

Master Mention Sciences du vivant, Spécialité Biologie et valorisation des plantes, Parcours Valorisation des ressources végétales

Type	Nom
Parcours	Valorisation des ressources végétales
Semestre	Semestre 1 du parcours Valorisation des ressources végétales, spécialité Biologie et Valorisation des Plantes
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires du S1 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire
Unité d'enseignement	Biologie cellulaire et développement des plantes
Unité d'enseignement	Phototrophie et métabolisme des plantes
Unité d'enseignement	Méthodologies et analyses moléculaires des plantes
Unité d'enseignement	Initiation à la démarche scientifique en BVP
Unité d'enseignement	Langues - M1S1
Groupe d'unités d'enseignement	UE à choix du S1 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire dans liste
Unité d'enseignement	Sciences séparatives. Extraction et purification
Unité d'enseignement	Génomomes des plantes: expression, polymorphisme
Unité d'enseignement	Introduction à l'écologie Fonctionnelle
Unité d'enseignement	Expression des gènes et biosynthèse des protéines
Unité d'enseignement	Microbial metabolic diversity in the environment (3 ECTS, M1S1)
Unité d'enseignement	Pharmacognosie générale
Unité d'enseignement	Ressources alimentaires
Unité d'enseignement	Outils Élémentaires de Statistique Appliquée
Unité d'enseignement	UE libre (M1 S1)
Semestre	Semestre 2 du parcours Valorisation des ressources végétales, spécialité Biologie et Valorisation des plantes
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires du S2 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire
Unité d'enseignement	Analyse bibliographique et communication scientifique
Unité d'enseignement	Biodiversité végétale: approche systématique
Unité d'enseignement	Langues - M1S2
Unité d'enseignement	Insertion professionnelle
Unité d'enseignement	Méthodes d'analyses physiochimiques
Unité d'enseignement	Phytochimie 1
Unité d'enseignement	Analyse structurale spectrométrique
Groupe d'unités d'enseignement	UE à choix du S2 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire dans liste choix : 4
Unité d'enseignement	Biodiversité génétique des plantes
Unité d'enseignement	Techniques de biologie cellulaire végétale
Unité d'enseignement	Stratégies en protection des plantes

Type	Nom
Unité d'enseignement	Ecotoxicologie végétale
Unité d'enseignement	Phytochimie extractive et analytique-1
Unité d'enseignement	Production industrielle de médicaments à base de plantes
Unité d'enseignement	Ouverture professionnelle
Unité d'enseignement	UE libre (M1 S2)
Semestre	Semestre 3 du parcours Valorisation des ressources végétales, spécialité Biologie et Valorisation des plantes
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires du S3 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire
Unité d'enseignement	Préparation du stage S4 en biologie et valorisations des plantes
Unité d'enseignement	Questions d'actualité en Biologie et Valorisation des Plantes
Unité d'enseignement	Cultures végétales in vitro: techniques et applications
Unité d'enseignement	Phytochimie 2
Unité d'enseignement	Valorisation industrielle des substances végétales
Unité d'enseignement	Formulation et procédés industriels
Groupe d'unités d'enseignement	UE à choix du S3 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire dans liste
Unité d'enseignement	Bio-ingénierie végétale
Unité d'enseignement	Droit et protection de la biodiversité
Unité d'enseignement	Ouverture professionnelle (3, M2S3)
Unité d'enseignement	Pharmacie galénique : formulation et fabrication
Unité d'enseignement	Contrôles pharmacopées appliqués aux médicaments à base de plantes
Unité d'enseignement	UE libre (M2 S3)
Unité d'enseignement	Analyse de publications scientifiques en biologie moléculaire et cellulaire des plantes
Semestre	Semestre 4 du parcours Valorisation des ressources végétales, spécialité Biologie et Valorisation des Plantes
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires du S4 du parcours Valorisation des ressources végétales Obligatoire
Unité d'enseignement	Stage S4 en biologie et valorisation des plantes

Parcours: Valorisation des ressources végétales

Objectifs en termes de connaissances scientifiques

Problématique : Les plantes comme source de molécules d'intérêt

Les plantes synthétisent, en plus des métabolites primaires, un grand nombre de métabolites secondaires, dont la plupart sont valorisables dans différentes filières alimentaires et non-alimentaires, et la priorité est donnée depuis quelques années à une exploitation de l'ensemble du végétal (concept de « **raffinerie végétale** »), avec développement de filières de valorisation des co-produits. Le parcours « Valorisation des Ressources Végétales » s'inscrit dans cette démarche : il est centré sur les plantes sources de molécules d'intérêt, les voies de biosynthèse de celles-ci et leur régulation (notamment en réponse à des stress environnementaux), ainsi que les méthodes d'analyse et de purification permettant leur exploitation. Une part importante des enseignements est centrée sur les **molécules végétales bioactives** (polyphénols, alcaloïdes, terpènes...) potentiellement intéressantes dans le cadre d'applications **thérapeutiques, cosmétiques et à l'interface nutrition-**

santé.

Historique du parcours, partenaires et objectifs.

Ce parcours est la nouvelle version depuis 2009 du master Professionnel "Substances Naturelles Végétales d'Intérêt Economique (SNVIE)", qui avait été habilité en 2005 en continuité du DESS du même nom, créé à la Faculté des Sciences de la Vie en 2000. Il propose des enseignements spécifiques pluridisciplinaires, sur une **base théorique approfondie de biologie et physiologie végétales** commune à l'ensemble de la spécialité. L'équipe pédagogique est formée d'enseignants-chercheurs de plusieurs composantes de l'UDS (Facultés des Sciences de la Vie, de Pharmacie et de Chimie), de collègues de l'INRA et de l'IRD, et de partenaires industriels des différents secteurs concernés par la valorisation des phytoressources (pharmaceutique, cosmétique, nutraceutique, agroalimentaire, agrochimique...).

L'objectif du parcours VRV est de former des cadres techniques ou scientifiques et des chercheurs spécialistes de la valorisation des ressources végétales, ayant des connaissances intégrées concernant les organismes végétaux, ainsi que la structure, les propriétés physico-chimiques et les protocoles d'analyse des métabolites végétaux (l'accent sera mis sur leur potentiel en tant que molécules bioactives). Il permet aux étudiants d'acquérir des compétences spécifiques et transversales dans l'utilisation des ressources végétales dans les nombreux secteurs cités ci-dessus. Selon la nature et le lieu de réalisation du stage du semestre 4, ce parcours pourra ainsi prendre une **orientation « recherche » ou « professionnelle »**.

Trois axes majeurs constituent le socle des enseignements spécifiques au sein du parcours VRV :

-**Les principales familles de plantes** : leurs caractéristiques morphologiques, leurs répartitions géographiques, leurs principaux usages (médicinal, cosmétique, alimentaire, condimentaire, ornemental, industriel...).

-**Les principales classes de molécules végétales** (métabolites primaires et secondaires), leurs propriétés physico-chimiques et biologiques.

- **La phytochimie** : techniques de chimie analytique pour l'extraction, la purification et l'analyse des molécules végétales.

Objectifs en termes de compétences (ou de compétences professionnelles)

En plus des compétences générales de la spécialité Biologie et valorisation des Plantes, les étudiants de ce parcours devront aussi acquérir les **compétences spécifiques suivantes** :

- Capacité à analyser et développer des voies de valorisation existantes ou potentielles de ressources végétales

- Maîtriser le fonctionnement et l'utilisation de l'appareillage de chimie analytique

- Capacité à mettre en place une stratégie de micropropagation (multiplication par culture végétale *in vitro*), avec travail en conditions stériles et gestion des différentes étapes de culture.

