

# Agences, entreprises et organismes ayant accueilli des stagiaires

## Niveau régional

AB7 Industries, Deyme (31)  
Alpha MOS, Toulouse (31)  
Avogadro, Fontenilles (31)  
Cognis-France, Boussens (31)  
CRITT DIAC, Castres (81)  
Institut Européen de Biologie Cellulaire, Ramonville (31)  
Institut de Recherche Pierre Fabre-Dermatochimie, Toulouse (31)  
Laboratoire Départemental de l'Eau, Albi (81)  
Laboratoire Départemental de l'Eau, Launaguet (31)  
Laboratoire Lara, Toulouse (31)  
Laboratoire Police Scientifique, Toulouse (31)  
Mérial, Toulouse (31)  
Oksman-Seraphin, Ramonville St Agne (31)  
Phode SA, Albi, 81  
Picometrics, Toulouse, 31  
Pierre-Fabre Médicaments, Castres (81), Labège (31), Vigoulet-Auzil (31)  
Sanofi-Aventis, Toulouse (31)  
Sanofi-Winthrop, Colomiers (31)  
S.N.P.E., Toulouse (31)

## Niveau National

AFSSA, Fougères (35)  
Anadiag, Haguenau (67)  
Arvalis, Boigneville (91)  
Bausch & Lomb, Montpellier (34)  
Centre Interrégional de Conservation et Restauration du Patrimoine, Marseille (13)  
Centre de Recherches Biologiques (CERB), Baugy (18)

CEVA, Santé Animale, Libourne (33)  
Cognac Martell, Cognac (16)  
Dow Chemical, Drusenheim (67)  
FCBA, Institut technologique, Bordeaux (33)  
Institut des Corps Gras (ITERG), Pessac (33)  
Laboratoire Bouisson-Bertrand, Nîmes (30)  
Laboratoire Départemental d'Analyses de la Corrèze, Tulle (19)  
Laboratoire Départemental de l'Eau, Brest (29)  
Laboratoire DGCCRF, Talence (33)  
Laboratoire des Eaux-CHR, Carcassonne (11)  
Laboratoire Environnement, Nice (06) Laboratoire Police Scientifique, Lille (59)  
Laboratoire Oenoconseil, Montpellier (34)  
Laphal Industrie, Allauch (13)  
L'Oréal, Chevilly Larue (91)  
Mac Niel, Martillac (33)  
Oril-Servier, Bolbec (76)  
Roche-Nicholas, Gaillard (74)  
Sanofi-Aventis, Bagneux (91), Compiègne (60), Montpellier (34), Strasbourg (67)  
Sanofi-Pasteur, Marcy l'Etoile (69)  
Savoielabo, Le Bourget (73)  
Sederma, Le Perray en Yvelines (78)  
Skye Pharma, Saint Quentin Fallavier (38)  
Société COVAIR, Compiègne (60)  
ThermoFisher Scientific, Villebon sur Yvette (92)  
Totalfinaelf, Lacq (64)  
UPSA, Agen (47)  
Veolia Water, Maisons Lafitte (78)

## Niveau International

Cognis-Henkel, Düsseldorf, Allemagne  
Eli-Lilly, Windesham (Grande-Bretagne)  
Laboratoire suisse d'analyse du dopage, Lausanne, Suisse  
Smithsonian Institut, Washington USA

# Master 2 Professionnel Chimie Analytique et Instrumentation

Université  
Paul Sabatier  
Toulouse III



## Objectif de la formation

Le Master 2 Professionnel de Chimie Analytique et Instrumentation a pour objectif de former des chimistes analystes ayant une bonne maîtrise des diverses techniques intervenant dans le domaine de l'analyse et de l'instrumentation. Ce diplôme est ouvert depuis 2001.

## Conditions d'admission

La formation est accessible aux étudiants titulaires d'un Master 1 de chimie, de chimie-physique, de biochimie, de procédés physico-chimiques ou de sciences physiques et chimiques.

La formation est également accessible aux titulaires d'un diplôme de Pharmacien ou d'un diplôme d'IUP du domaine de la chimie, de la biochimie ou de la bio-ingénierie.

Le diplôme est accessible en formation continue (Salariés au titre du Fongecif, dispositif VAE).

## Programme des enseignements

### Techniques Spectroscopiques (85 h, 6 ECTS)

UV-visible, Fluorescence, IR-Raman, RMN, Spectrométrie de masse, Spectroscopies atomiques.

### Techniques de Séparation et autres méthodes d'analyse (110h) 6 ECTS

Chromatographies (liquide, gazeuse, supercritique), Electrophorèse capillaire, Analyses thermiques, Diffraction des rayons X, Méthodes électrochimiques, Immunoanalyses, Chimiométrie.

