plusieurs UEs :<br>-Bloc 1 = Bloc commun aux deux options (ACBPI, AIES) - Il comprend 5 UEs (Cadre de la chimie analytique / Mise en situation intégrée / Stratégies multi-méthodes pour l'analyse physico-chimiques / Préparation au stage-projet professionnel / Anglais)<br>-Bloc 2 = Bloc commun aux deux options (ACBPI, AIES) Il est formé de 5 UEs (Chromatographie / Spectrométrie de masse / Résonance magnétique / Chimie théorique / Métabolomique)<br>-Bloc 3 spécifique option ACBPI - Il est formé de 2 UEs (Spectroscopies et imagerie électronique / Analyses physico-chimiques avancées)<br>-Bloc 3 spécifique option AIES - Il est formé de 3 UEs (Métrologie / Environnement / Santé et authentification)<br>-Bloc 4 = Stage ou alternance - Non compatible avec le statut dispensé d'assiduité<br>Pour la validation de l'année, il y a compensation entre les UEs de chaque bloc mais les différents blocs doivent être validés séparément.<br><br>**• Informations spécifiques au parcours :**<br>Pour les UEs comportant plusieurs éléments constitutifs (EC), les notes des ECs dont la moyenne est supérieure ou égale à 10/20 sont conservées d'une session à l'autre. |

# Programme

| 1er SEMESTRE | Code | ECTS | CM | CM (P) | CM (DS) | CM (DA) | CI | CI (P) | CI (DS) | CI (DA) | TD | TD (P) | TD (DS) | TD (DA) | TP | TP (P) | TP (DS) | TP (DA) | Distanciel | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Tronc Commun - Bloc 1 (10 ECTS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cadre de la chimie analytique | XMS3CU300 | 3 | 48 | 40 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 |
| Méthodologie analytique | XMS3CE301 | | 14 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| Qualité et chimie analytique | XMS3CE302 | | 14 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| Chimiométrie | XMS3CE303 | | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| Mise en situation intégrée | XMS3CU310 | 1 | 16 | 4 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| Stratégies multi-méthodes pour l'analyse chimique: étude de cas | XMS3CU320 | 2 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| Projet professionnel - préparation au stage | XMS3CU330 | 2 | 32 | 12 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| Anglais | XMS3AU020 | 2 | 24 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Tronc commun - Bloc 2 (10 ECTS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Métabolomique | XMS3CU340 | 2 | 20 | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| Chimie théorique | XMS3CU350 | 2 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| Résonance Magnétique | XMS3CU360 | 2 | 21 | 16 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| Spectrométrie de Masse | XMS3CU370 | 2 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| Chromatographie | XMS3CU380 | 2 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Option ACBPI - Bloc 3 (10 ECTS)** 1 choix parmi les blocs de type BLOC3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyses Physico-chimiques Avancées | XMS3CU390 | 5 | 42.67 | 36 | 6.67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 22 | 0 | 0 | 0 | 64.67 |
| Diffraction des RX sur poudre | XMS3CE391 | | 21.34 | 20 | 1.34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 31.34 |
| Microtextures | XMS3CE392 | | 13.33 | 8 | 5.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 21.33 |
| Electrochimie analytique | XMS3CE393 | | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Spectroscopies et imagerie électroniques | XMS3CU400 | 5 | 37.33 | 32 | 5.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 | 55.33 |
| Spectroscopies optiques | XMS3CE401 | | 10 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| Spectroscopies XPS, EELS, EDX | XMS3CE402 | | 14 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| Imagerie électronique | XMS3CE403 | | 13.33 | 12 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 17.33 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Option AIES - Bloc 3 (10 ECTS)** 1 choix parmi les blocs de type BLOC3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Santé et authentification | XMS3CU410 | 2 | 15 | 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| Diagnostic et thérapie | XMS3CE411 | | 6 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| Authentification et origine | XMS3CE412 | | 9 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Environnement | XMS3CU420 | 4 | 33 | 25 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 46 |
| Les isotopes en environnement | XMS3CE421 | | 18 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| Pollution environnementale | XMS3CE422 | | 15 | 11 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| Métrologie | XMS3CU430 | 4 | 16 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| Métrologie Nucléaire | XMS3CE431 | | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| Métrologie des isotopes stables | XMS3CE432 | | 8 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| | **Total** | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | **412.00** |

| 2ème SEMESTRE | Code | ECTS | CM | CM (P) | CM (DS) | CM (DA) | CI | CI (P) | CI (DS) | CI (DA) | TD | TD (P) | TD (DS) | TD (DA) | TP | TP (P) | TP (DS) | TP (DA) | Distanciel | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Groupe d'UE : S4 - M2A3M - Formation Initiale (30 ECTS)** 1 choix parmi les blocs de type BLOC4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stage | XMS4CU300 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Groupe d'UE : S4 - M2A3M - Formation en Alternance (30 ECTS)** 1 choix parmi les blocs de type BLOC4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Périodes de formation alternées en milieu pro. | XMS4CU310 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | **Total** | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 | **0.00** |

# Modalités d'évaluation

Mention Master 2ème année | Parcours : M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) | Année universitaire 2025-2026

Responsable(s) : GIRAUDEAU PATRICK, PERON OLIVIER, TEA ILLA, LATOUCHE CAMILLE

## REGIME ORDINAIRE

| | | | | | PREMIERE SESSION | | | | | | | DEUXIEME SESSION | | | | | | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | | |
| | CODE UE | INTITULE | UE non dipl. | | écrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | ecrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | Coeff. | ECTS |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Tronc Commun - Bloc 1** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU300 | Cadre de la chimie analytique | N | obligatoire | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| | XMS3CE301 | Méthodologie analytique | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| | XMS3CE302 | Qualité et chimie analytique | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| | XMS3CE303 | Chimiométrie | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| 3 | XMS3CU310 | Mise en situation intégrée | N | obligatoire | 0.5 | | 0.5 | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 3 | XMS3CU320 | Stratégies multi-méthodes pour l'analyse chimique: étude de cas | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU330 | Projet professionnel - préparation au stage | N | obligatoire | 1.5 | | 0.5 | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3AU020 | Anglais | N | obligatoire | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 2 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Tronc commun - Bloc 2** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU340 | Métabolomique | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU350 | Chimie théorique | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU360 | Résonance Magnétique | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU370 | Spectrométrie de Masse | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU380 | Chromatographie | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Option ACBPI - Bloc 3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU390 | Analyses Physico-chimiques Avancées | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| 3 | XMS3CE391 | Diffraction des RX sur poudre | | | 1.5 | 0.5 | | | | | | | 0.5 | | | | 1.5 | | 2 | |
| 3 | XMS3CE392 | Microtextures | | | 1.5 | 0.5 | | | | | | | 0.5 | | | | 1.5 | | 2 | |
| | XMS3CE393 | Electrochimie analytique | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| 3 | XMS3CU400 | Spectroscopies et imagerie électroniques | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| | XMS3CE401 | Spectroscopies optiques | | | 1.5 | 0.5 | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| | XMS3CE402 | Spectroscopies XPS, EELS, EDX | | | 2 | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| | XMS3CE403 | Imagerie électronique | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Option AIES - Bloc 3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU410 | Santé et authentification | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | XMS3CE411 | Diagnostic et thérapie | | | 1.34 | | | | | | | | | | 1.34 | | | | 1.34 | |
| | XMS3CE412 | Authentification et origine | | | 0.66 | | | | | | | | | | 0.66 | | | | 0.66 | |
| 3 | XMS3CU420 | Environnement | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| | XMS3CE421 | Les isotopes en environnement | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| | XMS3CE422 | Pollution environnementale | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | XMS3CU430 | Métrologie | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| | XMS3CE431 | Métrologie Nucléaire | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| | XMS3CE432 | Métrologie des isotopes stables | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| **Groupe d'UE : S4 - M2A3M - Formation Initiale** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | XMS4CU300 | Stage | N | optionnelle | | | | 15 | | 15 | | | | | 15 | | 15 | | 30 | 30 |
| **Groupe d'UE : S4 - M2A3M - Formation en Alternance** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | XMS4CU310 | Périodes de formation alternées en milieu pro. | N | optionnelle | | | | 15 | | 15 | | | | | 15 | | 15 | | 30 | 30 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | **TOTAL** | 60 | 60 |

