



FORMATION D'INGENIEUR AGRONOME
PAR LA VOIE ETUDIANTE

PROGRAMME DU SEMESTRE 8

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024-2025

LEXIQUE

Unité d'Enseignement (UE) : ensemble d'activités d'apprentissage qui sont regroupées parce qu'elles constituent un ensemble pédagogique en partageant des objectifs d'apprentissage. La validation d'une UE conduit à la délivrance de crédits (voir ECTS).

Éléments Constitutifs d'une Unité d'Enseignement (ECUE) : sous-ensemble d'activités d'apprentissage au sein d'une UE.

ECTS : European Credits Transfer System ou Système de crédits européen. Un ECTS correspond à environ 25h de travail étudiant (présentiel, autonomie et travail personnel) et un semestre correspond à 30 ECTS.

Heures en présentiel : heures programmées à l'emploi du temps correspondant à une activité pédagogique en présence d'un enseignant. Parmi ces activités en présentiel, on distingue :

- **Les Cours** (C), donnés à l'ensemble des élèves inscrits à l'UE, avec des approches variées en fonction du choix de l'enseignement : cours transmissif, interactif, conférence, cours inversé, ... ;
- **Les Travaux Dirigés** (TD), pour lesquels les étudiants sont répartis en groupes et sont invités à résoudre des cas pratiques, des exercices leur permettant de mettre en pratique des éléments de cours ;
- **Les Travaux Pratiques** (TP), pour lesquels les étudiants sont répartis en groupes et sont amenés à manipuler, mesurer, observer pour produire des résultats sur la base d'un protocole, en salle ou en extérieur.

Heures en autonomie (TA) : heures programmées à l'emploi du temps permettant aux étudiants de travailler à des projets ou à des devoirs qui leur ont été assignés, de suivre une séquence de cours en ligne en lien avec une UE. Ce travail en autonomie peut s'effectuer seul ou en groupe.

Heures de travail personnel : temps consacré à la révision ou à l'approfondissement des notions développées dans les enseignements. Ce temps de travail n'est pas programmé à l'emploi du temps.

Compétence : savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations (Tardif, 2006).

Jalons : niveaux qui définissent des seuils de progression dans l'acquisition de la compétence, qui doivent être certifiés par l'évaluation. Ils explicitent la montée en compétence au travers de l'augmentation de complexité suivant des modalités qui peuvent être différentes : moins de prescription, plus de ressources, plus de situations, plus de responsabilité et/ou plus de dimensions.

Apprentissage critique : savoir-agir qui doit être nécessairement acquis pour valider un des jalons.

Evaluation formative : s'effectue en cours d'apprentissage, avec un retour de l'enseignant pour permettre à l'étudiant de se situer par rapport aux objectifs d'apprentissage.

Evaluation certificative : souvent notée, décision sur la réussite à un enseignement, un apprentissage critique, un diplôme.

Evaluation diagnostique : En début de cours, pour évaluer les connaissances préalables.

Objectif d'apprentissage : spécifie ce que l'étudiant doit connaître ou savoir faire à la fin de la séquence d'enseignement. Cet apprentissage sera mobilisé dans le cadre des projets et du futur emploi.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
OBJECTIFS DE LA FORMATION	4
ORGANISATION DE LA FORMATION	5
CONTENU ET ORGANISATION DU SEMESTRE 8	5
PRESENTATION DES UE DU SEMESTRE 8	6
UE PROJET INITIATION A LA RECHERCHE	8
UE PROJET CONCEPTION NUMERIQUE	10
UE PROJET IMMERSION PROFESSIONNELLE	13
DEVELOPPEMENT PERSONNEL ET PROFESSIONNEL.....	19
LANGUES	21
LISTE DES UE THEMATIQUES PAR SERIE	23
UE DE LA SERIE 1	24
1.1 - AGRICULTURES URBAINES	24
1.2 - TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE	29
1.3 - BIOTECHNOLOGY FOR AGRO-ENGINEERING.....	31
1.4 - EAU : USAGES ET RESSOURCES	33
UE DE LA SERIE 2	37
2.1 - SYSTEMES D'ALIMENTATION DURABLES.....	37
2.2 - LES SOLS : INTERFACE CLE DE L'ANTHROPOCENE	39
2.3 - eGENE : ENJEUX DE LA GENOMIQUE ET APPORTS DE LA BIO-INFORMATIQUE	43
UE DE LA SERIE 3	45
3.1 - SYSTEMES DE CULTURE AGROECOLOGIQUES.....	45
3.2 - ANIMAUX D'ELEVAGE, ELEVEURS ET SOCIETE	49
3.3 - GENIE MICROBIOLOGIQUE, ENZYMATIQUE ET REACTEURS	53
3.4 - ENVIRONMENTAL POLLUTION	57
3.5 - GEOMATIQUE ET TERRITOIRES AGRI-FORESTIERS	61
UE DE LA SERIE 4	64
4.1 - LA PLANTE DANS SON ENVIRONNEMENT : DU GENOTYPE A LA CULTURE	64
4.2 - LE MARKETING BTOB : ENJEU MAJEUR POUR LES FILIERES AGRICOLES ET AGRO-ALIMENTAIRES	68
4.3 - BIODIVERSITE ET AGRICULTURE	71

INTRODUCTION

Ce document présente de façon détaillée les Unités d'Enseignements (UE) rattachées au quatrième semestre de la formation d'ingénieur agronome à l'ENSAT, le semestre 8 (S8). En amont de cette présentation, il expose également les objectifs de la formation, l'organisation générale de celle-ci sur les trois années et l'organisation du S8.

Ce document vient en complément du **guide de l'étudiant** et du **règlement de scolarité** précisant les modalités de suivi de la formation, de validation des années et d'obtention du diplôme.

OBJECTIFS DE LA FORMATION

L'ENSAT forme des ingénieurs agronomes, scientifiques de haut niveau dans le domaine des sciences et technologies du vivant ayant vocation à s'insérer professionnellement dans les secteurs de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de l'environnement.

L'ENSAT centre la formation d'ingénieur sur l'acquisition par les élèves de savoir-agir complexes, au travers d'une **approche par compétences**. Ainsi, l'ambition de la formation est de former les élèves, au travers de mises en situation, de missions qui leur sont confiées, à sélectionner et utiliser les connaissances disciplinaires, les données, les méthodes nécessaires et à le faire de façon efficace tout en sachant ajuster leur activité au contexte.

En conséquence, la formation est organisée pour permettre l'**acquisition progressive des sept compétences** décrites dans le **référentiel de compétences** de la formation (figure 1 ci-dessous) :



Figure 1. Les 7 compétences du référentiel de compétences de l'ENSAT

- **Diagnostiquer** : Faire un état des lieux en vue de produire des documents d'aide à la décision pour agir, pour concevoir.
- **Concevoir** : Elaborer un prototype, un plan opérationnel dans l'objectif de la réalisation d'un projet, un produit, un service qui répond à un besoin préalablement diagnostiqué.
- **Produire** : Mettre en œuvre la production d'un bien (produit) commercialisable, d'un service, de données sur la base d'un plan opérationnel, d'un cahier des charges, d'un protocole, d'une procédure.
- **Valider** : Mesurer l'efficacité ou la conformité d'un produit, d'un processus, d'une organisation, d'un résultat en vue de produire une conclusion quantitative et/ou qualitative.
- **Gérer un projet** : Mener un projet produisant des livrables conformes aux objectifs.

- **Communiquer** : S'exprimer, restituer, rendre compte, informer, sensibiliser, convaincre, de manière efficace, agile et adaptée à une situation et à une entité.
- **Conseiller** : Accompagner les transitions sociales et environnementales et leurs mises en œuvre au niveau individuel ou organisationnel, en adoptant une posture appropriée.

L'acquisition de ces compétences s'effectuent dans les enseignements de type projets (**UE Projets**) et pendant les **stages** en lien fort et cohérent avec les enseignements à vocation disciplinaire (UE Ressources).

ORGANISATION DE LA FORMATION

La formation est structurée en **3 années** de formation et **3 grandes périodes** :

- **Un tronc commun de 3 semestres** (S5 à S7) permettant l'acquisition des connaissances et compétences de base couvrant les principaux secteurs d'activités de l'ingénieur agronome. Il permet le développement de l'approche systémique qui fait la spécificité de la formation de l'ingénieur agronome ;
- **Un semestre de parcours au choix** (S8) pour lequel l'élève choisit parmi les Unités d'Enseignement (UE) thématiques qui sont proposées et qui permettent un début de spécialisation vers les grandes orientations offertes en 3^{ème} année ;
- **Une année de spécialisation** (S9 et S10) à choisir parmi les spécialisations proposées à l'ENSAT mais aussi dans les écoles partenaires. Elle permet l'approfondissement des connaissances et compétences dans un des domaines d'activité de l'ingénieur agronome.

Trois stages en milieu professionnel sont intégrés à la formation :

- **En 1^{ère} année**, un stage en exploitation agricole en 3 périodes de 2 semaines servant de base à deux des projets de l'année ;
- **En fin de 2^{ème} année**, un stage dans un organisme professionnel au choix de l'étudiant lui permettant de découvrir un secteur d'activité ou une fonction. Il constitue également la base d'un des projets du S8 ;
- **En 3^{ème} année**, un stage de 6 mois en lien avec la spécialisation, donnant lieu à la réalisation du projet de fin d'études et préparant à l'insertion professionnelle.

Au cours des 3 années de formation, les élèves réalisent leur **projet à l'international**, impliquant une mobilité d'un minimum de 18 semaines, en semestre d'études ou en stage.

Pour développer des projets personnels, en lien ou non avec la formation, l'étudiant peut effectuer **une année de césure** entre la 2^{ème} et la 3^{ème} année.

En 3^{ème} année, dans le cadre de la spécialisation, les étudiants peuvent choisir l'alternance au travers d'un **contrat de professionnalisation** avec une entreprise.

Enfin, **des parcours aménagés** sont proposés aux étudiants sportifs et artistes, aux étudiants entrepreneurs, aux étudiants engagés dans la vie associative ou aux étudiants handicapés.

CONTENU ET ORGANISATION DU SEMESTRE 8

Après l'acquisition des connaissances et compétences de base couvrant les principaux secteurs d'activités de l'ingénieur agronome (tronc commun, S5 à S7), l'élève choisit, lors du S8, son parcours de formation et initie ainsi une spécialisation en lien avec son projet de formation. Ce semestre débouche sur un stage d'au moins 10 semaines visant à expérimenter une situation professionnelle.

Dans la continuité des semestres du tronc commun (S5 à S7), le S8 permet l'acquisition progressive des compétences du référentiel de compétences de l'ENSAT au travers :

- Des UE Thématiques au choix qui visent l'acquisition des apprentissages critiques en fonction des disciplines et méthodes mobilisées et des situations professionnelles auxquelles elles préparent ;
- De l'UE DPP qui amène l'étudiant à identifier les éléments de compétences acquis au cours du semestre, ceux qui seront nécessaires pour réaliser les missions du stage et enfin, ceux qui ont été acquis lors du stage ;
- Des UE Projet
 - Une UE Projet au choix autour de la conception : soit l'UE Initiation à la Recherche (INIRE) soit l'UE Conception Numérique (CNUM), chacune de ces UE forme au deuxième jalon 2 de la compétence Concevoir ;
 - Immersion professionnelle qui comprend une phase de préparation au stage en amenant l'étudiant à contextualiser sa mission et le stage lui-même ; l'UE permet l'acquisition du jalon 2 de la compétence produire « organiser une activité de production » ; le stage constitue une première expérience professionnelle qui peut être de nature très diverse, en fonction du projet de l'étudiant et en lien avec la diversité des métiers de l'ingénieur agronome.

PRESENTATION DES UE DU SEMESTRE 8

La figure 2 et le tableau 1 ci-dessous donnent une vision globale de l'ensemble des UE du semestre 8. Chacune des UE est ensuite détaillée.

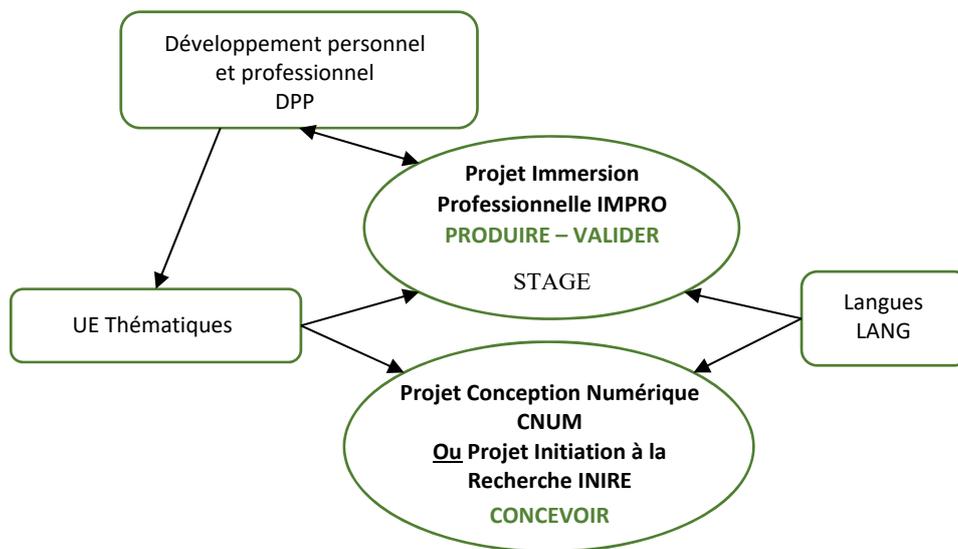


Figure 2. Vision globale des UE du semestre 8

UE		Responsable UE	Heures programmées ¹	ECTS
UE Projet Initiation à la recherche ou UE Projet Conception numérique	INIRE	Annie OUIN	58 heures	3
	CNUM	Christophe LAPLANCHE	48 heures	
UE Projet Immersion professionnelle	IMPRO	Valérie OLIVIER et Thierry LIBOZ	35 heures + 10 semaines stage	6
UE Développement personnel et professionnel • DPP-A3P : Accompagnement au Projet Personnel et Professionnel • DPP-Sport	DPP	Julie CAMINADE	20	1
UE Langues	LANG	Peter LAKE	48	2
UE Thématiques Série 1 (1 UE au choix) • Agricultures urbaines • Technologie alimentaire • Biotechnology for Agro-engineers • Eau : usages et ressources		Camille DUMAT Thierry LIBOZ Benoît VAN DER REST Maritxu GUIRESSE	70 heures	4,5
UE Thématiques Série 2 (1 UE au choix) • Systèmes d'alimentation durables • Les sols : interface clé de l'anthropocène • eGene : enjeux et apports de la génomique et de la bioinformatique		Corine BAYOURTHE Benjamin PEY Farid REGAD	70 heures	4,5
UE Thématiques Série 3 (1 UE au choix) • Systèmes de cultures agroécologiques • Animaux d'élevage, éleveurs et société • Génie microbiologique, enzymatique et réacteurs • Environmental pollution • Géomatique et territoires agri-forestiers		Jean-Pierre SARTHOU Marion SAUTIER Gustavo de BILLERBECK Bertrand POURRUT David SHEEREN	70 heures	4,5
UE Thématiques Série 4 (1 UE au choix) • La plante dans son environnement • Marketing B to B • Biodiversité et agriculture		Mélodie OLLIVIER Frédéric PICHON Annie OUIN	70 heures	4,5
TOTAL			441 heures + 10 semaines de stage	30