Unité Enseignement: Biologie cellulaire et développement des plantes

Objectifs en termes de connaissances

Cours magistraux apportant des connaissances fondamentales sur :

• Des aspects génotypiques du développement : mutants, gènes dont l'expression varie au cours du développement, gènes régulateurs du développement. Mécanismes de croissance (en taille et en nombre) des cellules végétales (constituants de la paroi, voies de biosynthèse et analyse de mutants. Différenciation des stomates et des trichomes : analyse de mutants. Différenciation des gamètes, fécondation et formation de la graine : analyse de mutants. Mécanismes d'apoptose induits lors du développement des plantes.

- Des aspects phénotypiques du développement : embryogenèse, graines et fruits, développement végétatif (feuilles, tiges racines), mise à fleur et développement floral, autoincompatibilité.

Objectifs en termes de compétences

Objectifs cognitifs :

- Acquérir des connaissances portant sur des mécanismes moléculaires régulant le développement des plantes et les stratégies expérimentales mises en oeuvre pour les mettre en évidence.
- Savoir relier des phénotypes dus à des mutations aux fonctions des gènes du développement qui sont touchés.

Objectifs méthodologiques :

- Acquérir des compétences pratiques sur les technologies de pointe utilisées en laboratoire et permettant l'analyse comparative d'organismes mutants et sauvages.
- Savoir analyser un article scientifique.

Pré-requis

- Avoir les connaissances scientifiques de base apportée par une licence de biologie.
- Avoir la capacité de lire et comprendre un document rédigé en anglais (extrait de publication).

Unité Enseignement: Phototrophie et métabolisme des plantes

Objectifs en termes de connaissances

Descriptif :

Evolution des processus bioénergétiques et originalité des plantes :

- Organismes primitifs et plantes supérieures
- Phototrophie (caractéristiques de l'énergie lumineuse et des organismes phototrophes)

Photosynthèse :

- Compartimentation et mécanismes
- Mécanismes d'assimilation du CO₂
- Photosynthèse et effet de serre

Métabolisme primaire :

Structures, compartimentation, régulations moléculaires, rôles physiologiques

- Glucides simples et complexes
- Lipides membranaires, de revêtement et de réserve
- Acides aminés, Protéines de structure et de réserve

Métabolisme secondaire :

Structures, compartimentation, régulations moléculaires, rôles physiologiques

- Isoprénoïdes
- Phénylpropanoïdes
- Alcaloïdes

Objectifs en termes de compétences

Compétences visées :

Bonne connaissance du métabolisme primaire et secondaire des plantes.

Analyse à partir de cas concrets des méthodes d'étude; évaluation des résultats et des perspectives qui en découlent.

Pré-requis

Pré-Requis :

Bonne connaissance en biologie cellulaire, biochimie et biologie moléculaire

Unité Enseignement: Méthodologies et analyses moléculaires des plantes

Objectifs en termes de connaissances

TDs et TP des UEs :

- de Biologie Cellulaire et Développement des Plantes
- et de L'UE Phototrophie et Métabolisme des Plantes
- Méthodes d'analyse des différents métabolites secondaires : isoprénoïdes, phénylpropanoïdes, alcaloïdes (CCM, HPLC et LC/MS/MS)
- Génomique fonctionnelle, création et criblage des collections de mutants d'insertion T-DNA et de transposons dans la plante modèle Arabidopsis, les applications de la transgénèse, bioinformatique.
- Génétique inverse. Caractérisation moléculaire et phénotypique de différents mutants d'insertion T-DNA ciblant le gène CUL1. Prélèvement de siliques d'Arabidopsis à différents stades de maturation et observation des différents stades du développement embryonnaire après éclaircissement des siliques. Exploitation de lignées rapportrices GUS dans la réponse à l'auxine.

Objectifs en termes de compétences

- Bonne connaissance des méthodes d'analyse du métabolisme secondaire
- Acquérir des compétences pratiques sur les technologies de pointe utilisées en laboratoire et permettant l'analyse comparative d'organismes mutants et sauvages.
- Acquérir de bonnes pratiques de laboratoire
- Savoir analyser un article scientifique.

Unité Enseignement: Initiation à la démarche scientifique en BVP

Objectifs en termes de connaissances

Stage de 3 semaines en laboratoire de recherche à l'Institut de Biologie Moléculaire des Plantes, à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg ou à l'INRA de Colmar, en bureaux d'étude en environnement, dans un conservatoire botanique, réserve ou parc naturel, organisme de connaissance et gestion de l'environnement.

Objectifs en termes de compétences

Maîtrise des techniques de laboratoire en biologie moléculaire et cellulaire des plantes, des techniques de valorisation des substances naturelles végétales bioactives ou des méthodologies d'étude des interactions plantes-environnement

Savoir s'insérer dans une équipe et mener un projet de recherche ou d'étude

Unité Enseignement: Langues - MIS1

Objectifs en termes de connaissances

Séance hebdomadaire en CRL : interaction orale sur les projets de recherche du groupe et travail en autonomie à l'aide des multiples ressources disponibles (plus accès libre au CRL possible en dehors du créneau).

Pratique à distance : lecture d'articles de spécialité ou scientifiques, écoute de documentaires ou de conférences en ligne, production écrite (synthèses, 'abstracts'), travail collaboratif sur projet.

A **ateliers sur** inscription hebdomadaire : conversation et communication orale, prononciation, rédaction de CV..., répondant aux besoins spécifiques des étudiants.

Objectifs en termes de compétences

Communiquer avec des professionnels et/ou des chercheurs sur l'avancée des connaissances, sur des études à réaliser ou des projets à mener, que ce soit par le biais d'articles scientifiques ou dans le cadre de collaborations, réunions, séminaires, colloques ou congrès. Cette compétence doit répondre aux exigences de travail des chercheurs et de formation continue des professionnels dans leur domaine scientifique, au vu de l'évolution rapide de l'état des connaissances.

Unité Enseignement: Sciences séparatives. Extraction et purification

Objectifs en termes de connaissances

Notions avancées sur les équilibres en solution.

La compréhension des phénomènes mis en jeu dans les méthodes de séparation nécessite la connaissance préalable de notions sur les équilibres en phase homogène dont les équilibres acido-basiques, les systèmes tampons, les équilibres de complexation, ainsi que sur les équilibres en phase hétérogène dont les équilibres de partage et les réactions de précipitation. Ces notions seront développées dans la partie introductive de cet enseignement.

Généralités sur les méthodes d'analyse chimiques,

L'enseignement a pour objectif de permettre la compréhension de techniques séparatives telles que l'extraction, la purification, les techniques de chromatographies et d'électrophorèses. Il décrit les phénomènes élémentaires d'affinité permettant de comprendre les mécanismes qui rentrent en jeu lors des extractions, des purifications et des séparations chromatographiques.

La technique d'extraction liquide-liquide et liquide-solide y sera abordée. Il en est de même pour ce qui en est des techniques de purification sur cartouches SPE.

Objectifs en termes de compétences

Il s'agira pour l'étudiant d'avoir acquis les compétences nécessaires à isoler, identifier et quantifier un composé (ou une famille de composés) chimique d'intérêt à partir d'un mélange complexe tel qu'un médicament, un milieu biologique ou un aliment.

Pré-requis

Bonnes connaissances des bases de la Chimie Générale et de la Chimie Physique.

Travaux Pratiques de Chimie Générale.

Bibliographie

Analyse Chimique. Méthodes et techniques instrumentales modernes, F. ROUESSAC, A.

ROUESSAC, 4^{ème} éd., Masson éd., 1998

Chimie Analytique, D.A. SKOOG, D.M. WEST, F. J. HOLLER, 7^{ème} éd., de Boeck éd., 1997

Manuel Pratique de Chromatographie en Phase Gazeuse, J. TRANCHANT, 4^{ème} éd., Masson éd., 1995

Chromatographies en phase liquide et supercritique, R. ROSSET, M. CAUDE, A. JARDY, 3^{ème} éd., Masson éd., 1991

Informations complémentaires

Cette UE est mutualisée avec d'autres Spécialités et Mentions de Master.