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

# DISPENSE D'ASSIDUITE

| | | | | | PREMIERE SESSION | | | | | | | DEUXIEME SESSION | | | | | | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | | |
| | **CODE UE** | **INTITULE** | **UE non dipl.** | | écrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | ecrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | **Coeff.** | **ECTS** |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Tronc Commun - Bloc 1** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU300 | Cadre de la chimie analytique | N | obligatoire | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| | XMS3CE301 | Méthodologie analytique | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| | XMS3CE302 | Qualité et chimie analytique | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| | XMS3CE303 | Chimiométrie | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| 3 | XMS3CU310 | Mise en situation intégrée | N | obligatoire | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 3 | XMS3CU320 | Stratégies multi-méthodes pour l'analyse chimique: étude de cas | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU330 | Projet professionnel - préparation au stage | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3AU020 | Anglais | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 2 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Tronc commun - Bloc 2** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU340 | Métabolomique | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU350 | Chimie théorique | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU360 | Résonance Magnétique | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU370 | Spectrométrie de Masse | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| 3 | XMS3CU380 | Chromatographie | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Option ACBPI - Bloc 3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU390 | Analyses Physico-chimiques Avancées | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| 3 | XMS3CE391 | Diffraction des RX sur poudre | | | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| 3 | XMS3CE392 | Microtextures | | | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| | XMS3CE393 | Electrochimie analytique | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| 3 | XMS3CU400 | Spectroscopies et imagerie électroniques | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| | XMS3CE401 | Spectroscopies optiques | | | 2 | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| | XMS3CE402 | Spectroscopies XPS, EELS, EDX | | | 2 | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| | XMS3CE403 | Imagerie électronique | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| **Groupe d'UE : S3 - M2A3M - Option AIES - Bloc 3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | XMS3CU410 | Santé et authentification | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | XMS3CE411 | Diagnostic et thérapie | | | | | | 1.34 | | | | | | | 1.34 | | | | 1.34 | |
| | XMS3CE412 | Authentification et origine | | | | | | 0.66 | | | | | | | 0.66 | | | | 0.66 | |
| 3 | XMS3CU420 | Environnement | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| | XMS3CE421 | Les isotopes en environnement | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| | XMS3CE422 | Pollution environnementale | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| 3 | XMS3CU430 | Métrologie | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| | XMS3CE431 | Métrologie Nucléaire | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| | XMS3CE432 | Métrologie des isotopes stables | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | |
| **Groupe d'UE : S4 - M2A3M - Formation Initiale** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | XMS4CU300 | Stage | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| **Groupe d'UE : S4 - M2A3M - Formation en Alternance** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | XMS4CU310 | Périodes de formation alternées en milieu pro. | N | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | **TOTAL** | 60 | 60 |

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

# Description des UE

| XMS3CU300 | Cadre de la chimie analytique |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | JACQUEMIN DENIS |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 48h Répartition : **CM :** 48h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Méthodologie analytique **33.3333%**<br>Qualité et chimie analytique **33.3333%**<br>Chimiométrie **33.3333%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Liste des matières | - Méthodologie analytique (XMS3CE301)<br>- Qualité et chimie analytique (XMS3CE302)<br>- Chimiométrie (XMS3CE303) |

| XMS3CE301 | Méthodologie analytique |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | REMAUD GERALD |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 14h Répartition : **CM :** 14h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Avant l'analyse instrumentale il est nécessaire de constituer l'échantillon (opération d'échantillonnage) et le préparer pour son analyse (étapes de préparation).<br>Un prélèvement non représentatif conduit à des résultats erronés, malgré une technique analytique performante. Les théories de l'échantillonnage et les plans d'échantillonnage normalisés sont des outils qui permettent de maîtriser la constitution de l'échantillon du site de prélèvement jusqu'au laboratoire.<br>Selon la complexité des matrices il faut « préparer » l'échantillon pour augmenter la sensibilité, éliminer des interférents, augmenter la sélectivité, permettre la détection. Ces étapes font partie du protocole analytique, elles doivent donc être validées pour assurer l'utilisation en routine de la méthode.<br>Au terme de cet EC, l'étudiant :<br>analysera les stratégies de préparation de l'échantillon en vue de son analyse.<br>abordera la théorie de l'échantillonnage (P. Gy) et la théorie de l'échantillonnage secondaire (C. Ingamells).<br>déterminera, dans le cadre d'une évaluation écrite, la masse et le nombre d'échantillons à collecter en fonction d'une erreur analytique relative cible.<br>présentera, les actions à mener pour minimiser la contribution de l'échantillonnage à l'erreur analytique totale.<br>déterminera le (les) meilleur(s) mode(s) de prélèvement pour constituer les échantillons.<br>appliquera, dans le cadre d'une évaluation écrite, la norme ISO 2859 pour mettre en place un plan d'échantillonnage. |
| Contenu | • Etape de préparation de l'échantillon : extraction, purification, sélection, dérivation<br>• L'échantillonnage: pourquoi s'en préoccuper? Homogénéité – hétérogénéité<br>• Théories de l'échantillonnage<br>• Plan d'échantillonnage: exemple normatif ISO 2859<br>• Illustrations et applications |

| | |
|---|---|
| Méthodes d’enseignement | Cours en présentiel et à distance |
| Bibliographie | |

| **XMS3CE302** | **Qualité et chimie analytique** |
|---|---|
| Langue d’enseignement | Français |
| Lieu d’enseignement | |
| Responsable de la matière | REMAUD GERALD |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 14h Répartition : **CM :** 14h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Ce module propose les outils pour la compréhension et la maîtrise des apports et des exigences de l'assurance qualité dans un laboratoire d'analyses. La traçabilité, la qualification, la validation, le calcul des incertitudes et les suivis des performances du laboratoire sont approfondis dans le contexte des normes et guides principaux  en liaison avec différentes industries (chimie, pharmacie, agroalimentaire…).<br>Au terme de cette unité d’enseignement, l’étudiant :<br>- prendra connaissance des exigences documentaires en termes de protocoles et de rapports dans un laboratoire de contrôle.<br>- définira les termes de traçabilité, qualification, validation, incertitudes, test circulaire et test de convenance.<br>- calculera les incertitudes pour des méthodes d'analyse les plus utilisées<br>- listera les éléments qualité nécessaires, à minima, pour le fonctionnement d'un laboratoire de contrôle dans l'industrie pharmaceutique (critères les plus exigents) |
| Contenu | Le cours est constitué de chapitres permettant d'appliquer les exigences qualité dans un laboratoire de contrôle :<br>Traçabilité : Métrologie, substances de référence<br>Qualifications : Instrumentale, du personnel<br>Validations : Des procédés, des méthodes analytiques, vérification d'une méthode normalisée, transfert analytique<br>Interprétation des résultats : Calcul d'incertitudes, arrondis et chiffres significatifs, gestion des résultats hors-spécification (OOS) et hors tendance (OOT), certificat d'analyse<br>Gestion informatique du laboratoire : Principe du LIMS, validation des systèmes informatisés en liaison avec le règlement FDA "21 CFR part 11"<br>Vérification des performances du laboratoire : Test circulaire, Test de convenance, Carte de contrôle et vérification périodique |
| Méthodes d’enseignement | Cours en présentiel et à distance.<br>Durant les cours à distance, l'étudiant travaillera sur les éléments demandés selon un scénario pédagogique. |
| Bibliographie | |