### Travaux Pratiques (70h) 6 ECTS

Un projet réalisé en binôme permet la mise en application expérimentale des techniques analytiques .

### Ateliers (50h) 6 ECTS

Analyse bibliographique à partir de l'examen de travaux de recherche et de mises au point récemment publiés.

### Ouverture vers le monde socio-économique (66h) 3 ECTS

Des conférences assurées par des intervenants du secteur socio-économique viennent enrichir cette formation.

### Anglais (24 h) 3 ECTS

### Stage en Entreprise (6 mois) 30 ECTS

Un stage de six mois (Janvier à juin) vient compléter la formation théorique et constitue une réelle expérience professionnelle.

## RESPONSABLE DE LA FORMATION

Véronique Gilard  
LSPCMIB Bâtiment 2R1  
118, route de Narbonne  
31062 Toulouse cedex 9  
Tel 05 61 55 82 81  
Fax 05 61 55 76 25  
[m2pro.analytique@chimie.ups-tlse.fr](mailto:m2pro.analytique@chimie.ups-tlse.fr)

## DIRECTEUR DES ETUDES

Dominique de Caro  
Laboratoire de Chimie de Coordination du CNRS  
205, Route de Narbonne  
31077 Toulouse Cedex  
Tel 05 61 33 31 06  
Fax 05 61 55 30 03  
[decaro@lcc-toulouse.fr](mailto:decaro@lcc-toulouse.fr)

## SECRETARIAT DE LA FORMATION

Marie-Claire Beaubelicoux  
Bâtiment 2A, porte 13  
118, route de Narbonne  
31062 Toulouse cedex 9  
Tel 05 61 55 60 74  
Fax 05 61 55 76 95  
[apca31@adm.ups-tlse.fr](mailto:apca31@adm.ups-tlse.fr)

# MASTER 2 Professionnel CHIMIE ANALYTIQUE ET INSTRUMENTATION

## Université PAUL SABATIER

### Responsable de la Formation V. GILARD

✉ LSPCMIB, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9

☎ 05 61 55 82 81 📧 m2pro.analytique@chimie.ups-tlse.fr

*Le Master 2 Professionnel de Chimie Analytique et Instrumentation a pour objectif de former des chimistes analystes ayant une bonne maîtrise des diverses techniques intervenant dans le domaine de l'analyse et de l'instrumentation. Les compétences acquises doivent les amener à occuper un poste à responsabilité dans un département analytique relevant de différents secteurs d'activité, tels que l'agroalimentaire, la chimie, l'environnement, l'instrumentation, la pharmacie et la santé.*

## UE EP9CAIAM: Techniques spectroscopiques (6 ECTS)

**Objectif:** *Faire acquérir à l'étudiant une très bonne connaissance des techniques spectroscopiques sur le plan analytique.*

### 1 - Spectroscopie ultraviolette

Principes de la spectroscopie UV, chromophores simples et conjugués (rappels)

Loi de Beer-Lambert et applications analytiques :

analyse de multi-composants (association de principes actifs)

étude des équilibres protolytiques et de complexation ( $pK_a$ ,  $pK_s$ ,...)

stabilité des principes actifs - méthodes cinétiques

identification et analyse par spectroscopie dérivée

détection en HPLC

### 2 - Spectrofluorimétrie

Origine et propriétés du phénomène de fluorescence

Facteurs agissant sur la fluorescence (structure chimique, effets de substituants, solvant, concentration...)

Polarisation de fluorescence (FP), fluorescence en temps résolu (TRF)

Fluorescence par transfert d'énergie de résonance (FRET)

Appareillage (fluorescence induite par laser)

Applications analytiques

fluorimétrie directe et par dérivation : fluorophores, sondes fluorescentes

dosages par FP et TRF

détection fluorimétrique en électrophorèse capillaire et HPLC

### 3 - Spectroscopies Infrarouge et Raman

Généralités sur les spectroscopies de vibration (domaines d'énergie envisagés, vibration des molécules, origines des spectres infrarouge et Raman, règles de sélection, comparaison entre spectroscopies infrarouge et Raman)

#### *Spectroscopie infrarouge*

Spectroscopie IR à transformée de Fourier. Avantages par rapport aux systèmes dispersifs

Techniques de réflexion

réflexion totale atténuée (ATR)

réflexion diffuse

Spectroscopie IR photoacoustique

Applications analytiques de la spectroscopie proche et moyen infrarouge par transmission et réflexion dans les domaines agroalimentaire et pharmaceutique. Applications cliniques.

#### *Spectroscopie Raman*

Instrumentation

Techniques d'échantillonnage.