Tableau 1. L'ensemble des UE du semestre 8

¹ Heures programmées dans l'emploi du temps de l'élève

UE PROJET INITIATION A LA RECHERCHE		
Code : INIRE	Nombre d'heures programmées : 58 h (incluant 42 h dans un laboratoire de recherche) Modalité : en groupe (3-4 personnes)	ECTS : 3
Enseignant responsable : A. Ouin (annie.ouin@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : INP de Toulouse : M.L. de Capella, P. labo (Bibliothécaires), J. Pirello Autres : Ingénieurs-docteurs de l'ENSAT (A. Chabert, A. Tortosa, R. Royauté, A. Acloque, T. Dubo) INRAe : P. B. Joly (président de centre INRAe), F. Laroche, P. Labarthe (chercheurs INRAe) Laboratoires susceptibles d'accueillir des stages de recherche : AGIR, DYNAFOR, GENPHYSE, LEFE, LGC, LRSV, et autres laboratoires du site toulousain (TOXALIM, LIPME...)		
Compétence mise en œuvre et évaluée : CONCEVOIR Compétences mises en œuvre et non évaluées : DIAGNOSTIQUER - VALIDER - COMMUNIQUER : communication scientifique		

Introduction

L'UE Projet INIRE porte un objectif de formation à la démarche scientifique, il se déroulera totalement en anglais et est basé sur une immersion dans un laboratoire de recherche toulousain, dont ceux dont l'INP-ENSAT est tutelle pour les thématiques liés à l'environnement, l'agronomie.

La formation à et par la recherche contribue à la formation scientifique des ingénieurs.es agronomes. Elle s'adresse en premier lieu à des élèves qui envisagent de faire une thèse après leur formation d'ingénieur.e et souhaite découvrir le monde de la recherche. Mais elle s'adresse aussi à des élèves qui souhaitent parfaire leur formation scientifique pour avoir une approche rigoureuse de questions d'ingénierie : lire facilement un article scientifique en en connaissant les codes, mettre en œuvre un plan expérimental, se confronter à l'analyse de données qui sont autant d'atouts pour un.e ingénieur.e.

Objectifs d'apprentissage

- Identifier et formuler une problématique d'étude aux frontières des connaissances actuelles dans les domaines des sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement
- Identifier une question scientifique à résoudre dans le cadre de la problématique et en lien avec un laboratoire d'accueil
- Synthétiser de la littérature scientifique.
- Définir des hypothèses de travail en se basant sur la littérature scientifique
- Proposer une démarche expérimentale ou un plan d'analyse de données pour répondre à la question posée
- Analyser des données, présenter et discuter des résultats
- Rédiger un mini-article scientifique en respectant les standards de la communication scientifique en langue anglaise

Lien avec le référentiel de compétences

- **CONCEVOIR** : concevoir une solution en adaptant les méthodologies à l'objectif
- **DIAGNOSTIQUER** : Sélectionner des méthodes d'analyse et de traitement pertinentes en fonction de la demande du prescripteur

- **VALIDER** : Manipuler des données complexes par leur hétérogénéité ou leur taille, Evaluer la responsabilité et les conséquences de la décision et des résultats
- **COMMUNIQUER** : Restituer, rendre compte, discuter, défendre un travail collectif de façon interactive (COM 2.3)

Description du projet

L'UE Projet débute par une de présentation aux élèves des objectifs pédagogiques attendus du projet INIRE et de quelques présentations générales sur l'organisation de la recherche, l'éthique de la recherche, les méthodes de la recherche en sciences humaines et sociales et expérimentales.

L'UE INIRE sera principalement constituée de périodes d'immersion dans un labo par binôme (dix ½ journées) avec 2 séquences de mise en commun sur un mode « séminaire » : 1/Synthèse bibliographique sur le sujet, problématisation, plan d'expérience et/ou d'analyse des données, 2/Analyse & interprétation des résultats. Chacun des deux séminaires sera terminé par un TD (Ecriture d'un article scientifique et rencontre avec des ingénieurs agros-docteurs).

Les cours et les séminaires seront donnés en anglais. Les maitres de stage seront invités à tous les séminaires.

1ere partie :

Introduction de l'UE + cours magistraux : Organisation de la recherche, Recherche & Analyse bibliographique, Démarche et éthique scientifique,

TD : règle d'écriture d'un article scientifique

Prise de contact avec les laboratoires

2^{nde} partie :

Immersion en laboratoire + séminaires

Séminaire 1 « Bibliographie / Problématisation/Plan d'expériences ou d'analyse des données » (Livable 1)

Séminaire 2 « Présentation des résultats/ Discussion/ Concevoir un protocole » (Livable 2)

Rédaction d'un mini-article scientifique respectant les règles de la publication scientifique avec en annexe la **proposition d'un protocole** d'expérimentation ou d'observation permettant de mieux répondre à la question posée ou répondre à une question posée en perspective **(Livable 3)**

Modalités d'évaluation

- Livable 1, 2 : Evaluation de la prestation orale de 2 séminaires (coeff : 0.25 chacun)
- Livable 3 : Mini Article Scientifique + un protocole (observations, expérimentations) (coeff : 0.5) à rendre le dernier jour

UE PROJET CONCEPTION NUMERIQUE		
Code : CNUM	Nombre d'heures programmées : 48 h (14 ½ journées)	ECTS : 3
Modalité : en équipe de 3-4		
Enseignant responsable : C. Laplanche (christophe.laplanche@ensat.fr)		
Intervenants : C. Laplanche, Divers enseignants/chercheurs du département SIN		
Compétences mises en œuvre et évaluées : CONCEVOIR		
Compétences mises en œuvre, non évaluées : VALIDER, GERER, COMMUNIQUER		

Introduction

L'UE Projet CNUM vise à former les étudiant.e.s à la conception via la production d'un outil numérique en traitement de données au sens large utile en terme d'aide à la décision, de communication, d'appui à la recherche, de conseil, etc.

Pour cela, les étudiants seront confrontés à la demande de la part d'un commanditaire d'un outil numérique particulier qui permettrait : l'acquisition de données (ex pilotage de capteurs dans un système embarqué), la gestion de données (ex conception d'un modèle de base de données et des requêtes associées), l'analyse de données (ex pipeline de visualisation ou d'analyse inférentielle), ou la modélisation de données (ex développement, calibration ou simulation d'un modèle). La fourniture de l'outil numérique répondra donc au besoin du commanditaire en terme d'aide à la décision, etc.

La réalisation de l'outil nécessitera un développement logiciel (R, Python, etc.). Cette réalisation se basera sur les savoir-faire précédemment acquis au cours de la formation. Les étudiant.e. s consolideront leurs acquis en développement logiciel par le transfert de ces connaissances lors de la réalisation de l'outil. La réalisation nécessitera de plus la mobilisation de nouveaux savoir-faire en terme de développement logiciel.

La conception de l'outil nécessitera une organisation en mode projet, avec notamment la réalisation d'un cahier des charges et d'un organigramme du produit. Le travail sera réalisé en groupe en utilisant un outil collaboratif de développement logiciel (GitHub).

La conception de ce produit numérique présentera donc des défis de différentes natures (techniques, thématiques, organisationnels), ce qui permettra aux étudiant.e.s de mobiliser de multiples ressources dans la réalisation d'une tâche d'ingénierie complexe.

Objectifs d'apprentissage

- *Formaliser la demande d'un prescripteur sous la forme d'un cahier des charges ;*
- *Définir une méthode (technique et organisationnelle) pour résoudre un problème complexe ;*
- *Réaliser un projet en développement logiciel en équipe.*

Lien avec le référentiel de compétences

Concevoir (niveau 2) : imaginer une solution en adaptant les méthodologies à l'objectif

En compétences secondaires (non évaluées de façon certificative) :

- Valider (niveau 2) : Identifier les limites méthodologiques et choisir les indicateurs pertinents
- Gérer (niveau 2) : Mener un projet pour le compte d'un organisme professionnel selon une méthode de gestion de projet définie
- Communiquer (niveau 2) : Communiquer au sein d'un groupe de travail ou au sein d'une organisation

Déroulement de l'UE

Différents sujets seront proposés en début d'UE. Les étudiant.e.s travailleront en équipe de 3-4. Chaque équipe prendra en charge un sujet. Chaque sujet correspondra à un outil numérique à réaliser en traitement de données au sens large (création, gestion, analyse ou modélisation). Les demandes seront faites par des « commanditaires » (enseignants, chercheurs, ingénieurs, personnel technique, etc.) à qui les étudiants délivreront le produit fini en fin d'UE. Les commanditaires n'étant pas nécessairement expert.e.s des aspects numériques qui sont nécessaires à la réalisation du produit, chaque sujet sera associé à un.e « expert.e technique » (enseignant.e, ingénieur.e, etc.) qui est expert.e dans le langage de programmation requis pour le sujet et qui apportera un soutien technique aux étudiant.e.s dans le processus de réalisation. Le « responsable de l'UE » évaluera l'atteinte des objectifs d'apprentissage des étudiant.e.s.

Les étudiant.e.s rencontreront 4 fois le commanditaire au cours de leur projet (4 séances de 30 minutes ; 2h au total) :

- le premier rdv sera consacré à une présentation du sujet par le/la commanditaire. Il/elle présentera ses attentes sur le produit, son utilisation, les enjeux.
- le second rdv permettra aux étudiant.e.s de présenter un cahier des charges décrivant le produit qu'ils/elles envisagent de réaliser, un organigramme du produit (Product Breakdown Structure ; PBS), et d'ajuster si nécessaire en fonction des retours. Le commanditaire pourra valider le cahier des charges.
- le troisième rdv permettra aux étudiant.e.s de présenter un prototype du produit au/à la commanditaire, afin de s'assurer que le produit fini envisagé corresponde bien au besoin, et d'ajuster si nécessaire en fonction des retours.
- le quatrième rdv permettra aux étudiant.e.s de présenter leur produit fini au/à la commanditaire.

Ces 4 rdv sont entrecoupés de 3 périodes où les étudiant.e.s travailleront sur les réalisations (36h au total) :

- 3 demi-journées : élaboration du cahier des charges et de l'organigramme du produit
- 4 demi-journées : réalisation du prototype
- 4 demi-journées : finalisation du produit

Ces séances seront en autonomie partielle, dans le sens où les étudiant.e.s seront en autonomie sur la majorité de la période (34h) mais bénéficieront de l'aide personnalisée de l'expert.e technique associé à leur projet (2h/projet). Les étudiants devront notamment échanger avec leur expert.e technique entre les rdv 1 et 2 avec leur commanditaire, de manière à préciser les éléments techniques adéquats pour réaliser le produit.

L'outil de développement collaboratif (GitHub, etc.) sera introduit en début d'UE (6h TD). Il sera utilisé tout au long du développement de l'outil par les étudiant.e.s. Il permettra de plus à l'expert.e technique d'intervenir sur le développement.

Outre la présentation du produit fini au commanditaire, la présentation du produit se fera aussi en séance plénière (étudiant.e.s inscrits à l'UE et enseignants) sous la forme d'un forum lors duquel les étudiant.e.s effectueront une démonstration de leur produit. Les étudiant.e.s devront de plus présenter leur outil sur un espace web qui leur est dédié.

Les étudiant.e.s effectueront en fin d'UE un bilan en évaluant l'outil produit, les méthodes employées, les apprentissages réalisés.

Modalités d'évaluation

- produit fini : 50 %
- fiche projet (cahier des charges et organigramme du produit) : 20 %
- fiche bilan : 15 %
- projet GitHub et page web présentant le projet : 15 %

UE PROJET IMMERSION PROFESSIONNELLE		
Code : IMPRO	Nombre d'heures programmées : 35h et 10 semaines de stage	ECTS : 6
Enseignants responsables : <i>Thierry Liboz (thierry.liboz@toulouse-inp.fr)</i> et <i>Valérie Olivier (valerie.olivier@toulouse-inp.fr)</i>		
Intervenants : Acteurs filières + enseignants experts agrochaine		
Compétences mises en œuvre et évaluées : PRODUIRE - VALIDER		
Situations professionnelles mobilisées :		
<ul style="list-style-type: none"> - Conduire une expérimentation(/mission) - Gérer une unité de production - Déployer un service - Produire un rapport de conclusion sur un ensemble d'essais expérimentaux - Mesurer l'efficacité d'une action, d'un groupe de personnes ou d'une organisation 		

Introduction

A l'issue du semestre 8, le stage permet à l'élève-ingénieur d'expérimenter des situations d'activité professionnelle diverses. Ce moment d'immersion dans un secteur professionnel est aussi l'occasion de préciser son projet de spécialisation, de commencer à le concrétiser. Il peut être aussi l'occasion de réaliser son projet à l'international. Dans tous les cas, au travers des missions qui sont confiées aux élèves, il participe à l'acquisition de nouveaux apprentissages et au développement de leurs compétences. Il est clair que, du fait de la diversité des activités de stage, ce développement de compétences sera spécifique à chaque élève. Ainsi, il est proposé aux élèves d'identifier leur propre développement de compétences au travers des séquences DPP-Portfolio du semestre 8.

Au-delà de ces acquisitions spécifiques à chacun, il est proposé de centrer l'activité de stage de tous sur les compétences produire et valider qui feront l'objet d'activités de formation et d'une évaluation. Pour cela, en amont du stage, les élèves sont invités à identifier et à qualifier à l'environnement de travail dans lequel ils seront immergés. Pour ce faire, ils seront formés à l'analyse des concepts d'agrochaine et de système technico-économique. Ces outils leur permettront d'appréhender l'activité de l'organisme d'accueil au sein d'un système productif environnant (agricole, agroalimentaire, recherche...). Cette séquence vise donc à préparer l'élève ingénieur au contexte technico-économique dans lequel il réalisera sa mission de stage 2A et à l'inciter à adopter cette démarche tout au long de son parcours professionnel, à chaque nouvelle prise de poste.