Unité d'Enseignement: Génomes des plantes: expression, polymorphisme

Objectifs en termes de connaissances

Cet enseignement se focalise sur l'expression des Génomes de plantes, ceci sera abordé sous l'angle moléculaire et sous l'angle phénotypique. L'aspect phénotypique prend en compte l'influence de l'environnement, des génotypes et du gène lui-même et les études d'expression passe par la compréhension des trois niveaux précédents. Les connaissances qui devront être acquises forment un ensemble cohérent de techniques, de méthodes et de concepts qui permettront ces études.

Ces connaissances concerneront :

- L'expression et la régulation des gènes par des analyses transcriptomiques et une approche du protéome : banques d'acides nucléiques, hybridation, mesure de l'accumulation des transcrits et des protéines, interactions protéines - acide nucléiques et leurs conséquences sur l'expression du génome.
- L'analyse de la corrélation entre une expression phénotypique différentielle et le polymorphisme de l'ADN, suivi par des marqueurs moléculaires : détection et cartographie de loci impliqués, identification de gènes candidats positionnels, étude comparée de l'expression de ces gènes.
- Les interactions entre gènes impliqués dans une même voie biologique : modulation de l'expression phénotypique en fonction des allèles présents dans la plante, cas des QTL et des caractères quantitatifs, analyse des relations d'épistasie, impact de l'environnement, normes de réaction, influences réciproques de l'expression des gènes concernés.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants devront obtenir à la fois des compétences analytiques :

- La capacité à interpréter des résultats expérimentaux, obtenus avec les approches décrites, en faisant preuve d'un esprit analytique et critique si ceux-ci sont incomplets (manque de témoins ou d'expériences) ou incohérents (résultats contradictoires) ainsi que d'esprit d'initiative pour proposer des solutions aux problèmes posés.
- L'aptitude à traiter des données produites en masse, par les méthodes présentées, à en extraire les informations pertinentes et à conduire une analyse de celles-ci, adaptée à la résolution d'une problématique d'expression définie au départ.

Et des compétences à visée plus technologiques :

- La capacité à créer et à planifier une stratégie expérimentale, intégrant un ensemble d'étapes, plus ou moins complexe, dont le propos pourra aussi bien être de tenter de répondre à une question fondamentale que de produire le matériel nécessaire à une étude future.
- L'aptitude à définir des moyens qui permettront d'analyser l'expression différentielle de gènes de

plantes dans des situations définies qui nécessitent directement une telle modulation ou qui impliquent des interactions entre les produits de ces gènes.

Unité d'enseignement: Introduction à l'écologie Fonctionnelle

Objectifs en termes de connaissances

Dormance (graines, bourgeons) chez les plantes et diapause chez les animaux (surtout invertébrés).

Ecotone : définition et fonctionnement

Concepts de perturbation, concepts de continuum fluvial-hydrosystème

Définition de l'écologie fonctionnelle.

Ecologie des populations : méthodes d'étude, paramètres écologiques, répartition spatio-temporelle

Caractéristiques de peuplements. Assemblages d'espèces (compétition, prédation, parasitisme, mutualisme) et les conséquences sur les niches écologiques et les déplacements de caractère.

Successions écologiques

Objectifs en termes de compétences

Comprendre la dynamique temporelle de la biodiversité

Connaissance des mesures prises et envisagées pour la préservation des habitats et des espèces

Pré-requis

Connaissances de bases en biologie des organismes et des écosystèmes

Bibliographie

Intégrée dans le powerpoint du cours

Informations complémentaires

Aucune information

Unité d'enseignement: Expression des gènes et biosynthèse des protéines

Objectifs en termes de connaissances

Expression des gènes

La transcription chez les procaryotes. L'ARN polymérase procaryotique et les différentes étapes de la transcription. Le contrôle de l'expression des gènes chez les bactéries et les stratégies de régulation de l'expression des gènes chez le phage lambda.

La transcription chez les eucaryotes. Chromatine et nucléosome. Les ARN polymérases. Les éléments promoteurs et de contrôle de l'expression des gènes. Les facteurs généraux, les activateurs, les répresseurs, les coactivateurs et les corépresseurs de la transcription. La structure chromatinienne des régions transcrites. Le remodelage de la chromatine. Modification des histones, méthylation de l'ADN et expression des gènes.

Traduction de l'information génétique

Ce cours magistral présente de manière détaillée le code génétique et les molécules intervenant dans son décodage. Une partie de ce cours est consacrée aux différentes étapes de maturation des ARN

codants et non codants impliqués dans la traduction protéique. Les différentes étapes, initiation, élongation et terminaison, de la traduction ribosomique chez les procaryotes et les eucaryotes sont également exposées de manière détaillée. Une partie de ce cours décrit les particularités de la synthèse protéique des organites, et un chapitre est consacré à l'inhibition des différentes étapes de la traduction procaryotique. Enfin, les différents mécanismes de régulation de la traduction procaryotique et eucaryotique seront introduits.

Objectifs en termes de compétences

Compréhension des mécanismes impliqués dans l'expression des gènes et la biosynthèse des protéines. Maîtrise des approches et des techniques utilisées pour l'étude de ces mécanismes.

Unité d'Enseignement: Microbial metabolic diversity in the environment (3 ECTS, M1S1)

Objectifs en termes de connaissances

Sont abordés dans le cours:

Rappels de la diversité métabolique du monde microbien
Métabolisme microbien des cycles biogéochimiques du carbone, azote, soufre
Métabolisme des éléments inorganiques et géomicrobiologie
Biodiversité fonctionnelle du monde microbien et biotechnologies
Métabolisme microbien du traitement des eaux et de la bioremédiation

Le rapport donne l'occasion à l'étudiant d'approfondir en détail une des thématiques abordées en cours. Dans ce cadre, le travail en binôme permet à l'étudiant d'avancer plus facilement dans son travail du point de vue scientifique et du point de vue de l'anglais.

Objectifs en termes de compétences

Dans le cadre du cours, l'étudiant apprend à suivre un cours en anglais (cours enregistrés sur audiovidéocours pour faciliter le travail personnel par la suite).

Dans le cadre du rapport, l'étudiant apprend à rechercher des articles en anglais sur une thématique d'intérêt en utilisant les moyens du Service de Documentation à disposition à l'UdS. Ce faisant, il apprend à mieux évaluer et différencier la qualité des informations obtenues.

L'étudiant fait un exercice de synthèse d'informations scientifiques, puis d'une brève rédaction en anglais, dans le cadre d'une progression vers des productions en anglais plus ambitieuses.

Pré-requis

Microbiologie niveau L3 (minimum 3 crédits), telle que présentée dans l'UE de L3S5 de Microbiologie de la licence Sciences de la Terre, parcours Environnement, l'UE de chimie microbienne de L2S3 ou toute UE équivalente

Bibliographie

Brock Biology of Microorganisms, 13th English Edition
Madigan, Martinko, Stahl & Clark
©2012 | Benjamin Cummings; 1152 pp

ISBN-10: 032164963X | ISBN-13: 9780321649638

Informations complémentaires

Site Moodle de l'UE actuelle: <https://moodle.unistra.fr/course/view.php?id=289>

Enregistrement audio du cours (avec powerpoint anglais) sur audiocours (<http://audiovideocours.u->

strasbg.fr). Présentations Powerpoint disponibles en français et en anglais au format pdf après le cours sur Moodle.

Unité Enseignement: Pharmacognosie générale

Objectifs en termes de connaissances

Initiation aux médicaments d'origine naturelle :

origines, stratégies industrielles de R&D, réglementation

Etude des principales classes de substances naturelles d'intérêt thérapeutique et biologique :

- origine biosynthétique
- structures
- extraction et caractérisation
- propriétés biologiques et pharmacologiques
- toxicité éventuelle
- principales ressources naturelles
- ex de médicaments

Objectifs en termes de compétences

Connaissance des bases fondamentales de la Pharmacognosie.