Techniques particulières

- Raman de résonance
- Raman non linéaire - Effet hyper Raman
- spectroscopie Raman exaltée de surface (SERS)
- Microscopie Raman
- spectroscopie Raman à transformée de Fourier
- Applications analytiques
  - identification de traces (pesticides, drogues illicites, explosifs, police scientifique)
  - détermination d'espèces ioniques (ions métalliques, ion nitrite...) dans les eaux
  - étude des pigments de peintures anciennes (archéologie)
  - contribution au diagnostic : étude comparée de tissus sains et pathologiques

#### 4 - Résonance magnétique nucléaire

Principe et propriétés de la RMN multinoyaux  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$  (brefs rappels)

Instrumentation

Applications de la RMN en tant qu'outil d'analyse

*en physicochimie* : détermination de constantes d'ionisation  $pK_a$ , de constantes de vitesse  $k_{obs}$ , mesure d'excès énantiomériques

*en biomédecine* : approche clinique (dysfonctionnements métaboliques héréditaires), analyse exploratoire et aide au diagnostic (modification des processus métaboliques lors de la transplantation d'organes et de pathologies), identification et dosage des xénobiotiques (drogues et leurs métabolites)

*en agro-alimentaire* : analyse isotopique par  $^2\text{H}$  RMN (discrimination entre produits naturels et synthétiques, répression des fraudes).

#### 5 - Spectrométrie de masse

Procédés d'ionisation des molécules et macromolécules : ionisation en phase gaz (impact électronique, interaction ion-molécule), désorptions, ionisations en phase liquide et solide (électronébulisation, MALDI, FAB)

Analyseurs ioniques : secteurs magnétiques, trappes à ions, quadropoles, temps de vol, résonance ionique

Les couplages avec la chromatographie en phase gaz, la chromatographie en phase liquide, l'électrophorèse capillaire

Applications analytiques

identification de pesticides par CPV/SM

la « dérivation sélective » et les analyses de stéroïdes

marquages par isotopes stables et quantifications

identification et dosage de polluants (dioxines) par « Multiple Ion Recording » en haute résolution

dosages directs par « Reaction Monitoring »

caractérisations de modifications post-traductionnelles de protéines par HPLC/MS

association électrophorèse 2D et MS haute sensibilité : la protéomique

#### 6 - Spectroscopies d'absorption atomique (SAA) et d'émission atomique (SEA). Spectroscopie d'émission de flamme (photométrie de flamme)

Présentation des phénomènes : les sources de spectres atomiques (spectres d'émission et d'absorption)

Classification des méthodes spectrales atomiques

La spectroscopie atomique de flamme

atomiseurs de flamme, propriétés des flammes

spectroscopie d'absorption, sources à spectre de raies (lampes à cathode creuse, lampes à décharge sous électrode)

Les méthodes d'absorption atomique par atomisation électrothermique (SAAE)

La spectroscopie d'émission atomique avec des sources à plasma

source de plasma à couplage inductif

source de plasma d'argon à courant continu

utilisation des lasers en spectrométrie atomique

Applications analytiques

## UE EP9CAIBM: Techniques analytiques (6 ECTS)

**Objectif :** *Faire acquérir à l'étudiant une très bonne connaissance des techniques de séparation et du traitement des données quantitatives.*

### Partie 1 : Techniques de séparation et d'analyse

#### 1 - Généralités sur les méthodes chromatographiques

Principes, types d'interaction dans les phases condensées, interactions solvant-soluté, phénomènes de surface, classification des méthodes chromatographiques

#### 2 - Chromatographie en phase gazeuse

Principe et paramètres chromatographiques

Appareillage, phases stationnaires (supports et liquides utilisés, polarité, indices de rétention de Kovats, constantes de phases stationnaires)

Détecteurs, couplage GC/MS

#### 3 - Chromatographie planaire

#### 4 - Chromatographie liquide haute performance

Principe et classification des méthodes chromatographiques liquides

Grandeurs fondamentales

Chromatographie d'adsorption, chromatographie de partage (phases stationnaires greffées, phases chirales), chromatographie d'exclusion, chromatographie ionique

Appareillage, détecteurs, couplage HPLC/MS

#### 5 - Chromatographie en phase supercritique (CPS)

Généralités et principe

Propriétés thermodynamiques et physicochimiques des fluides supercritiques (masse volumique, viscosité...)

