

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة و مواءمة

عرض تكوين ماستر أكاديمي
2026 – 2025

التخصص	الشعبة	ميدان
الكيمياء العضوية	الكيمياء	علوم المادة

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Canevas de mise en conformité et
harmonisation**

OFFRE DE FORMATION

L.M.D. MASTER ACADEMIQUE

2025 – 2026

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	CHIMIE	CHIMIE ORGANIQUE

I – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements (S1, S2 et S3)

Semestre 1 : Master Chimie Organique

Unité d'Enseignement	Matières	VHS	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé	15 semaines	C	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1 Crédits : 18 Coefficient : 9	Mécanismes en Synthèse Organique	67h30	3h00	1h30	-	82h30	3	6	33%	67%
	Chimie Hétérocyclique	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Hétérochimie Organique	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Techniques de Séparation	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 1 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Synthèse Organique I	45h00	-	-	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	TP Techniques de Séparation	45h00	-	-	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Intelligence Artificielle et Machine Learning 1	15h00		-	1h00	10h00	1	1	50%	50%
UE Découverte Code : UED 1 Crédits : 2 Coefficient : 2	Deux matières au choix • Notions de Biochimie • Pétrochimie Organique • Réactions et Propriétés des Polymères • Chimie Verte et Développement Durable • Tensioactifs : Propriétés et Applications	22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
		22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
UE Transversale Code : UET 1 Crédits : 1 Coefficient : 1	Scientific Communication in English	22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
Total Semestre 1		375h00	12h00	6h00	7h00	375h00	17	30	-	-

Semestre 2 : Master Chimie Organique

Unité d'Enseignement	Matières	VHS	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé	15 semaines	C	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2 Crédits : 18 Coefficient : 9	Chimie Organométallique et Catalyse	67h30	3h00	1h30	-	82h30	3	6	33%	67%
	Chimie Organique Avancée	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Stratégies de Synthèse et Rétrosynthèse	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Techniques Spectroscopiques Avancées	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 2 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Synthèse Organique II	45h00	-	-	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	TP Techniques Spectroscopiques Avancées	22h30	-	-	1h30	27h30	1	2	50%	50%
	Logiciels Libres et Outils Informatiques	22h30	-	-	1h30	27h30	1	2	50%	50%
	Intelligence Artificielle et Machine Learning 2	15h00	-	-	1h00	10h00	1	1	50%	50%
UE Découverte Code : UED 2 Crédits : 2 Coefficient : 2	Une matière au choix • Chimie Organique en Flux Continu • Cosmétologie • Chimiométrie et Plans d'Expériences	22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
	Electrochimie Organique	22h30	1h30			02h30	1	1	-	100%
UE Transversale Code : UET2 Crédits : 1 Coefficient : 1	Formation à la Rédaction Académique pour la Publication Scientifique	22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
Total Semestre 2		375h00	12h00	6h00	7h00	375h00	17	30	-	-

Semestre 3 : Master Chimie Organique

Unité d'Enseignement	Matières	VHS	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé	15 semaines	C	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3 Crédits : 18 Coefficient : 9	Chimie des Produits Naturels	67h30	3h00	1h30	-	82h30	3	6	33%	67%
	Synthèse Asymétrique	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Bases de la Chimie Médicinale	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
	Colorants, Propriétés et Synthèse	45h00	1h30	1h30	-	55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 3 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Synthèse Organique 3	45h00	-	-	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Modélisation Moléculaire	22h30	-	-	1h30	27h30	1	2	50%	50%
	Nouvelles Techniques de Synthèse Organique	37h30	1h30	-	1h00	37h30	2	3	50%	50%
UE Découverte Code : UED 3 Crédits : 2 Coefficient : 2	Deux matières au choix • Chimie des Aliments • Les Pesticides • Chimie des Arômes et Parfums • Formulation Cosmétique	22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
		22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
UE Transversale Code : UET 3 Crédits : 1 Coefficient : 1	Entrepreneuriat, Startup et Innovation	22h30	1h30	-	-	02h30	1	1	-	100%
Total Semestre 3		375h00	13h30	6h00	5h30	375h00	17	30	-	-

Semestre 4 : mémoire de Master

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	VHS	17	30
Stage en entreprise	-	-	-
Séminaires	-	-	-
Autre (Encadrement)	-	-	-
Total Semestre 4	VHS	17	30

CONTENUS PEDAGOGIQUES

Adapter le programme des cours et travaux dirigés (TD) en fonction du volume horaire hebdomadaire présentiel (VHH présentiel) et du volume horaire hebdomadaire personnel (VHH personnel).

Semestre : 1

UE : Fondamentale

Matière : Mécanismes en synthèse organique

Objectifs de l'enseignement :

Permettre aux étudiants de comprendre en profondeur les mécanismes réactionnels en chimie organique et d'anticiper le comportement des molécules lors des transformations chimiques.

Connaissances préalables recommandées :

Bonne connaissance des concepts fondamentaux de chimie organique (structures, isomérisation, réactivité des groupes fonctionnels) et de chimie générale (énergie et cinétique des réactions), acquise en L2 L3 chimie.

Contenu de la matière :

I – Introduction aux mécanismes réactionnels

Définition d'un mécanisme réactionnel.

Classification des réactions organiques selon leur type mécanistique (nucléophile, électrophile, radicalaire...).

Diagrammes d'énergie : états de transition, intermédiaires.

Effets électroniques : inductifs, mésomères, stéréoelectroniques.

Effet du solvant : polaire protique, aprotique, influence sur SN1/SN2.

Contrôle cinétique -thermodynamique.

Réactions stéréospécifiques et stéréosélectives.

II – Réactions d'addition

Additions électrophiles et nucléophiles sur :

Aldéhydes et cétones (réaction de Grignard, addition de cyanure, d'aminés),

Imines et nitriles.

Addition 1,2 et 1,4 sur les systèmes conjugués.

Réactions de réduction des fonctions carbonyles :

Par LiAlH₄, NaBH₄.

Réduction catalytique (H₂ + catalyseur).

Méthode de Bouveault-Blanc.

Réaction de Clemmensen.

Réaction de Wolff-Kishner.

III -Les composés aromatiques

Quelques rappels sur la substitution électrophile aromatique.

Quelques rappels sur les réactions radicalaires des chaînes latérales.

Substitution Nucléophile sur des noyaux aromatiques (par élimination-addition (mécanisme de benzyne)).

Oxydation et réduction des composés aromatiques.

Oxydation de la chaîne latérale des composés aromatiques.

Effet de la température et du pH.

IV - Réactions de réarrangement et de transposition

Réarrangements d'alkyles, d'aryles (réarrangement de Wagner-Meerwein Pndorff, réarrangement de Pinacol).

Réarrangement de Beckmann (oximes → amides).

Réarrangement de Curtius, Hofmann, Schmidt.

Réarrangement de Fisher.

Réaction de Claisen et de Cope (réarrangements sigmatropiques).

Réarrangement de Baeyer-Villiger (cétone → ester).

Réarrangement de Stevens et Sommelet-Hauser.

Migration de groupes fonctionnels et réorganisations intramoléculaires.

Références bibliographiques :

- Mécanismes Réactionnels en Chimie Organique, Bruckner - Morrison and Boyd, Organic Chemistry, Allyn and Baycon, 5th edition.
- Chimie Organique Avancée : Structure Moléculaire et Mécanismes Réactionnels, Carey Berg.-
- Cours et exercices en Chimie organique , Les grands principes John McMurry-Chimie organique Cours avec 350 questions et exercices corrigés Paul Arnaud.

Semestre : 1
UE : Fondamentale
Matière : Chimie Hétérocyclique

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière devrait initier l'étudiant à la chimie des hétérocycles aromatiques, Ces classes de molécules sont tout aussi importantes en chimie organique, et dans le domaine thérapeutique et pharmaceutique.

Connaissances préalables recommandées :

Les grandes fonctions de Chimie organique (Alcools, Cétones, Amines, Acides carboxyliques, etc...) ainsi que les effets électroniques doivent être bien assimilées par l'étudiant.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction sur la chimie hétérocyclique

- Nomenclature des hétérocycles
- Structure des composés hétéroaromatiques
- Types de réaction courants en chimie des hétérocycles

Chapitre 2 : Pyrroles et Indoles

- Pyrroles
- Réactivités
- Synthèses
- Indoles
- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 3 : Furanes et Thiophènes

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 4 : 1,2-Azoles et 1,3-Azoles

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 5 : Pyridines

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 6 : Diazines

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 7 : Quinoléines et Isoquinoléines

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 8 : Pyryliums, Benzopyryliums, Pyrones et Benzopyrone

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 9 : Purines

- Réactivités
- Synthèses

Chapitre 10 :

- Azoles Supérieures et Azines Supérieures

Chapitre 11 :

- Les hétérocycles en Chimie Médicinale
- Chapitre 12 :
- Les hétérocycles dans la vie quotidienne

Références bibliographiques :

1. Chimie des hétérocycles aromatiques, David T. Davies. De Boeck Université. 1997.
2. Chimie Hétérocyclique, J. A. Joule et K. Mills, De Boeck, 2014. Heterocyclic Chemistry (4th Edition), Joule, J.A.; Mills K., Blackwell Science, 2000.
3. the Chemistry of Heterocycles Structure, Reactions, Syntheses, and Applications Theophil Eicher, Siegfried Hauptmann. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.2003.

Semestre : 1**UE : Fondamentale****Matière : Hétérochimie Organique****Objectifs de l'enseignement :**

La métamorphose de la chimie organique est telle qu'aujourd'hui, en plus des métaux qui sont devenus l'utilisation des métaux de manière catalytique pour réaliser des transformations efficaces est devenue incontournable. De ce fait, il est impératif que l'étudiant puisse maîtriser la chimie des hétéroatomes en chimie organique. Il est supposé comprendre comment ces hétéroatomes se comportent vis-à-vis du carbone pour réaliser des transformations organiques. Il est aussi supposé savoir quand et comment les utiliser pour accomplir des transformations de manière efficace, et quand ces hétéroatomes représentent un premier choix pour le type de réaction à réaliser.

Connaissances préalables recommandées :

Les bases de la chimie générale, et toutes les notions de base en chimie organique, ainsi que les cours du premier semestre.