Objectifs d'apprentissage

- Identifier, à partir d'une problématique, le système socio-économique dans lequel évolue l'organisme d'accueil ; repérer les acteurs, définir les flux de matières, d'informations ou de services échangés au sein de ce système
- Mobiliser les résultats de l'étude de l'agrochaine pour questionner le contexte dans lequel le stagiaire est mis en situation (structure d'accueil et missions)
- Présenter les résultats du stage afin d'identifier les limites méthodologiques de l'activité, d'évaluer les performances du système et les apports du travail réalisé.

Lien avec le référentiel de compétences

L'UE forme aux jalons de compétences suivants :

PRODUIRE - Jalon 2 : organiser une activité de production, définie par les apprentissages critiques suivants :

- Identifier le système de production

- identifier le système d'acteurs de l'activité de production
- définir les flux (quantitatifs ou qualitatifs) de biens, d'informations ou de services, échangés au sein d'un système d'acteurs,
- évaluer la (les) performance(s) du système à partir d'indicateurs pertinents

VALIDER - Jalon 2 : identifier les limites méthodologiques et choisir les indicateurs pertinents, définie par les apprentissages critiques suivants :

- identifier les limites des méthodes de validation et le domaine de validité des résultats produits
- choisir et appliquer des indicateurs et des tests (y compris statistiques) pertinents

Description du projet

Il s'organise en deux temps :

- **Séquence 1** : l'identification de l'environnement professionnel dans lequel le stage se déroulera, à l'aide du concept d'agrochaîne et de système technico-économique
- **Séquence 2** : la réalisation du stage qui se conclut par la rédaction du rapport de stage intégrant les éléments d'analyse de l'agrochaîne/du système technico-économique de référence.

Description de la séquence 1 - Enseignant référent : Valérie Olivier

L'ingénieur agronome intervient auprès d'une grande diversité d'acteurs inscrits dans les filières agricoles et agro-alimentaires et leurs territoires. Il est lui-même une partie prenante de ces systèmes. Il s'agit donc pour lui de savoir situer son action au sein des complexes agricoles et agro-alimentaires dans lesquels il évolue. Ces complexes productifs mobilisent eux-mêmes des sous-systèmes : systèmes techniques, systèmes des acteurs, systèmes d'échanges de ressources qui concourent in fine à la production des biens et services adaptée aux attentes des consommateurs et des citoyens.

Il ressort ainsi qu'il ne sert à rien de produire pour produire. Il importe plutôt de concevoir des filières organisées aptes à répondre entièrement aux besoins des consommateurs et de la société. Cette inversion de lecture du fonctionnement des systèmes productifs conduit à ce que les filières se structurent de la « fourchette à la fourche » ou « de l'assiette au champ ». L'avenir des filières agricoles et agroalimentaires dépend de la valeur que les consommateurs et citoyens attribuent aux produits et services qui sortent de ces chaînes de production. Les innovations dans ces agro-chaînes sont appelées à être permanentes et inscrites dans les objectifs du développement durable. L'ingénieur agronome a donc une place de choix pour autant qu'il saisisse les finalités des systèmes productifs auquel il participe.

1. S'approprier le concept d'agro-chaîne et la démarche de construction

cours/conférences sur l'agro-chaîne et ses dimensions ainsi que sur la méthode d'étude des systèmes.

2. Appliquer la démarche à un cas d'étude d'agro-chaîne

TD 1 : A partir d'un exemple, les élèves en sous-groupe décryptent un cas d'analyse d'agrochaîne

3. Identifier une agrochaîne de référence à étudier

TA+TD2 : chaque élève met en application la démarche vue au TD1. Il identifie une problématique caractéristique de l'agrochaîne/du système environnant de son organisme d'accueil de stage.

4. Présenter le système ou de l'agrochaîne de référence (livrable 1)

TD3 : après avoir identifié la problématique à laquelle est confronté l'agrochaîne ou le système dans lequel évolue son organisme d'accueil, l'élève précise le périmètre de l'étude relative à ce contexte socioéconomique de stage.

Chaque élève présente l'aide d'un diaporama et d'un oral en sous-groupe, l'état d'avancement de ses recherches.

Cette étape constitue le livrable 1 de l'UE projet immersion professionnelle.

Elle fait l'objet d'une évaluation par un des enseignants en TD. L'enseignant valide donc le point de départ de l'analyse du système technico-économique dans lequel se situe l'organisme d'accueil (problématique, périmètre de l'étude). Il invite également l'élève à poursuivre la collecte de données en vue de caractériser les trois dimensions du système ou de l'agrochaîne (ses techniques, ses acteurs et ses flux) et d'analyser la position de l'organisme d'accueil au sein de ce système. Il s'assure que le rendez-vous avec le tuteur de stage est pris avant le départ en stage (livrable 2).

5. Replacer la mission de stage au sein du système de référence dans lequel se positionne l'organisme d'accueil (livrable 2)

TA+ entretien avec son tuteur de stage :

. **Au cours de son TA** : chaque élève s'appuie sur les résultats du TD3 pour reprendre et approfondir son étude. Il réfléchit à ses méthodes de collecte d'informations. Il prépare son premier entretien avec son tuteur de stage pour lui présente sa mission de stage, les compétences qu'il pense pouvoir mobiliser et acquérir à cette occasion.

. **Au cours de l'entretien avec son tuteur**, l'élève présente l'état d'avancement de ses recherches sur l'agrochaîne (ou le système) au sein duquel évolue son organisme d'accueil de stage ainsi que ses missions de stage et les acquis de compétences en jeu. Au vu de ces éléments, il propose une structuration anticipée de son rapport de stage.

Cet entretien constitue le Livrable 2 de l'UE Projet Immersion professionnelle.

Description de la séquence 2 - Enseignant référent : Thierry Liboz

OBJECTIFS

Le stage de fin de 2ème année permet à chaque étudiant de poursuivre son apprentissage et son projet professionnel en s'insérant dans une organisation de nature diverse (entreprise, laboratoire, association, ONG), de manière à en comprendre le fonctionnement et développer des relations de nature professionnelle, que ce soit avec des cadres de l'organisation ou des personnes en situation d'exécution.

DUREE ET PERIODE DE STAGE

Au moins 10 semaines, de mi-mai à mi-septembre. En cas d'ajournement en première session à une ou plusieurs UE, le stage doit se terminer avant la date de la session d'examens de septembre, pour permettre à l'étudiant de se présenter à cette seconde session.

S'il s'agit également de valider ce stage en tant que mobilité internationale, la durée doit être étendue à 18 semaines.

TYPE DE STAGE

Compte tenu de la diversité des débouchés professionnels des ingénieurs agronomes, une grande liberté est laissée à l'étudiant pour choisir l'organisme et l'activité de son stage. Les étudiants sont incités à rechercher des missions permettant d'assumer un certain niveau de responsabilité même si la durée d'immersion limite cette possibilité d'autonomie.

De manière schématique, il y a deux types de stage :

- Stage de type "étude" : l'étudiant participe, avec un niveau de responsabilité très variable, à une étude ou un travail de recherche (expérimentations, enquêtes, traitements de données, etc.)

- Stage de type "fonction" : l'étudiant est affecté dans un service pour assumer un ensemble de tâches relevant du quotidien du fonctionnement de ce service à un niveau de responsabilités qui peut être fort variable.

Quel que soit le contexte, il importe que l'étudiant ait la possibilité de prendre du recul sur ses activités. Pour cela, il doit pouvoir interagir avec différents membres de l'organisme à des niveaux de responsabilités divers. Il doit aussi pouvoir accéder à des informations de l'organisme en lien avec ses missions et les fonctions qu'il souhaite découvrir. Dans tous les cas, le stage doit permettre à l'étudiant de procéder à des observations et d'en tirer des enseignements personnels pour son projet professionnel.

RAPPORT DE STAGE (Livable 3)

Le stage donne lieu à la rédaction d'un rapport de 30 pages maximum (hors annexes) à transmettre au Service Scolarité au plus tard le lundi de la semaine du 15 octobre. Pour les étudiants réalisant un stage 2A décalé dans le temps, le rapport doit être rendu 4 semaines après la fin du stage.

- Ce rapport doit comporter, en plus des éléments standards d'un rapport (introduction et conclusion, sommaire, bibliographie, listes des illustrations, annexes) :
- Un résumé d'une demi-page en anglais lorsque le rapport est rédigé en français, un résumé en français lorsque le rapport est rédigé dans une langue étrangère.
- Une présentation globale de l'entreprise, de son organisation, du service dans lequel a été effectué le stage et le contexte des activités en se basant sur le travail d'analyse de l'agro-chaîne/ du système technico-économique de référence.
- Une présentation des résultats obtenus (si stage de type étude) et/ou de l'activité propre de l'étudiant.
- Une évaluation des résultats obtenus ou de l'activité effectuée au travers de l'identification des limites méthodologiques de l'activité.

Si le stage est de type « étude », le rapport de l'étudiant sera centré sur cette étude ou recherche, et devra adopter la présentation suivante : objectifs du travail, méthodologie, résultats obtenus et interprétation, critique méthodologique et perspectives. L'étudiant devra en plus préciser la nature de sa contribution à cette étude ou recherche et la façon dont elle s'intègre dans les activités de l'organisme dans lequel il est en stage.

Si le stage est de type « fonction », le fil directeur de son travail est plutôt à rechercher dans la finalité et le fonctionnement du service. Il peut aussi présenter un projet mené par la structure d'accueil. Dans tous les cas, l'étudiant fera apparaître les objectifs de la structure dans laquelle il a travaillé, une analyse du fonctionnement de cette unité et les moyens d'atteinte des objectifs, pour au final mettre en correspondance les résultats obtenus avec ceux-ci. Selon le stage, l'étudiant peut être amené à faire des propositions d'amélioration.

Concernant la forme du rapport, celle-ci reprend les éléments des rapports CA et DA.

ENCADREMENT DU STAGE

Le tutorat vise à vous apporter un appui pour préparer votre stage et pour le valoriser au mieux. Ainsi, dans la période précédant le stage, le tuteur enseignant vous aide à identifier les compétences requises pour aborder les missions du stage et celles qui pourront être développées au cours du stage. Il participe à l'identification et l'analyse de l'agro-chaîne en lien avec votre stage, vous aidant ainsi à préciser le contexte de votre activité de stage. Il peut vous aider à préciser les éléments de contenu de votre rapport et son plan.

Concrètement, l'élève pourra bénéficier de cet encadrement en **4 temps** :

- une rencontre pour présenter son projet de stage et le travail de portfolio

- une présentation de l'agrochaîne par l'élève donnant lieu à une évaluation formative avant le départ (livrable 2)
- des échanges sur l'activité au cours du stage et préparation du rapport
- d'une évaluation par le tuteur du rapport de stage sur la base d'une grille critériée (livrable 3) et de la fiche « portfolio » à partir d'octobre.

Approche pédagogique

Les séances pédagogiques sont variées (cours, conférence, TA, TD, une visite de site possible). Elles visent à accompagner chaque élève dans son travail d'analyse de système ou d'Agrochaîne au sein duquel ou de laquelle se trouve son organisme d'accueil. Cette séquence contribue à le préparer à sa période de stage en lui demandant d'analyser le contexte technico-économique qui influencera sa mission de stage (définition et réalisation). A chaque élève est ensuite attribué un tuteur pédagogique qui l'accompagne de la phase de préparation au stage, pendant le stage et qui évalue le rapport selon une grille spécifique.

Modalités d'évaluation des apprentissages

- **Livrable 1 : évaluation certificative**

L'élève identifie un système complexe à étudier à partir d'une problématique de l'organisme d'accueil en stage (voir séquence 1).

Apprentissage évalué : Identifier, à partir d'une problématique, le système socio-économique dans lequel évolue l'organisme d'accueil.

- **Livrable 2 : évaluation formative**

L'élève présente sa démarche pour caractériser les dimensions techniques de l'agrochaîne, les systèmes d'acteurs et les flux d'échanges au sein du système qu'il a choisi d'étudier (voir séquence 1).

Apprentissage visé : repérer les techniques, les acteurs, définir les flux de matières, d'informations ou de services échangés au sein du système dans lequel évolue l'organisme d'accueil

- **Livrable 3 : évaluation certificative**

A l'issue du stage : dans son rapport de stage, l'élève présente le contexte de son activité (structure d'accueil et missions) et analyse les principaux résultats (cf supra).

Apprentissages évalués : Mobiliser les résultats de l'étude de l'agro-chaîne pour questionner le contexte dans lequel le stagiaire est mis en situation (structure d'accueil et missions) ; Présenter les résultats du stage afin d'identifier les limites méthodologiques de l'activité, d'évaluer les performances du système et les apports du travail réalisé.

Modalités d'évaluation :

- Remise sur Moodle du livrable 1 avec présentation orale en TD3.
- Transmission au tuteur du livrable 2 avec présentation lors d'un entretien individuel
- Dépôt sur Moodle du Livrable 3 : rapport de stage.

Les évaluations s'appuient sur des grilles critériées.

En session 2, l'évaluation portera sur le rapport de stage après modification par l'élève. Celui-ci devra être remis plus tard le dernier vendredi du mois de mai suivant.

Bibliographie

Bidet-Mayeur Th., Toubal L. (2013) A quoi servent les filières, La Fabrique de l'industrie, Mines ParisTech, 135p.

Greuter, M. (2014) Réussir son mémoire et son rapport de stage, Editions l'Etudiant, 234p.

Kaliba M., Mouricou P. et Garreau L. (2018) Le mémoire de master, Editions Dunod, 208p.

Rastoin J-L., Gherzi G. (2010) Le système alimentaire mondial, concepts et méthodes, analyse et dynamiques, Editions Quae, 565p.

Temple L., Lancon F., Palpacuer F. et Paché G. 2011 « Actualisation du concept de filière dans l'agriculture et l'agroalimentaire », Économies et Sociétés.

DEVELOPPEMENT PERSONNEL ET PROFESSIONNEL		
Code : DPP8	Nombre d'heures programmées : 20	ECTS : 1
Enseignant responsable : Julie Caminade (julie.caminade@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : Personnel du service des relations partenariales, Jean-Louis Dessacs et autres enseignants du département Activités Physiques et Sportives		
ECUE DPP-A3P : Accompagnement au Projet Personnel et Professionnel DPP-Sport		
UE Ressource nécessaire pour le projet Agro-chaîne		

Introduction

L'UE DPP8 se positionne dans la continuité des UE DPP du tronc commun de la formation (S5 à S7).