Principaux fluides supercritiques aptes à être utilisés comme phases mobiles

Principaux paramètres en chromatographie phase supercritique : rétention, gradient, modificateurs polaires, sélectivité, efficacité

Appareillage, détection et couplage

Applications des techniques chromatographiques à la séparation et au dosage d'analytes dans les différents domaines

#### 6 - Electrophorèse capillaire

Principe et développement de l'électrophorèse capillaire

Appareillage capillaire, tampons, injection, détection

Electrophorèse capillaire de zone

*principe, séparation et dosage d'ions inorganiques, d'acides organiques, d'acides aminés, de molécules d'intérêt biologique et pharmaceutique*

électrophorèse capillaire en milieu micellaire (chromatographie électrocinétique micellaire)

principe, mécanismes et optimisations des séparations, approche théorique des solutés chargés, considérations pratiques : utilisation de micelles, cyclodextrines et autres additifs

Applications analytiques

en biologie, dans le domaine de l'environnement, police scientifique (explosifs, drogues illicites), diagnostic clinique (dosage de marqueurs), séparation de molécules chirales et pureté énantiomérique

couplage électrophorèse capillaire/MS

#### 7 - Méthodes de l'analyse quantitative

Mise en oeuvre du dosage : coefficient de réponse ; méthodes de mesure : étalonnages externe et interne, méthode des ajouts

## Partie 2 : Autres techniques d'analyse et chimiométrie

### 1 - Analyse thermique

Analyse thermogravimétrique, analyse thermique différentielle, couplage ATG-CPG-MS  
Applications aux matériaux pharmaceutiques

### 2 - Diffraction X sur poudres

Production des rayons X  
Cristal, plans réticulaires, poudre cristalline  
Présentation simplifiée de la loi de Bragg, cônes de diffraction  
Monochromateurs à cristal  
Principaux montages photographiques par diffraction de poudre : Debye-Scherrer et dérivés, chambres à focalisation : en réflexion (Seeman-Bohlin) et en transmission (Guinier-Hägg)  
Diffractomètres de poudres  
montage  $\theta$ - $2\theta$ , montage  $\theta$ - $\theta$ , notions sur les systèmes de détection (ponctuels, linéaires, courbes)  
Utilisation des diagrammes de poudre  
fichier JCPDS (identification de phases)  
transitions de phases, transitions ordre-désordre  
polymorphisme  
indexation de diagrammes dans les cas simples

### 3 - Immunoanalyse

Les anticorps, outils de l'immuno-analyse  
Immuno-dosages (anticorps non marqué, antigène ou anticorps marqué)  
Immuno-analyse qualitative et semi-quantitative (immuno-fluorescence, immuno-histochimie, immuno-agglutination, traceurs, immuno-précipitation, immuno-transfert)

### 4 - Electrochimie

Dosages conductimétriques  
Dosages potentiométriques  
Ampérométrie à courant de polarisation - Polarographie  
Chrono-potentiométrie et Chrono-ampérométrie

### 5 - Chimiométrie

Validation d'une méthode analytique  
différents types d'erreurs  
approche statistique de la mesure : écart-type, coefficient de variation, tests statistiques significatifs  
critères de validation : spécificité, linéarité, exactitude, fidélité (répétabilité, reproductibilité)  
limite de détection, robustesse  
Analyse de données  
analyses statistique et factorielle  
analyse en composants principaux (PCA)  
régression sur les moindres carrés partiels (PLS) et sur les composants principaux (PCR)  
réseaux neuronaux (réseaux de Kohonen, réseaux à rétropropagation des erreurs)  
Plan d'expériences - optimisation  
matrices factorielles complètes et fractionnaires  
matrices de Plackett et Burman  
matrices de Taguchi  
réseaux uniformes de Doehlert  
matrices composites centrées

### **UE EP9CAICM: Module de TP (6 ECTS)**

*Objectif : Acquérir une bonne expérience expérimentale avant le stage industriel.*

Module de TP mettant en application les concepts vus dans les UE 2S91CAM et 2S92CAM.

### **UE EP9CAIDM: Ateliers (6 ECTS)**

*Objectif : Bien analyser une publication de chimie analytique et instrumentation. Acquérir un esprit de synthèse sur les méthodes analytiques à utiliser pour un problème donné. Rédiger et présenter un exposé.*

Analyse bibliographique relative aux UE 2S91CAM et 2S92CAM.

### **UE EP9CAIEM: Ouverture vers le monde socio-économique (3 ECTS)**

*Objectif : Connaître la manière de se présenter pour rechercher un emploi en entreprise. Approfondir les notions de connaissance de l'entreprise déjà vues en tronc commun.*

### **UE EP9CAIFM: Anglais, (3 ECTS)**

### **UE EPACAIAM : Stage en entreprise de 6 mois (30 ECTS)**

*Objectif : Acquérir une expérience de chimiste analyste dans un département analytique relevant de différents secteurs d'activité.*