Contenu de la matière :**Chapitre 1. Chimie du Silicium**

Introduction

Propriétés physico-chimiques – Conséquence sur la réactivité

Silicium comme groupe protecteur

Réactivité des organosiliciums

Aldolisation de Mukaiyama

Réactifs de Trost

Hydrosilylation

Chapitre 2. Chimie du Soufre

Introduction

Propriétés physico-chimiques – Conséquence sur la réactivité

Synthèse de thiols

Synthèse de sulfures

Les thiones et thioesters

Le dithiane comme équivalent synthétique du carbonyle

Réarrangement de Pummerer

Les sulfones et leur réactivité - Oléfination de Peterson-Julia

Dé-oxygénation et décarboxylation

Chapitre 3. Chimie du Sélénium

3.1. Introduction

3.2. Propriétés physico-chimiques – Conséquence sur la réactivité

3.3. Nomenclature

3.4. Obtention des organoséléniums

3.5. Oxydation des organoséléniums

3.6. Oxydation de Riley et apparentées

3.7. Oxydation de Guillemonat

3.8. L'Hydrosulfénylation

3.9. Elimination de Grieco

Chapitre 4. Chimie de l'Etain

4.1. Introduction

4.2. Propriétés physico-chimiques – Conséquence sur la réactivité

- 4.3. Préparation
- 4.4. Réactivité
- 4.5. Couplage de Stille et apparentés (Stille-Migita et Stille-Liebeskind)
- 4.6. Carbostannylation
- 4.7. Réactions radicalaires impliquant l'étain

Chapitre 5. Chimie du Bore

- 5.1. Introduction
- 5.2. Propriétés physico-chimiques – Conséquence sur la réactivité
- 5.3. Nomenclature
- 5.4. Les hydrures de bore populaires
- 5.5. L'acidité de Lewis des composés de bore
- 5.6. L'hydroboration
- 5.7. Réduction au Catécholborane
- 5.8. Réduction de Evans-Saskena
- 5.9 Réduction de Evans-Tischenko
- 5.10. Réduction de Narasaka-Prasad
- 5.11. Réduction de Corey-Bakshi-Shibata
- 5.12. Allylation de Brown
- 5.12. Allylation de Roush

Chapitre 6. Chimie du Phosphore

- 6.1. Introduction
- 6.2. Propriétés physico-chimiques – Conséquence sur la réactivité
- 6.3. Nomenclature
- 6.4. Aspect nucléophile du phosphore
- 6.5. Aspect réducteur du phosphore
- 6.6. Condensation redox de Mukaiyama
- 6.7. Réaction d'Arbusov
- 6.8. Réaction de Perkow
- 6.9. Réaction de Wittig et Wittig-Horner-Emmons
- 6.10. Réaction de Corey-Fuchs
- 6.11. Réaction de Mitsunobu
- 6.12. Réactif de Seyfert-Gilbert

Références bibliographiques :

- Advanced Organic Chemistry. Carey and Sundberg. Part A and B. 4th Ed. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. ISBN 0-306-46243-5.
- Silicon Reagents in organic synthesis. Colvin. Academic Press. ISBN 0-12-182560-4.
- Harvard's Organic Courses. D.A. Evans. 2006.

Semestre : 1**UE : Fondamentale****Matière : Techniques de Séparation****Objectifs de l'enseignement :**

C'est de former des étudiants qui auront la capacité d'analyser de manière critique un problème de séparation de composés, et de pouvoir le réaliser de manière efficace, et cela dans divers domaines, que ce soit en chimie organique de synthèse, dans le domaine de ressources végétales, ou dans les secteurs pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires.

Connaissances préalables recommandées :

L2, L3 chimie

Contenu de la matière :

1. Sciences séparatives
2. Intérêt de l'extraction
3. Méthodes d'extractions
 - Hydrodistillation et entraînement à la vapeur
 - Extraction par solvants organiques
 - Extraction solide liquide
 - Percolation
 - Lyophilisation
4. Fluides supercritiques
 - Principe et méthodologie
 - CO₂ supercritique
 - Digramme de phase
 - Extraction par fluides supercritique (ESC)
 - Applications industrielles
5. Ultrasons
 - Principe et méthodologie
 - Extraction par ultrasons
 - Avantages et inconvénients
 - Applications industrielles
6. Micro-ondes
 - Principe et méthodologie
 - Extraction par solvant assistée par micro-ondes (MASE)
 - Hydrodistillation sous pression réduite
 - Extraction micro-onde, hydrodiffusion et gravité (MHG)
 - Avantages et inconvénients
7. Limites de l'extraction et le lien avec la synthèse
 - Synthèse industrielle
 - Industrie pharmaceutique
 - Exemples de synthèse industrielle
8. Techniques chromatographiques
 - Chromatographie sur colonne
 - La HPLC
 - La GC et la GC-MS

Références bibliographiques :

Dr Ph. BEGO, Connaître les bienfaits du massage aromatique ; MDB Editions (1999)

<http://www.eunde-verfahrenstechnik.de/extraction.html>

<http://www.ac-orleans-tours.fr/physique/docly/divers/parfum/enfleurage.html>

<http://pbi-ibp.nrc-cnrc.gc.ca/fr/bulletin/2003issue1/page2.htm>
<http://www.eleves.ens.fr/home/maussang/index.html>
http://www.supercriticalconsulting.com/index_ie.htm
http://www.plantesystem.com/fr/a_propos/a_propos_3.php
http://www.museesdegrasse.com/MIP/fla/techno_distillation.shtml
<http://www.steve.gb.com/science/gmdrugs.html>
<http://www.icmo.u-psud.fr/w-lssn/accueil.htm>
<http://www.cmontmorency.qc.ca/sped/pdf/brevifoliol.pdf>
<http://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/stellwagen/didemnum/>
http://home.tiscali.be/jp.boseret/les_plantes_medicinales.htm
<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1208034>
[15]http://www.plantesindustrie.com/common/0,4280,12893558_13607304_0_fr_FR_0,00.html?

Semestre : 1

UE : Méthodologie

Matière : Travaux Pratiques de Synthèse Organique I

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette matière est d'équiper l'étudiant avec un maximum de compétences pratiques de laboratoire, liées à la synthèse organique avancée.

Connaissances préalables recommandées :

Sécurité au laboratoire, types de verrerie, techniques pratiques enseignées en licence.

Contenu de la matière :

Des travaux pratiques (TP) optionnels : L'Équipe de formation propose des travaux pratiques, adaptés aux moyens spécifiques de chaque université

- TP 1 : Acétylation du (D)-Glucose
- TP 2 : Chromatographie sur plaques préparatives
- TP 3 : Chromatographie sur colonne
- TP 4 : Distillation de l'aniline
- TP 5 : Purification de solvants
- TP 6 : Réaction de Wittig
- TP 7 : Synthèse de Bis-Hydrazines
- TP 8 : Conversion d'alcools en iodure
- TP 9 : Réaction de Tosylation
- TP 10 : Protections sélectives de mono-alcool et de diols.

Références bibliographiques :

1/ Techniques in Organic Chemistry.

Jerry R. Mohrig, Christina Noring Hammond, Paul F. Schatz. 3rd Edition. 2010 by W. H. Freeman and Company

ISBN-13: 978-1-4292-1956-3. ISBN-10: 1-4292-1956-4

2/ Practical Skills in Chemistry. John R. Dean, Alan M Jones, David Holmes, Rob Reed, Jonathan. Weyers, Allan Jones. Prentice Hall. Pearson Education Limited. 2002. ISBN 978-0-13-028002-2.

Semestre : 1

UE : Méthodologie

Matière : TP Techniques de séparation

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette matière est d'équiper l'étudiant avec un maximum de compétences pratiques de laboratoire, liées à la synthèse organique avancée.

Connaissances préalables recommandées :

Sécurité au laboratoire, types de verrerie, techniques pratiques enseignées en licence.

Contenu de la matière : (globalement un TP par semaine)

L'Équipe de formation propose des travaux pratiques sur les techniques de séparation, adaptés aux moyens spécifiques de chaque université

Références bibliographiques :

Semestre : 1

UE : Méthodologie

Matière : Intelligence Artificielle et machine Learning 1

Objectifs du cours :

Introduire les bases de l'IA et de l'apprentissage automatique (Machine Learning), en se concentrant sur leurs applications dans les sciences de la matière. Les étudiants comprendront les concepts fondamentaux de la modélisation basée sur les données et comment appliquer les techniques de l'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes du monde réel.

Contenu du cours :

Chapitre 1 : Introduction à l'IA et à l'apprentissage automatique

Aperçu de l'IA et de ses applications.

Importance des données dans l'IA et l'apprentissage automatique.

Chapitre 2 : Concepts de base de l'apprentissage automatique

Apprentissage supervisé ou non supervisé.

Algorithmes clés de l'apprentissage automatique : régression, classification, regroupement.

Mesures d'évaluation (MAE, R^2 , précision).

Chapitre 3 : Collecte et traitement des données

Ingénierie des caractéristiques et techniques de prétraitement des données.

Traitement de l'ajustement excessif et de l'ajustement insuffisant.

Bases de données sur les matériaux : Materials Project, OQMD, AFLOW.

Chapitre 4 : Apprentissage automatique (Machine Learning) pratique en sciences de la matière

Étude de cas : Prédiction des propriétés des matériaux (bande interdite, etc.).

Utilisation de modèles d'apprentissage automatique pour des tâches simples de classification et de régression.

Chapitre 5 : Fondements de l'apprentissage profond

Introduction aux réseaux neuronaux.

Principaux cadres d'apprentissage profond : TensorFlow, Keras, PyTorch.

Application : Prédiction de la structure cristalline à l'aide de réseaux neuronaux.

Bibliographie :

"Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow" by Aurélien Géron (focuses on practical applications of machine learning)

"Pattern Recognition and Machine Learning" by Christopher M. Bishop (provides theoretical foundations of ML)

Outils et bibliothèques :

Python, Jupyter Notebooks

Scikit-learn, Pandas, Matplotlib

Materials science tools: Matminer, Pymatgen

Semestre : 1**UE : Découverte****Matière : Notions de Biochimie****Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant en Chimie organique doit avoir des notions de Biochimie lui permettant de mieux comprendre les mécanismes d'actions des produits préparés pour cibler davantage ses synthèses. Un autre aspect important est de découvrir comment on peut obtenir les classes citées plus bas par synthèse organique.

Connaissances préalables recommandées :

Les grandes fonctions de Chimie organique (Alcools, Cétones, Amines, Acides carboxyliques, etc...) doivent être bien assimilées par l'étudiant. La maîtrise de la stéréochimie est aussi un pré-requis.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Les lipides

II.1. Généralités et définition

II.2. Types de lipides

II.3. Graisses et huiles

II.4. Acides gras saturés et insaturés

II.5. Emulsification

II.6. Lipides complexes.

II.6.1. Glycérophospholipides

II.6.2. Sphingolipides

II.6.3. Glycolipides

II.7. Stéroïdes

II.8. Prostaglandines, thromboxanes, et leukotriènes

Chapitre 3 : Les Sucres

III.1. Introduction

III.2. Les monosaccharides

III.2.1. Les Aldoses

III.2.2. Les Cétoses

III.2.3. Les Aminoses

III.3. Représentations des sucres

III.4. Les disaccharides

III.5. Les polysaccharides

III.6. Les Sucres réducteurs

III.7. Les méthodes de protections de monosaccharides

III.8. Méthodes de synthèse de monoglycosides

III.8.1. Par voie enzymatique

III.8.2. Par voie chimiques

III.9. Réactivité des monosaccharides et synthèse de polysaccharides

Chapitre 4 : Les acides aminés

4.1. Introduction

4.2. Les types et structures

4.3. Nomenclature

III.4. pH et solubilité

III.5. Synthèse d'acides aminés par voie chimique

III.6. Réactivité des acides aminés

Chapitre 5 : Les peptides, protéines et enzymes

5.1. Les peptides

5.2. Les protéines

5.2.1. Diverses structures des protéines

5.2.2. Biosynthèse des protéines

5.2.3. Synthèses de protéines par voie chimique

5.3. Les enzymes

5.3.1. Types et rôles des enzymes

5.3.2. Réactions enzymatiques

Chapitre 6 : Les acides Nucléiques

6.1. Introduction

6.2. Types et Nomenclature

6.3. L'ADN

6.4. L'ARN, ses types et rôles

6.5. Les gènes et chromosomes

6.6. Synthèse de l'ADN d'Eschenmoser

6.6.1. Objectif de la Synthèse d'Eschenmoser

6.6.2. Leçons apprises de cette synthèse

6.7. Les acides peptido-nucléiques et leur application en thérapie génique

Références bibliographiques :