| **XMS3CE303** | **Chimiométrie** |
|---|---|
| Langue d’enseignement | Français |
| Lieu d’enseignement | |
| Responsable de la matière | JACQUEMIN DENIS |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 20h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | **Compétences générales.**<br>1.<br>Maîtriser la terminologie, les définitions et les acronymes courants de sa discipline, en français et en anglais<br>2.<br>Savoir analyser une problématique et la retranscrire en hypothèses scientifiques<br>3.<br>Mobiliser les connaissances théoriques pour comprendre et extraire les informations pertinentes d'un article scientifique<br>4.<br>Analyser les résultats obtenus avec un esprit critique<br>5.<br>Choisir et justifier les conditions et les protocoles d'analyse et les adapter à la demande<br>6.<br>Savoir comparer les avantages et inconvénients de plusieurs techniques analytiques étudiées dans des UE différentes<br>**Compétences transversales et disciplinaires**<br>1.<br>Maîtriser les méthodes d'analyses statistiques<br>2.<br>Connaître et savoir identifier les artéfacts potentiels présents dans les données expérimentales et leur traitement<br>3.<br>Avoir une vision critique des principales méthodes de chimiométrie, de leurs forces et faiblesses respectives<br>4.<br>Choisir une méthode chimiométrique adaptée à la résolution d'un problème expérimental |
| Contenu | • Rappels: statistiques descriptives, distributions, valeurs aberrantes, tableau ANOVA.<br>• Régression linéaire et corrélation, vérification de la qualité des régression.<br>• Plans d'expérience: plans factoriels complets et fractionnaires, plans factoriels multi niveaux, plans de mélange.<br>• Contrôle de la qualité des analyses (caractérisation d'un processus d'analyse, cartes de contrôle).<br>• Optimisation à un et plusieurs facteurs.<br>• Tests non paramétriques (signes, Wilcoxon, adéquation...)<br>• Analyse en Composantes Principale (ACP), Analyse Discriminante, Analyse de groupes, Méthodes de classification et Réseaux neuronaux.<br>• Régressions linéaire multiple et généralisée, Régressions sur composantes principales et aux moindres carrés partiels et Analyse factorielle des correspondances |
| Méthodes d'enseignement | Cours magistraux avec de nombreux exemples repris de la litérature et quelques excercices à effectuer. |
| Bibliographie | 1. R.E. Burns, I.S. Scarminio et B. De Barros Neto, Statisctical Design - Chemometrics Vol. 25 de Data handling in science and Technology, Elsevier, 2006, ISBN : 978-0-444-52181-1.<br>2 D. C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, 6 édition, Wiley, 2005, ISBN : 0-471-66159-7.<br>3 J. N. Miller et J. C. Miller, Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry, 4 édition, Pearson Education Limited, 2000, ISBN : 0-130-22888-5.<br>4 P. Gemperline Practical Guide To Chemometrics, 2 2006, ISBN : 978-1574447835. édition, CRC Press,<br>5 H. Mark et J. Workman Chemometrics in Spectroscopy, Academic Press, 2007, ISBN : 978-0123740243. |

| **XMS3CU310** | **Mise en situation intégrée** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | LEBEGUE LEVACHE ESTELLE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Mise en situation intégrée **100%** |

| | |
|---|---|
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Cette UE place l'étudiant(e) dans des situations qui favorisent la mobilisation des ressources et leur apprentissage enseignées au cours du master. Elle prépare l'étudiant(e) au stage ou à son intégration dans l'organisme d'accueil en cas d'alternance.<br>Son évaluation est à la fois formative et certificative et elle contribue au renseignement du « cahier de l'étudiant » sur le niveau objectif d'acquisition des compétences.<br>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant(e) :<br>• mobilisera des ressources disciplinaires pour poser la problématique, pour identifier les verrous méthodologiques, pour proposer une démarche analytique englobant les éléments adéquats à la résolution de la problématique.<br>• mobilisera des ressources transversales telles que : travailler en équipe, s'exprimer à l'écrit et à l'oral, utiliser l'anglais scientifique, réaliser une veille technologique, rapporter à sa hiérarchie, respecter les délais. |
| Contenu | A partir d'études de cas, réelles ou hypothétiques, les étudiant.e.s se répartiront en équipe (5 max) pour étudier la problématique proposée afin d'y apporter les éléments de réponse structurés. Il est demandé aux équipes de rapporter régulièrement l'état d'avancement en laissant la forme, la fréquence et le contenu à leur discrétion.<br>L'enseignant.e présente, en présentiel, dès la première semaine de cours les différentes problématiques, constitue les équipes en privilégiant le mélange des étudiant.e.s inscrit.e.s aux différentes options du master. Ensuite, il est le/la tut.eur.rice auquel.le les équipes rapportent l'avancement de leur travail. Enfin la restitution du travail est constituée d'un compte-rendu écrit et d'un exposé oral avec discussion/questions.<br>Le thème des problématiques est varié et couvre un ensemble de discipline de la chimie analytique. Par exemple :<br>• Enquête forensique (fraude, police scientifique)<br>• Etude environnementale (pollution, suivi et réhabilitation, prévention)<br>• Caractérisation d'un matériau (problème de non-conformité au cours d'une production, élaboration d'un nouveau produit)<br>• Réponse à un appel à projet (type lettre d'intention ANR)<br>• Préparation d'un document didactique pour établir le besoin formation d'une entreprise<br>• Cahier des charges pour monter un TP en L3<br>• etc. |
| Méthodes d'enseignement | Au format TP les cours en présentiel permettront une interaction plus forte entre l'étudiant(e) et l'enseignant. Une part importante se fera à distance pour permettre à l'équipe de progresser dans son travail, sous le coaching de l'enseignant. |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU320** | **Stratégies multi-méthodes pour l'analyse chimique: étude de cas** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | GIRAUDEAU PATRICK |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 24h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | UE de chimie analytique du Master 1 A3M dans les matières suivantes : RMN, SDM, Chromatographie, Electrochimie, Méthodes optiques)<br>UE « formation générale » du Master 1 A3M (anglais et Communication scientifique) |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Stratégies multi-méthodes pour l'analyse chimique **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | L'objectif de cette UE est d'acquérir une vision globale et transversale des principales techniques d'analyse moléculaire. A l'issue de cet enseignement l'étudiant :<br>· maîtrisera la complémentarité des principales méthodes de chimie analytique moléculaire (chromatographie, SDM, RMN, électrochimie, spectroscopies optiques) ;<br>· saura faire preuve d'analyse critique dans une démarche de chimie analytique afin de justifier le choix des techniques les plus adaptées à la résolution d'une problématique donnée ;<br>· saura travailler en équipe et échanger au sein d'un groupe afin de répondre à une problématique commune |
| Contenu | L'essentiel de l'UE sera consacrée à la mise en pratique de vos connaissances sur des études de cas issues de publications scientifiques, et mettant en commun plusieurs techniques. Les étudiants travailleront par binômes ou trinômes, composés d'étudiants inscrits dans des options différentes. Chaque groupe se verra attribuer une publication assortie d'un cahier des charges, et sera suivi par un enseignant spécialiste des techniques correspondantes. Le travail donnera lieu à une restitution orale en présence de l'ensemble des étudiants, approfondie par une discussion collective entre les enseignants impliqués et les étudiants.<br>Du point de vue du contenu, l'accent sera mis sur l'intérêt et les limites des différentes techniques, sur la pertinence du choix d'une technique par rapport à une autre, et sur les notions de préparation d'échantillons associées aux différentes techniques. |
| Méthodes d'enseignement | Pédagogie inversée pour la partie « bases communes des méthodes analytiques »<br>Travail en mode projet et restitution orale pour l'étude de cas |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | Mise à disposition des supports de cours de M1 dans les matières suivantes : RMN, SDM, Chromatographie, Electrochimie, M2thodes optiques |

| **XMS3CU330** | **Projet professionnel - préparation au stage** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | LATOUCHE CAMILLE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 32h Répartition : **CM :** 32h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Projet professionnel - préparation au stage **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| **XMS3AU020** | **Anglais** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |

| | |
|---|---|
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | VINCENT EMMANUEL |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 24h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Anglais **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de :<br>1. Développer sa connaissance de la terminologie liée à son domaine de spécialité<br>2. Présenter et d'expliquer une publication scientifique ou un travail de recherche du domaine de spécialité, ainsi que d'argumenter lors d'une discussion scientifique. Les présentations devront être conformes à la communication attendue dans un cadre scientifique ou institutionnel. Les présentations seront faites avec un minimum de recours aux notes, et dans un anglais clair et phonologiquement correct. |
| Contenu | 1. Développement du vocabulaire scientifique de spécialité<br>2. Analyse de textes scientifiques de spécialité<br>3. Analyse de documents audio ou video<br>4. Pratique de l'oral en contexte |
| Méthodes d'enseignement | Enseignement en présentiel pour la partie scientifique, et en distanciel pour la partie spécifique aux publications |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU340** | **Métabolomique** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | Nantes |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | LETERTRE MARINE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 20h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | • EC de RMN,de SdM et de chimiométrie du parcours A3M du M1 Chimie |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Métabolomique **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Le but est d'apporter les outils et procédures nécessaires aux étudiants, pour la conduite d'études globales de type métabolomique / lipidomique à partir d'échantillons biologiques complexes. Ces outils visent à mettre en évidence les différentes approches d'études métaboliques (métabolomique systématique, différentielle et quantitative). Les différentes étapes nécessaires à la réalisation de telles études seront abordées, couvrant ainsi l'ensemble du workflow, du design expérimental à l'analyse des données.<br>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant sera capable :<br>• d'extraire d'un protocole de métabolomique par RMN / SdM et d'analyser, dans le cadre d'une évaluation écrite, les informations concernant la préparation des échantillons, l'acquisition et le traitement des données (Niveau intermédiaire) ;<br>• de décrire les points critiques, potentiels sources de biais dans l'analyse des résultats, liés à chaque étape du protocole (Niveau intermédiaire) ;<br>• d'utiliser une varieté d'outils de traitements statistiques de données métabolomiques (Niveau intermédiaire) ;<br>• d'apprécier différentes applications des metabolomics allant des différents aspects de la biologie à la recherche biomédicale et son utilisation dans la recherche clinique (Niveau intermédiaire) ;<br>• d'évaluer de manière critique des résultats metabolomics et des publications relatant de ce sujet (Niveau avancé). |
| Contenu | • Etablissement d'un design expérimental pour mener à bien une étude métabolomique, exigences et contraintes.<br>• Préparation d'échantillons dans un contexte métabolomique : spécificité pour l'analyse en RMN et SDM (traitement pour différentes matrices étudiées, méthodes d'extraction, reproductibilité, mise en œuvre, effet de la préparation sur l'analyse RMN et SDM).<br>• Méthodes RMN spécifiques pour l'analyse métabolomique (suppression de l'eau, séquences 1D et 2D, stratégie d'identification et d'élucidation structurale, approche quantitative).<br>• Analyse par SDM (techniques d'élucidation structurale, masse exactes, MSn, interrogation des bases de données /on-line/ internationales de type HMBD, PUBCHEM, KEGG ou METLINE).<br>• Traitement et analyse des données statistiques.<br>• Comment garantir la qualité d'une étude métabolomique ?<br>• Compréhension des réseaux métaboliques, biomarqueurs et stratégies thérapeutiques. |
| Méthodes d'enseignement | Présentiel et distanciel |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | • The handbook of metabolomics. Ross et al. (2007)<br>• Metabolomics, Metabonomics and Metabolite profiling. Griffith (2008)<br>• Methodology for Metabolomics. Lutz et al. (2013) |

| **XMS3CU350** | **Chimie théorique** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | JACQUEMIN DENIS |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 24h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | Modélisation (EC7 de l'UE *caractérisation physico-chimiques - niveau 1*, M1 A3M) et Modélisation - Niveau 2 (EC2 de l'UE outils analytiques transversaux, M1 A3M) |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Chimie théorique **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Ce module concerne la compréhension, la mise en œuvre et l'interprétation de méthodes de modélisation moléculaires, avec notamment une concentration sur les spectroscopies et propriétés d'intérêt pour la chimie analytique. L'ensemble des RAs indiqués ci-dessous seront évalués de manière écrite.<br>Au terme de ce cours, l'étudiant(e) sera en mesure de choisir une(des) méthode(s) quantique(s) adéquate(s) pour, d'une part, simuler les différents observables d'intérêt, et d'autre part, obtenir la précision désirée pour le problème étudié.<br>Au terme de cette unité d'enseignement, sur la base de ses connaissances des forces et faiblesses des méthodes quantiques, l'étudiant(e) sera capable d'avoir un avis argumenté sur la pertinence des approches théoriques utilisées dans des articles scientifiques de chimie (non-spécialisés).<br>Au terme de ce cours, l'étudiant(e) pourra générer par les outils théoriques appropriés des spectres vibrationnels, optiques et magnétiques modèles pour tous les types de composés chimiques d'intérêt dans sa spécialité.<br>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant(e) sera capable d'adapter son approche de modélisation à la nature chimique du système (phase diluée ou condensée tant liquide que solide).<br>Au terme de cet enseignement, l'étudiant(e) sera capable de simuler et de comprendre un diagramme de bandes, et d'en tirer les informations essentielles pour une structure donnée. |
| Contenu | Cet UE sera partagée en trois parties :<br><br>**Partie 1 (8h) : Eléments communs**<br>• Corrélation électronique (statique et dynamique) - impact sur les propriétés calculées<br>• Approche DFT approfondie : principes fondateurs, grandes familles de fonctionnelles (y compris les hybrides adaptées aux molécules et solides).<br>• Méthodes post-Hartree-Fock : approches perturbatives et auto-cohérentes, approches *au-delà* de la DFT.<br>• Bases de fonctions<br>• Prise en compte des effets d'environnements (composés en solution, environnements biologiques et interactions avec des surfaces).<br><br>**Partie 2 (8h) : Spectroscopies moléculaires**<br><br>• Détermination des structures (stabilité des conformères, paramètres thermodynamiques)<br>• Simulations des spectres de vibration (IR et Raman)<br>• Simulations des observables spectroscopiques liées aux spectroscopiques électroniques (absorption, fluorescence, spectroscopies)<br>• Modélisation des spectroscopies magnétiques (RMN, RPE)<br><br>**Partie 3 (8h) : Relations structures et propriétés dans les solides**<br><br>• Compréhension des concepts et des notions de périodicité<br>• Fonctions de Bloch avancées<br>• Modélisation et compréhension de diagrammes de bandes<br>• Interprétation théorique des relations structures/propriétés/spectroscopies<br><br>Tout au long de cette UE, des exemples d'applications concrètes seront pris dans la littérature scientifique (articles en anglais sélectionnés dans des journaux de chimie "non-théoriques" mais utilisant des approches quantiques comme outils spectroscopiques complémentaires ou principaux). |
| Méthodes d'enseignement | Cous magistraux montrant de nombreux exemples d'applications |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | 1. Quantum Chemistry par I.N. Levine, Prentice Hall, 1991<br>2. Modern Quantum Chemistry : Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, par A. Szabo et N. S. Ostlund, Dover, 1996 |

| **XMS3CU360** | **Résonance Magnétique** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | GIRAUDEAU PATRICK |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 21h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 3h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | EC de RMN des UE de caractérisations physico-chimiques du Master 1 A3M |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |

| | |
|---|---|
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Résonance Magnétique **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Cette UE permettra à l'étudiant de compléter sa formation en Résonance Magnétique Nucléaire, en lui permettant:<br>i) de comprendre à un niveau expert le principe des expériences multi-impulsionnelles modernes en RMN du liquide, et d'appréhender leurs applications en chimie analytique.<br>ii) d'acquérir les bases des techniques de RMN du solide et de RPE<br>A l'issue de cet enseignement l'étudiant sera capable :<br>• de comprendre et décrire, dans le cadre d'une évaluation écrite, le principe des expériences de RMN multi-dimensionnelle et de justifier le choix d'une séquence d'impulsions pour résoudre un problème donné (niveau intermédiaire) ;<br>• de comprendre et de critiquer, dans le cadre d'une évaluation écrite, un protocole d'analyse quantitative par RMN ;<br>• de mettre en place une démarche d'élucidation de structures moléculaires à partir de spectres de RMN 2D<br>• de comprendre le principe des expériences et d'interpréter des spectres en RMN du solide et en RPE, dans le cadre d'une évaluation écrite |
| Contenu | Cette UE est constituée des éléments suivants:<br>1) Cours en présentiel portant sur les techniques multi-impulsionnelles et multi-dimensionnelles en RMN du liquide, incluant les techniques à gradient pulsé (9h20)<br>2) Cours en présentiel portant sur la RMN du solide et la RPE (6h40)<br>3) Cours en distanciel portant sur des exercices d'élucidation de spectres en RMN multi-dimensionnelle (5h)<br>4) Travaux pratiques de RMN du solide et RPE (3h) |
| Méthodes d'enseignement | Cours en présentiel ou en distanciel ; Travaux Pratiques |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU370** | **Spectrométrie de Masse** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 36h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 20h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Spectrométrie de Masse **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de cette formation, l'apprenant sera en mesure de:<br>• Identifier les techniques de spectrométrie de masse et leurs spécificités.<br>• mettre en œuvre les paramètres prédéfinis d'une méthode d'acquisition.<br>• interpréter les résultats de spectrométrie:<br>- en vue de l'identification des analytes<br>- en vue de la quantification des analytes.<br>• préconiser pour les besoins d'une analyse l'approche expérimentale et le type d'appareillage de spectrométrie de masse adapté. |