Exemples de métabolites secondaires issus de ressources naturelles et constituant des principes actifs médicamenteux : différentes classes d'alcaloïdes, de dérivés phénoliques, de terpènes, de stéroïdes...

Pré-requis

Notions de base en Chimie.

Bibliographie

Pharmacognosie. J. Bruneton, 4e Ed tec & Doc, Lavoisier (2009)

Informations complémentaires

Enseignement remplaçant une UE intitulée "Substances naturelles végétales et Pharmacognosie", qui était déjà proposée en Master Sciences du Médicament (M1S1) et était mutualisée.

Unité Enseignement: Ressources alimentaires

Objectifs en termes de connaissances

Exemples d'aliments, sources de phytonutriments entrant dans la composition de compléments ou suppléments alimentaires :

- Plantes riches en anti-oxydants
- Plantes à édulcorants et colorants
- Plantes à osides et polysaccharides
- Plantes à fibres

Objectifs en termes de compétences

Connaissances des principales ressources naturelles renfermant des ingrédients à allégation santé.

Unité Enseignement: Outils Élémentaires de Statistique Appliquée

Objectifs en termes de connaissances

Modèles d'analyse de la variance à un ou plusieurs facteurs.
Notion d'interaction.
Facteurs à effets fixes ou à effets aléatoires.
Facteurs emboîtés ou croisés.
Procédures de comparaison multiple.
Tests non-paramétriques usuels pour comparer une, deux ou plusieurs populations.

Objectifs en termes de compétences

Savoir utiliser des modèles d'analyse de la variance à un ou plusieurs facteurs croisés ou emboîtés à effets fixes ou aléatoires.
Savoir vérifier les conditions d'utilisation des modèles d'analyse de la variance.
Savoir mener à bien des procédures de comparaisons multiples.
Savoir se servir des tests non-paramétriques usuels pour comparer une, deux ou plusieurs populations en remplacement des modèles d'analyse de la variance.

Pré-requis

Analyse de la variance à 1 facteur.
Tests paramétriques.

Bibliographie

Maxi fiches de Statistique. En 80 fiches. Frédéric Bertrand et Myriam Maumy-Bertrand, 224 pages.
Initiation à la statistique avec R : Cours, exemples, exercices et problèmes corrigés. Frédéric Bertrand et Myriam Maumy-Bertrand, 396 pages.

Unité Enseignement: UE libre (M1 S1)

Unité Enseignement: Analyse bibliographique et communication scientifique

Objectifs en termes de connaissances

Les étudiants devront réaliser un travail de recherche bibliographique sur un sujet de leur choix dans le domaine de la biologie des plantes. Le travail sera réalisé par binômes ou trinômes « mixtes » (étudiants de parcours différents) afin d'aborder le sujet avec plusieurs points de vue.

Les étudiants devront donc :

- apprendre la nature des différentes sources d'information scientifique (articles de revue, de recherche, sites web...) et leur utilité respective ;
- acquérir des connaissances spécifiques sur la thématique choisie et sur le contexte plus général dans lequel se situent les travaux scientifiques sur cette thématique ;
- connaître les règles de présentation d'un travail scientifique

Objectifs en termes de compétences

- Apprendre la démarche scientifique par la recherche de données, leur analyse et une présentation synthétique des résultats.

- Etre capable de travailler efficacement en équipe.
- Développer son esprit critique.
- Acquérir une bonne capacité de rédaction et de présentation orale.
- Argumenter ses propos devant un jury.

Pré-requis

aucun

Unité Enseignement: Biodiversité végétale: approche systématique

Objectifs en termes de connaissances

- Approche systématique : morphologie, taxonomie, nomenclature et systématique des angiospermes. Histoire des classifications et classification phylogénétique actuelle.
- Les principaux ordres et familles des plantes à fleurs : caractères généraux, description, phytogéographie, usages. Etude pratique d'une ou plusieurs espèces par grand groupe.
- Reconnaissance des principales familles d'angiospermes, plantes régionales et exotiques.
- Les algues : systématique, morphologie, usages.

Objectifs en termes de compétences

1. Maîtriser le vocabulaire de botanique systématique et de description des organes des plantes. Usage des flores, des monographies, des catalogues, des bases de données de botanique.
2. Connaître les principales familles de plantes – leurs caractéristiques morphologiques, leurs répartitions géographiques, leurs principaux usages.
3. Synthèses transversales - les ordres et les familles de plantes selon leurs usages (médicinal, cosmétique, alimentaire, condimentaire, ornemental, industriel, symbolique, etc.)
4. Connaître les principales caractéristiques des algues, leurs répartitions et leurs usages.

Unité Enseignement: Langues - M1S2

Objectifs en termes de connaissances

Séance hebdomadaire en CRL : interaction orale sur les projets de recherche du groupe et travail en autonomie à l'aide des multiples ressources disponibles (plus accès libre au CRL possible en dehors du créneau).

Pratique à distance : lecture d'articles de spécialité ou scientifiques, écoute de documentaires ou de conférences en ligne, production écrite (synthèses, 'abstracts'), travail collaboratif sur projet.

A **ateliers sur** inscription hebdomadaire : conversation et communication orale, prononciation, rédaction de CV..., répondant aux besoins spécifiques des étudiants.

Objectifs en termes de compétences

Communiquer avec des professionnels et/ou des chercheurs sur l'avancée des connaissances, sur des études à réaliser ou des projets à mener, que ce soit par le biais d'articles scientifiques ou dans le cadre de collaborations, réunions, séminaires, colloques ou congrès. Cette compétence doit répondre aux exigences de travail des chercheurs et de formation continue des professionnels dans leur domaine scientifique, au vu de l'évolution rapide de l'état des connaissances.

Unité Enseignement: Insertion professionnelle

Objectifs en termes de connaissances

Des cours magistraux abordent les thèmes suivants :

- Panorama de la recherche : les métiers, financement de la recherche, les acteurs (privé/public), les salaires, ...
- Organisation de l'entreprise ; les grandes fonctions, l'environnement de l'entreprise, ...
- Gestion de projets : gestion du temps, des finances, des hommes
- Les "secrets" dans l'entreprise : contrat de confidentialité, brevet, innovation, intelligence économique, ...
- Identité professionnelle et image de soi : communiquer (cv, lettre de motivation, présentation orale), le web (aspect positif/négatif : facebook, ...), ...

Un enseignement plus interactif avec les étudiants est proposé sous forme de tables rondes (au moins 2) sur des thèmes qui préoccupent les étudiants :

1. Thèse/pas Thèse

2. Les compétences : comment sont perçus les compétences d'un individu; une seule lecture, ou plusieurs

et des témoignages (au moins 3) de personnes déjà en poste qui décriront leur parcours, leur métier et les métiers de leur entreprise.

Les étudiants participeront aussi aux journées "Temps Fort" (2 jours bloqués), pour des simulations d'embauche. Ils devront préparer une lettre de motivation et CV, et participer à un entretien d'embauche.

Objectifs en termes de compétences

Donner des clés à l'étudiants pour s'insérer dans le monde du travail.

Etre capable de mettre en avant ses compétences

Avoir une Connaissance de son futur environnement

Pré-requis

Aucun

Unité Enseignement: Méthodes d'analyses physiochimiques

Objectifs en termes de connaissances

Cette Unité d'Enseignement analytique est consacrée à la préparation des échantillons, aux méthodes d'extraction instrumentales, aux sciences séparatives modernes et aux derniers développements en analyse électrochimique.

Préparation des échantillons

- Collecte, échantillonnage et stockage

Méthodes d'extraction instrumentales

- Extraction et micro-extraction en phase solide, par les fluides supercritiques, assistée par les micro-ondes, par hautes pressions, ...