- The Organic Chemistry of Enzyme-catalyzed reactions. Richard B. Silverman. Academic Press. **2000**. ISBN 0-12-643745-9
- BioOrganic Chemistry. Vol2. Peptides and Proteins. Sidney M. Hecht Series Editor. Oxford University Press, **1998**. ISBN 0-19-508468-3.
- BioOrganic Chemistry. Vol1. Carbohydrates. Sidney M. Hecht Series Editor. Oxford University Press, **1998**. ISBN-13: 978-0195084696.
- BioOrganic Chemistry. Vol 3. Nucleic Acids. Sidney M. Hecht Series Editor. Oxford University Press, **1998**. ISBN-13: 978-0195084672

Semestre : 1

UE : Découverte

Matière : Pétrochimie organique

Objectifs de l'enseignement :

La matière de pétrochimie est destinée aux étudiants de master qui se spécialisent dans l'utilisation des produits pétrochimiques pour les convertir en produits finaux, tels que le plastique, les polymères, les gels, les cosmétiques, la peinture, les additives organiques et tout autre produit organique à base de gaz ou issus du pétrole.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie organique de niveau licence.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Formation et exploitation du pétrole et du gaz

1. Introduction
2. Origine de pétrole et de gaz
3. Formation des gisements du pétrole et du gaz
4. Classification du pétrole
5. Exploitation des gisements des pétroles et des gaz
6. Forage
7. Mise en production d'un puits de pétrole/gaz

Chapitre II : Raffinage du pétrole

1. Introduction
2. Classification du pétrole brut
3. Dérivés du pétrole
4. Composition du pétrole brut
5. Raffinage du pétrole
6. Prétraitement du pétrole brut
7. Procédés Générales de séparation du pétrole brut
8. Procédés Générales de conversion du pétrole brut

Chapitre III : Impacts environnementaux de l'exploitation du pétrole et du gaz

1. Introduction
2. Avantages du pétrole et du Gaz
3. Les inconvénients du pétrole et du gaz

Chapitre IV :

1. Produits chimiques à partir d'hydrocarbures oléfiniques
2. Produits chimiques à partir d'hydrocarbures aromatiques
3. Extraction de produits aromatiques des goudrons de houille
4. Fabrication Industrielle du PVC
5. Production Industrielle de l'ammoniaque et de l'urée

Références bibliographiques :

Techniques de l'ingénieur.

Semestre : 1**UE : Découverte****Matière : Réactions et propriétés des polymères****Objectifs de l'enseignement :**

- Comprendre les concepts fondamentaux de la chimie et de la physico-chimie des polymères : structures (topologie, configuration, conformation), morphologie (cristallin, amorphe, orienté), transitions de phase et comportements mécaniques.
- Maîtriser les principes de réactivité chimique (fonctionnalisation, dégradation, vieillissement) et les méthodes principales de caractérisation (masse molaire, cristallinité, structure) pour relier la structure des polymères à leurs propriétés et applications.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie organique de niveau licence.

Contenu de la matière :**I - Introduction générale**

Historique, définitions et représentation des polymères Types de polymérisation (rappel) : polymérisation en chaîne, en étape

Présentation des grandes familles de polymères : thermoplastiques, thermodurcissables, élastomères

II – Réactivité des polymères

Réactions sur chaînes polymères (fonctionnalisation)

Substitution, addition, greffage, réticulation

Réactions de dégradation : thermique, oxydative, photochimique, hydrolytique

Influence des groupements fonctionnels sur la réactivité

Stabilité chimique et vieillissement des polymères

Réactivité des polymères biodégradables et biosourcés

II-COHESION DES SYSTEMES MACROMOLECULAIRES**III-STRUCTURES MACROMOLECULAIRES**

III-1 Topologie et dimensionnalité (polymères linéaires, bidimensionnels et tridimensionnels).

III-2 Enchaînements d'unités monomères (nature et régularité des enchaînements)

III-3 Dimensions macromoléculaires II-4 Structures configurationnelles (tacticité, ditacticité, activité optique.

IV-STRUCTURES CONFORMATIONNELLES DES CHAÎNES POLYMERES

IV-1 Conformations statistiques des chaînes linéaires.

IV-2 Assemblage régulier des chaînes macromoléculaires

V- MORPHOLOGIE DES POLYMERES

V-1 Morphologie des polymères cristallins

V-2 Polymères orientés

V-3 Morphologie des polymères amorphes (homopolymères, systèmes multiphasés).

VI- INTRODUCTION AUX TRANSITIONS DE PHASE ET COMPORTEMENTS MECANIQUES.

VI-1 Tests mécaniques : courbes traction / allongement.

VI-2 Les polymères amorphes.

VI-3 Les polymères semi-cristallins.

VII- METHODES PHYSICO-CHIMIQUES D'ETUDE DES POLYMERES

VII-1 Caractérisation des enchaînements.

VII-2 Etude de la stéréoisométrie, des conformations et de la morphologie.

VII-3 Mesures du taux de cristallinité (méthodes volumétriques, calorimétriques [ATD, AED])

VII-4 Détermination des grandeurs macromoléculaires en solution.

Références bibliographiques :

Chimie et physico-chimie des polymères, M. Fontanille et Y. Gnanou, DUNOD Ed. - Polymers : Chemistry and physics of modern materials, J.M.G. Cowie, BLACKIE Ed.

Semestre : 1

UE : Découverte

Matière : Chimie Verte et Développement Durable

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour objectif d'initier les étudiants aux principes de base d'une chimie écologique, qui inclut notamment la prévention de la pollution associée aux activités chimiques et l'emploi de processus éco-innovants durables. Il donnera l'occasion aux étudiants d'apprendre à développer un esprit critique en chimie et en chimie écologique.

Connaissances préalables recommandées

Chimie organique,

Contenu de la matière :

Chapitre 1 – Introduction à la chimie verte et au développement durable (2 semaines)

- Historique et contexte de la chimie verte.
- Les 12 principes de la chimie verte (formulés par Paul Anastas et John Warner en 1998).
- Concepts clés : économie d'atomes, empreinte carbone, LCA (Life Cycle Assessment).
- Notions de durabilité dans l'industrie chimique.
- Cas concrets : pollution, réglementation (REACH, CLP), accidents industriels.

Chapitre 2 – Réactifs et solvants en chimie verte (2 semaines)

- Solvants verts : eau, éthanol, solvants supercritiques (CO₂), liquides ioniques, Deep Eutectic Solvents (DES).
- Réactifs verts : utilisation de catalyseurs, oxydants respectueux de l'environnement, réactifs enzymatiques.
- Critères de sélection des solvants selon le GSK Solvent Selection Guide.
- Études de cas : synthèses sans solvant, réactions en flux continu.

Chapitre 3 – Catalyse verte et valorisation de la biomasse (2 semaines)

- Catalyse homogène, hétérogène, biocatalyse, photocatalyse.
- Valorisation de la biomasse lignocellulosique (glucose, furfural, HMF...).
- Biosourcés vs pétrochimie.
- Synthèse de molécules plateformes à partir de la biomasse (levulinate, acide succinique...).
- Étude de cas : bioéthanol, acide polylactique (PLA), biodiesel.

Chapitre 4 – Procédés verts et ingénierie durable (2 semaines)

- Réactions en flux continu (flow chemistry), micro-réacteurs.
- Synthèses assistées par micro-ondes, ultrasons.
- Réduction des déchets : intensification de procédé.
- Analyse de la sécurité et de la consommation énergétique.
- Études de cas : redesign de procédés industriels, exemple de l'industrie pharmaceutique.

Chapitre 5 – Évaluation environnementale et analyse du cycle de vie (2 semaines)

- Introduction à l'ACV (ISO 14040).
- Outils d'évaluation : E-factors, PMI (Process Mass Intensity), éco-indicateurs.
- Évaluation comparative de synthèses (green metrics).
- Logiciels et bases de données (SimaPro, GaBi, GREENSCOPE).

- Étude de cas : comparaison de deux routes de synthèse pour une molécule pharmaceutique.

Chapitre 6 – Perspectives industrielles et innovations en chimie verte (2 semaines)

- Innovations en catalyse, matériaux biosourcés, économie circulaire.
- Startups et industries engagées (ex. Solvay, Arkema, Givaudan, etc.).
- Certification et éco-labels (ISO, Ecolabel européen, BCorp...).
- Cas de projets de recherche en cours - Quelle chimie pour demain ?

Références bibliographiques :

1. J. Clark and D. Macquarrie, "Handbook of Green Chemistry And Technology"
2. Paul T. Anastas, John C. Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University
3. Press, 1998. Martine Poux, Patrick Cognet, Christophe Gourdon, *Procédés chimiques durables et intensification des procédés*, Éd. Lavoisier / Tec & Doc, 2015.

Semestre : 1

UE : Découverte

Matière : Tensioactifs : Propriétés et Applications

Objectifs de l'enseignement :

- Acquérir une compréhension fondamentale des principes structuraux, des classifications et des propriétés physico-chimiques clés (tension interfaciale, CMC, micellisation) des tensioactifs.
- Maîtriser les principales méthodes de caractérisation et comprendre les mécanismes d'action permettant leur mise en œuvre dans des applications industrielles critiques (détergence, cosmétiques, pharma, agroalimentaire, nanotechnologies).

Connaissances préalables recommandées :

L2L3 chimie

Contenu de la matière :

I. Introduction générale

Définition des tensioactifs.

Historique et importance dans l'industrie chimique.

Domaines d'application (pharmacie, cosmétique, détergence, agroalimentaire, pétrochimie...).

II. Structure et classification des tensioactifs

Classification selon la nature de la tête polaire : anioniques, cationiques, non-ioniques, amphotères.

Architecture moléculaire : tête hydrophile, queue hydrophobe.

Influence de la structure sur les propriétés physico-chimiques.

III. Propriétés physico-chimiques

Tension superficielle et interfaciale.

CMC (Concentration micellaire critique) et formation de micelles.

Phénomènes d'adsorption aux interfaces.

Paramètres de Krafft et de cloud point.

V. Méthodes de caractérisation des systèmes tensioactifs

Techniques de mesure : tensiométrie, conductimétrie, spectroscopie UV-Vis, DLS (Diffusion de la lumière), RMN, cryo-MET.

Analyse des propriétés de surface.

VI. Applications industrielles

Détergence et agents nettoyants.

Cosmétiques et produits pharmaceutiques (émulsifiants, moussants...).

Solubilisation, vectorisation de principes actifs.

Nanotechnologies et systèmes de délivrance.

Références bibliographiques :

-Phénomènes d'interface, Agents de surface, Principes et Modes d'Action J.Briant ,Technip . - Chimie des surfaces et catalyse, G.A. Somorjai, Edis cience International
Physical -Chemistry of Surfaces, A.W. Adamson, A.P. Gast, Wiley

Semestre : 1

UE : Transversale

Matière : Scientific communication in English

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Références bibliographiques :

Semestre : 2

UE : Fondamentale

Matière : Chimie Organométallique et catalyse

Objectifs de l'enseignement :

La métamorphose de la chimie organique est telle qu'aujourd'hui, l'utilisation des métaux de manière catalytique pour réaliser des transformations efficaces est devenue incontournable. De ce fait, l'étudiant est censé maîtriser l'utilisation des métaux pour réaliser des transformations organiques. Il est supposé comprendre la réactivité des métaux, quand et comment les utiliser pour accomplir des transformations, et quand ces métaux représentent un premier choix pour le type de réaction à réaliser.