Cette UE transversale a pour vocation d'une part de rendre l'étudiant acteur de son orientation tout au long de sa formation, lui permettre d'approfondir sa réflexion et d'étayer ses choix, le préparer à l'entrée dans le monde du travail. Il s'agit de permettre à l'étudiant d'engager une réflexion personnelle pour faire ses choix en développant la connaissance de soi et du milieu professionnel auquel il se destine (DPP-A3P).

Elle a également pour vocation de contribuer au bien-être de l'étudiant (entretenir sa santé) pour qu'il soit pleinement en capacité d'engager une réflexion personnelle sur son projet personnel et professionnel (DPP-Sport).

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de l'ECUE DPP-A3P de ce semestre, l'élève sera capable de :

- Définir ses motivations et ses projets
- Faire des choix d'orientation
- Analyser ses expériences académiques, professionnelles, associatives ou personnelles en termes d'acquis de l'apprentissage
- S'auto-positionner sur les compétences de l'ENSAT et également identifier, définir et s'auto-positionner sur les compétences métier pour son stage de 2^{ème} année ou sa future insertion professionnelle

A l'issue de l'ECUE DPP-sport, l'élève sera capable de :

- Mieux se connaître physiquement
- Entretenir sa santé

Lien avec le référentiel de compétences

Compétence COMMUNIQUER (jalon 2)

Description et organisation de l'enseignement

Lors de ce semestre, contrairement aux trois premiers semestres de la formation, l'ECUE A3P ne fait pas l'objet d'heures programmées dans l'emploi du temps de l'élève. Cependant, à tout moment du semestre, il peut solliciter les chargés de relations partenariales de l'ENSAT pour continuer à développer sa démarche réflexive, initiée en première année de la formation (accompagnement à la démarche portfolio).

L'ECUE DPP-Sport permet à l'élève de :

- Retrouver une pratique régulière et hebdomadaire, afin de développer ou entretenir les compétences liées à la santé (physique, psychologique, sociale) et mieux se connaître.
- Acquérir des compétences (habiletés, techniques, savoir-faire) et connaissances (règles, principes, repères) propres à l'activité, en plus des attitudes (savoir être).
- Découvrir de nouvelles activités, prendre du plaisir dans la pratique.

Sont programmées à l'emploi du temps 10 séances de 2h00.

Evaluation UE DPP8

Seul l'**ECUE-Sport** fait l'objet d'une évaluation. Cette note compte ainsi pour 100% de la note de l'UE DPP8.

Bibliographie

Georges, F., Poumay, M. & Tardif, J. (2014). *Comment appréhender la complexité inhérente aux compétences ?* Papier présenté au 28ème Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU) – Entre recherche et enseignement, Mons, Belgique

Michaud C. (2012). Le portfolio : quel lien entre les écrits réflexifs et les compétences ? *Revue Mesure et Evaluation en Education*, 35(2), 9-38.

Poumay, M. (2017). Séminaires et portfolios de traces pour soutenir et évaluer le développement de la compétence. In M. Poumay, J. Tardif & F. Georges (sous la direction de), *Organiser la formation à partir des compétences* (pp.189-212). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.

Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*. Montréal : Chenelière Éducation.

LANGUES		
Code : LANG	Nombre d'heures programmées : 48h	ECTS : 2
Enseignant responsable : Peter Lake (peter.lake@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : Anne Alibert, Alexandra Feller, Peter Lake, (anglais) Jonatan Lara, Marisol Martinez (espagnol) Alexandra Feller (allemand)		
ECUE : LANG-ANGLAIS : Anglais LANG-LV2 : Espagnol, Allemand		

Introduction

Dans un contexte de grande mobilité étudiante et professionnelle, le cours vise à former des ingénieurs capables de répondre aux enjeux du monde multiculturel dans lequel ils évoluent. Pour travailler et communiquer avec agilité à l'étranger ou en France, les ingénieurs doivent acquérir des compétences langagières et interculturelles leur permettant d'être autonomes et d'interagir dans un environnement international.

Objectifs d'apprentissage

Grâce à l'acquisition langagière avec ses composantes lexicale, grammaticale, sémantique et phonologique et à l'acquisition de connaissances socioculturelles, l'étudiant sera capable de comprendre des documents complexes (tous support) et d'en rendre compte à l'oral avec spontanéité et aisance.

Il saura produire des documents écrits scientifiques et professionnels.

Enfin il sera en mesure de mettre en place des stratégies d'optimisation de ses compétences et d'adaptation à ses interlocuteurs.

Lien avec le référentiel de compétences

Compétence COMMUNIQUER - s'exprimer, restituer, rendre compte, informer, convaincre, sensibiliser (oral et écrit) de manière efficace, agile et adaptée à une situation et à une entité au travers des 4 apprentissages critiques suivants :

- Réaliser une présentation orale
- Echanger au sein d'un groupe de travail
- Restituer, rendre compte, discuter, défendre un travail
- Convaincre et négocier pour mener à bien un projet

Description de l'enseignement

Anglais :

Approfondissement de la langue anglaise et des outils scientifiques (Applied Scientific English). La compréhension écrite, l'esprit de synthèse et l'expression orale. Pour couvrir ce programme, 2 modules sont proposés :

1. Compétences pour présenter et partager un travail scientifique. Présentation individuelle de 10 minutes
2. Utilisation des compétences langagières en Anglais scientifique utilisées dans un projet de recherche (UE Projet Initiation à la Recherche, INIRE).

LV2 :

L'enseignement est organisé en groupe de niveaux et est différent dans chaque niveau. Il comprend pour toutes les langues et tous les niveaux un travail sur la langue en contexte scientifique ou professionnel ainsi qu'une découverte de différents aspects de la culture des pays dans lesquels la langue est parlée.

Approche pédagogique

L'enseignement est basé sur des séquences de 2 heures en présentiel (présence obligatoire et contrôlée). L'apprentissage se fait par l'utilisation de la langue dans différentes situations et différents contextes avec une grande part donnée à la pratique autour d'exercices et projets. Les supports utilisés en cours et en travail complémentaire sont de toutes natures (vidéo, textes, documents sonores, ...).

Modalités d'évaluation des apprentissages

Anglais : En deuxième année il n'y a pas d'examen final. Deux notes sont attribuées : une dans le cadre de la présentation orale scientifique et une deuxième est donnée concernant la participation au projet de recherche (INIRE). Chaque note a le même coefficient (1) et la moyenne est calculée sur ces deux notes.

LV2 : Contrôle continu oral et écrit.

Organisation

Modules organisés en séances TD comme indiqué dans l'emploi du temps. Cf emploi du temps.

Modalités de fonctionnement

Présence et participation obligatoires en cours en présence ou à distance.

Bibliographie

Afin de développer le vocabulaire et la prononciation, il est conseillé de regarder régulièrement des vidéos (films, séries, ...) dans les langues étudiées. Suivant le niveau, il peut être bénéfique d'utiliser le sous-titrage dans la langue d'origine.

Le vocabulaire nouveau récurrent devra être vérifié.

LISTE DES UE THEMATIQUES PAR SERIE

Lors de ce semestre, l'élève choisit 1 UE thématique dans chacune des 4 séries, en lien avec son projet professionnel. Chacune des UE est détaillée dans les pages suivantes.

Série 1 29/01 au 14/02	Série 2 19/02 au 19/03	Série 3 26/03 au 11/04	Série 4 22/04 au 07/05
Agriculture urbaine (Camille Dumat) 	Systèmes d'alimentation durables (Corine Bayourthe) 	Systèmes de cultures agroécologiques (Jean-Pierre Sarthou) 	La plante dans son environnement (Mélodie Ollivier) 
Technologie alimentaire (Thierry Liboz) 	Les sols : interface clé de l'anthropocène (Benjamin Pey) 	Animaux d'élevage, éleveurs et société (Marion Sautier) 	Marketing B to B (Frédéric Pichon) 
Biotechnology for Agro-engineering (Benoît Van Der Rest)  	eGene : enjeux et apports de la génomique et de la bioinformatique (Farid Regad)  	Génie microbologique, enzymatique et réacteurs (Gustavo de Billerbeck) 	Biodiversité et agriculture (Annie Ouin)  
Eau : usages et ressources (Maritxu Guiesse)  		Environmental pollution (Bertrand Pourrut)  	
		Géomatique et territoires agri-forestiers (David Sheeren) 	

Thèmes

	Territoires		
	Production		UE en anglais
	Transformation		UE en anglais à la demande
	Enjeux transversaux		

Tableau 2. Liste UE Thématiques par Série

UE DE LA SERIE 1

1.1 - AGRICULTURES URBAINES		
Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Camille Dumat (camille.dumat@ensat.fr)		
Intervenants : Camille Dumat (INP-ENSAT), Olivier Bories (INP-ENSFEA), Fannie Provent (AgroPariTech), Pierre Maury (INP-ENSAT) et Pierre Aubignac (Aquacosy et AFAUP).		
Partenaires (collectivités, entreprises, associations, laboratoires de recherche...) : Mairie de Toulouse, Aquacosy, Réseau-Agriville, Partageons les Jardins, Laboratoires spécialistes d'AU en France et à l'étranger, Club-AU.		
ECUE :		
<ul style="list-style-type: none"> - Concepts de l'agriculture urbaine (AU) - Paysages et animaux en villes - L'agriculture urbaine sur les toits - Innovation en AU 		



A) Zone de maraîchage des 15 sols
Blagnac-France



B) Elevage de volailles
Ko Samui-Thaïlande



C) Parc public de Pearl River
Canton-Chine



D) Remédiation des sols
de l'éco quartier de la Cartoucherie
Toulouse-France



E) Abris pour vaches
Bombay-Inde



F) Mesure de la qualité de l'air
Projet de recherche « Potex »
Paris-France



G) Jardin potager d'entreprise
sur le toit de la clinique Pasteur
Toulouse-France



H) Etude des jardins familiaux
Projet de recherche « Jassur »
Balma-France

A différentes échelles :
monde, pays,
ville, quartier...



Réseau
AgriVille

Introduction

Le module AU concerne des enjeux transversaux transdisciplinaires, d'intelligence collective pour co-construire des usages des espaces (péri)urbains, pratiques agricoles innovantes et efficaces. Il s'appuie donc sur les UE ressources 1A tels qu'AGRO, PPART, DIACA...

Selon la FAO (Food and Agriculture Organization), 60 % de l'Humanité vit en zones urbaines en 2014 et les prévisions pour 2050 sont de 80 % (avec + 3 milliards d'habitants sur la terre). Cette organisation considère ainsi le développement de l'agriculture urbaine (AU) comme l'une des clés de la survie alimentaire de l'Humanité. Le terme d'agriculture urbaine recouvre différents aspects (Duchemin, 2013) notamment : le maraîchage traditionnel en zone périurbaine, la production hors-sol sur des surfaces non constructibles et non susceptibles de remédiation, les jardins collectifs (Chenot et al., 2013) à but productif ou thérapeutique (une priorité du Plan National Santé-Environnement, 2015), les cultures sur toits, et les fermes intensives (fermes verticales ou autres...).

Développer des solutions d'agriculture urbaine écologiquement innovantes implique de maîtriser en particulier les bases de la nutrition des plantes, de considérer de façon globale les facteurs influant la qualité des productions (transferts sol-plante-atmosphère des éléments nutritifs et polluants ; qualité des intrants et des supports de culture), (Dumat et al., 2013; Mombo et al., 2015 ; Pierart et al., 2015 ; Uzu et al., 2014 ; Xiong et al., 2014) de prendre en compte des aspects techniques tels que le poids pour les cultures sur les toits (Aubry, 2013) ou raisonner l'aménagement urbain (Borries, 2013 ; Blanc et Hamman, 2012). Les pratiques agro-écologiques (telles que la lutte biologique ou l'aménagement des trames vertes et bleues) favorisant la biodiversité des espèces végétales et animales et réduisant la diffusion dans l'environnement de substances (éco)toxiques ont évidemment un rôle crucial dans le développement durable des agricultures urbaines. Par ailleurs les projets d'agricultures urbaines impliquent divers acteurs (citoyens, élus, bureaux d'étude, chercheurs, etc.) et sont très souvent très pluridisciplinaires et « Sciences et Société ». Dans ce contexte, l'objectif du projet pédagogique S8 « Agricultures Urbaines » est d'offrir aux étudiants des enseignements scientifiques relatifs aux multiples facettes des agricultures urbaines : agronomie, aménagements urbains, Environnement-Risques-Communication-Transition écologique, Biodiversité – Biologie. Les complémentarités entre agricultures urbaines, péri-urbaines et rurales seront discutées, ainsi que l'articulation entre savoirs et savoir-faires. Les jeux d'acteurs et controverses (qualité des productions, conflits pour l'usage des sols, etc.) seront également abordés. Ce module sera l'occasion de sensibiliser les étudiants aux innovations techniques (<http://www.naio-technologies.com/machines-agricoles/>) et favorisera l'ouverture vers la recherche à travers l'analyse d'articles de recherche et la participation à la dynamique de colloques AU.

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable de :

- Contextualiser et qualifier les projets d'agricultures urbaines et les enjeux auxquels ils répondent.
- Développer des techniques agroécologiques en milieu urbain (végétaux, animaux).
- Concevoir des pré-projets d'AU durables (ancrage territorial, modèles économiques, co-construction multicritère).

Connaissances :

Définir l'AU ; Connaître les typologies et fonctions de l'AU ; Connaître les méthodes de gestion durable des écosystèmes sols, choix pertinents des végétaux et pratiques durables en lien avec le contexte urbain ; Connaître les parties prenantes de l'AU ; Connaître des règles juridiques en matière d'installation en AU.

Savoir-faire :

Inscrire l'AU dans l'évolution des villes ; Développer un cadre d'analyse de l'AU ; Savoir illustrer différentes dimensions de la durabilité de l'AU ; Identifier les formes et techniques de production

alimentaire de l'AU ; Détailler les formes économiques des filières alimentaires concernées, en particulier l'économie circulaire ; Explorer la contribution de l'AU à l'écologie urbaine et à la biodiversité ; Discuter les liens possibles entre AU et une convivialité urbaine socialement inclusive ; Aborder la capacité de l'AU à générer des emplois et des activités viables et vivables ; Prendre en compte la santé et le bien-être animal pour les projets d'élevages urbains ; Adapter des projets pour faire face aux fréquentes pollutions urbaines ; Savoir réaliser un diagnostic de territoire/de site ; Savoir identifier les parties prenantes du projet ; Comprendre le fonctionnement d'une organisation marchande et productive (OMP) en AU.