| | |
|---|---|
| Contenu | • **MSn**:appareillage et modes acquisition spécifiques: , tandem, pièges, hybrides<br>• **Compléments d'analyse structural**e: fragmentation des ions à nombre pair d'électron, élucidation structurale, réseaux moléculaires<br>• **Quantification** par MS : démarche de quantification et spécificité, qualité des données, critères analytiques, optimisation instrumentale, bonne pratiques d'étalonnage, spécificité des détecteurs<br>• **Applications spécifiques**:<br>- Mobilité ionique<br>- Spectrométrie de masse de rapports isotopiques (IRMS),<br>- Sources d'ionisation ambiante (DESI, DART, Reims…)<br>• **Études de cas/stratégie d'analyse**: formation en mode projet, étude par groupe avec restitution<br>• **Travaux pratique**s : mise en application des stratégies d'analyse et des bonnes pratiques: maintenance, tuning, calibration |
| Méthodes d'enseignement | Formation en présentiel.<br>Formation pratique.<br>Formation en mode projet |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU380** | **Chromatographie** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | UFR Sciences et Techniques |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | MORANCAIS MICHELE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 36h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 20h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Chromatographie **100%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | L'objectif de cette UE est d'acquérir un niveau de maitrise avancé sur les techniques chromatographiques HPLC et UPLC et autres techniques spécifiques ( ionique, exclusion stérique) permettant de:<br>• Sélectionner les types d'appareillages de chromatographie et leurs éléments selon les besoins d'une analyse.<br>• Élaborer en autonomie une méthode de quantification sur matrice complexe<br>• Optimiser une méthode de séparation |
| Contenu | • Chromatographie ionique<br>• Stratégies d'analyse des molécules polaires, phases stationnaires mixtes et mode HILIC<br>• Chromatographie d'exclusion stérique<br>• Chromatographie en fluide supercritique<br>• Préparation d'échantillons<br>• Travaux Pratiques HPLC et GC sous forme projet :<br>- Proposer un développement complet d'une méthode chromatographique<br>- Réaliser les essais<br>- Rédiger la procédure standard<br>- Présenter la démarche expérimentale |
| Méthodes d'enseignement | - Bilan test à distance pour les prérequis<br>- Formation en présentiel sous forme de cours et étude de cas<br>- Formation pratique en mode projet<br>- Conférences par industriels et fournisseurs d'appareillages |

| | |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU390** | **Analyses Physico-chimiques Avancées** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | TERRISSE HELENE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 64.67h Répartition : **CM :** 42.67h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 22h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | UE de cristallographie et diffraction de M1-A3M |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Diffraction des RX sur poudre **40%**<br>Microtextures **40%**<br>Electrochimie analytique **20%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Liste des matières | - Diffraction des RX sur poudre (XMS3CE391)<br>- Microtextures (XMS3CE392)<br>- Electrochimie analytique (XMS3CE393) |

| **XMS3CE391** | **Diffraction des RX sur poudre** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | HERNANDEZ Olivier |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 31.34h Répartition : **CM :** 21.34h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 10h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | *L'enseignement est la suite du cours de cristallographie et de diffraction en M1. Elle se propose d'appliquer ces notions à la technique de diffraction par les poudres.*<br>*À la suite de cet enseignement, l'étudiant devrait :*<br>*Connaitre les informations que l'on peut extraire d'un diagramme de diffraction des RX sur poudre.*<br>*Savoir choisir les conditions expérimentales adaptées à l'étude d'un échantillon pulvérulent par diffraction des RX.*<br>*Connaître le principe mis en œuvre par un programme d'affinement utilisant les méthodes de Le Bail et de Rietveld*<br>Savoir utiliser la diffraction sur poudre pour conduire une analyse quantitative de phases dans un mélange |
| Contenu | Du facteur de structure à l'intensité, différence RX/neutrons, diffraction résonante<br>Instrumentation : absorption, orientation préférentielle, fluorescence, contribution instrumentale aux profils<br>Groupe d'espace : choix de l'origine, gestion des positions spéciales, extinctions systématiques<br>Indexation d'un diagramme<br>Profils des raies de diffraction : approche des paramètres fondamentaux<br>Affinement par les méthodes de Le bail et Rietveld<br>Analyse quantitative de phases dans un mélange par la méthode de Rietveld |
| Méthodes d'enseignement | Cours<br>La maitrise des pré-requis et certaines notions font l'objet d'un enseignement en distanciel. |

| | |
|---|---|
| Bibliographie | |

| **XMS3CE392** | **Microtextures** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | TERRISSE HELENE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 21.33h Répartition : **CM :** 13.33h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 8h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Cet EC est consacré à l'étude de la microtextures des matériaux (surface spécifique, porosité et densité, granulométrie, potentiel zêta, rhéologie).<br>A l'issue de ce module, l'étudiant sera en capacité de :<br>• Utiliser avec un regard critique les modèles de Langmuir, BET et BJH pour déterminer la surface spécifique et la distribution en taille des pores d'un solide poreux ou pulvérulent.<br>• Analyser la densité d'un matériau par des méthodes pycnométriques.<br>• Mesurer et interpréter la distribution granulométrique d'un échantillon par diffusion de lumière (granulométrie laser, DLS) ou par d'autres techniques analytiques.<br>• Décrire l'interface oxyde-solution à l'aide du modèle de la double-couche électrique ; définir la charge de surface, le potentiel zêta et le diamètre hydrodynamique de particules colloïdales en suspension dans l'eau.<br>• Décrire et interpréter l'évolution du potentiel zêta en fonction de différents paramètres (pH, force ionique, présence d'espèces ayant une affinité spécifique pour la surface).<br>• Prédire la stabilité d'une suspension colloïdale à l'aide du potentiel zêta, en s'appuyant sur la théorie DLVO.<br>• Déterminer le potentiel zêta d'une suspension colloïdale par la mesure de sa mobilité électrophorétique, utiliser le modèle adéquat pour relier ces deux grandeurs, et interpréter les données obtenues en fonction de divers paramètres.<br>• Connaître les différents comportements rhéologiques des fluides et interpréter les rhéogrammes correspondants. |
| Contenu | Ce module est consacré à la caractérisation de la microtexture des matériaux (densité, surface spécifique, porosité), à l'analyse granulométrique d'un échantillon, à la mesure du potentiel zêta de suspensions colloïdales, et présente également quelques notions de rhéologie. Il fait suite au module d'imagerie et microtextures du M1 A3M, où certaines notions sont déjà abordées.<br>Le cours débute par une présentation des méthodes de détermination de la densité, de la surface spécifique (modèles de Langmuir et BET) et de la porosité (méthode BJH) des matériaux, faisant suite aux premières notions vues en M1 (adsorption de gaz sur la surface d'un solide). Une illustration de ces méthodes est fournie en TP, sur des appareils de laboratoire.<br>Les téchniques d'analyse granulométrique les plus répandues sont ensuite présentées (diffusion de lumière, sédimentation-centrifugation,...), en insistant sur l'instrumentation utilisée (notamment au travers des TP) et sur l'interprétation des résultats obtenus.<br>Puis l'interface solide-liquide est décrite à l'aide du modèle de la double-couche électrique et de la notion de potentiel zêta (notions déjà introduites en M1, approfondies en M2). La détermination expérimentale du potentiel zêta par la technique d'électrophorèse est présentée, et mise en oeuvre pendant la séance de TP. Son évolution en fonction de divers paramètres est explicitée, et une présentation de la théorie DLVO est ensuite réalisée pour prédire la stabilité des suspensions colloïdales.<br>Ce cours se termine par une brève description des outils de rhéologie nécessaires pour comprendre les publications faisant mention de mesures rhéologiques sur des suspensions colloïdales ou des polymères, mesures illustrées par des TP portant sur des produits du quotidien. |
| Méthodes d'enseignement | Cours magistraux, travaux dirigés, et travaux pratiques sur des équipements d'un laboratoire de recherche (IMN).<br>Un micro-projet portant sur la caractérisation croisée d'un échantillon de P25 (mélange anatase-rutile) par les différentes techniques du bloc 3 - ACBPI est développé au travers de ce module, donnant lieu à un petit rapport écrit, accompagné de l'analyse de publications. |
| Bibliographie | Jean-Pierre JOLIVET, "De la solution à l'Oxyde", 2ème édition, EDP Sciences 2015 |