Connaissances préalables recommandées :

Les bases de la chimie générale, et toutes les notions de base en chimie organique, ainsi que les cours du premier semestre.

Contenu de la matière :

1.Introduction à la chimie organométallique

- Définition et champ d'application.
- Liaisons métal-carbone : nature, polarité, réactivité.
- Classification des composés organométalliques.

2. Réactifs organométalliques classiques

2.1 Organolithiens (R-Li)

- Préparation
- Réactivité : additions nucléophiles, alkylations, réactions de condensation.
- Applications en synthèse.

2.2 Réactifs de Grignard (R-MgX)

- Préparation, conditions expérimentales.
- Réactions avec dérivés carbonylés, esters, CO₂...

2.3 Organocuprates (Gilman: R₂CuLi)

- Préparation
- Réactivité douce : substitution nucléophile, addition conjuguée (1,4-addition).
- Couplages C-C avec halogénures organiques.

2.4 Réactifs organozinciques (R-ZnX, Reformatsky...)

- Préparation et stabilité.
- Réactions avec aldéhydes, cétones, acides α-halogénés.
- Couplages pallado-catalysés (Negishi).

3.Rappel de notions de base du L3 sur les complexes organométalliques mononucléaires des éléments du block d.

4.Les réactions élémentaires des complexes métalliques : *Rappel et complément.*

- Réactions de substitution de ligands, Réactions de substitution photochimique, Réactions d'addition oxydante, de métathèse, Réactions d'oxydoréduction, Réactions d'insertion, Réactions d'élimination réductrice, etc...

5.Complexes bimétalliques

- Complexes bimétalliques sans liaison métal-métal, Liaison métal-métal.

6.Clusters

- Définition. Structure, limite de la règle des 18 électrons. Règles de Wade-Mingos. Méthodes de synthèse.

7.Méthodes physiques d'analyse

- Complément de Spectroscopie IR et Raman et symétrie des complexes carbonyles, RMN ^1H , ^{31}P et métaux. Introduction aux mesures magnétiques et RPE.

8.Catalyse homogène des complexes des éléments d

- Introduction à la catalyse, définition de base. Exemples : Hydrogénation des alcènes, Hydroformulation, Procédé Monsanto de la synthèse industrielle de l'acide acétique, Procédé Wacker de synthèse de l'acétaldéhyde, réaction d'époxydation catalysée par un complexe de Jacobsen.

9.Introduction à la catalyse supramoléculaire

- Introduction. Interactions non-covalentes ou faibles. Architectures moléculaires complexes. Exemples d'applications : catalyse homogène, etc...

Références bibliographiques :

1. Advanced Organic Chemistry. Carey and Sundberg. Part A and B. 4th Ed. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. ISBN 0-306-46243-5.
2. Transition metals in the synthesis of complex organic molecules. 2nd Ed. 1999. Louis.S. Hegedus. University Science Books. ISBN-1-891389-04-1
3. Main Group Metals in Organic Synthesis. Edited by Hisashi Yamamoto and Koichiro Oshima.
4. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 3-527-30508-4.
5. Titanium and Zirconium in Organic Synthesis. Edited by Ilan Marek. 2002 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN: 3-527-30428-2 (Hardback); 3-527-60067-1 (Electronic).
6. Ruthenium in Organic Synthesis. Shun-Ichi Murahashi (Ed). 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN: 3-527-30692-7.

Semestre : 2

UE : Fondamentale

Matière : Chimie Organique Avancée

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière devrait permettre à l'étudiant d'approfondir ses connaissances sur les réactions actuellement utilisées pour générer les liaisons carbone-carbone.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant est censé connaître toutes les notions de Chimie Organique générale (nomenclature, stéréochimie, effets électronique, etc...), vu en licence.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Analyse conformationnelle

Chapitre 2 : Réactions péricycliques

2.1. Réactions péricycliques électrocycliques

2.2. Réactions péricycliques chélotropiques

2.3. Réarrangements sigmatropiques

2.4. Réactions par transfert de groupe

Chapitre 3 : Réactions de cycloaddition

3.1. Réactions de cycloaddition [2+2]

3.2. Réactions de cycloaddition [3+2]

3.3. Réactions de cycloaddition [4+2]

Chapitre 4 : Concepts d'acidité et basicité

Chapitre 5 : Les C=X électrophiles. Les hydrazones

5.1. Les C=X électrophiles.

5.2. Les hydrazones.

Chapitre 6 : Additions sur C=O.

6.1. Généralités sur les additions stéréosélectives et stéréospécifiques

6.2. Additions sur C=O

Chapitre 7 : Enolates et aldols

Chapitre 8 : Protection des groupements fonctionnels

Références bibliographiques :

1. Advanced Organic Chemistry. Carey & Sundberg. Part A & B. Springer 2007.
2. MARCH'S ADVANCED ORGANIC CHEMISTRY. M.B. SMITH and J. MARCH. Ed. WILEY INTERSCIENCE). 6th. Ed. 2007
3. D.A.Evans. Advanced Organic Chemistry course at Harvard University. 2006.

Semestre : 2
UE : Fondamentale
Matière : Stratégies de Synthèse et Rétrosynthèse

Objectifs de l'enseignement :

A travers l'enseignement de ce cours, il est souhaité que l'étudiant puisse apprendre l'art de l'élaboration d'une stratégie puisse l'amener à une molécule organique. La chimie organique moderne nécessite que soient abordées la synthèse organique sous la forme de stratégies de synthèse qui repose sur la connaissance approfondie de certaines méthodologies, de certaines réactions, et de certains réactifs.

Connaissances préalables recommandées :

Les grandes fonctions de Chimie organique (Alcools, Cétones, Amines, Acides carboxyliques, etc...) ainsi que toute la stéréochimie et les effets électronique doivent être bien assimilées par l'étudiant.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Introduction à la Rétrosynthèse

Chapitre II : Les Groupements Protecteurs :

- II.1. Protection de la fonction Alcool
- II.2. Protection de la fonction Amine
- II.3. Protection de la fonction Carbonyle
- II.4. Protection de la fonction Acide Carboxylique
- II.5. Autres types de protections

Chapitre III : Maîtrise de la notion de 'transforms' et groupements fonctionnels.

Chapitre IV : Stratégies de rétrosynthèse

- IV.1. Règles de déconnexion dans les composés acycliques
- IV.2. Règles de déconnexion dans les composés polycycliques
- IV.3. Règles de Baldwin
- IV.4. Règles de Bredt
- IV.5. Limitations de la notion de rétrosynthèse en pratique

Chapitre V : Comprendre les méthodologies et leur importance

Chapitre VI : Découvrir les réactifs et leur utilisation

Chapitre VII : Construction graduelle de la cible à partir du point zéro

Références bibliographiques :

1. Logic of Chemical Synthesis. E.J. Corey and Xue-Min Cheng. John Wiley and Sons. 1989. ISBN 0-471-50979-5.
2. Designing Organic Syntheses. A Programmed Introduction to the Synthon Approach. STUART WARREN. John Wiley and Sons.
3. Organic Synthesis: The disconnection approach, 2nd Ed. Stuart Warren and Paul Wyatt. 2008. Wiley Publishing. ISBN 978-0-470-71237-5 / 978-0-470-71236-8.
4. Organic Synthesis: Strategy and Control. Stuart Warren and Paul Wyatt. 2007. John Wiley and Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-48940-5 / ISBN: 978-0-471-92963-5.

5. Modern Organic Synthesis : An Introduction. George S. Zweifel and Michael H. Nantz. W.H. Freeman and Company, New York. 2007. ISBN 0-7167-7266-3. EAN: 9780716772668

Semestre : 2

UE : Fondamentale

Matière : Techniques Spectroscopiques Avancées

Objectifs de l'enseignement :

Les étudiants sont censés maîtriser les méthodes d'analyse spectroscopique qui leur permettront de correctement identifier / confirmer toute structure chimique organique et / ou organométallique.

Connaissances préalables recommandées :

Cours de « Méthodes d'analyse » enseigné en Licence 2 – Chimie.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Ultra-violet et visible

Chapitre 2 : Infrarouge

Chapitre 3 : Spectrométrie de Masse

Chapitre 4 : Polarimétrie

Chapitre 5 : Résonance Magnétique Nucléaire du Proton

Chapitre 6 : Résonance Magnétique Nucléaire du Carbone

Chapitre 7 : Résonance Magnétique Nucléaire bidimensionnelle

Références bibliographiques :

1. ANALYSE CHIMIQUE Méthodes et techniques instrumentales modernes. Francis Rouessac Annick Rouessac. Dunod, Paris, 6e édition 2004.
2. Identification spectrométrique de composés organiques. R. M. Silverstein. G. C. Basler. T. C. Morill. DeBoech. 1998.
3. E. Pretsch, P. Bühlmann, C. Affolter
Structure Determination of Organic Compounds. Tables of Spectral Data. 3rd Edition.
Springer, 2000. ISBN 3-540-67815-8

Semestre : 2

UE : Méthodologie

Matière : Travaux Pratiques de Synthèse Organique II

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette matière est d'équiper l'étudiant avec un maximum de compétences pratiques de laboratoire, liées à la synthèse organique avancée.

Connaissances préalables recommandées :

Sécurité au laboratoire, types de verrerie, techniques pratiques enseignées en licence.

Contenu de la matière :

Des travaux pratiques (TP) optionnels : les universités peuvent proposer d'autres TP de chimie organique, selon leurs moyens

Tp 1: Synthèse de l'acétanilide à partir de l'aniline

Tp 2: Synthèse de la benzylidèneacétone

Tp 3: Synthèse de colorants azoïques (le sudan I)

Tp 4: Synthèse de la phenylthiohydrantoïne PHT

Tp 5: Synthèse de l'acide cinnamique

Tp 6: Hydrogénation de la ménadione

Tp 7: Etude du pouvoir moussant de divers tensioactifs

Tp 8: Formulation d'un lavol-sol

Tp 9: Formulation d'un savon liquide

Références bibliographiques :

1/ Techniques in Organic Chemistry.

Jerry R. Mohrig, Christina Noring Hammond, Paul F. Schatz. 3rd Edition. 2010 by W. H. Freeman and Company

ISBN-13: 978-1-4292-1956-3. ISBN-10: 1-4292-1956-4

2/ Practical Skills in Chemistry. John R. Dean, Alan M Jones, David Holmes, Rob Reed, Jonathan. Weyers, Allan Jones. Prentice Hall. Pearson Education Limited. 2002. ISBN 978-0-13-028002-2.

Semestre : 2

UE : Méthodologie

Matière : TP Techniques Spectroscopiques Avancées

Objectifs de l'enseignement :

Les étudiants sont censés maîtriser les méthodes d'analyse spectroscopique qui leur permettront de correctement identifier / confirmer toute structure chimique organique et / ou organométallique.

Connaissances préalables recommandées :

Cours de « Méthodes d'analyse » enseigné en Licence 2 – Chimie.