Savoir-être :

Assertivité ; Transdisciplinarité ; Travailler en intelligence collective ; Réflexivité ; Communication stimulante, engageante et inclusive ; Eviter les conflits d'intérêt et promouvoir une éthique lucide et pragmatique.

Lien avec le référentiel de compétences

2 compétences d'ordre technique : Faire le diagnostic d'une situation ; Concevoir une solution. Apprentissages critiques : mobiliser des critères pertinents ; analyser les besoins et rédiger une lettre de mission après négociation puis réaliser les rendus définis avec les partenaires du projet d'AU.

3 compétences d'ordre managérial : Gérer des projets complexes ; Communiquer ; Conseiller. Apprentissages critiques : mobiliser les outils de gestion de projet (PPART), créer des outils de communication sur le projet et bâtir des propositions argumentées sur la base des retours d'expériences (REx), publications.

Description de l'enseignement

Séquences	Thèmes traités	Activités pédagogiques & Evaluation
Dumat C. 20 heqTD = 12 H CM, 8 H TD	-Définitions - Gestion durable des écosystèmes urbains. -Evaluation et gestion socio-scientifique des risques sanitaires.	-Exploration des bases de données et données accessibles. -Analyse critériée des REX variés. -Théâtre forum des parties prenantes sur des projets. -Réalisation d'une ressource pédagogique pour le Réseau-Agriville. -Préparation projet AU avec partenaires.
Maury P. 4 H, TD	Végétaux flux (eau, air), espèces, variétés	-Visite dispositif expérimental INRAE -TD plantes durables
Aubignac P. 6 H, TD	AFAUP Aquaponie	-Brain storming des métiers 2030 (60% n'existent pas aujourd'hui) -Dimensionnement Aquaponie
Borries O. 8 H, TD	Aménagements urbains. Outils d'aide au développement durable de l'agriculture urbaine	-Visite de sites AU -TD durabilité du pâturage urbain
Fannie Provent 8 HeqTD = 2H cours et 5H TD	Agriculture urbaine sur les toits Agriculture urbaine et alimentation durable	-TD, cours
8 H Sorties terrains : Conférences :	<u>Possibles sorties</u> : La Ferme des 50, jardins collectifs, Borde Bio aux Izards, Quint-Fonsegrives, zone des quinze sols <u>Possibles conférences</u> (éventuellement en visio) avec des chercheurs du projet national ANR ville durable Jassur (http://www6.inra.fr/jassur) et du projet Potex (Mairie de Paris).	

Travail individuel & Evaluation 16 H	Temps utilisé pour travailler aux projets, exposés, films Exposés, projets	
---	---	--

L'approche pédagogique adoptée est le projet et la méthode agile (adaptation de la pédagogie au contexte et aux besoins des étudiants : à distance, APP, cours inversés...en faisant le lien avec les objectifs d'apprentissage.

Modalités d'évaluation des apprentissages (méthodes d'évaluation, pondération, période d'évaluation ou de remise des travaux, critères d'évaluation) **intégrée** : 3 projets différents à traiter par la promotion avec soutenance interactive (2/3 des points) et note écrite (6 pages + bibliographie) à remettre en fin de module le jour de la soutenance de projet public (Club-AU, étudiants et partenaires disponibles). Les grilles critériées sont co-construites avec les étudiants en séance n°1.

Bibliographie

- Les Techniques de l'Ingénieur : Aquaponie; AU; Pollutions urbaines...
- Ressources accessibles du Réseau-Agriville <https://reseau-agriville.com/>
- Educagri <https://editions.educagri.fr/a-paraitre/5559-12-reperes-cles-pour-se-former-a-l-agriculture-urbaine-9791027503391.html>
- Revue VERTIGO <https://journals.openedition.org/vertigo/20953>
- HAL <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02897828>
- MOOCs (sur fun) : (i) Agriculture Urbaine <https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:LesColsVerts+166001+session01/about> (ii) Ensemble réduisons la présence de métaux toxiques dans notre assiette <https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:univ-toulouse+101020+session01/about>
- Colloque international TRANSITIONS ECOLOGIQUES, Juin 2021 à Toulouse <https://transitions2021.sciencesconf.org/>
- Aubry C. 2013. Sur les toits d'AgroParisTech (<http://www.agroparistech.fr/+Le-Monde-sur-les-toits-d+.html>).
- Blanc M. et Hamman P. (dir.) 2012. *La Ville aux défis de l'environnement*. *Revue des sciences sociales*, n° 47.
- Bories O. 2013. « Les actions innovantes de pratiques agricoles en milieu urbain », Exposition internationale Carrot City, Muséum d'histoire naturelle de Toulouse.
- Chenot E., Dumat C., Douay F. C. Schwartz. 2013. EDP Sciences. ISBN : 978-2-7598-0723-9. 176 pages. Jardins potagers : terres inconnues ?
- Dumat et al., 2016. *Agricultures urbaines & Transition écologique*. Editions universitaires européennes.
- Duchemin E. (Ed.) 2013. *Agriculture urbaine : aménager et nourrir la ville*. collectif, Vertigo.
- Dumat C. et al. 2013. International Conf. Environmental Geochemistry and Health. Environmental and sanitary risk assessment and management in associative gardens: vegetable quality in relation with practices and context.
- Mombo S., Foucault Y., Deola F., Gaillard I., Goix S. & Dumat C. 2015. *Journal of Soils and Sediments* in press. Management of human health risk in the context of kitchen gardens...near a lead recycling company.
- Pierart A., Shahid M., Séjalon-Delmas N. & Dumat C. 2015. *Hazardous Materials* in press. Antimony bioavailability: knowledge and research perspectives for sustainable agricultures.

-Sobocinski A. 2015. Le boom de l'agriculture urbaine. Le journal du CNRS.

<https://lejournald.cnrs.fr/articles/le-boom-de-lagriculture-urbaine>.

-Uzu G., Schreck E., Xiong T., Macouin M., Fayomi B., Dumat C. 2014. Water, Air, & Soil Pollution, 225:2185. Urban market gardening in Africa: metal(oid)s foliar uptake and their bioaccessibility in vegetables, implications in terms of health risks.

-Xiong T., Leveque T., Shahid M., Foucault Y., Dumat C. 2014. J. Environmental Quality, 43, 1593-1600. Lead and cadmium phytoavailability and human bioaccessibility for vegetables exposed to soil or atmosphere pollution by process ultrafine particles.

<http://www.voixdumidi.fr/notre-dossier-toulouse-veut-sauver-son-agriculture-urbaine-98028.html>

- Exemples de sites d'étude en recherche : Mines en Bolivie – Maraichage à l'aéroport de Cotonou - Incinérateur Guangzhou, Chine



1.2 - TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE		
Code :	Nombre d'heures programmées : 68h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Thierry Liboz (thierry.liboz@ensat.fr)		
Intervenants : Julie BORNOT, Thierry LIBOZ, José RAYNAL, Hervé REMIGNON, Benoît VAN DER REST		

Introduction

Lien avec les autres UE :

UE Ressources AMP (S5), P&F (S6), GARANTIQ (S7)

UE Projets VIN (S5), IPA (S9)

Objectifs d'apprentissage

A l'issue des enseignements, les élèves seront en capacité d'analyser les principes techniques et physico-chimiques employés dans les filières de transformation animales et végétales, afin de garantir la qualité des produits finis, et de créer de nouveaux aliments et boissons.

Pour la partie conservation, les apprenants sauront choisir une technique de conservation en fonction de plusieurs paramètres, en intégrant les effets et les limites des différentes techniques, notamment en termes de lutte contre la prolifération des microorganismes.

Concernant les filières animales, l'élève sera capable de décrire et de comprendre les principes techniques et physico-chimiques employés dans l'industrie des viandes et produits carnés, ou des ovoproduits, afin de transformer la matière première (viande fraîche ou oeuf) dans le but de la préserver et/ou de créer de nouveaux produits. La séance de TP sur une transformation liée aux produits carnés sera l'occasion de mettre en pratique l'usage de certains additifs et additifs alimentaires. Enfin, la séance orale consacrée à la description d'un processus industriel de fabrication permettra à l'élève de présenter synthétiquement ses acquis en termes de conception, mise en œuvre, contrôle et mise en marché d'un produit élaboré animal ou végétal.

En ce qui concerne la partie brasserie, les élèves auront l'occasion de produire un brassin lors d'une journée entière de fabrication, et de découvrir ainsi tous les concepts qui vont donner à une bière ses caractéristiques. Ils auront ensuite à restituer ceux-ci en analysant une recette de bière particulière.

Les étudiants seront par ailleurs capables de décrire plusieurs transformations de matières premières en aliments, d'appliquer des protocoles de transformation de ces matières premières en produits finis, de proposer des ingrédients / additifs pour répondre à des exigences de conservation et de stabilité organoleptique de produits alimentaires, de décrire les phénomènes biochimiques en lien avec l'utilisation de ces ingrédients / additifs entrant dans les formulations.

Lien avec le référentiel de compétences

CONCEVOIR

CONC 2.2 Adapter une formulation et/ou un process pour répondre à un cahier des charges

CONC 2.3 rédiger un cahier de charges adapté à la problématique (qualités de produit recherchées, identification des contraintes technologiques)

PRODUIRE

PROD 2.1 Construire le diagramme de fabrication d'un produit alimentaire permettant d'identifier les MP et produits intermédiaires et finis

PROD 2.2 Définir les indicateurs permettant de garantir la qualité

Description de l'enseignement

Stratégies de conservation des aliments, stratégies des barrières, technologie des viandes, technologie des œufs, formulation alimentaire, confiserie, brasserie.

Approche pédagogique

16 heures de séances plénières en présentiel, 2 heures de travaux dirigés, 28 heures de séances expérimentales, 16 heures de travail en autonomie, 6 heures d'évaluation

Modalités d'évaluation des apprentissages

Livrables attendus et évalués :

- 1 auto-évaluation (stratégie de conservation), individuelle, évaluation formative
- 1 fiche synthèse de TP (brasserie), en groupe, évaluation certificative (10%)
- 1 examen final de synthèse, individuel, évaluation certificative (40 %)
- 1 restitution orale (technologie des produits alimentaires), en groupe, évaluation certificative (40 %)
- 1 compte-rendu de travaux pratiques (altération des aliments et texturants), en groupe, évaluation certificative (10 %)

Organisation

Intitulé des enseignements	CM 1h20	TD (2h)	TP (4h)	TA
Introduction de l'UE	1			
Stratégies de conservation des aliments (principes, objectifs, limites)	1			1
Hurdle technology - Stratégie des barrières vs μ o (pH, aw, etc)	1			1
TP : Influence des additifs sur le rendement et la qualité de la transformation de viande en saucisse type knacki			1	
Transformation de la viande (congélation, déshydratation, salaison, fermentation, fumaison, cuisson, produits carnés très élaborés)	6			
Technologie des œufs	1			
Panification / Produits végétaux				
Brasserie			2	1
Pâtisserie industrielle / Confiserie / Biscuiterie	2			3
Formulation alimentaire - texturants / émulsions	1		1	1
Altération des aliments (aliments à base de végétaux)			1	1
Visites (ctcpa, transfo, biscuiterie, Agen , etc.)			2	

Bibliographie

Sciences des aliments (2 tomes) - Romain Jeantet *et al* - Éditions Tec & Doc

1.3 - BIOTECHNOLOGY FOR AGRO-ENGINEERING		
Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Benoît van der Rest, (benoit.van-der-rest@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : M. Bouzayen, N. Pauly, J. Pirrello, F. Regad, M. Rickauer, B van der Rest		
ECUE : The biotech rainbow concept, plant biotechnology as an example of green biotech, protein engineering		

Introduction

The objective of this module is to cover the contribution of biotechnology in different fields: crop improvement and protection, biodiversity conservation, food, environment, health and animal sciences. This module will also prepare students to better understand the application of genomics and bioinformatics in these fields. It is also linked to UEs CIV and RGB (semester S6) where molecular biology approaches were introduced.

Learning outcomes

At the end of this module students will understand the challenges of biotechnology related not only to scientific but also to societal issues. They will be able to perform a critical analysis of scientific work and to communicate this analysis in scientific English.

Competencies

DIAGNOSTIQUER jalon 2 : Produire un rapport d'opportunités de développement de biotechnologies émergentes

CONCEVOIR jalon 2 : Adapter une méthode issue des biotechnologies pour résoudre un problème

VALIDER jalon 2 : Identifier les limites méthodologiques et choisir les indicateurs pertinents

COMMUNIQUER jalon 2 : Communiquer au sein d'un groupe de travail en utilisant le vocabulaire du champ thématique abordé

Programme

The biotech rainbow, from basic technologies to a large spectrum of applications

The different fields of biotechnology applications will be discovered in an introductory workshop aiming at identifying both the basic techniques and a large number of applications.

Plant biotechnology as an example of green biotech

Lectures and Tutorials: Germplasm conservation, crop improvement and protection

Applications of *in vitro* culture towards the improvement and conservation of plant species will be declined. Conventional and novel technologies involving genetic engineering, aiming at reducing the use of agricultural intrants, will be studied. Model plants used to decipher gene isolation and functional analysis will be introduced. These will be explored within the international legal framework of the International Biodiversity Convention and Biosafety Cartagena Protocol. Finally, the European and French legal framework dedicated to Crop Improvement, Crop Protection, Food and Feed safety will be summarised.

Protein engineering as an example of white biotech / Practical courses, from the theory to practical applications

After a brief introduction on enzyme and protein engineering, students will experiment the production, purification and functional characterization of recombinant proteins. This practical example will be generalized by identifying the main technological breakthrough and bottlenecks, a cartography of the industrial sector and the ongoing applications.

Conferences

PhD students, post-docs and senior scientists at ENSAT labs will present their research work related to plant and environmental science and using molecular approaches. Alternatively, staff from biotech emerging companies may also give additional lectures.

Project-based learning: Students will work in groups of 3 or 4, on the development of novel products and processes in Biotechnology. They will choose either one of the following areas: food and feed, water security, crop and environmental protection, animal science, cosmetics, textiles, energy, use of crop residues, algae, industrial wastes as substitutes for oils and others. Students will choose the area they wish to work on, will justify the needs, explore the state of the art, define the objectives they endeavour to reach and explore the ways these could be achieved.