Méthodes séparatives

- Chromatographies spécialisées : exclusion stérique, chirale, en phase supercritique.

Développements récents en chromatographie liquide (capillaire, à grande vitesse, préparative, micro-chromatographie, ..) et gazeuse. Techniques de chromatographie bidimensionnelle.

- Couplages LC-MS & GC-MS.
- Techniques d'analyses électrochimiques.
- Techniques d'analyses des biomolécules.

Les cours magistraux sont complétés par un travail personnel d'études de protocoles analytiques récents (publications, normes) et une présentation orale devant les enseignants de l'UE et les étudiants.

Objectifs en termes de compétences

Acquérir une solide compétence dans les méthodes d'extraction et de séparation modernes utilisées aujourd'hui dans les laboratoires d'analyse. Connaître le principe de fonctionnement des appareils afin de pouvoir être capable de bien interpréter les résultats expérimentaux et de définir les limites d'application des protocoles d'analyse.

Pré-requis

cours de d'Analyse Structurale Spectrométrie.

Cours de Sciences Séparatives.

Cours d'Analyse Spectrometrique et Electrochimique.

Bibliographie

Analyse Chimique. Méthodes et techniques instrumentales modernes, F. ROUESSAC, A. ROUESSAC, 4^{ème} éd., Masson éd., 1998

Chimie Analytique, D.A. SKOOG, D.M. WEST, F. J. HOLLER, 7^{ème} éd., de Boeck éd., 1997

Principes d'analyse instrumentale, D.A. SKOOG, F.J. HOLLER, T.A. [NIEMAN](#), de Boeck éd., 2003

Spectrometric Identification of Organic Compounds, R.M. SILVERSTEIN, G.C. BASSLER, T.C. MORRIL, 5^{ème} éd., J. Wiley and Sons éd., 1991

Organic Spectroscopy, D.W. BROWN, A.J. FLOYD, M. SAINSBURY, J. Wiley and Sons éd., 1991

Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry (3 volumes), J.C. LINDON, G.E. TRANTER, J.L. HOLMES, Academic Press, 2000

UniteEnseignement: Phytochimie 1

Objectifs en termes de connaissances

- Enseignements des bases de la protéomique et de la métabolomique appliquées à la phytochimie.
- Connaître les différentes techniques d'extraction, de purification et d'analyse de métabolites végétaux d'intérêt.
- Extraction et analyses d'éléments minéraux par Spectroscopie d'absorption atomique SAA de molécules végétales

Objectifs en termes de compétences

- Acquisition des principales techniques de phytochimie analytique
- Extraction et purification par méthode Soxhlet de l'eugénol, puis dosage en CPG-CLHP-UV

- Maîtrise des bases de la protéomique et de la métabolomique.
- Connaissance de l'appareillage de base
- Capacité à travailler en groupe
- Capacité d'analyse critique de protocoles expérimentaux

Pré-requis

Ressources médicinales et alimentaires : aspects chimiques et biologiques Sciences

Unité d'Enseignement: Analyse structurale spectrométrique

Objectifs en termes de connaissances

Cette Unité d'Enseignement analytique est consacrée à la compréhension des méthodes spectrométriques instrumentales suivantes :

- Spectroscopie IR (IR proche et lointain, analyse quantitative, qualitative, microscopie IR, analyse par transmission et par réflexion, ATR et à transformée de Fourier)
- Spectrométries de RMN (spectrométrie nucléaire du proton, du carbone 13 et d'autres éléments (applications qualitative et quantitative, RMN pulsée...))
- Spectrométries de masse (fragmentations préférentielles, réarrangements, sources d'ionisation, analyseurs, spectrométrie de masse tandem)

Les CM et TD sont complétés par une journée d'instrumentation (détermination de la structure d'un principe actif ou d'une molécule naturelle inconnu(e) à partir de différentes analyses spectrométriques IR, RMN (^1H et ^{13}C) et Masse (Maldi, ESI, IE). réalisées dans les laboratoires de recherche)

Objectifs en termes de compétences

Acquérir une solide compétence dans les techniques spectrométriques IR, RMN, SM utilisées dans les laboratoires d'analyse modernes. Connaître le principe et les modes de fonctionnement des appareillages proposés afin de pouvoir être capable de concevoir des protocoles analytiques, de bien interpréter les résultats expérimentaux et de définir les limites d'application des protocoles d'analyse.

Pré-requis

Cours de Sciences Séparatives et d'Analyse Spectrométrique et Electrochimique.

Bibliographie

Analyse Chimique. Méthodes et techniques instrumentales modernes, F. ROUESSAC, A. ROUESSAC, 4^{ème} éd., Masson éd., 1998

Chimie Analytique, D.A. SKOOG, D.M. WEST, F. J. HOLLER, 7^{ème} éd., de Boeck éd., 1997

Principes d'analyse instrumentale, D.A. SKOOG, F.J. HOLLER, T.A. NIEMAN, de Boeck éd., 2003

Spectrometric Identification of Organic Compounds, R.M. SILVERSTEIN, G.C. BASSLER, T.C. MORRIL, 5^{ème} éd., J. Wiley and Sons éd., 1991

Organic Spectroscopy, D.W. BROWN, A.J. FLOYD, M. SAINSBURY, J. Wiley and Sons éd., 1991

Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry (3 volumes), J.C. LINDON, G.E. TRANTER, J.L. HOLMES, Academic Press, 2000

Informations complémentaires

Cette UE sera mutualisée avec d'autres spécialités et Mentions de Master, mais également avec les études de troisième année de Pharmacie

Unité d'Enseignement: Biodiversité génétique des plantes

Objectifs en termes de connaissances

Cet enseignement regroupe un ensemble de concepts, d'approches et de représentations, que devra maîtriser l'étudiant, qui sont indispensables à l'analyse et à l'appréhension de la Biodiversité génétique des plantes, qu'elle soit infra ou inter spécifique. Il est capital qu'il saisisse comment celle-ci est le produit d'une dynamique, celle de l'évolution des espèces, de sous-groupes au sein de l'espèce et d'événements individuels.

Ainsi, les connaissances à acquérir s'articulent autour de trois grands axes :

- Les objets considérés et les concepts qui s'y rattachent. Ceci comprend les caractères des organismes d'intérêt et leurs états, la façon de les définir, de les utiliser et de les traiter ainsi que les notions de similarité, d'homologie, d'homoplasie et les considérations afférentes. D'abord vus dans leur acception classique, ils seront déclinés au niveau moléculaire, des séquences aux marqueurs moléculaires.
- La représentation de la Biodiversité génétique des plantes et de son émergence. Les éléments indispensables de la théorie des graphes seront développés et leurs utilisations dans la modélisation et, de façon incidente, dans la conceptualisation de cette représentation seront mises en exergue.
- Les différentes procédures de reconstruction de phylogénies. Seront présentés les concepts, sur lesquels elles reposent, les modèles d'évolution, sur lesquels elles s'appuient, notamment moléculaires, leurs méthodes, leurs traductions en réseaux et arbres phylogénétiques d'organismes ou de séquences. Une place particulière sera accordée à la Cladistique, fondement de la systématique phylogénétique moderne des organismes.

Objectifs en termes de compétences

Les compétences que nous voulons avoir développées chez l'étudiant sont les suivantes :

- La capacité à décrypter les informations contenues dans les représentations phylogénétiques, compte tenu des procédures et des modèles qui ont présidé à leurs reconstructions, que les éléments concernés soient des plantes ou des séquences végétales. La capacité à en déduire des résultats obtenus et à en apprécier les limites.
- L'aptitude à juger de la congruence de phylogénies, de topologies d'arbres ou de réseaux obtenues avec des modes de construction différents ainsi que de leur congruence avec des groupes de données.
- La capacité à extraire, de données brutes concernant un ensemble de plantes, des caractères et leurs états, des alignements de séquences et des marqueurs moléculaires au niveau infra spécifique qui traduiront la Biodiversité génétique végétale.
- L'aptitude à représenter les relations entre plantes, espèces, populations, individus, dans l'espace et dans le temps, sous forme d'arbres ou de réseaux. La capacité à produire des phylogénies végétales et à proposer des classifications relatives.
- La sensibilisation au bon usage informatique des algorithmes de reconstruction phylogénétique.