Contenu de la matière : (globalement un TP par semaine)

L'Équipe de formation propose des travaux pratiques sur Techniques d'identification classiques, adaptés aux moyens spécifiques de chaque université

Chapitre 1 : Ultra-violet et visible

Chapitre 2 : Infrarouge

Chapitre 3 : Spectrométrie de Masse

Chapitre 4 : Polarimétrie

Chapitre 5 : Résonance Magnétique Nucléaire du Proton

Chapitre 6 : Résonance Magnétique Nucléaire du Carbone

Chapitre 7 : Résonance Magnétique Nucléaire bidimensionnelle

Références bibliographiques :

1. ANALYSE CHIMIQUE Méthodes et techniques instrumentales modernes. Francis Rouessac Annick Rouessac. Dunod, Paris, 6e édition 2004.
2. Identification spectrométrique de composés organiques. R. M. Silverstein. G. C. Basler. T. C. Morill. DeBoech. 1998.
3. E. Pretsch, P. Bühlmann, C. Affolter
Structure Determination of Organic Compounds. Tables of Spectral Data. 3rd Edition.
Springer, 2000. ISBN 3-540-67815-8

Semestre :2

UE : Méthodologie

Matière : Logiciels libres et outils informatiques

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de ce module est d'apprendre à utiliser l'outil informatique en particulier les logiciels de données libres (open source). Grâce aux différents TP programmés ; l'étudiant pourra concevoir, rédiger, corriger et présenter son mémoire de fin d'études.

Connaissances préalables recommandées :

Initiation bureautique (traitement de texte et classeur de calcul), l'étudiant doit maîtriser et connaître les bases de l'outil informatique (windows, fichier, répertoire...).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Maîtrise des outils MS Office.

Word.

Powerpoint

Excel

Chapitre 2 : Traçage des courbes à l'aide de différents logiciels
(*Origine, Kaleidagraph...*)

Chapitre 3 : Visualisation des structures chimiques
à l'aide de Jmol et ChemsKetch (open source)

Chapitre 4 : Transcription des équations chimiques en
code LaTeX sur logiciel Chemeq (open source)

Chapitre 5 : Dessin des molécules en 2D/3D à l'aide
de XDrawChem, Chemtool, Chemsuite (open source)

Références bibliographiques :

Logiciels et applications open source

Semestre :2

UE : Méthodologie

Matière : Intelligence Artificielle et Machine Learning 2

Objectifs du cours :

S'appuyer sur les techniques de base de l'apprentissage automatique (Machine Learning) pour introduire l'apprentissage profond, les réseaux neuronaux et les concepts avancés d'apprentissage automatique pour les applications en sciences de la matière. Les étudiants approfondiront leur compréhension de la découverte et de la conception de matériaux basées sur l'IA.

Contenu du cours :

Chapitre 1 : Modèles basés sur les graphes dans les sciences de la matière

Les matériaux sont des graphes : atomes = nœuds, liaisons = arêtes.

Réseaux convolutionnels de graphes de cristaux (CGCNN).

Étude de cas : Prédiction des énergies de formation.

Chapitre 2 : Modèles génératifs pour la conception de matériaux

Introduction aux réseaux adversariels génératifs (GAN) et aux auto-encodeurs variationnels (VAE).

Application : Conception de nouveaux matériaux et molécules.

Chapitre 3 : Évaluation des modèles et interprétabilité

Techniques d'évaluation des modèles d'apprentissage profond : validation croisée, surajustement.

Interprétation des modèles avec SHAP et LIME.

Chapitre 4 : Techniques avancées de ML

Modèles d'ensemble (Random Forests, XGBoost, LightGBM).

Modèles avancés de régression et de classification.

Réduction de la dimensionnalité : ACP, t-SNE, UMAP.

Chapitre 5 : Applications avancées en sciences de la matière

Conception inverse pour la découverte de matériaux à l'aide de l'IA.

Prédiction des propriétés des matériaux (modules élastiques, supraconductivité, etc.).

Modélisation multi-échelle : combinaison de l'IA avec la dynamique moléculaire ou la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT).

Chapitre 6 : Mini-Projet de spécialisation (Capstone Project)

Les étudiants réaliseront un projet dans lequel ils appliqueront l'IA/ML pour résoudre un problème en sciences de la matière, en utilisant les compétences acquises tout au long du semestre.

Outils et bibliothèques :

Python, Jupyter Notebooks

TensorFlow, PyTorch

Matminer, Pymatgen

Bibliographie :

"Deep Learning" by Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville (a comprehensive introduction to deep learning)

"Deep Learning with Python" by François Chollet (applies Keras for hands-on deep learning projects)

"Machine Learning for Materials Science" by Jha et al. (directly relates to AI in materials science)

"Data Science for Materials Discovery" by K. A. Persson, et al. (focused on machine learning applications in materials science)

"Materials Informatics: Methods, Tools, and Applications" by Rajiv S. Mishra (further extends ML into material discovery)

Semestre : 2

UE : Découverte

Matière : Chimie Organique en flux continu

Objectifs de l'enseignement :

Introduire l'étudiant à une nouvelle technologie, très populaire au cours de cette dernière décennie, et qui prend de plus en plus d'importance, de sorte qu'elle est automatiquement adoptée à l'échelle de recherche et au niveau de la Big Pharma.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction

Définition et concepts nécessaires pour la compréhension de la technologie.

Identification des différences clé entre la synthèse en lot (batch) et la synthèse en courant continu

Chapitre 2 : Matériel et équipement utilisés en courant continu.

Chapitre 3 : Concepts de la dynamique des fluides, chaleur et transfert de masse utilisés en courant continu.

Chapitre 4 : Dans quels cas la synthèse en courant continu serait bénéfique ?

Chapitre 5 : Eléments de sécurité

Chapitre 6 : Exemples traités de réactions en courant continu – Discussion de chaque cas.

Références bibliographiques :

[1] The Hitchhiker's Guide to Flow Chemistry.

Matthew B. Plutschack, Bartholomäus Pieber, Kerry Gilmore, and Peter H. Seeberger.

Chem. Rev. 2017. DOI: [10.1021/acs.chemrev.7b00183](https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00183)

Flow Chemistry: Recent Developments in the Synthesis of Pharmaceutical Products

[2] Riccardo Porta, Maurizio Benaglia, and Alessandra Puglisi.

Org. Process Res. Dev., 2015. DOI: [10.1021/acs.oprd.5b00325](https://doi.org/10.1021/acs.oprd.5b00325)

[3] How to approach flow chemistry.

Mara Guidi, Peter H. Seeberger and Kerry Gilmore.

Chem Soc Rev 2020. DOI: [10.1039/c9cs00832b](https://doi.org/10.1039/c9cs00832b)

[4] <https://www.vapourtec.com/flow-chemistry/>

[5] <https://www.syrris.com/applications/flow-chemistry-applications/>

[6] <https://www.youtube.com/watch?v=fiCqEODIT0>

[7] <https://www.youtube.com/watch?v=C5MJ49AB820>

Semestre : 2

UE : Découverte

Matière : Cosmétiques

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière constitue des informations nouvelles sur certaines parties de l'anatomie humaine pour l'étudiant, mais nécessaires pour toute personne qui veut se spécialiser dans le domaine de la cosmétique. En effet, développer un bon produit cosmétique vise à répondre à l'exigence de l'aspect anatomique humain. Suite à cela, l'étudiant devra connaître les fondements de toute formulation, les critères suivis ainsi que la matière première utilisée en cosmétologie par classe. Une liste exhaustive de noms chimiques et commerciaux est à connaître.

Connaissances préalables recommandées:

L'étudiant doit connaître les fonctions principales de la chimie organique et les notions essentielles de la chimie des surfaces.

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Généralités
Chapitre 2 : Fondements de la biologie moléculaire
Chapitre 3 : La peau, La chevelure et Les ongles
Chapitre 4 : Anatomie et physiologie du tissu oculaire
Chapitre 5 : La bouche et les soins oraux
Chapitre 6 : Critères de formulation en cosmétologie
Chapitre 7 : Emulsifiants –
Chapitre 8 : Additifs rhéologiques
Chapitre 9 : Antioxydants
Chapitre 10 : Humectants et humidifiants
Chapitre 11 : Conservateurs
Chapitre 12 : Plantes botaniques

Références bibliographiques :

1. Harry's Cosmeticology, 8th Ed. 2000. Martin M. Rieger. American Publishing Co.
2. McCutcheon's Detergents & Emulsifiers. 1999. American Publishing Co
3. Bennett's Cosmetic Formulary. 2001. American Publishing Co
4. What every chemical technologist wants to know about... Vol IV., Conditioners, emollients & Lubricants. Chemical Publishing Co., 1990. Michael & Irene Ash.
5. Sites internet de BASF, Rhodia, Cognis, etc
6. Cahiers D'esthétique-Cosmétique. 3. Cosmétologie. Marie-Claude Martini, Martine Chivot & Gérard Peyrefitte. SIMEP Ed. 1995

Semestre : 2

UE : Découverte

Matière : Chimiométrie et plans d'expériences

Objectifs de l'enseignement :

Cette unité d'enseignement est orientée principalement sur l'exploitation des plans d'expériences, à savoir : le choix du plan à adopter, le choix des paramètres pertinents de l'étude (criblage), l'analyse de leur influence sur des réponses cibles, la modélisation empirique de ces dernières, la simulation pour des situations inconnues et l'optimisation.

L'objectif principal est de former l'étudiant à la bonne conduite lors de l'approche d'un problème expérimental ; il lui permettra de tirer le maximum d'informations, voire des conclusions, pour un nombre minimal d'essais, et par conséquent en moins de temps et pour des coûts moindres. L'étudiant maîtrisera en outre les outils statistiques et mathématiques pour une exploitation optimale des résultats d'expériences chimiques.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction à la chimiométrie et à la Planification des expériences (Design of Experiments – DoE) (3 semaines)

Définitions, Histoire de la science.

Classification des plans d'expériences.

Concepts fondamentaux : facteur, réponse, interaction, répétabilité.

Introduction des Plans factoriels complets (2^k) et fractionnaires.

Chapitre 2 : Fondamentaux de la statistique appliquée à la chimie (3 semaines)

Statistiques descriptives : moyenne, médiane, variance, écart-type, coefficient de variation.

Loi normale, histogrammes, boxplots.

Tests d'hypothèses : Student, χ^2 , ANOVA simple.

Intervalle de confiance et niveau de signification (p-value).

Chapitre 3 : Plans factoriels complets à 2 niveaux 2^k (4 semaines)

Construction : Matrice d'expériences.

Traitement : Matrice de calcul des effets.

Etude statistique : Régression linéaire, erreurs, tests des effets, analyse de variance (ANOVA) & construction de modèles empiriques.

Optimisation & Validation.

Exemples d'applications - Logiciels : JMP, Statgraphics, Modde,... : Procédés de polymérisation : synthèse & caractérisation ; Chimie macromoléculaire : Compoundage préalable à la mise en œuvre des polymères ; Procédés pharmaceutiques et cosmétiques ; Procédés environnementaux, etc.

Chapitre 4 : Plans centraux composites à 2 niveaux (3 semaines)

Construction : Matrice d'expériences.

Traitement : Matrice de calcul des effets.

Etude statistique : Régression, erreurs, tests des effets, analyse de variance (ANOVA), modélisation empirique.

Optimisation & Validation.

Exemples d'applications - Logiciels : JMP, Statgraphics, Modde,... .

Chapitre 5 : Autres plans (2 semaines)

Plan fractionnaire / Plan de criblage ; Exemples d'applications sur machine.

Plan de mélange ; Exemples d'applications sur machine.

Références bibliographiques :

Jacques Goupy, Les plans d'expériences, Optimisation du choix des essais et de l'interprétation des résultats, (2017). 5ème Edition Dunod.