Their project will be described in a 15-page report, and will be communicated orally to the class using a power point presentation during 20 minutes.

Teaching method

All lectures and tutorials will be held face-to-face. Project work and flipped classroom will provide in-depth knowledge in chosen fields and will develop skills in diagnosis, experimental design and communication. Students will be trained in the art of scientific communication by describing and presenting their project work.

Assessment

Evaluation will be on the basis of a written report and oral communication (questions and answers) and minutes from the practical courses.

Bibliography

Molecular Biology of the Cell. Bruce Alberts (University of California, San Francisco, USA); Taylor & Francis Inc. eds

Biotechnology: Concepts and Applications par David P. Clark (2022)

Biotechnology for Beginners par Reinhard Renneberg (2020).

Industrial Biotechnology: Sustainable Growth and Economic Success par Christoph Wittmann et James C. Liao (2020).

1.4 - EAU : USAGES ET RESSOURCES		
Code : EAUur	Nombre d'heures programmées : 68h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Maritxu Guiresse		
Intervenants : Maritxu Guiresse (MG), Séverine Jean (SJ), Pierre Maury (PM), Magali Willaume (MW), Laurie Dunn (LD)		
Autres intervenants : S. Binet (SB de l'agence de l'eau Adour-Garonne), L. Pacaux (LP du bureau d'étude Ocxo Environnement), L. Alletto (LA de l'INRAE_UMR AGIR)		

Introduction

Aujourd'hui la gestion des ressources en eau se trouve confrontée à de nouveaux défis que sont l'augmentation de la population et le changement climatique. Ces nouvelles contraintes poussent les gestionnaires à mobiliser des compétences multidisciplinaires pour proposer une gestion intégrée de la ressource en eau.

A l'issue de ce module, vous connaîtrez le cadre réglementaire et les acteurs de la politique de l'eau en France et serez capable, à l'échelle d'un territoire, d'identifier les ressources et les principaux enjeux liés à l'eau afin de proposer des diagnostics et des stratégies de gestion de cette ressource, intégrant l'évolution des pratiques agricoles (industrielles et touristiques), la préservation des zones humides et le bon état écologique des cours d'eau.

Le maillon « eau » est souvent essentiel dans l'agrochaîne, les étudiants auront ici la formation de base nécessaire à l'approfondissement des questions liées à l'eau dans l'UE Immersion Professionnelle et l'UE « INIRE ».

Objectifs d'apprentissage

L'objectif général de cet enseignement est d'acquérir des connaissances et savoir-faire nécessaires pour être capable d'optimiser les usages de l'eau (essentiellement agricoles et domestiques) au sein d'un territoire donné, compte tenu de la ressource en eau existante. Pour atteindre cet objectif général, des sous-objectifs sont définis :

Objectif 1 : l'élève comprendra le cadre réglementaire et les acteurs de la politique de l'eau en France : la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), les périmètres de protection de captage et les zones humides et quels sont les principaux acteurs de la politique de l'eau en France et dans le monde.

Objectif 2 : L'élève sera capable de diagnostiquer la ressource en eau dans un territoire donné, en terme de qualité (qualité écologique des milieux, bioindication, I2M) et quantité (débit de réserve des rivières, réserve des sols, météo des nappes). Plus globalement, l'élève sera capable de diagnostiquer une zone humide et d'énoncer des pistes de développement de ces milieux très sensibles et à fort potentiels environnementaux.

Objectif 3 : L'élève sera capable de conseiller les évolutions des pratiques agricoles au sein d'un territoire donné. Pour cela, il sera capable d'établir un bilan hydrique en prenant en compte la réserve utile d'un sol, de proposer des évolutions de pratiques agricoles plus économes en eau (tout en maintenant le revenu de l'agriculteur).

Lien avec le référentiel de compétences :

- Cette UE permet la validation du jalon2, **PRODUIRE**, AC « s'assurer de la disponibilité des ressources, planifier l'approvisionnement », l'Eau est une ressource essentielle dans

l'agriculture d'aujourd'hui et de demain. Elle permet une mise en application du Jalon 3 Produire, AC « adapter la production en fonction des ressources ».

- **DIAGNOSTIQUER** jalon 2, pour réaliser ce diagnostic complexe intégratif, les étudiants feront une synthèse qui intègre les données physico-chimiques, biotiques, actuelles et/ou passées en portant un point de vue critique sur leurs résultats.
- **CONSEILLER** Jalon2.

Description de l'enseignement

68 h total = 20 h TA + 48 h présentiel organisés

Trois séquences pédagogiques comportent des CM, TA et TP/TD et sont alignées sur les 3 objectifs d'apprentissage.

Approches pédagogiques

Objectif 1 : la question de la gestion de l'eau à l'échelle locale sera traitée par un intervenant de l'agence de l'eau Adour Garonne (S. Binet). A l'échelle plus globale, différents territoires seront traités lors de travaux d'étudiants qui prépareront une « classe inversée » sur les sujets suivants : enjeux hydrauliques autour du Nil, assèchement du Colorado, transferts d'eau interbassins (Barcelone, Australie, Chine ..., les bassines de Vendée, la réutilisation des eaux usées traitées (reuse). L'intégration de tous les acteurs des territoires sera expérimentée lors d'un jeu sérieux, sous la forme d'un jeu de rôle.

Objectif 2 : La qualité de l'eau et des milieux aquatiques, la bioindication, les zones humides seront vues lors de cours magistraux (S. Jean, M. Guiresse) et TD/TP faits notamment par un intervenant extérieur (L. Pacaux). Lors d'une sortie sur le Touch, les étudiants apprendront à faire des pêches électriques pour prélever des échantillons d'eau et de poissons, dans le but de diagnostiquer la qualité de l'eau de la rivière*, lors de séances de TP en salle, par la détermination de différents indices que les étudiants pourront mettre en regard avec les suivis physico-chimiques de la rivière*. Ces travaux feront l'objet d'un compte rendu étudiant par groupe.

Objectif 3 : Une étude de cas complexe sur le BV d'Evian (ou un autre à voir) : comment concilier l'agriculture et le maintien de la qualité des eaux avec un jeu de rôle sur les acteurs de l'agriculture et ceux de de l'environnement : les étudiants sont répartis comme des acteurs du milieu agricole, environnemental et industriel.

Modalités d'évaluation des apprentissages

Travail de groupe donnant lieu à une présentation orale (1/4), compter rendu par groupe sur la qualité de l'eau (1/4) et compte rendu individuel sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation (1/2).

Vérification de l'alignement pédagogique

Objectifs d'apprentissage	Evaluation	Activités
<p>A l'issue de la séquence 1, l'élève comprend les principaux enjeux et acteurs de la ressource en eau, du territoire à l'échelle globale.</p> <p>A l'issue de la séquence 2, l'élève posera un diagnostic complexe intégratif d'un milieu aquatique.</p> <p>A l'issue de la séquence 3, l'élève optimisera les systèmes de production agricole, sur la base d'exemples de territoires du sud-ouest de la France.</p>	<p>La séquence 1 fait l'objet d'une restitution orale par groupe.</p> <p>A l'issue des séances de TP sur le terrain et en salle*, les élèves seront évalués en fournissant un CR de la synthèse de leurs résultats.</p> <p>Chaque élève fournira un compte rendu de l'exercice de dimensionnement du système d'irrigation.</p>	<p>Cours magistraux et classes inversées réalisées en groupe étudiants. En se mettant en scène, lors d'un jeu de rôle, ils montreront qu'ils ont compris les intérêts que portent les différents acteurs. Cette confrontation doit aboutir à trouver des compromis entre usage et ressource.</p> <p>Lors d'une sortie sur le Touch, les élèves collecteront des échantillons d'eau, pour réaliser des énumérations d'invertébrés. Ils suivront des cours sur le cadre réglementaire de la gestion des ZH et verront en cours magistral les sols rédoxiques et réductiques.</p> <p>Lors de CM et de TD/TP, les élèves étudieront les systèmes d'exploitation agricoles plus économes en eau, suivront l'évolution du fonctionnement des couverts, calculeront le réservoir utile des sols et dimensionneront un système d'irrigation à l'échelle d'une petite exploitation du Sud-Ouest.</p>

Organisation

objectifs d'apprentissage	intitulé de l'enseignement	h présentiel	TA en heures étu	intervenant	type d'enseignement
1	Gestion territoriale de l'eau : DCE, les acteurs, enjeux, usages, modèles et scénarios	4		SJ	CM
	les cas de la Garonne	2		SB	
	Travail par groupe pour préparer des cours inversés sur la question de la gestion de l'eau à l'échelle plus globale : enjeux hydrauliques autour du Nil, assèchement du Colorado, transferts d'eau interbassins (Barcelone, Australie, Chine ..., les bassines de Vendée, la réutilisation des eaux usées traitées (reuse), le keyline design.	3	10	MW et MG	cours inversé
	les acteurs de l'eau dans un territoire donné - jeu de rôle	2		LD	
2	Qualité des milieux aquatiques et zones humides				
	Qualité des milieux aquatiques et zones humides	2		SJ	CM
	sortie sur le Touch*	4		SJ et LP	TP et TD
	TP énumération invertébrés*	6	8	LP	TP et TD
	petit et grand cycle de l'eau	2		SJ	
	les sols des zones humides	2		MG	CM
3	Optimiser les systèmes de production agricole				
	l'agroécologie pour optimiser l'utilisation de l'eau	2		LA	
	Les outils de pilotage de l'irrigation pour optimiser l'usage de l'eau en agriculture	4		MW	cours/TD
	Fonctionnement hydrique des cultures : analyse, modélisation et application	4		PM	TD
	Bilan hydrique Quantifier la RU des sols	2		MG	TD
	Visite d'une exploitation agricole*, ses contraintes pour l'optimisation de l'eau	4		MW	sortie
	Dimensionner un système d'irrigation par aspersion	4	2	MG	TD
débriefing bilan étudiants enseignant	1				

* : ces activités sont soumises à des contraintes météorologiques et de disponibilité

Bibliographie :

Les eaux continentales (2006) Ghislain de Marsily, Éditeur EDP
 Chimie des milieux aquatiques (L. Sigg, W. Stumm, P. Behra. Masson, Paris 1992)
 Limnologie générale (R. Pourriot, M. Meybeck. Masson, Paris 1995)
 Rehabilitation of rivers for fish (I.G. Cowx, R.L. Welcomme. FAO edition 1998)

Gestion des milieux aquatiques (Wasson et al. Cemagref edition 1998)

Les poissons d'eau douce de France (Keith et al. Biotope edition 2011)

Traité d'irrigation (2006). Tiercelin, Vidal Coord. Tec et Doc Lavoisier

La gestion durable de l'eau, ressources, qualité et organisation (L. Schriver-Mazzuoli, Edition Dunod 2012)

La gestion et l'usage de l'eau en agriculture (F. Denier-Pasquier, CESE : Avis et rapport, 2013)

UE DE LA SERIE 2

2.1 - SYSTEMES D'ALIMENTATION DURABLES		
Code : SAD	Nombre d'heures programmées : 70 h	ECTS : 4,5
Enseignant responsable : <i>cecile.bonnefont@toulouse-inp.fr</i>		
Intervenants : C. Bayourthe		
UE Ressource à mobiliser pour les UE « <i>Systèmes et filières des monogastriques</i> » et « <i>Systèmes et filières des herbivores</i> » de la spécialisation Systèmes et Produits de l'Élevage (SysPEI)		

Introduction

« Les animaux de rente participent activement à la durabilité environnementale en consommant les co-produits issus des industries agro-alimentaires, que ces dernières considèrent comme des « déchets ». Cette valorisation contribue à limiter la concurrence avec l'alimentation humaine et à élargir la gamme de matières premières disponibles pour l'alimentation animale. Elle participe également à la durabilité des systèmes de production, à l'autonomie alimentaire à l'échelle locale et nationale et à la réduction des impacts environnementaux de l'alimentation animale.

Ces co-produits sont très variés, autant en termes de provenance (industrie de l'amidonnerie, de l'éthanol, de la meunerie, de la biscuiterie...) que de composition (teneurs en protéines brutes, amidon, sucres...), composition qui va conditionner en partie leur valeur alimentaire. Ils ont l'avantage d'être de bonnes sources nutritionnelles pour les animaux, à des prix intéressants, notamment dans un contexte de hausse du cours des matières premières » (Comité National des Co produits)

Place dans la formation

L'UE thématique « Systèmes d'alimentation durables » s'inscrit dans le cursus « sciences animales » des élèves ingénieurs de l'ENSAT.

Cette UE s'appuie sur les connaissances acquises en 1^{ère} année dans l'UE DIACA (S5), notamment l'ECUE DIACA-SET (Systèmes d'élevage), et dans l'UE AGRO (S6), notamment l'ECUE AE, qui permettent de connaître les systèmes d'élevage des animaux de rente, ainsi que la physiologie digestive de ces animaux, leurs besoins et les principes de rationnement.

Elle s'appuie aussi sur : 1/ l'UE ROMA (S5), notamment l'ECUE Information Scientifique et Technique pour rechercher et s'approprier de la bibliographie, 2/ les UE DATA-CEVI (S5) et TADM (S6) pour savoir analyser des données et 3/ l'UE Projet PPART (S7) pour la gestion de projet, principalement la planification et le travail en équipe.

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de cette UE thématique, l'élève sera capable de :

- Connaître les principaux coproduits utilisés en alimentation animale (process de production, volume, utilisation) ;
- Maîtriser des techniques d'analyses chimiques ;
- Exploiter l'outil de calcul dynamique Feedinamics, dans le cadre de l'alimentation de précision ;
- Etablir la valeur alimentaire d'un co produit, et plus généralement d'une matière première.
- Communiquer et valoriser des résultats de recherche.