| **XMS3CE393** | **Electrochimie analytique** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | LEBEGUE LEVACHE ESTELLE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 12h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Dans cet enseignement disciplinaire, l'étudiant.e apprendra les principes et méthodes des (bio)capteurs électrochimiques pour la détection d'analyte chimique ou biologique en solution, que ce soit pour des applications en santé ou environnementales. Au cours des séances de CM, l'étudiant.e apprendra à maîtriser les différentes techniques électrochimique employées (voltammétrie, chronoampérométrie, etc.) pour la détéction et l'analyse de composés / entités à différentes limites de détection. Le traitement de données expérimentales (études de cas) basé sur les notions théoriques abordées dans le cours permettront à l'étudiant.e d'être en mesure de déterminer des limites de détection et de quantifier des analytes en solution en suivant des protocoles bien définis. L'étude de différents types d'électrodes allant de l'échelle nanométrique à macrométrique et la fonctionnalisation de surface seront des notions supplémentaires abordées pour illustrer la variété des dispositifs de capteurs électrochimiques. L'étudiant.e sera en mesure d'établir des courbes d'étallonage selon les paramètres expérimentaux et les techniques électrochimiques à sa disposition. |
| Contenu | Dans cet enseignement disciplinaire, l'étudiant.e découvrira le principe des (bio)capteurs électrochimiques pour la détection d'analyte chimique ou biologique en solution, que ce soit pour des applications en santé ou environnementales. Au cours des séances de CM, l'étudiant.e apprendra à maîtriser les différentes techniques électrochimique employées (voltammétrie, chronoampérométrie, etc.) pour la détéction et l'analyse de composés / entités à différentes limites de détection. Lors des séances CM en salle informatique, l'étudiant.e sera amené à traiter des données / graphes pour en extraire les informations utiles telles que les quantités de matière adsorbées à l'électrode ou la concentration d'espèces électroactives en solution. Différents types et formats d'électrodes seront aussi étudiés (sérigraphiées, ultramicroelectrodes disques, fonctionnalisées, etc.) pour illustrer la diversité des applications possibles, tant à l'échelle macro que nano, et comprendre les différents comportements observés selon les configurations et techniques employées.<br>Le TP au CEISAM permettra de mettre à contribution les connaissances théoriques acquises pour la détection et l'analyse électrochimique de composés en solution, avec différentes configurations d'expériences possibles. |
| Méthodes d'enseignement | Les enseignements se feront en présentiel selon un format de cours, suivi d'applications immédiates des notions théoriques par le traitement de données expérimentales (étude de cas) sur ordinateur avec les logiciels adaptés en salle informatique.<br>La séance de travaux pratiques s'effectuera en présentiel dans le laboratoire d'électrochimie du CEISAM sous forme de projet expérimental reposant sur les connaissances théoriques vues en cours et avec l'instrumentation utilisée dans les travaux de recherche. |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU400** | **Spectroscopies et imagerie électroniques** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | MOREAU PHILIPPE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 55.33h Répartition : **CM :** 37.33h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 18h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Spectroscopies optiques **40%**<br>Spectroscopies XPS, EELS, EDX **40%**<br>Imagerie électronique **20%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Liste des matières | - Spectroscopies optiques (XMS3CE401)<br>- Spectroscopies XPS, EELS, EDX (XMS3CE402)<br>- Imagerie électronique (XMS3CE403) |

| XMS3CE401 | Spectroscopies optiques |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | HUMBERT BERNARD |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 10h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 10h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Les acquis après cette UE seront :<br>- savoir obtenir des spectres d'absorption et d'émission optique de système moléculaires ou solides<br>-savoir mettre en oeuvre des mesures Raman<br>-savoir interpréter des spectres de vibration<br>-savoir interpréter des spectres de photoluminescence |
| Contenu | Les objetifs de cette UE sont dordre pratique :<br>(0) savoir décrire un profil spectral d'un spectre optique, en terme de position énergétique d'une transition, de largeur à mi-hauteur de bande, de résolution du spectromètre, d'asymétrie des signaux, pour relier un profil à des paramètres physicochimiques.<br>(i) savoir mettre en oeuvre la méthode optique adéquate pour caractériser des systèmes moléculaires ou des matériaux<br>(ii) comprendre les notions des méthodes optiques de base d'analyse de solides, de liquides et de gaz<br>(iii) comprendre les grandeurs physico-chimiques mises en jeu lors d'une absorption Proche IR, d'une absorption Moyen IR, d'une mesure de diffusion Raman, d'une expérience de photoluminescence<br>(iv) savoir décrire et interpréter un spectre de transition électronique d'une molécule ou d'un solide, un spectre de vibration de molécule ou de solide et savoir utiliser les notions de polarisation de la lumière pour faie parler la matière<br>(v) savoir quand analyser quantitativement des systèmes chimiques complexes en utilisant les lois et les méthodes optiques : transmission, émission, réflexion ou diffusion inélastique<br>(vi) savoir quand et comment faire une analyse qualitative<br>(vii) Savoir proposer des expériences d'analyse en microscopie et en imagerie de spectro-optique pour décrire des échantillons complexes : imagerie hyperspectrale<br>Cette unité d'enseignement se fonde sur les acquis atteints en spectroscopie optique de M1A3M, à savoir les règles de sélection en absorption et émission de la lumière et de la diffusion inélastique de la lumière par la matière, à savoir utiliser la symétrie ponctuelle (table de caractère à l'appui) pour interpréter des spetres de fluorescence, d'absorption MIR et des spectres de diffusion Raman.<br>Cette unité d'enseignement reposera pour une moitié du temps présentiel sur ds TP-Projets expérimentaux où les étudiants manipuleront des spectromètres de haut niveau en laboratoire. |
| Méthodes d'enseignement | La moitié de l'enseignement se fera en Cous-Echanges actifs, fondés sur les méthodes inversé.<br>L'autre moitié se fera en pratique en salle de spectroscopie optique de laboratoire. |
| Bibliographie | |

| XMS3CE402 | Spectroscopies XPS, EELS, EDX |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 18h Répartition : **CM :** 14h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | Cet EC comportera quatre parties :<br>**X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) (3,5h)**<br>• Principe, instrumentation et interactions rayonnement matière<br>• Quantification et sensibilité à la surface<br>• Profils de concentration.<br>**Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) (3h)**<br>• Principe, instrumentation, et comparaison avec WDS<br>• Quantification au MET et MEB<br>**Electron Energy-Loss Spectroscopy (EELS) (3,5h)**<br>• Principes et utilisation dans un microscope électronique en transmission<br>• Quantification, structures fines et nombre d'oxydation<br>• Résolution spatiale et cartographie chimique<br>**Fluorescence X (XES) (2h)**<br>• Principes et intérêt par rapport aux autres techniques<br>• Quantification : rapidité, précision |