Unité Enseignement: Techniques de biologie cellulaire végétale

Objectifs en termes de connaissances

cours : La microscopie (optique-confocale-électronique) présentée par les responsables des plateformes de microscopie de l'IBMP. Manipulation des gènes impliqués dans la régulation du cycle cellulaire dans le modèle végétal.

TD : Préparation d'un dossier technique sur la base de publications scientifiques par petits groupes (présentation orale).

TP : Les travaux pratiques visent à passer en revue l'ensemble des technologies faisant appel à la biologie cellulaire et qui seront applicables dans un projet de recherche sur le modèle végétal.

Les promoteurs inductibles dans le modèle végétal (cellules de tabac BY2)- Transgénèse : transformation transitoire par bombardement de cellules BY2. Analyse de cellules transformées à l'aide de différentes technologies : microscopie, fractionnement cellulaire, extraction d'ARNm (Northern blot, RT-PCR)- Hybridation in situ- Initiation aux techniques de fixation de cellules ou de tissus de plantes en vue de réaliser une analyse cytologique à l'aide de différentes techniques d'investigation : coupes histologiques, coupes ultrafines, immunomarquage et expression de fusion GUS ou GFP dans les cellules transformées. Initiation aux réglages et utilisation des fonctions d'un microscope optique (fond clair, contraste de phase, DIC et épifluorescence). Initiation à l'utilisation d'un microscope confocal- Préparation de coupes ultrafines et observation au microscope électronique à transmission. Acquisition et traitement d'images.

Objectifs en termes de compétences

Se familiariser avec le mode de fonctionnement des plateformes de l'IBMP : microscopie confocale et microscopie électronique

Choisir un protocole de biologie cellulaire en adéquation avec les contraintes imposées par le modèle d'étude

Savoir adapter et faire évoluer un protocole

Unité Enseignement: Stratégies en protection des plantes

Objectifs en termes de connaissances

-Du laboratoire au champ : le processus d'homologation d'un produit phytosanitaire : aspects agronomiques, toxicologiques et environnementaux.

-Modes d'action et régulation de l'activité des principales catégories de produits phytosanitaires : herbicides, fongicides et insecticides.

-Techniques de Diagnostic des maladies - Analyse de résidus

-Aspects morphologiques et moléculaires des principaux mécanismes de résistance aux pesticides : modification de la cible enzymatique, détoxification, efflux actif

-Substances naturelles végétales : sources de pesticides ?

-Les méthodes alternatives de protection des plantes : avantages et limites.

Objectifs en termes de compétences

-Connaître les grands groupes de produits phytosanitaires et leur mode d'action, ainsi que les méthodes alternatives proposées dans un cadre d'agriculture raisonnée

- Etre capable de comprendre une fiche technique /index phytosanitaire.

- Savoir analyser des publications scientifiques.

Pré-requis

avoir validé en Licence des enseignements en Biologie, en particulier en physiologie végétale et animale et en biologie moléculaire.

Bibliographie

Ouvrages :

- Regnault-Roger C. (2005) **Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement**, eds Tec & Doc, ISBN 2-7430-0785-0
- Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. & Vincent C. (2008) **Biopesticides d'origine végétale**, eds Tec & Doc, ISBN 978-2-7430-1081-2
- Benhamou N. (2009) **La résistance chez les plantes - Principes de la stratégie défensive et applications agronomiques**, eds Tec & Doc, ISBN 978-2-7430-1193-2

Informations complémentaires

Mutualisation avec le Master :

Spécialité Ingénierie et Géosciences pour l'Environnement (ISIE)

Domaine : Sciences, Technologies, Santé

Mention : Sciences de la Terre, de l'Univers et de l'Environnement

Unité Enseignement: Ecotoxicologie végétale

Objectifs en termes de connaissances

Effets de substances toxiques sur les végétaux, par exemple des métaux lourds contaminant des sols et des eaux terrestres (absorption, accumulation, effets sur des paramètres spécifiques aux plantes tels que la photosynthèse, la croissance et le métabolisme central, etc.; aspects de toxicité humaine avec l'exemple du cadmium) ; le phénomène de stress et des réactions de protection ; les contaminants organiques ("xénobiotiques"), leur absorption et les effets biochimiques et physiologiques ; les gaz toxiques (l'ozone, les oxydes d'azote et du soufre, le peroxyacétylnitrate, le "smog" chimique en général) ; les raisons putatives pour le dépérissement des forêts ; le trou d'ozone et l'échauffement terrestre - conséquences possibles pour les écosystèmes végétaux...

Objectifs en termes de compétences

Une connaissance approfondie de facteurs environnementaux et de leurs effets sur les plantes individuelles, jusqu'à l'échelle biochimique et moléculaire, mais aussi sur le développement d'écosystèmes (richesse d'espèces, leur remplacement partiel par des espèces plus robustes mais moins variées...).

Unité Enseignement: Phytochimie extractive et analytique-1

Objectifs en termes de connaissances

Etude des protocoles d'extraction, de caractérisation et de quantification appliqués aux grandes classes de substances naturelles d'intérêt thérapeutique suivantes :

- Polyphénols (flavonoïdes, anthocyanes, tanins)
- Hétérosides et aglycones (cardiotoniques, anthracéniques)

Etude d'une drogue inconnue contenant ce type de principes actifs.

Objectifs en termes de compétences

Connaissance des matières premières et des substances naturelles d'intérêt thérapeutique.

Connaissance de technique de caractérisation, d'identification et de dosage des substances naturelles applicables au contrôle analytique d'une matière première végétale.

Informations complémentaires

UE obligatoire pour le parcours "Substances naturelles"

mais UE optionnelle pour les autres parcours

Unité Enseignement: Production industrielle de médicaments à base de plantes

Objectifs en termes de connaissances

1. Stratégies industrielles de *Drug Discovery* appliquées aux substances naturelles

2. Principales techniques industrielles de production d'actifs végétaux

- Production, sélection, contrôles et normalisation des matières premières industrielles
- Techniques d'extraction et de séparation de produits naturels : stratégies et contraintes industrielles
- Standardisation des extraits végétaux : notions de traceurs d'identité, de qualité, de stabilité, de toxicité
- Purification et contrôles des extraits / des principes actifs isolés : exemple de monographies officielles et de monographies internes

3. Exemple de médicaments d'origine naturelle :

- Les médicaments à base de plantes / d'extraits végétaux
- Les médicaments homéopathiques
- Les médicaments renfermant des principes actifs naturels purifiés

Objectifs en termes de compétences

Connaissances des stratégies de Recherche & Développement de produits de santé à base de plantes, dans l'Industrie Pharmaceutique : acquisition de compétences pour l'élaboration d'un dossier d'AMM appliqué aux phytomédicaments.

Pré-requis

Notions de Pharmacognosie et de Phytochimie

Informations complémentaires

Cette UE est ouverte à la mutualisation au master Sciences du Végétal, spécialité Valorisation des Ressources Végétales.

Unité Enseignement: Ouverture professionnelle

Unité Enseignement: UE libre (M1 S2)

Unité Enseignement: Préparation du stage S4 en biologie et valorisations des plantes

Objectifs en termes de connaissances

Le travail de « préparation au stage de quatrième semestre » est organisé en une unité d'enseignement de 3 ECTS.

Il s'agit d'un travail bibliographique sur le sujet prévu du stage S4 ou éventuellement sur un sujet connexe ou plus vaste. Le travail est encadré si possible par le futur maître de stage mais, en cas de stage lointain ou en entreprise, un tuteur peut être désigné, si nécessaire, par le responsable du master.