Sado, G., & Sado, M. C. (2000). Les plans d'expériences : de l'expérimentation à l'assurance qualité. Afnor.

- Tinsson, W. (2010). Plans d'expériences : constructions et analyses statistiques (Vol. 67). Springer Science & Business Media.
- Goupy, J., & Creighton, L. (2006). Introduction aux plans d'expériences-3ème édition-Livre+ CD-Rom. Hachette.
- Droesbeke, J. J., Fine, J., & Saporta, G. (Eds.). (1997). Plans d'expériences : applications à l'entreprise. Editions technip.
- Linder, R. (2005). Les plans d'expériences : un outil indispensable à l'expérimentateur. Presses des Ponts.

Semestre : 2
UE : Découverte
Matière : D212 Electrochimie organique

Objectifs de l'enseignement :

Introduire l'étudiant à une des techniques de synthèse les plus populaires au cours de cette dernière décennie, et qui prend de plus en plus d'importance.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction

- 1.1. Définition
- 1.2. Historique
- 1.3. Quand faire appel à l'électrochimie organique

Chapitre 2 : Bases de l'Electrochimie Organique

- 2.1. Cellule électrochimique
- 2.2. Voltage – Potentiel
- 2.3. Courant Electrique
- 2.4. Substrat

Chapitre 3 : La cellule électrochimique

- 3.1. Cellule divisée
- 3.2. Cellule non-divisée (à petite échelle, à grande échelle, commerciale)
- 3.3. Différents compartiments d'une cellule non-divisée
 - 3.3.1. La source électrique
 - 3.3.2. Les électrodes
 - 3.3.3. L'optionalité de l'électrode de référence
 - 3.3.4. Le solvant
 - 3.3.5. L'électrolyte

Chapitre 4 : Guide pour le développement d'une réaction électrochimique organique

- 4.1. Comprendre le potentiel de l'électrode
- 4.2. Le point de départ : *oxydation vs Réduction*
- 4.3. Les électrons comme réactifs
- 4.4. Choisir le mode de l'électrolyse
 - 4.4.1. Le cycle voltamétrique
 - 4.4.2. L'électrocatalyse
- 4.5. La sélection des conditions initiales adéquates
- 4.6. Les problèmes éventuels, récurrents, et comment les résoudre.

Chapitre 5 : Les radicaux comme intermédiaires réactifs

- 5.1. Différence entre radical initié par l'électrochimie et par d'autres voies
- 5.2. Les sulfinates comme précurseurs efficaces de radicaux
- 5.3. Le couplage oxydatif des énolates
- 5.4. Le développement de la réaction Borono-Minisci
- 5.5. Les oléfines comme progénitures radicalaires
- 5.6. Les esters comme électrophiles pour les réactions de couplage croisé.

Chapitre 6 : Exemples variés d'oxydation anodique

Chapitre 7 : Exemples variés de réduction cathodique

Chapitre 8 : Exemples variés d'électrolyse séquentielle anodique et cathodique

Références bibliographiques :

[1] A Survival Guide for the "Electro-curious"

Cian Kingston, Maximilian D. Palkowitz, Yusuke Takahira, Julien C. Vantourout, Byron K. Peters, Yu Kawamata, Phil S. Baran.

Accounts of Chemical Research. **2020**, 53, 1, 72–83

<https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00539>

[2] Scalable and safe synthetic organic electroreduction inspired by Li-ion battery chemistry

Phil S. Baran et coll. *Science*, 22 Feb **2019**, Vol 363, Issue 6429, pp. 838-845

doi: [10.1126/science.aav5606](https://doi.org/10.1126/science.aav5606)

[3] Synthetic Organic Electrochemical Methods Since 2000: On the Verge of a Renaissance

Ming Yan·Yu Kawamata·Phil S. Baran.

Chem. Rev. **2017**, 117, 21, 13230–13319

<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00397>

[4] Synthetic Organic Electrochemistry: Calling All Engineers

Ming Yan·Yu Kawamata·Phil S. Baran.

Angewandte Chemie Int. Engl. Ed. **2018**, April 9, Pages 4149-4155

Doi : [10.1002/anie.201707584](https://doi.org/10.1002/anie.201707584)

Autres supports :

<https://baranlab.org/publications/>

Semestre : 2

UE : Transversale

Matière : Formation à la rédaction académique pour la publication scientifique

Objectifs de l'enseignement :

A travers l'enseignement de ce cours, il est souhaité que l'étudiant puisse apprendre l'art de la rédaction de mémoire de fin d'étude, de publication, de posters, de courriers officiels, et autres documents importants liés à sa formation ainsi qu'à sa vie professionnelle. Un autre objectif visé à travers ce cours est la maîtrise de présentations orales, visant à préparer l'étudiant à une soutenance, ou à offrir une communication orale publique. Un dernier objectif est la formation de l'étudiant à rechercher et préparer un projet de recherche complet.

Connaissances préalables recommandées :

Maîtrise de la langue française, et de la langue anglaise. La maîtrise d'outils open-sources est souhaitable aussi, mais pas obligatoire.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à la rédaction académique

I.1. Pourquoi la recherche

I.2. Types de rédaction académique

I.3. Le format à suivre.

Chapitre 2 : Sources à utiliser

II.1. Textes académiques

II.1.1. Revues scientifiques

II.1.2. Livres académiques

II.2. Catalogues

II.3. Sitewebs.

II.4. Autres sources

Chapitre 3 : Développer des approches critiques

III.1. Méthodes de lecture, titres, sous-titres, résumés.

III.2. Faits et opinions

III.3. Evaluation des sources internet.

III.4. Raisonnement critique.

Chapitre 4 : Le plagiat

IV.1. Comprendre le plagiat

IV.2. Reconnaissance des sources.

IV.3. Degrés de plagiat

IV.4. Techniques pour éviter le plagiat

Chapitre 5 : De la reconnaissance du titre à la planification

V.1. Le processus de planification

V.2. L'analyse des titres dans les essais.

V.3. La réflexion

V.4. Premières bases de rédaction

Chapitre 6 : Identification de mots-clés et le développement autour

VI.1. Comment trouver les points-clés et les mots-clés

VI.2. Comment prendre des notes, et comment les organiser

VI.3. L'art de résumer des documents

VI.4. Paraphraser une tiers-personne

Chapitre 7 : Les citations et les références

VII.1. Les systèmes de référence

VII.2. Techniques de citation correcte.

Chapitre 8 : L'organisation du texte

VIII.1. L'organisation des paragraphes

VIII.2. L'introduction et la conclusion

VIII.3. La vérification

Chapitre 9 : La présentation orale

IX.1. Techniques pour une bonne présentation orale

IX.2. Préparation psychologique

IX.3. Découvrir et maîtriser son audience.

IX.4. Erreurs à éviter.

Références bibliographiques :

1. Academic Writing; A handbook for International Students. Routledge Publishing. 4th Ed. 2015
2. Writing Research Papers. A complete Guide. Pearson Publishing. 14th Ed. 2012.
3. Academic Writing; A handbook for International Students. Routledge Publishing. 4th Ed. 2015.
4. Writing Research Papers. A complete Guide. Pearson Publishing. 14th Ed. 2012.
5. A Manual for Writers of Research papers, theses, and dissertations. The University of Chicago Press. 8th Ed. 2013.
6. Technical Writing 101. Scriptorium Publishing Services, Inc. 2009.
7. Teaching and Researching Writing. Pearson Education Limited. 2009
8. Technical Writing A-Z. A Common-Sense Guide to Engineering Reports and Theses. US Ed. ASME Press. 2005.

Semestre : 3
UE : Fondamentale
Matière : Chimie des produits naturels

Objectifs de l'enseignement : Découvrir le monde des substances bioactives issues du règne végétal, et qui peuvent être considérés comme source pour le développement de médicaments ou matériau. Les exceptions qui ne seront pas couvertes dans cette matière concernent les substances déjà couvertes dans la matière « Notions de Biochimie ».

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Partie 1 : Grandes classes de produits naturels

1. Présentation générale des substances naturelles bioactives.
 - 1.1. Notions de métabolites primaires et secondaires.
 - 1.2. Origine de composés organiques et sources de chefs de file: produits naturels et dérivés.
 - 1.3. Classes de Produits naturels
2. Composés azotés : voies de métabolisme, biosynthèse, sources des alcaloïdes, extraction, caractérisation des structures hétérocycliques, effets pharmacologiques, et synthèse.
 - 2.1. Acides aminés non-protéiques
 - 2.2. glycosides cyanogènes
 - 2.3. alcaloïdes.
3. Composés phénoliques :
 - 3.1. classification, rôles dans la plante, utilisation par l'homme, applications, biosynthèse (voies des phénylpropanoïdes, shikimique, acide acétique...)
 - 3.2. isolation, caractérisation et synthèse.
 - 3.2.1. Monophénols (C_6)
 - 3.2.2. acides hydroxybenzoïques (C_6C_1)
 - 3.2.3. acides hydroxycinnamiques (C_6C_3), esters, alcools et aldéhydes et dérivés simples de l'acide cinnamique
 - 3.2.4. phénylpropanoïdes (C_6C_3) (coumarines, isocoumarines, chromones, chromènes),
 - 3.2.5. monolignols (C_6C_3),
 - 3.2.6. lignanes($(C_6C_3)_2$), lignines ($(C_6C_3)_n$), flavonoïdes ($C_6C_3C_6$), les tannins (tannins condensés, tannins hydrolysables)
4. Composés terpéniques : les terpénoïdes, classification, isolation, identification structurale, biosynthèse par voie de l'acide mévalonique, et synthèse.
 - 4.1. Les monoterpènes, sesquiterpènes
 - 4.2. diterpènes
 - 4.3. triterpènes (y compris les stéroïdes)
 - 4.4. tétraterpènes
 - 4.5. polyterpènes .
5. Produits d'origine marine : isolation, identification structurale et synthèse : anti cancéreux et perspectives

PARTIE 2: Applications et valorisation

CHAPITRE I: Rôle en pharmacognosie et phytochimie.

CHAPITRE II: Produits naturels comme modèles pour la synthèse de médicaments.

CHAPITRE III: Exemples d'application dans les industries pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire.

Références bibliographiques :

[1] N. R. Krishnaswamy (2003). Chemistry of Natural Products: A Laboratory Handbook, pp. 134. ISBN: 9788173714528

[2] B. Schaefer (2014). Natural Products in the Chemical Industry, pp. 831, Springer, Berlin & Heidelberg. ISBN 978-3642544613

[3] A.D., Kinghorn, H., Falk, S., Gibbons, J., Kobayashi (Eds.) (2017). Progress in the Chemistry of Organic Natural Products 104. ISBN 978-3-319-45618-8

[4] Paul M. Dewick (2009). Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach, Wiley-Blackwell; 3rd Edition, pp. 550. ISBN-10: 9780470741672

[5] C.T Walsh, Yi Tang (2017). Natural Product Biosynthesis: Chemical Logic and Enzymatic Machinery, Royal Society of Chemistry; 1st Edition, pp. 785. ISBN-10: 1788010760

Semestre : 3
UE : Fondamentale
Matière : Synthèse Asymétrique

Objectifs de l'enseignement :

L'étudiant est censé maîtriser les approches diverses pour obtenir une molécule chirale et / ou créer une chiralité au sein d'une molécule. Cela fait partie intégrale de la philosophie de ce master, et représente un outil incontournable pour la suite des cours qui s'en suivent.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie organique approfondie.
Thermodynamique de base.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Chiralité, stéréochimie et pureté énantiomérique
Chapitre II : Racémats. Conglomérats. Séparations physiques et chimiques
Chapitre III : Détermination de l'excès énantiomérique et excès diastéréomérique par RMN

Chapitre IV : Source et stratégie de formation d'un produit chiral
Chapitre V : Produit de départ chiral
Chapitre VI : Auxiliaire Chiral
Chapitre VII : Réactif Chiral
Chapitre IIX : Catalyseur chiral

Références bibliographiques :

1/ Principles and applications of asymmetric synthesis. Guo-Qiang Lin, Yue-Ming Li, Albert S.C. Chan. Copyright (2001 John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 0-471-40027-0 (Hardback).
2/ Harvard's advanced organic chemistry. D.A.Evans. 2006.
3/ Asymmetric Organocatalysis – From Biomimetic concepts to applications in asymmetric synthesis. Albrecht Berkessel, Harald Groger. 2005 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN-13: 978-3-527-30517-9.