| | |
|---|---|
| Méthodes d’enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CE403** | **Imagerie électronique** |
|---|---|
| Langue d’enseignement | Français |
| Lieu d’enseignement | |
| Responsable de la matière | GAILLOT ANNE-CLAIRE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 17.33h Répartition : **CM :** 13.33h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | • Maîtriser le vocabulaire scientifique spécifique en français et en anglais (compétence générique)<br>• Savoir convaincre de l'intérêt d'un équipement, d'une analyse, du choix de conditions d'analyse particulières<br>• Discuter de façon claire, concise, précise et argumentée le principe physique, le choix, les avantages, limitations et artefacts potentiels des techniques de préparation d’échantillon et d’imagerie présentées<br>• Reconnaître et expliquer la nature et l’origine physique des contrastes dans une image MET, et les moyens pour modifier ce contraste<br>• Interpréter une image MET présentée dans un article scientifique ou un cliché de diffraction électronique simple |
| Contenu | Cet enseignement est consacré à l’étude des techniques de microscopie électronique en transmission (MET), permettant l’obtention de façon couplée d’informations morphologiques, structurales et chimiques à l’échelle sub-micrométrique, nanométrique ou atomique.<br>Les principes physiques à l’origine des divers contrastes observés dans une image MET (contrastes de diffusion, de diffraction et de phase) pour l’imagerie moyenne résolution (BFTEM, DFTEM, STEM-HAADF), haute résolution (HRTEM), et l’imagerie chimique (STEM-EDX, STEM-EELS, EFTEM, STEM-HAADF-HR) seront présentés. Les potentialités et complémentarités, ainsi que la résolution spatiale et en énergie, et limite de détection de chacune de ces techniques seront discutées. Les techniques de préparation d’échantillons essentielles à l’obtention de telles images seront également présentées, avec un accent mis sur les artefacts potentiels associés. Enfin, une introduction à la diffraction électronique et la tomographie électronique sera proposée.<br>Une illustration de ces techniques sera réalisée sur instruments de laboratoire lors d'une séance de TP en petit groupe. |
| Méthodes d’enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU410** | **Santé et authentification** |
|---|---|
| Lieu d’enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l’UE | TEA ILLA<br>PERON OLIVIER |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 32h Répartition : **CM :** 15h **TD :** 17h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l’enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d’études comprenant l’UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Diagnostic et thérapie **67%**<br>Authentification et origine **33%** |
| Obtention de l’UE | |
| **Programme** | |

| | |
|---|---|
| Liste des matières | - Diagnostic et thérapie (XMS3CE411)<br>- Authentification et origine (XMS3CE412) |

| **XMS3CE411** | **Diagnostic et thérapie** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Mixte |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | PERON OLIVIER |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 22h Répartition : **CM :** 6h **TD :** 16h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Au terme de cette EC, l'étudiant(e) :<br>- identifiera les signatures isotopiques associées aux dérégulations du métabolismes en santé<br>- décriera les effets isotopiques mesurés, dans la biosynthèse des acides aminés et des lipides<br>- découvrira les fractionnements des métaux dans les principaux métabolismes dérégulés dans les maladies (cancer, diabète...)<br>- découvrira les différentes voies de production des isotopes radioactifs.<br>- connaitra les principales stratégies de radiomarquage des médicaments radiopharmaceutiques.<br>- aura acquis les principes règlementaires sous-jacents à la mise en place d'un essai clinique en radiopharmacie.<br>- aura compris les différentes contraintes liées au passage du laboratoire de recherche à la clinique en établissement de santé.<br>- comprendra le rôle et l'impact de la nature du vecteur et du type d'emmision radioactive sur les applications en imagerie nucléaire et en thérapie. |
| Contenu | Etude des signatures isotopiques dans la cellule et les tissus humains<br>Etude du fractionnement naturel du carbone 13 (effets isotopiques, acides aminés et lipides)<br>Etude du fractionnement naturel de l'azote 15<br>Etude du fractionnement isotopique des métaux<br>Données historiques et bases scientifiques sur la production des isotopes radioactifs (réactions nucléaires, purification chimique, générateurs).<br>Approches chimiques de radiomarquage des molécules d'intérêt biologique.<br>Développement d'un radiopharmaceutique<br>Anticorps radiomarqués en imagerie nucléaire et en thérapie<br>Peptides pour la therapie interne vectorisée<br>Etudes d'alpha-thérapie préclinique |
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CE412** | **Authentification et origine** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Mixte |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 10h Répartition : **CM :** 9h **TD :** 1h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de cette EC, l'étudiant :<br><br>• Déterminera le lien qualitatif et quantitatif entre la nourriture et les isotopes<br>• Appliquera les techniques isotopiques pour suivre les migrations animales et humaines<br>• Décriptera les modèles mixtes isotopiques pour déterminer les proportions/sources resposnsables de la signature isotopique<br>• Analysera la démarche analytqiue appliquée à l'archéologie<br>• Posera la problématique des études de cas de dopage, de contre-façon et de traçabilité<br>• Interprétera les analyses isotopiques comme outil pour une enquête de la Police Scientifique<br>• Décrira les methodes d'analyses élément, instrument, validation, échantillonnage) les plus adaptées pour l'autentification de différents types de produit |
| Contenu | Contexte : la problématique des responsabilités, origines dans le dopage, contre-façon et la traçabilité<br>Etudes de cas des sciences forensiques : de l'archéologie (liens entre nourriture/diète et isotopes, Migration animal et humaine) aux enquêtes de police. Exemples d'application de l'étude de l'authenticité et de la contre-façon |
| Méthodes d’enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU420** | **Environnement** |
|---|---|
| Lieu d’enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l’UE | PERON OLIVIER |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 46h Répartition : **CM :** 33h **TD :** 9h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |
| **Place de l’enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d’études comprenant l’UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Les isotopes en environnement **50%**<br>Pollution environnementale **50%** |
| Obtention de l’UE | |
| **Programme** | |
| Liste des matières | - Les isotopes en environnement (XMS3CE421)<br>- Pollution environnementale (XMS3CE422) |

| **XMS3CE421** | **Les isotopes en environnement** |
|---|---|
| Langue d’enseignement | Mixte |
| Lieu d’enseignement | |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 26h Répartition : **CM :** 18h **TD :** 4h **CI :** 0h **TP :** 4h **EAD :** 0h |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Au terme de cette EC, l'étudiant(e) :<br>-comprendra les mécanismes de fractionnement isotopique dans l'eau et en particulier au cours de changement de phase et le lien entre les effets isotopiques mesurés dans les carbonates avec le climat, dont la température<br>-découvrira le cycle du carbone, le rôle de l'océan dans le bilan global du CO2 et la chimie atmosphérique pour interpréter la signature isotopique de molécules clés : H2O, O3, CO2, N2O et SO2, ainsi que l'intérêt des mesures isotopiques de la cellulose des arbres pour suivre le climat passé et futur<br>-déterminera le lien qualitatif et quantitatif entre la nourriture et les isotopes, afin de suivre les migrations animales et humaines, ainsi que la démarche analytique appliquée à l'archéologie<br>- aura des connaisances générales sur l'origine de la radioactivité naturelle et anthropique ainsi que leur contribution environnementale<br>- décrira le risque pouvant étre associé à la radioactivité naturelle<br>- découvrira la radiochronologie comme outil de datation d'archives sédimentaires<br>- comprendra les principes de gestion des déchets radioactifs en France |
| Contenu | - Fractionnement isotopique dans l'eau et la glace : lien entre fractionnement isotopique dans les carbonates et la température<br>- Cycle du carbone et absortion du CO2 par l'océan, intérêts des mesures des isotopes de la cellulose des cernes des arbres et chimie et signatures isotopiques des éléments de l'atmosphère (H20, O3, CO2, N2O, SO2)<br>- Liens entre nourriture/diète et isotopes et migration animal et humaine, Outil pour l'archéologie<br>- Le risque associé au radon<br>- Utilisation de radioisotopes naturels et anthropiques pour la datation d'échantillons de l'environnement<br>- Evaluation des modes de transfert des isotopes radioactifs, et en particulier dans l'environnement des stockages |
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CE422** | **Pollution environnementale** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Mixte |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 20h Répartition : **CM :** 15h **TD :** 5h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de cette EC, l'étudiant :<br>- Décrira la problématique d'une pollution : suivre son devenir dans la nature et l'importance de l'information isotopique pour la remédiation<br>- Calculera les effets isotopiques associés aux dégradations abiotiques et biotiques s'initiera à la modélisation du transport d'un polluant dans l'environnement<br>- Connaitra la radioécologie et ses axes de développement<br>- Aura des connaissances sur la dépollution des sols par les plantes<br>- Comprendra le rôle et l'impact de la matière organique sur une pollution environnementale<br>- Découvrira l'isotopie stable et instable pour tracer une éventuelle pollution diffuse |