Objectifs en termes de compétences

Acquisition de connaissances fondamentales et/ou appliquées en liaison avec le stage du semestre 4.

Etre capable de présenter une thématique scientifique ciblée.

Pré-requis

L'étudiant devra au début du S3 avoir une idée du domaine, du laboratoire ou du type d'entreprise, voir même du sujet sur lequel il effectuera son stage S4.

Unité Enseignement: Questions d'actualité en Biologie et Valorisation des Plantes

Objectifs en termes de connaissances

Des thématiques de recherche (et développement) de laboratoires des secteurs privé et public, travaillant dans différents secteurs de la Biologie et de la Valorisation des Plantes, seront exposées aux étudiants sous la forme de conférences présentées par :

- des chercheurs ou enseignants-chercheurs de l'IBMP (séminaires internes de l'IBMP)
- des intervenants extérieurs.

Une partie de ces conférences sera regroupée sous la forme d'un symposium de 2 jours dont l'organisation sera en partie confiée aux étudiants.

Objectifs en termes de compétences

- Comprendre et analyser une démarche scientifique
- Acquérir une perception pluridisciplinaire de l'étude des végétaux
- Savoir rédiger une fiche de synthèse
- Prendre la parole en public (questions-discussion avec le conférencier).

Unité Enseignement: Cultures végétales in vitro: techniques et applications

Objectifs en termes de connaissances

Culture *in vitro* (CIV) de cellules, tissus et organes végétaux : principales techniques (callogénèse, organogénèse, embryogénèse somatique...) & applications : micropropagation de plantes d'intérêt, production de molécules bioactives par des suspensions cellulaires ou des cultures racinaires.

Induction et contrôle de l'accumulation de ces molécules par des facteurs biotiques et abiotiques (élicitation).

Objectifs en termes de compétences

- Connaître les principales stratégies de CIV, leurs applications, leurs avantages/limites.
- Savoir travailler stérilement et gérer les différents aspects pratiques liés aux CIV : préparation des explants, des milieux, mise en culture, organisation des zones stériles/non stériles...
- Savoir analyser des publications scientifiques, et être capable d'en adapter les protocoles expérimentaux (lors des Travaux pratiques, l'étudiant mettra en place un protocole de CIV à partir d'une publication, en fera une analyse critique et proposera des perspectives d'amélioration.)

Pré-requis

Avoir suivi des enseignements en Biologie cellulaire et en Physiologie ou biologie végétale

Bibliographie

- Rout *et al.* (2000) ***In vitro* manipulation and propagation of medicinal plants**. *Biotechnology advances* 18 : 91-120.
- Matkowski A. (2008) **Plant *in vitro* culture for the production of antioxidants - a review**. *Biotechnology advances* 26 : 548 - 560.
- Kolewe *et al.* (2008) **Pharmaceutically active natural product synthesis and supply via plant cell culture technology**. *Molecular pharmaceutics* 5(2) : 243-256.
- Xu *et al.* (2011) **Towards high-yield production of pharmaceutical proteins with plant cell suspension cultures**. *Biotechnology advances* 29 : 278-299.
- Ono N.N. & Tian L. (2011) **The multiplicity of hairy root cultures : prolific possibilities**. *Plant Science* 180 : 439-446.

UniteEnseignement: Phytochimie 2

Objectifs en termes de connaissances

- connaître les techniques de synthèse, d'extraction et d'analyse de molécules végétales :
 - étude d'un composé bioactif de la voie de synthèse des phénylpropanoïdes, l'acide chlorogénique
 - spectrophotométrie UV, HPLC (détecteur DAD), LC-MS
- la chromatographie ionique, technique de dosage de cations présents dans des eaux minérales

Objectifs en termes de compétences

- acquisition des principales techniques de phytochimie analytique et de leurs applications (HPLC, LC-MS)
- maîtrise des techniques d'extraction et de purification appliquées aux substances végétales bioactives
- capacité à travailler en groupe
- capacité de mise au point et d'analyse critique de protocoles expérimentaux (à partir d'articles

scientifiques)

Pré-requis

UEs de :

- Phytochimie 1
- Analyse structurale spectrométrie
- Sciences Extractives. Séparation et Purification
- Ressources médicinales
- Ressources alimentaires

Unité Enseignement: Valorisation industrielle des substances végétales

Objectifs en termes de connaissances

Les molécules naturelles à haute valeur ajoutée : stratégies de prospection dans l'industrie (milieu terrestre, milieu marin), stratégies d'amélioration agronomique des plantes d'intérêt, stratégies de production, contraintes.

Valorisations dans l'industrie de la parfumerie et de la cosmétique

- Ex de ressources végétales
- Ex de gammes de produits phytocosmétique : analyse critique
- Réglementation des HE et des cosmétiques

Objectifs en termes de compétences

Connaissances dans le domaine des métabolites végétaux à haute valeur ajoutée : principales matières premières industrielles, caractérisation, extraction et quantification des actifs, cahier des charges des industriels

Pré-requis

Connaissance en Chimie des substances naturelles

Informations complémentaires

Remarque :

Les valorisations dans l'industrie pharmaceutique seront développées dans l'UE « Production industrielle des médicaments à base de plantes », proposée en MIS2 (Master Sciences du Médicament) et ouverte aux étudiants du Master VRV

Cette UE est proposée en ouverture pour illustrer d'autres domaines de valorisations industrielles des substances naturelles, notamment en parfumerie et dans l'industrie de la cosmétique, très grands consommateurs d'ingrédients naturels.

Unité Enseignement: Formulation et procédés industriels

Objectifs en termes de connaissances

Ce cours vise à fournir aux étudiants les outils et connaissances leur permettant de comprendre les mécanismes mis en jeu lors de l'élaboration des aliments et leurs conséquences sur les caractéristiques de ceux-ci. Il traite des principes des procédés industriels de fabrication : cuisson, extrusion, séchage, fermentation,... et montre comment ces procédés peuvent être analysés à l'aide de modèles simples prenant en compte les phénomènes de transport de matière et de chaleur, ainsi

que les opérations mécaniques. L'accent est mis sur :

- Les notions d'opérations unitaires et de procédés unitaires ;
- La qualité des matières premières et la formulation;
- L'équipement industriel et sa conception dans l'accomplissement d'opérations en continu ;
- L'utilisation de nouvelles technologies dans l'alimentaire telles que les nanotechnologies ;
- Les opérations post-procédés ;
- Les emballages et matériaux en contact avec les aliments ;
- Les dégradations des aliments et les méthodes de conservation ;
- La dynamique et la réactivité des molécules alimentaires et les modifications biochimiques et structurales des aliments ;
- Les effets des procédés sur les attributs nutritionnels et sensoriels, la durée de vie, et la sécurité des aliments.

Illustration à travers des exemples de procédés de transformation et de conservation dans des filières particulières. Le développement de nouveaux produits est également abordé, en particulier dans le domaine des aliments fonctionnels.

Objectifs en termes de compétences

A l'issue de ce cours, l'étudiant devra pouvoir :

- Concevoir et analyser une formulation alimentaire;
- Concevoir et analyser des procédés de fabrication alimentaire;
- Analyser les procédés de base comme le chauffage, réfrigération, congélation, séchage, filtration, emballage...;
- Identifier les effets des procédés sur la composition et la stabilité nutritionnelle, microbienne et organoleptique des aliments;
- Comprendre l'importance de la maîtrise des opérations unitaires dans le déroulement d'un procédé industriel;
- Reconnaître les équipements les plus importants et leurs fonction;
- Pour un produit donné :

- a. Citer les procédés et opérations unitaires requises;
- b. Identifier les équipements intervenant dans la fabrication;
- c. Décrire les procédés ou ingrédients utilisés pour en faire un produit sûr;
- d. Décrire ses attributs de qualité majeurs et les facteurs les affectant.