Semestre : 3

UE : Fondamentale

Matière : Bases de la Chimie Médicinale

Objectifs de l'enseignement :

L'enseignement porte sur la conception, synthèse, structure, relations structure-activité, mécanisme(s) d'action. Cette matière est importante pour tout étudiant ayant l'intention de postuler en doctorat ou travail dans le domaine de la chimie thérapeutique.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit posséder les notions de la chimie organique, mécanismes réactionnels et la stéréochimie, notion de biochimie.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Introduction

- I.1. Classification des médicaments
- I.2. Les grandes classes thérapeutiques des médicaments
- I.3. Méthodes qualitatives et quantitatives d'étude des relations structure activité
- I.4. Recherches initiées par les connaissances des récepteurs
- I.5. Synthèse de précurseurs (prodrugs)
- I.6. Inhibiteurs, d'enzymes

Chapitre II : Les anesthésiques généraux et locaux

Chapitre III : Médicaments antalgiques

- III.1. Analgésiques centraux
- III.2. Narcotiques (y compris la morphine)
- III.3. Analgésiques antipyrétiques
- III.4. anti-inflammatoires non stéroïdiens

Chapitre IV : Médicaments du système nerveux central

- IV.1. Hypnotiques.
- IV.2. Anti-épileptiques
- IV.3. Tranquillisants-anxiolytiques
- IV.4. Neuroleptiques
- IV.5. Antidépresseurs
- IV.6. Autres

Chapitre V : Anti infectieux

- V.1. Généralités sur les médicaments anti-infectieux – Mécanismes d'action
- V.2. Les bêta-lactamines (Pénicillines, Monobactames et Carbapénèmes, Céphalosporines
- V.3. Les Céfamycines
- V.4. Les Aminosides
- V.5. Les Tétracyclines
- V.6. Les Macrolides et apparentés
- V.7. Les Phénicolés
- V.8. Les Quinolones
- V.9. Les Polypeptides
- V.10. Les Glycopeptides
- V.11. Les Sulfamides
- V.12. Les Dérivés Nitrés
- V.13. Les Quinoléines

V.14. Autres (Acide fusidique, Fosfomycine, Fosfomycine trométamol, Daptomycine (lipopeptide cyclique), Lysocine E, Oxazolidinones, Linezolide, Platencin et platencimycin

Chapitre VI : Anti-histaminiques

Chapitre VII : Médicaments anticancéreux

VII.1. Agents alkylants

VII.2. Agents intercalants

VII.3. Antimétabolites

VII.4. Antimitotiques

Références bibliographiques :

1/ Principles and applications R.S. Vardanyan and V.J. Hruby. Synthesis of essential drugs. Elsevier, 2006.

2/ Serge Kirkiacharian. Guide de chimie thérapeutique. Ellipses, 1996.

3/ Rama Rao Nadendla. Principles of organic Medicinal chemistry. New Age International (P) Ltd., Publishers 2005.

4/ Graham L. Patrick. Chimie pharmaceutique. De Boeck, **2001** .

Semestre : 3

UE : Fondamentale

Matière : Colorants, propriétés et synthèse

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre les relations structure-propriétés des colorants (théorie de la couleur, mécanismes d'absorption, classification) et maîtriser leurs synthèses (méthodes traditionnelles et vertes), leurs applications industrielles (textile, alimentaire, cosmétique) et leurs techniques de caractérisation (UV-Visible, propriétés physico-chimiques).

Connaissances préalables recommandées :

Bases en chimie organique (groupes fonctionnels, réactivité), notions de spectroscopie UV-Visible et compréhension des liaisons chimiques.

Contenu de la matière :

1. Introduction générale

- Définition : colorants - pigments
- Brève histoire des colorants naturels et synthétiques
- Domaines d'application (textile, alimentaire, cosmétique, pharmaceutique, etc.)

2. Structure chimique et propriétés colorées

- Théorie de la couleur (chromophores, auxochromes)
- Mécanismes d'absorption dans l'UV-Visible
- Influence des substitutions sur la teinte
- Relation structure-couleur

3. Classification des colorants

- Colorants naturels : flavonoïdes, anthocyanes, indigoïdes
- Colorants synthétiques : azoïques, anthraquinoniques, triphénylméthanes, xanthènes...
- Classification selon l'usage : colorants acides, basiques, réactifs, dispersés, mordants, etc.

4. Synthèse des colorants

- Synthèse des colorants azoïques (diazotation et couplage électrophile)
- Synthèse des colorants anthraquinoniques et indigoïdes
- Colorants à base de polymérisation ou de condensation
- Introduction aux techniques de chimie verte dans la synthèse de colorants

5. Applications et propriétés physico-chimiques

- Solubilité, affinité pour les substrats
- Fixation sur les fibres textiles (naturelles et synthétiques)
- Résistance à la lumière, au lavage, à la chaleur
- Propriétés photophysiques et fluorescence

6. Analyses et caractérisation

- Spectroscopie UV-Visible

Références bibliographiques :

- **Shahid, M., & Mohammad, F.** (2013). Green Chemistry for Dyes Removal from Wastewater: Research Trends and Applications. Wiley.
- **Zollinger, H.** (2003). Color Chemistry: Syntheses, Properties, and Applications of Organic Dyes and Pigments. 3rd Edition, Wiley-VCH.
- **Hunger, K.** (Ed.). (2007). Industrial Dyes: Chemistry, Properties, Applications. Wiley-VCH.
- **Allen, C. F. H., & Keefer, R. M.** (2001). Organic Syntheses of Dyes and Pigments. Springer.
- **Christie, R. M.** (2001). Colour Chemistry. Royal Society of Chemistry.

Semestre : 3

UE : Méthodologie

Matière : Travaux Pratiques de Synthèse Organique III

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette matière est d'équiper l'étudiant avec un maximum de compétences pratiques de laboratoire, liées à la synthèse organique avancée.

Connaissances préalables recommandées :

Sécurité au laboratoire, types de verrerie, techniques pratiques enseignées en licence.

Contenu de la matière :

Des travaux pratiques (TP) optionnels : les universités peuvent proposer d'autres TP de chimie organique, selon leurs moyens

TP 1 : Réaction de Baylis-Hilman

TP 2 : Réaction d'Arbusov

TP 3 : Réaction de Wittig-Horner dans l'eau

TP 4 : Synthèse du BINOL

TP 5 : Synthèse de l'auxiliaire d'Evans

TP 6 : Aldolisation d'Evans

TP 7 : Synthèse du PIDA

TP 8 : Oxydation du phénol en présence de PIDA

TP19 : Couplage peptidique

Références bibliographiques :

1/ Techniques in Organic Chemistry.

Jerry R. Mohrig, Christina Noring Hammond, Paul F. Schatz. 3rd Edition. 2010 by W. H. Freeman and Company

ISBN-13: 978-1-4292-1956-3. ISBN-10: 1-4292-1956-4

2/ Practical Skills in Chemistry. John R. Dean, Alan M Jones, David Holmes, Rob Reed, Jonathan. Weyers, Allan Jones. Prentice Hall. Pearson Education Limited. 2002. ISBN 978-0-13-028002-2.

Semestre : 3

UE : Méthodologie

Matière : TP Modélisation Moléculaire

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce TP est de former l'étudiant aux méthodes d'analyses théoriques et prédictives des objets moléculaires en chimie organique (paramètre de toxicité, faible complexité, problème analytique, réalisation de scripts QSAR/ QSRR). Est un complément indispensable aux aspects expérimentaux de chimie organique développée dans les autres UE.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie théorique, Méthodes quantiques et modélisation moléculaire en chimie organique.

Contenu de la matière :

Des travaux pratiques (TP) optionnels : les équipes de formations peuvent proposer d'autres TP, selon leurs moyens

TP1 : Initiation aux utilisations de différentes :

Sources bibliographiques et base de données

Logiciel de modélisation moléculaire (Hyperchem, Gossien ...)

Logiciel de calcul (Dragon, Mobydig, Minitab...)

TP2 : Visualisation, manipulation et minimisation d'énergie des structures moléculaire 3D.

TP3 : Calcul des propriétés QSAR/ QSRR des phénols, acides aminés, complexes ...autres.

TP4 : Recherche d'un modèle théorique QSAR/ QSRR d'une gamme des molécules à partir des résultats expérimentaux extraits par des publications de renommée internationale.

TP5 : Evaluation et vérification de la qualité prédictive du modèle trouvé.

TP6 : Structure 3D des molécules - Z-Matrix

TP7 : Calcul de la barrière de rotation

TP8 : Etude de la structure électronique de la thymoquinone et de la thymohydroquinone (Gaussian)

TP9 : Modélisation de la réactivité chimique par la théorie des orbitales frontières

TP10 : Etude de l'activité antioxydante des anthocyanidines.

TP 11 : Recherche et validation d'un état de transition TS par calcul de fréquences vibratoires.

TP 12 : Caractérisation d'un état de transition par suivi IRC (*Intrinsic Reaction Coordinate*).

TP 13 : Recherche d'un état de transition : application à une réaction modèle.

TP 14 : Étude théorique d'une réaction SN2 : du complexe réactif au TS

TP 15 : Réaction Diels-Alder : recherche du TS et étude de la régiosélectivité

TP 16 : Effet du solvant sur l'état de transition : Application à une réaction [3+2].

Références bibliographiques :

- J. Debord, Introduction à la modélisation moléculaire. 2004, 37-41.

- H. Dugas, Principes de base en modélisation moléculaire, Aspects théoriques et pratiques, Chapitre 3 introduction aux méthodes de minimisation d'énergie, quatrième édition, Librairie de l'Université de Montréal, 1996.

- B. Donald, K. Boyd. B. Lipkowitz. J. Chem. Educ. 1982, 59: 269.

- E. Schrödinger, Ann. Phys. Leipzig, 1926, 79, pp. 361, 489, 734

- Livres et photocopies, sites internet, etc.

Semestre :3

UE : Méthodologie

Matière : Nouvelles Techniques de Synthèse Organique

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif pédagogique de cette matière est d'initier les étudiants aux nouvelles techniques récemment introduites en respects avec les notions de chimie verte.

Connaissances préalables recommandées :

Les grandes fonctions de Chimie organique (Alcools, Cétones, Amines, Acides carboxyliques, etc...), ainsi que toutes les grandes réactions et leur mécanisme.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Généralités sur la chimie verte

Chapitre 2. Synthèse organique sans solvant

Chapitre 3. Les liquides ioniques

Chapitre 4. Utilisation des micro-ondes en synthèse organique

Chapitre 5. Sonochimie (Utilisation de l'ultra son en synthèse organique)

Chapitre 6. Piezochimie et synthèse organique dans l'eau.