| | |
|---|---|
| Contenu | Introduction à la problématique : suivi d'un polluant dans l'environnement en vue de sa remédiation<br>Dégradations physiques : signatures isotopiques au cours de l'évaporation<br>Dégradations chimiques : signatures isotopiques au cours des réactions d'hydrolyse et d'oxydation<br>Dégradations biochimiques : signatures isotopiques au cours des transformations aérobiques et anaérobiques<br>Modèles du transport du polluant<br>Evolution de la radioécologie et voies d'études : un focus pourra être fait sur l'isotope radioactif de l'hydrogène, le tritium et les déchets radioactifs immergés dans le milieu océanique<br>Complexation des (radio)-métaux par la matière organique, labilité et bio-disponibilité<br>La phytoremédiation de sols radiocontaminés<br>Traçage par filiations radioactives, isotopie du plomb stable et radionucléides artificiels |
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CU430** | **Métrologie** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | PERON OLIVIER |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 42h Répartition : **CM :** 16h **TD :** 6h **CI :** 0h **TP :** 20h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Métrologie Nucléaire **50%**<br>Métrologie des isotopes stables **50%** |
| Obtention de l'UE | |
| **Programme** | |
| Liste des matières | - Métrologie Nucléaire (XMS3CE431)<br>- Métrologie des isotopes stables (XMS3CE432) |

| **XMS3CE431** | **Métrologie Nucléaire** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 24h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 4h **CI :** 0h **TP :** 12h **EAD :** 0h |

| | |
|---|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Partie CM et TD :<br>Au terme de cette EC, l'étudiant(e) :<br>**Connaissance et compréhension**<br>• D'expliquer les différents mécanismes qui interviennent lors de l'interaction d'une particule avec la matière, cette particule pouvant être un photon gamma (effet photoélectrique, diffusion Compton et création de paires et sections efficaces associées) ou une particule chargée (perte d'énergie par collisions et par rayonnement de freinage).<br>• De décrire l'évolution de ces mécanismes selon la gamme en énergie de la particule primaire et la nature du matériau.<br>**Application et analyse**<br>• De mettre en rapport l'ensemble de ces connaissances pour identifier les mécanismes physiques lors de la détection des gammas, des particules chargées dans le cadre d'exercices d'applications<br>• De produire et d'utiliser les résultats fournis par un logiciel de type SRIM (the Stopping and Range of Ions in Matter) pour résoudre des problèmes liés à la perte d'énergie et/ou au parcours de particules chargées dans n'importe quel type de matériau, simple ou composé<br>Partie TP :<br>Au terme de cette EC, l'étudiant(e) :<br>• Comprendra les principes fondamentaux de la spectrométrie alpha et gamma ainsi que ceux de la scintillation liquide<br>• Apprendra à preparer les échantillons pour analyse et utiliser les appareils de métrologie *ad hoc*.<br>• Saura analyser, identifier et quantifier les radionucléides dans des échantillons après avoir réalisé une calibration/ un étalonnage. |
| Contenu | Partie CM et TD:<br>**I - Interaction des particules chargées avec la matière**<br>1 – Introduction<br>2 – Interaction des particules chargées lourdes avec la matière : perte d'énergie par collisions/Parcours des particules<br>3 – Interaction électron-matière : perte d'énergie par collisions/radiations<br>**II – Interaction des photons gammas avec la matière**<br>1 - Les différents mécanismes d'interaction<br>2 - L'effet photoélectrique<br>3 – La diffusion Compton<br>4 - Production de paires (ou Matérialisation)<br>5 – Atténuation/Absorption des gammas dans la matière<br>6 – Application à la spectroscopie gamma<br><br>Partie TP:<br><br>• Préparations d'échantillons (solutions, dépôts) radioactifs<br>• Utilisation de sources radioactives scellées et non scellées<br>• Prise en main des appareils et logiciels de métrologie<br>• Calibration en énergie et identification de la fenêtre/ du canal de comptage.<br>• Détermination du bruit de fond et de la limite de détection.<br>• Identification des radionucléides et quantification de leur activité. |
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS3CE432** | **Métrologie des isotopes stables** |
|---|---|
| Langue d'enseignement | Mixte |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | TEA ILLA |

| | |
|---|---|
| Volume horaire total | **TOTAL :** 18h Répartition : **CM :** 8h **TD :** 2h **CI :** 0h **TP :** 8h **EAD :** 0h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Au terme de cette EC, l'étudiant(e) :<br>- Saura définir un rapport isotopique et l'intérêt de sa mesure par rapport au fractionnement et la discrimination isotopiques<br>- Décrira les principales méthodologies pour la détermination des rapports isotopiques sélectionnera l'approche méthodologique en termes d'instrumentation et de principe la plus adaptée à une problématique. |
| Contenu | Défintions et formalisme :<br>- rapport isotopique, fractionnement isotopique, effets isotopiques<br>- terminologie, expression des résultats<br><br>Mesures et techniques :<br>- spectromètrie de masse<br>- RMN<br>- autres, ICP-MS, laser IR, SM haute résolution<br>- définitions et usage de CSIA, PSIA, ESIA |
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | |

| **XMS4CU300** | **Stage** |
|---|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 4 |
| Responsable de l'UE | GIRAUDEAU PATRICK<br>LATOUCHE CAMILLE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l'enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Stage **100%** |
| Obtention de l'UE | Pas de dispense d'assiduité |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue du stage ou de la période d'alternance, l'étudiant sera capable de :<br>-Travailler en équipe<br>-Maîtriser les techniques de laboratoire et l'utilisation des appareils spécifiques à son sujet,<br>-Collecter, analyser et interpréter des données chimiques ou physico-chimiques en vue de leur exploitation,<br>-Mener une recherche bibliographique pour établir un état de l'art et/ou proposer des solutions à des problèmes spécifiques,<br>-Rédiger les procédures expérimentales et les conclusions d'expérience,<br>-Présenter et exposer ses résultats de manière orale et écrite |
| Contenu | Stage de 5 à 6 mois en laboratoire public ou industriel<br>OU<br>Alternance en contrat d'apprentissage ou contrat de professionnalisation |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| XMS4CU310 | Périodes de formation alternées en milieu pro. |
|---|---|
| Lieu d’enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 4 |
| Responsable de l’UE | GIRAUDEAU PATRICK<br>LATOUCHE CAMILLE |
| Volume horaire total | **TOTAL :** 0h Répartition : **CM :** 0h **TD :** 0h **CI :** 0h **TP :** 0h **EAD :** 0h |
| **Place de l’enseignement** | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d’études comprenant l’UE | M2 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M) |
| **Evaluation** | |
| Pondération pour chaque matière | Périodes de formation alternées en milieu pro. **100%** |
| Obtention de l’UE | |
| **Programme** | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de la période d'alternance, l'étudiant sera capable de :<br>-Travailler en équipe<br>-Maîtriser les techniques de laboratoire et l'utilisation des appareils spécifiques à son sujet,<br>-Collecter, analyser et interpréter des données chimiques ou physico-chimiques en vue de leur exploitation,<br>-Mener une recherche bibliographique pour établir un état de l'art et/ou proposer des solutions à des problèmes spécifiques,<br>-Rédiger les procédures expérimentales et les conclusions d'expérience,<br>-Présenter et exposer ses résultats de manière orale et écrite |
| Contenu | Alternance en contrat d'apprentissage ou contrat de professionnalisation |
| Méthodes d’enseignement | |
| Langue d’enseignement | Français |
| Bibliographie | |

Dernière modification par VIRGINIE BLOT, le 2024-09-09 17:52:27