Lien avec le référentiel de compétences

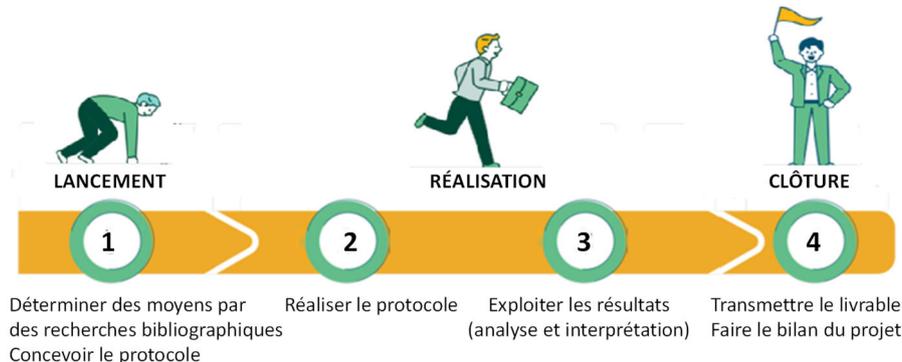
Compétences et apprentissages critiques visés :

- Compétence DIAGNOSTIQUER 2.1 : Clarifier le contexte (enjeux, besoins) et le périmètre de la question à l'aide d'un schéma ou d'un modèle
- Compétence CONCEVOIR jalon 2 : Imaginer une solution en adaptant les méthodologies à l'objectif
- Compétence VALIDER 2.2 : Choisir et appliquer des indicateurs et des tests (y compris statistiques) pertinents
- Compétence VALIDER 2.3 : Faire l'analyse critique des résultats produits
- Compétence GERER Jalon 2 : Mener un projet pour le compte d'un organisme professionnel selon une méthode de gestion de projet définie (par ex : cadre logique)
- Compétence COMMUNIQUER 2.3 : Restituer, rendre compte, discuter, défendre un travail collectif de façon interactive

Description et organisation de l'enseignement

L'UE thématique est essentiellement en mode « Projet », alimentée par quelques cours et TD.

- **Cours** : présentation du marché et des différents coproduits en alimentation animale, de la filière du co produit sur lequel portera le projet, du process de fabrication des aliments composés ;
- **TD** : reconnaissance des matières premières, visite d'un élevage avec fabrication d'aliments.
- **Projet de groupe**, dont l'objectif final est d'établir les valeurs alimentaires du co produit par analyses biochimiques, pour l'espèce porcine et l'espèce ruminants. Il comporte 4 parties :



Apprentissages évalués et modalités d'évaluation

En SESSION 1

L'évaluation consiste :

- Pour les compétences **DIAGNOSTIQUER**, **CONCEVOIR** et **VALIDER** :
 - en la présentation orale du protocole proposé (note collective comptant pour 40%) ;
 - en la présentation orale des résultats obtenus, sous forme de poster (note collective comptant pour 40%).
- Pour les compétences **GERER** et **COMMUNIQUER** :
 - en une autoévaluation et une évaluation par les pairs à l'aide d'une grille critériée mise à disposition (note individuelle comptant pour 20%).

En SESSION 2

Examen écrit sur table.

2.2 - LES SOLS : INTERFACE CLE DE L'ANTHROPOCENE

Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Benjamin Pey (benjamin.pey@ensat.fr)		
Intervenants : Maritxu Guiresse, Gael Le Roux (CNRS)		

Introduction

Interface essentielle entre la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère, les sols assurent de nombreux services écosystémiques. Des enjeux importants pèsent sur les sols, à l'échelle globale. Partout, les gestionnaires en prennent conscience et cherchent à protéger ce patrimoine commun. Parmi les menaces clairement identifiées, l'urbanisation galopante supprime des surfaces agricoles utiles (SAU) pourtant cruciales dans ces périodes de très fort accroissement démographique. Afin de faciliter les choix à prendre dans l'action publique, notamment sur les différentes utilisations des sols, des outils d'aide à décision sont souvent nécessaires. Principalement basé sur les composantes physico-chimiques des sols, ces outils occultent souvent la composante biologique, qui pourtant contribue fortement aussi à la délivrance des services écosystémiques des sols. Un accent sera donc également mis sur l'utilisation de la microbiologie et de la faune du sol pour la bioindication de la qualité des sols, dans un contexte environnemental et agronomique. Cet enseignement fait suite aux enjeux abordés dans l'UE EED du S6 et donne les prérequis pour aborder les questions des sols dans les Projets « Immersion professionnelle », « Initiation à la recherche » et les spécialisations agro-environnementales (AGREST, GEER, QEGR).

Objectifs d'apprentissage

L'objectif central de ce module est de fournir à l'étudiant les concepts et méthodologies afin d'évaluer la qualité des sols dans le contexte des multiples pressions qu'ils subissent à l'ère de l'Anthropocène. La qualité des sols sera abordée de manière holistique par ces composantes physiques, chimiques et biologiques. Notre objectif est que les étudiants soient capables de hiérarchiser les facteurs et propriétés des sols qui vont d'une part favoriser la potentialité des sols à délivrer les services écosystémiques attendus (ex : production primaire), ou d'autre part qui peuvent être à l'origine d'un dysfonctionnement et une perte de fonctionnalité des sols et donc réduire le bouquet de services délivrés par le sol. Cette boîte à concepts et outils leur permettra de mieux répondre aux attentes de gestion et de réhabilitation posés par l'usage des sols aujourd'hui, au cœur des questionnements socio-environnementaux.

Lien avec le référentiel de compétences

CONCEVOIR jalon 2 : « Concevoir une solution en adaptant les méthodologies à l'objectif »

AC : « Formuler la problématique / concept », « Adapter une méthode pour résoudre un problème », « Identifier des indicateurs de suivi ».

DIAGNOSTIQUER jalon 3 : « Produire un rapport d'opportunités de développement en proposant une démarche »

AC : « Sélectionner des méthodes d'analyse et de traitement pertinentes en fonction de la demande du prescripteur », « Enoncer des pistes de développement et les justifier ».

Description de l'enseignement

Lors d'une séance introductive G. Le Roux, chercheur au CNRS, replacera les enjeux liés aux sols, au sein de la zone critique, dans l'Anthropocène. A partir de cette mise en contexte, les étudiants mèneront deux projets pour manipuler les concepts de qualité des sols et les outils de son évaluation. Ces deux projets sont choisis pour illustrer la diversité des enjeux relatifs aux sols (changement

d'usages des sols, intensification agricole) aux échelles différentes qu'ils concernent (de la parcelle au territoire).

Compétence **DIAGNOSTIQUER** :

Dans le projet dit « Terres », les étudiants établiront un diagnostic de la qualité des sols d'un territoire d'une région française pour aider les élus à décider de l'utilisation des terres, à partir d'un jeu de données physico-chimiques des sols de cette région.

Le contexte de ce projet est celui actuellement vécu par tous les pays européens : une très forte demande des collectivités territoriales de pouvoir disposer d'outils d'aide à la décision pour les changements d'usage des sols : garder les sols les plus fertiles pour la production agricole et a contrario sortir de la SAU ceux qui sont les moins fertiles voire possiblement contaminés. A partir d'un jeu de données qui vous sera fourni, vous mobiliserez vos connaissances en termes d'interprétation d'analyses de sol. Les étudiants apprendront à hiérarchiser les indicateurs physico-chimiques pour diagnostiquer les potentialités agronomiques et donner un avis d'expert sur d'une part le niveau de fertilité des sols et d'autre part leur niveaux de contamination, lorsque cela est pertinent. Finalement, ils proposeront un classement des sols afin de décider de leurs usages.

Compétence **CONCEVOIR** :

Afin d'illustrer l'utilisation d'indicateurs de la qualité des sols dans à une échelle plus locale, un projet appelé « Labour » sera mené. Dans ce projet c'est l'enjeu de l'intensification agricole qui sera abordée par l'évaluation de l'impact d'une pratique, le labour, sur la qualité biologique et physique des sols. Dans ce projet vous aurez à concevoir des expérimentations permettant d'évaluer l'impact du labour sur la qualité biologique (microorganismes, faune) et physique d'un sol. Ce travail de conception ira de la sélection justifiée d'indicateurs pertinents, au plan de mise en œuvre des expérimentations (stratégie d'échantillonnage, protocoles). Sur la base de cette réflexion, les étudiants produiront une évaluation concrète de la qualité des sols, à partir d'un d'échantillonnage lors d'une sortie terrain, ou certains de ces indicateurs seront mesurés. Les étudiants auront ensuite à évaluer l'impact du travail du sol sur la qualité biologique et physique des sols en proposant une argumentation sur la base des résultats acquis, sous la forme d'un rapport écrit.

Approche pédagogique

L'enseignement est principalement organisé en deux APP pour lesquels les étudiants disposeront de 40h d'autonomie, seront accompagnés lors de séances de tutorat et devront fournir des livrables intermédiaires avant les restitutions finales.

Modalités d'évaluation des apprentissages

La note totale du module se décompose en plusieurs évaluations :

- 1/2 de la note est établie sur la base du rapport sur l'APP « Labour » réalisée par groupe de 3 à 5 étudiants
- 1/2 de la note est établie sur la base de la restitution orale des travaux menés par groupe de 2 à 3 étudiants sur le projet « Terres »

Vérification de l'alignement pédagogique

Objectifs d'apprentissage	Evaluation	Activités
A la fin de l'APP « terre », l'étudiant hiérarchisera les principaux facteurs physico-chimiques des sols pour fournir un outil d'aide à la décision d'utilisation des terres à garder impérativement en sols cultivés, au	Les étudiants seront évalués sur la base de leurs comptes rendus écrit et oral, qui reflètent toute la démarche depuis le choix des indicateurs de la qualité des sols à prendre en considération	Dans les deux APP, les étudiants devront fournir une stratégie globale, puis des questions lors des séances de tutorat, des restitutions intermédiaires.

<p>contraire en retirer les plus contaminés et en classant les autres parcelles. A la fin de l'APP « labour » l'étudiant saura choisir les indicateurs pertinents et concevoir une expérimentation relatif à l'acquisition de ces données pour évaluer l'impact d'une pression anthropique (ici le labour) sur les fonctions du sol.</p>	<p>selon l'enjeu lié au sol concerné, l'acquisition des échantillons, le traitement des données, leur interprétation et la synthèse.</p>	<p>Ce sont ces séances successives qui permettent à l'étudiant de maîtriser chaque indicateur, et, <i>in fine</i> d'évaluer, compte tenu des relations complexes entre tous les indicateurs.</p>
--	--	--

Organisation

Séance introductive (2 CM), un CM sur les enjeux des sols (G. Leroux), puis le projet « Labour » démarre, il comporte au total 16h d'autonomie, 2h séances de tutorat, 2h de restitution, un CM de 2h sur la qualité biologique des sols, et une journée entière de terrain. Au 2^{ème} projet « Terre » sont consacrés 22h d'autonomie, 8h de tutorat et 2h de restitution. Enfin une séance de 2h de bilan clôture l'enseignement.

Modalités de fonctionnement

Attendus spécifiques : pré-requis, présence, participation.

Les travaux réalisés seront l'occasion de mobiliser les connaissances acquises en première année, notamment dans le module DIACA-MN. L'acquisition des apprentissages se faisant sous la forme de deux projets, les étudiants devront s'impliquer pleinement, tout en s'appuyant sur les quelques cours magistraux qui leur donneront l'occasion de rencontrer un chercheur de la zone critique et les séances de tutorat avec les enseignants. Les étudiants sont répartis dans des groupes imposés qui sont différents pour les deux projets.

Bibliographie

- Bigham J.M. 1994. Methods of soil analysis. Part 2 Microbiological and biochemical properties. Soil Science Society of America Book serie : 5. 1121 p.
- Bispo, A., C. Grand et L. Galsomies. 2009. Le programme ADEME « Bioindicateurs de qualité des sols » : Vers le développement et la validation d'indicateurs biologiques pour la protection des sols. Etudes et Gestion des sols, volume 19, 145-158. http://www.afes.fr/wp-content/uploads/2017/10/EGS_16_3_bispo.pdf
- Bouchez T., Blieux A.-L., Dequiedt S., Domaizon I., Dufresne A., Ferreira S., Godon J.-J., Hellal J., Joulain C., Quaiser A., Martin-Laurent F., Mauffret A., Monier J.-M., Peyret P., Schmitt-Koplin P., Sibourg O., d'Oiron E., Bispo A., Deportes I., Grand C., Cuny P., Maron P.-A. et Ranjard L. - 2017 - La microbiologie moléculaire au service du diagnostic environnemental. Etude et Gestion des Sols, 24, 9-31. http://www.afes.fr/wp-content/uploads/2017/09/EGS_24_1_EGS_2017_24_1_Bouchez_9_31.pdf
- Chaussod, R. 1996. La qualité biologique des sols : Evaluation et implications. Forum « Le sol, un patrimoine menacé ? » Paris, 24 octobre 1996. https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2017/10/EGS_3_4_CHAUSSOD.pdf
- Gavalda D., 2001. Devenir des éléments traces métalliques dans les boubènes (Luvirédoxisols) après épandage de boues granulées. Thèse de doctorat INP Toulouse.
- Gobat J.M., Aragno M., W. Matthey, 1998. Le sol vivant. Base de pédologie. Biologie des sols Presses polytechniques et universitaires romandes, collection gérer l'environnement, Lausanne. 519p
- Redon P.O., Bur T., Guiresse M., Probst J.L., Toiser A., Revel J.C., Jolivet C., Probst A., 2013. Modelling trace metal background to evaluate anthropogenic contamination in arable soils of south-western France. Geoderma, 206, 112-122.

- Tóth G., L. Montanarella and E. Rusco, 2008. Threats to Soil Quality in Europe. JCR Scientific and technical report. JCR European Commission. 150 pages. http://www.gissol.fr/wp-content/uploads/2018/09/webdoc_infos_sol_bd.pdf

2.3 - EGENE : ENJEUX DE LA GENOMIQUE ET APPORTS DE LA BIO-INFORMATIQUE

Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Farid Regad (farid.regad@ensat.fr)		
Intervenants : Farid Regad, Mohamed Zouine, Mélodie Ollivier, Benoit van der Rest		

Introduction

eGENE couvre la génétique, la génomique et la biologie computationnelle de tous les organismes vivants, depuis les virus, les microorganismes, les plantes, les animaux, jusqu'à l'homme.

La génomique est une discipline de la biologie moderne qui a pour objet l'étude du fonctionnement d'un organisme à l'échelle de son génome. Elle se divise en deux branches : la génomique structurale, qui se charge du séquençage du génome entier, et la génomique fonctionnelle, qui vise à déterminer la fonction et l'expression des gènes en caractérisant le transcriptome, le protéome et le métabolome.

La biologie computationnelle est constituée par l'ensemble des concepts et des techniques nécessaires à l'interprétation informatique de l'information biologique générée en génomique. Elle comprend entre autres : la bio-informatique des séquences, qui traite de l'analyse de données issues de l'information génétique contenue dans la séquence de l'ADN ou dans celle des protéines qu'il code. La bioinformatique structurale, qui traite de la reconstruction, de la prédiction ou de l'analyse de la structure 3D ou du repliement des macromolécules biologiques (protéines, acides nucléiques), au moyen d'outils informatiques. La bioinformatique des réseaux, qui s'intéresse aux interactions entre gènes, protéines, cellules, organismes, en essayant d'analyser et de modéliser les comportements collectifs d'ensembles de briques élémentaires du Vivant. Cette partie de la bioinformatique se nourrit en particulier des données issues de technologies d'analyse à haut débit comme la protéomique ou la transcriptomique pour analyser des flux génétiques ou métaboliques.