TPS

Les équipes de formations peuvent proposer des TP de la matière, selon leurs moyens

Références bibliographiques :

« *ORGANIC SYNTHESIS : Special Techniques* » V.K. Ahluwalia and Renu Aggarwal
ed. Alpha Science International Ltd

« *Vogel's practical Organic Chemistry* »

« *Effets de Milieu en synthèse Organique* » André Loupy et Arnaud Haudréchy
Ed. MASSON

Semestre :3
UE : Découverte
Matière : Chimie des Aliments

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière devrait permettre aux futurs titulaires du master de Chimie Organique d'avoir un aperçu sur les industries agroalimentaires et particulièrement les laboratoires de contrôle de qualité de ces entreprises. Les analyses nutritionnelles des denrées alimentaires deviennent primordiales, les aliments doivent être contrôlés avant d'arriver dans nos assiettes.

Connaissances préalables recommandées :

Des notions de Chimie Organique (Les principales fonctions Organiques) et de Biochimie (Biochimie structurale) de bases sont requises pour cette matière.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Introduction :

I.1. Généralités sur la composition d'un produit alimentaire

I.2. Grandes Classes d'analyse alimentaire

I.3. Compositions Chimiques

I.4. Valeur Nutritionnelle

Chapitre II : Brunissement non-Enzymatique :

La réaction de Maillard :

Chapitre III : Brunissement Enzymatique :

Chapitre IV : L'eau dans les aliments

Chapitre V : Quelques méthodes d'analyses des denrées alimentaires

Chapitre VI : Additifs Alimentaires

Références bibliographiques :

1. « Sciences des aliments » R. JEANTET, T. CROGUENNEC, P. SCHUCK et G. BRULE, *Ed. TEC&DOC Lavoisier*
2. « Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires » J. ADRIAN, J. POTUS, A. POIFFAIT et P. DAUVILLIER, *Ed. TEC&DOC Lavoisier*
3. « Additifs Alimentaires et Auxiliaires Technologiques » Chimie et Santé, N et M MOLL, *Ed. Masson*

Semestre : 3

UE : Découverte

Matière : Les pesticides

Objectifs de l'enseignement :

- Acquérir les connaissances fondamentales sur la définition, l'histoire, la classification chimique, les modes d'action biologiques et les impacts toxicologiques des pesticides.
- Développer une analyse critique des enjeux liés à leur utilisation dans l'agriculture et la santé publique, en comprenant les mécanismes de résistance et les risques pour la santé humaine et l'environnement.

Connaissances préalables recommandées :

- Notions élémentaires de chimie générale
- Bases en biologie ou physiologie
- Notions introductives en toxicologie ou écotoxicologie
- Connaissances générales en environnement ou santé publique

Contenu de la matière :

Chapitre I – Introduction générale aux pesticides

Définition : pesticide, phytosanitaire, biocide, substance active

Historique de l'usage des pesticides (du soufre aux néonicotinoïdes)

Rôle dans l'agriculture moderne, dans la santé publique (antivectoriels), etc.

Distinction entre produits naturels, de synthèse, et biopesticides

Activité : débat introductif : "Faut-il interdire les pesticides ?"

Chapitre II – Classification et grandes familles chimiques

Classification selon les usages : insecticides, herbicides, fongicides, rodenticides...

Classification chimique : organochlorés, organophosphorés, carbamates, pyréthrénoïdes, triazines, etc.

Exemple de molécules emblématiques : DDT, glyphosate, atrazine, imidaclopride

Structures chimiques et propriétés physico-chimiques (solubilité, persistance, lipophilie)

Chapitre III – Modes d'action et mécanismes biologiques

Cibles biologiques : enzymes, récepteurs, membranes

Modes d'action selon les familles : inhibition d'AChE, perturbation des canaux ioniques, inhibition photosynthétique

Résistances des organismes cibles : mécanismes de résistance, sélection génétique

Étude de cas : la résistance des moustiques aux pyréthrénoïdes

Chapitre IV – Toxicologie et impacts sanitaires

Toxicité aiguë et chronique, effets sublétaux

Effets sur la santé humaine : perturbateurs endocriniens, cancérogènes, neurotoxiques

Voies d'exposition : alimentaire, cutanée, inhalation

Groupes à risque : agriculteurs, riverains, enfants, faune non cible.

Références bibliographiques :

Elorme, R. (2020).

Les pesticides : vérités et conséquences. Éditions Quae.

Mottet, G., & Chevassus-au-Louis, B. (2018).

Pesticides : les vérités indésirables. Éditions Actes Sud – Collection Domaine du Possible.

Stoytcheva, M. (Ed.) (2011).

Pesticides in the Modern World – Risks and Benefits. InTech Open Access.

Mostafalou, S., & Abdollahi, M. (2017).

Pesticides and Human Chronic Diseases: Evidences, Mechanisms, and Perspectives. Toxicology and Applied Pharmacology, 324, 65–80.

PAN International (2021).

PAN International List of Highly Hazardous Pesticides. <https://pan-international.org>

Reigart, J. R., & Roberts, J. R. (2013).

Recognition and Management of Pesticide Poisonings. 6th ed., U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

European Food Safety Authority (EFSA). <https://www.efsa.europa.eu>

ANSES – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail . <https://www.anses.fr>

FAO & WHO (2010).

International Code of Conduct on Pesticide Management.

Goulson, D. (2013).

An Overview of the Environmental Risks Posed by Neonicotinoid Insecticides. Journal of Applied Ecology, 50(4), 977–987. **Bonmatin, J.-M. et al. (2015).**

Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. Environmental Science and Pollution Research, 22, 35–67.

Peshin, R., & Dhawan, A. K. (Eds.) (2009)

Semestre : 3

UE : Découverte

Matière : Chimie des arômes et parfums

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre I – Fondements de la chimie des arômes et des parfums

Chapitre II – Les grandes familles de molécules odorantes

Chapitre III – Initiation à la formulation d'un arôme ou d'un parfum

Chapitre IV – Usages industriels et cadre réglementaire

Chapitre V – Perception olfactive et analyse sensorielle

Références bibliographiques :

Semestre : 3

UE : Découverte

Matière : formulation en Cosmétiques

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière, représentative de la finalité, enseignera aux étudiants l'art de formulation des produits cosmétiques et parapharmaceutiques, sous leurs formes finales, prêts à la vente.

Connaissances préalables recommandées :

Toutes les matières mentionnées plus haut.

Contenu de la matière :

- Principes de formulation
- Crèmes, lotions et laits
- Formulation de produits de la peau (Démaquillants et nettoyants, crèmes de soins, masques, produits de gommage, produits solaires)
- Antitranspirants et déodorants
- Préparations de rasage
- Produits de maquillage (rouges à lèvres, fonds de teint, produits pour yeux, poudres)
- Vernis à ongles
- Shampoings
- Détergents divers
- Gels
- Glycérine modifiée et savons
- Produits de soins et d'embellissement de la chevelure
- Produits de coloration (teintures, décolorants, agents de pigmentation, agents de dépigmentation)
- Produits d'épilation
- Dentifrices et autres produits pour la bouche
- Production à grande échelle
- Emballage
- Stabilité

Références bibliographiques :

(Livres et photocopiés, sites internet, etc).

1. Harry's Cosmeticology, 8th Ed. 2000. Martin M.Rieger. American Publishing Co.
2. McCutcheon's Detergents & Emulsifiers. 1999. American Publishing Co
3. Bennett's Cosmetic Formulary. 2001. American Publishing Co
4. What every chemical technologist wants to know about... VolIV,. Conditioners, emollients & Lubricants. Chemical Publishing Co., 1990. Michael & irene Ash.
5. Sites internet de BASF, Rhodia, Cognis, etc
6. Cahiers D'esthétique-Cosmétique. 3. Cosmétologie. Marie-Claude Martini, Martine Chivot & Gérard Peyrefitte. SIMEP Ed. 1995

Semestre : 3

UE : Transversale

Matière : Entrepreneuriat, Innovation et Startup

Objectifs de l'enseignement :

Donner aux étudiants une vision globale de l'entrepreneuriat moderne, développer leur esprit entrepreneurial et leur capacité à initier un projet.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Fondements de l'Entrepreneuriat

- Définition, création de valeur par l'innovation et la prise de risque.
- Piliers : opportunité, innovation, gestion du risque, création de valeur.
- Écosystème : chercheurs-entrepreneurs, investisseurs, incubateurs, clusters.
- Processus : Idéation → Validation → Business Plan → Lancement → Croissance.
- Enjeux scientifiques : brevets, normes, financement R&D, équipes pluridisciplinaires.
- Cas pratiques : simulation de dépôt de brevet, recherche de financement.

Chapitre 2 : L'esprit entrepreneurial dans les sciences et technologies

- Comprendre l'entrepreneuriat scientifique et technologique.
- Esprit entrepreneurial : créativité, innovation, résilience, gestion du risque.
- Motivations à entreprendre dans les domaines scientifiques et technologiques.
- Grands secteurs d'opportunités : énergie, santé, matériaux, numérique, environnement, sciences alimentaires.

Chapitre 3 : De la recherche scientifique à l'opportunité entrepreneuriale

- Transformer une découverte scientifique ou technologique en projet entrepreneurial.
- Approche "problème-solution" : identifier un besoin réel.
- Initiation à l'étude de marché pour projets scientifiques.
- Validation rapide d'une idée : prototype minimum viable (MVP), enquêtes, tests utilisateurs.

Chapitre 4 : Construire et modéliser son projet innovant

- Introduction au Business Model Canvas (BMC) pour projets technologiques.
- Définir une proposition de valeur claire et différenciante.
- Identifier ressources, partenaires stratégiques, canaux de distribution.

Chapitre 5 : Lancer son projet scientifique ou technologique

- Étapes clés pour passer de l'idée au projet structuré.
- Sources classiques de financement en phase de démarrage : fonds d'amorçage, concours, soutiens privés.
- Savoir pitcher : vulgariser une innovation pour convaincre investisseurs, partenaires et premiers clients.
- Erreurs fréquentes à éviter : mauvaise évaluation du marché, développement technologique déconnecté du besoin réel.

Chapitre 6 : Réussir et se développer comme entrepreneur scientifique

- Gestion du risque et de l'incertitude dans les projets innovants.
- Stratégies de pivot : adapter son projet selon les retours du marché.
- Leadership scientifique : organiser et animer une équipe pluridisciplinaire.
- Bases de la propriété intellectuelle : brevets, licences, valorisation de l'innovation, protection.
- Entrepreneuriat à impact : répondre aux défis environnementaux, sociaux et économiques.

- Continuer à progresser : réseaux d'innovation, incubateurs, mentors, formations continues.

Références :

1. Verstraete, Thierry, et Fayolle, Alain, Entrepreneuriat : Fondements et dynamiques. Édition De Boeck Supérieur, 2005.
2. Julien, Pierre-André, Entrepreneuriat : devenir entrepreneur : théories et pratiques. Édition Économica, 2007.
3. Schieb-Bienfait, Nathalie, et Lemoine, Valérie, Entrepreneuriat : théories et réalités entrepreneuriales. Édition EMS (Management & Société), 2013.
4. Fayolle, Alain, Entrepreneuriat : Apprendre à entreprendre, Édition Dunod, 2014.