Pré-requis

Connaissance de de base des sciences chimiques et biologiques.

Avoir suivi l'UE Biochimie et physicochimie des constituants alimentaires.

Unité Enseignement: Bio-ingénierie végétale

Objectifs en termes de connaissances

Manipulation du métabolisme de la plante pour obtenir des produits nouveaux ou améliorés ou pour modifier ses caractères : principes généraux, contraintes liées à ces manipulations (expression et régulation des transgènes, transgènes multiples, adressage et stabilité des protéines...), exemples d'applications dans les domaines suivants :

-alimentation

- polymères et agro-carburants
- cellules et tissus sécréteurs
- bio-réacteurs pour la médecine
- résistance au stress
- Caractérisation des gènes impliqués dans les fonctions essentielles chez les plantes (Etude basée sur l'analyse de cas pratiques):
 - régulation de l'architecture des plantes ;
 - régulation de la floraison des plantes ;
 - régulation du développement et de la maturation des fruits
 - régulation de la formation des graines et de la germination ;
 - amélioration des qualités agronomiques et nutritives des plantes

Objectifs en termes de compétences

Acquisition de connaissances en vue d'une meilleure exploitation des informations contenues dans le génome.

Analyse à partir de cas concrets des méthodes d'étude ; évaluation des résultats et des perspectives qui en découlent.

Pré-requis

Bonne connaissance en biochimie, biologie cellulaire et moléculaire

Unité Enseignement: Droit et protection de la biodiversité

Objectifs en termes de connaissances

être sensibilisé aux outils de protection de la nature et plus particulièrement aux êtres vivants (faune flore)

appréhender le statut juridique des êtres vivants et les difficultés juridiques de protection

reconnaitre les atteintes à la biodiversité sanctionnées par le droit et les recours juridiques existants

Objectifs en termes de compétences

savoir identifier l'instrument juridique de protection le plus adapté en fonction des circonstances

être capable de qualifier juridiquement un spécimen ou une colonie et les moyens juridiques de protection qui découlent de cette qualification

identifier les atteintes et les moyens juridiques de les éviter ou d'obtenir réparation

Pré-requis

Les UE en droit du DU "Pollutions et nuisances" sont fortement recommandées car il y est enseigné les bases juridiques du droit de l'environnement et de la protection de la nature

UE Introduction au droit de l'environnement

UE Droits de l'environnement et risques contentieux

Informations complémentaires

Cette UE est mutualisée entre le Master "Plantes et environnement " et le master "Ethologie et

écophysiologie"

Unité Enseignement: Ouverture professionnelle (3, M2S3)

Unité Enseignement: Pharmacie galénique : formulation et fabrication

Objectifs en termes de connaissances

Formulation, fabrication et aspects biopharmaceutiques des médicaments

Pharmaceutical Dosage Forms - Formulation, Technology and Biopharmacy

L'objectif de cet enseignement de pharmacie galénique est de faire connaître les excipients entrant dans la composition des formes pharmaceutiques, d'étudier leur rôle en formulation, de présenter les opérations de fabrication nécessaires à la réalisation des médicaments ainsi que le principe de leur contrôle d'un point de vue galénique et biopharmaceutique. Les paramètres critiques de formulation et de fabrication sont étudiés.

Formulation, fabrication, contrôles et conditionnement des formes galéniques solides destinées à la voie orale.

Poudres libres, lyophilisats, granulés, mini-microgranules, capsules à enveloppe molle, capsules à enveloppe dure, sphéroïdes médicamenteux, comprimés non enrobés, enrobés, effervescents, solubles, dispersibles, orodispersibles, autres formes solides.

Formulation, fabrication, contrôles et conditionnement des formes galéniques liquides destinées à la voie orale.

Sirops, Solutions, Emulsions, Suspensions

Formulation, fabrication, contrôles et conditionnement des formes galéniques destinées à la voie parentérale.

Préparations injectables, préparations pour perfusion, Implants.

Formulation, fabrication, contrôles et conditionnement des formes galéniques destinées aux autres voies d'administration.

Conception des formes à libération modifiée destinées aux différentes voies d'administration.

Objectifs en termes de compétences

L'étudiant sera capable de faire le choix d'une forme galénique, d'établir les modalités de sa conception (formule et procédé de fabrication) en fonction du mode d'action recherché, des caractéristiques du principe actif considéré, ainsi que du profil biopharmaceutique souhaité. Il saura expliquer les contrôles à réaliser et justifier le choix du conditionnement.

Bibliographie

Pharmacie galénique - Bonnes pratiques de fabrication des médicaments, A. Le Hir, éd. Masson

Pharmacie galénique – Formulation et technologie pharmaceutique. P. Wehrlé, éd. Maloine

Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, ed. Marcel Dekker

Dictionnaire des spécialités pharmaceutiques Vidal, éd. OVP.

UniteEnseignement: Contrôles pharmacopées appliqués aux médicaments à base de plantes

Objectifs en termes de connaissances

1. Qualité pharmaceutique des plantes médicinales et des médicaments à base de plantes.
2. Contrôles effectués selon les normes des Pharmacopées européenne et nationale.
3. Exemples d'applications :
 - monographies de drogues végétales
 - monographie de préparations à base de plantes (extraits végétaux, huiles essentielles...)
 - monographie de molécule naturelle isolée

définition – caractères – identification – essai – dosage

Objectifs en termes de compétences

Mise en application des référentiels pharmaceutiques permettant le contrôle de l'identité et de la qualité d'une plante, d'un extrait ou d'un principe actif d'origine naturel, entrant dans la composition d'un médicament.

Pré-requis

Intégration des cours théoriques donnés dans l'UE "AMM : Dossier Pharmaceutique" de M1S2

Bibliographie

Pharmacopées en vigueur

UniteEnseignement: UE libre (M2 S3)

UniteEnseignement: Analyse de publications scientifiques en biologie moléculaire et cellulaire des plantes

Objectifs en termes de connaissances

Lecture, analyse et présentation de publications scientifiques : résumé, présentation orale des thématiques de recherche, des résultats, des techniques et méthodologies d'étude. Discussion sur des sujets d'actualité en biologie moléculaire et fonctionnelle des plantes.

Objectifs en termes de compétences

Bonnes connaissances des avancées les plus récentes de la recherche en biologie végétale

Analyse critique et présentation synthétique des résultats de travaux scientifiques publiés dans des journaux internationaux

UniteEnseignement: Stage S4 en biologie et valorisation des plantes

Objectifs en termes de connaissances

Stage à temps plein dans le domaine de la recherche ou de la recherche et développement. Le stage aura une durée minimale de 5 mois, qui pourra être étendue à 8 mois, en particulier dans les cas de stages en entreprise ou pour les stages nécessitant du travail sur le terrain. Ces stages se dérouleront en France ou à l'étranger :

- soit dans un établissement public participant directement à cette formation (IBMP du CNRS (Strasbourg), INRA de Colmar) ou associée à celle-ci (autres instituts CNRS et INRA, IRD, laboratoires universitaires...);

- soit dans une entreprise privée ;
- soit au sein d'une collectivité (jardin botanique, parc naturel...)

L'étudiant devra :

- acquérir les connaissances théoriques et pratiques liées à son sujet de recherche ;
- être capable de replacer son travail dans un contexte scientifique global.

Objectifs en termes de compétences

- Etre capable de concevoir, réaliser et analyser un projet de recherche dans le domaine de la biologie des plantes.
- Savoir s'insérer dans une équipe et travailler de façon autonome, en interaction avec le maître de stage et les autres membres du laboratoire.
- Savoir mettre en oeuvre un protocole expérimental et pouvoir y apporter des adaptations.
- Etre capable de communiquer, oralement et par écrit, sur les résultats obtenus, de les analyser de manière critique, et de proposer des perspectives à court et moyen termes.