Objectifs d'apprentissage

eGENE consiste à explorer les frontières entre ces disciplines, former les ingénieurs à la démarche intellectuelle et aux techniques expérimentales liées à la génomique et l'analyse des données qu'elle génère.

Former les ingénieurs aux techniques informatiques liées aux traitements et à l'intégration des données issues des approches globales à haut débit comme la génomique et la post génomique et à la biologie computationnelle. La mise en pratique des démarches sera réalisée par l'analyse concrète de problématiques biologiques.

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable :

- de caractériser les outils de la génomiques et leur utilisation en agrigénomique (Diagnostiquer 2.1)
- d'identifier les évolutions techniques et méthodologique (Diagnostiquer 2.2)
- de concevoir et proposer des stratégies expérimentales dans le cadre d'un projet en agrigénomique. Et de concevoir, à l'aide de méthodes et outils appropriés des scripts d'analyse de séquence. (Concevoir 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)
- de produire un rapport ou une synthèse sur un projet en agrigénomique. Produire un script de de traitement de données génomiques (Produire 2.1, 2.2)
- de communiquer et argumenter une synthèse (Communiquer 2.3).

Programme

Unité 1 : Structure du génome

Les grands projets de séquençage génomique, les technologies de séquençages de nouvelle génération et stratégie de séquençage associées.

Unité 2 : Transcriptome

Les analyses à haut débit de l'expression génique : PCR quantitative, RNA-seq et expérimentation.

Unité 3 : Protéome et Métabolome

Les méthodologies d'analyses en masse des protéines : l'approche protéomique.

Les méthodologies d'analyses en masse des métabolites : l'approche métabolomique.

Unité 4 : Exploration fonctionnelle

La génomique fonctionnelle et les stratégies pour décrypter la fonction des gènes.

Unité 5 : Premiers pas en bioinformatique et biologie computationnelle.

Initiation à l'environnement UNIX/LINUX. Programmation en bioinformatique et programmation structurée.

Unité 6 : Bioinformatique des séquences

Banque de données généralistes et spécialisées. Analyse et comparaison de séquences.

Caractérisation de familles de protéines, structure et phylogénie.

Unité 7 : Bioinformatique pour la génomique et la post-génomique

Méthodes d'annotation de génomes. Traitement des données issues des approches expérimentales à haut débit.

Unité 8 : Metabarcoding identification simultanée de taxons au sein du même échantillon. Détermination de la composition en espèces au sein d'un échantillon.

Méthodes pédagogiques

Cours et travaux dirigés, travaux pratiques et visites de plateformes, intervenants extérieurs

Modalités d'évaluation des apprentissages

La note totale du module se décompose en deux évaluations :

50% de la note est établie par une synthèse d'article et présentation orale

50% de la note vient de compte-rendu de travaux et de projets.

Bibliographie

Génomes. Terence A. Brown. Flammarion médecine-sciences, 2004.

Introduction à l'analyse génétique 6^{ème} édition. Anthony Griffiths. De Boeck supérieur, 2013.

Génomique. Sophie Gaudriault, Rachel Vincent. De Boeck supérieur, 2009.

Bioinformatique - 3^e édition. De la séquence à la structure des protéines. Dunod, 2021.

Computational Genomics with R. Altuna Akalin, 2020. <https://compgenomr.github.io/book/>

UE DE LA SERIE 3

3.1 - SYSTEMES DE CULTURE AGROECOLOGIQUES		
Code : SDCAE	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4
Enseignant responsable : Jean-Pierre Sarthou (jean-pierre.sarthou@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : Nadia Chaieb, Marine Curtil, Pierre Maury, Jean-Pierre Sarthou, Magali Willaume Intervenants extérieurs : Laura Dupuy (CA 24), Clémence Ravier (CA Jura), agriculteurs experts des systèmes de culture innovants		

Introduction

Après une période d'industrialisation et de forte spécialisation (son corollaire) de l'agriculture entre les années 1970 et 1990, un '*statut quo*' dans les années 2000 et 2010, la société dans son ensemble reconnaît aujourd'hui la nécessité d'œuvrer pour une transition agroécologique, laissant une place beaucoup plus importante à l'expression des potentialités biologiques des agroécosystèmes et humaines des territoires. Cette transition nécessite en premier lieu de reconcevoir les systèmes de culture, afin de mettre en place des rotations diversifiées à base de génotypes adaptés aux attentes quantitatives et qualitatives des divers acteurs mais adaptés aussi aux situations de production propres à chaque exploitation et essentiellement subies par tout agriculteur (sol, climat, topographie, pression biotique régionale...). Au-delà des génotypes et des rotations les accueillant, la re-conception doit s'envisager au niveau des systèmes de culture et doit reconsidérer les grands schémas d'organisation et de gestion de l'espace cultivé : après avoir séparé les grandes productions, végétales comme animales par grands bassins agricoles, et les cultures à graines par îlots de production aux cultures mono-spécifiques, n'est-il pas temps de réhabiliter la complémentarité entre culture et élevage, et entre céréales et légumineuses, jusqu'à être cultivées en mélange (méteils modernes) ? Après les avoir vilipendés et éliminés, l'arbre et l'arbuste n'ont-ils pas des atouts à faire valoir dans le fonctionnement des agroécosystèmes et particulièrement dans les systèmes de culture agroforestiers ? Le sol, après avoir été considéré comme un simple support inerte des plantes cultivées, ne peut-il pas être géré différemment pour *in fine* délivrer des services écosystémiques majeurs, notamment par rapport à la raréfaction des ressources naturelles et à l'atténuation voire l'adaptation au changement climatique, et non seulement pour l'agriculteur mais aussi pour toute la société voire la planète ?

Il devient alors évident que tous les acteurs de l'agriculture (conventionnelle ou biologique), ceux de l'amont comme de l'aval des diverses filières de la production végétale, ceux du public institutionnel versés dans la science comme ceux du privé attachés à scruter les performances économiques des exploitations, soient en capacité de conseiller et d'accompagner au mieux les agriculteurs, dans leurs réflexions stratégiques, leurs choix tactiques et leurs actes techniques quotidiens, qu'ils soient encore au stade de la maîtrise de l'efficacité de leurs intrants ou qu'ils aient déjà entamé la re-conception de leur système.

Objectifs d'apprentissage, liens avec le référentiel de compétences

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable :

- de caractériser les grands types de systèmes de culture (SdC) et de production (SdP) (Diagnostic 2.1)
- d'identifier des voies d'évolution possible des SdC selon les objectifs des acteurs concernés (Diagnostic 2.2)...
- ... et selon leur stade dans la transition (Efficience, Substitution, Reconception) (Diagnostic 2.2)
- de concevoir, à l'aide de méthodes et outils *ad hoc*, des systèmes de culture agroécologiques innovants (Concevoir 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)

- de choisir et d'appliquer des indicateurs de l'état de santé bio-physicochimique d'un sol (Valider 2.1, 2.2)
- de produire un rapport, sur cas réel, d'analyse d'opportunité (FFOM) de transition agroécologique d'une exploitation (Produire 2.1, 2.2)

Description de l'enseignement, programme

1. Systèmes de grande culture

Définitions, concepts, système de culture (SdC) et changement d'échelle (parcelle-territoire)

Evolution des SdC au cours du temps

Diversification des SdC (productif, extensif, rustique, systèmes à cahier des charges ; clés de raisonnement du SdC ; techniques culturales simplifiées ; agriculture de conservation des sols).

Outils de conception/d'évaluation des SdC (intérêt et limites des modèles de culture, présentation du modèle de culture « STICS »).

TD : enjeux et principes de l'évaluation à l'échelle du système de culture (SdC), identification des méthodes et indicateurs adaptés, comparaison des différentes stratégies d'écologisation d'un SdC. Cas d'étude tiré d'un rapport de stage

2. Systèmes polyculture-élevage, herbagers et Agroforestiers

Dans le cadre de la transition agroécologique, la diversification des systèmes de cultures grâce à l'élevage est une clé, en particulier en y associant des prairies à base de légumineuses, mais aussi via la fertilisation organique si on renforce le lien au sol. L'élevage permet de valoriser les prairies, certaines nouvelles cultures sans marché local, en particulier des méteils ou même des couverts qui peuvent être récoltés en grain, ensilés à des stades plus précoces ... et pourquoi pas pâturés. Dans ce cours, nous aborderons des concepts autour de l'intégration cultures-élevage-prairies permettant de reconnecter ces compartiments pour mieux boucler les cycles. Nous en questionnerons la pertinence et les limites économiques et sociales à l'échelle de l'exploitation...mais aussi du territoire.

Agroforesterie : rappel des principes et critères de classification des systèmes agroforestiers (SAF), interactions aériennes et souterraines en SAF (facilitations et compétitions) et leurs mécanismes, agroforesterie et changement climatique, choix des parcelles et des espèces dans les SAF.

3. Systèmes d'agriculture de conservation des sols, ou l'illustration de l'importance des 'sols vivants' pour élargir les champs de l'agronomie.

En France comme ailleurs dans le monde, la simplification du travail du sol, allant jusqu'à la suppression du labour et au semis direct, se développe parfois sans autres considérations agronomiques et mène à des impasses. L'agriculture de conservation des sols (ACS) vise au contraire à l'accompagner de ses deux autres principes, qu'il convient d'ailleurs d'installer au préalable : la diversification végétale dans le temps (rotation) et l'espace (association d'espèces) et la couverture permanente des sols par des plantes maîtrisées et leurs résidus. Ces trois principes agronomiques ensemble aboutissent à des processus, à l'origine de plusieurs services écosystémiques d'importance pour la viabilité économique des exploitations et la durabilité environnementale de l'agriculture. Ainsi, l'ACS représente un levier d'importance pour la transition agroécologique, caractérisée par la « double performance » économique et écologique. L'analyse et l'accompagnement de ces systèmes ne peuvent se faire sans la connaissance des processus agroécologiques en jeu mais également sans une bonne connaissance des leviers et verrous socio-économiques. Définitions et contexte ; Importance des rotations avec couverts végétaux ; Introduction à la qualité physicochimique et biologique des sols ; Liens entre pratiques culturales-vie du sol-qualité du sol ; Non labour et semis direct dans le Sud-Ouest, l'expérience et le conseil ; Le retour de l'élevage en systèmes de grandes cultures. Visite d'une exploitation en agriculture de conservation des sols.

4. Systèmes intégrés

La séance de TD sur les systèmes intégrés a pour objectifs de :

- Présenter les enjeux et principes de l'évaluation à l'échelle du système de culture (SdC),
- Identifier les méthodes et indicateurs adaptés,
- Comparer différentes stratégies d'écologisation d'un SdC : à partir d'un cas d'étude tiré d'un rapport de stage.

Des supports seront à la disposition des étudiants qui sont appelés à élaborer un rapport pour présenter une analyse qui permet de comparer les trois systèmes de cultures en mettant l'accent sur ces différents points : rotations, indicateurs, représentations graphiques, interprétations.

5. Projets thématiques

Des projets thématiques seront réalisés dans le cadre du travail personnel encadré (TPE), qui comprend des séances avec les enseignants et du travail personnel en autonomie programmé à l'EDT. Exemples de projets proposés :

- Fiche « culture » : réalisation d'une fiche de synthèse biotechnique sur une culture (1 fiche par étudiant ou binôme ; document écrit de 4 pages)
- Projet « système » : consiste à réaliser un approfondissement bibliographique sur une innovation technique ou sur un système de culture d'intérêt (1 sujet par groupe de ~5 étudiants). Le travail bibliographique, basé sur des références scientifiques et techniques, mais également sur des articles à destination des professionnels de l'agriculture, donne lieu à la réalisation d'une présentation sous forme d'exposé oral.
- Fiche « exploitation » : à l'issue des visites de fermes, il s'agira de constituer une fiche descriptive du système de culture (document écrit de 4 pages). Ce travail est à effectuer en binôme avec la personne de votre choix.

Approche pédagogique

Cours, TD, conférences, visites, enquêtes et travail de groupe sur cas réel (exploitation en recherche d'évolution agroécologique).

Modalités d'évaluation des apprentissages

Examen écrit sur parties théoriques - Restitution de projets par groupes.

Vérification de l'alignement pédagogique

Objectifs d'apprentissage	Evaluation	Activités
A la fin du module SdCAE, l'étudiant.e sera capable de		
• caractériser les grands types de systèmes de culture (SdC) et de production (SdP)	<u>Certificative</u> : fiche « culture » Examen écrit sur parties théoriques	En individuel ou en binôme : réalisation d'une fiche de synthèse biotechnique
• reconnaître les grands types de systèmes de culture (SdC) et de production (SdP)	<u>Certificative</u> : grille critériée de typologie d'exploitations Examen écrit sur parties théoriques	Par groupes de 3 : analyse de cas réels d'exploitations, selon grille critériée de typologie
• identifier des voies d'évolution possible des SdC selon les objectifs des acteurs concernés et selon leur stade dans la transition (Efficience, Substitution, Reconception)	<u>Formative</u> : TD Prospective sur cas d'étude : mini-rapport de prospective (4-5 diapos ppt)	Par groupes de 4 ou 5 : étude des possibilités d'innovations pour faire évoluer des cas d'étude proposés.

<ul style="list-style-type: none"> • concevoir, à l'aide de méthodes et outils <i>ad hoc</i>, des systèmes de culture agroécologiques innovants 	<u>Formative</u> : TD <i>Serious game</i> (« Mallette Ecophyt'Eau ») : conception de SdC innovants. Présentation en fin de TD du SdC innovant, ses objectifs, ses FFOM.	Par groupes de 4 ou 5 : réflexion et construction de SdC innovants (liés ou non à élevage)
<ul style="list-style-type: none"> • choisir et appliquer des indicateurs de l'état de santé biophysicochimique d'un sol 	<u>Formative</u> : TD-TP terrain cas réel : exposé et discussion sur indicateurs mesurés et valeurs obtenues	Par groupes de 4 ou 5 : Mise en œuvre et interprétation de mesures d'indicateurs de santé des sols
<ul style="list-style-type: none"> • produire un rapport, sur cas réel, d'analyse d'opportunité (FFOM) de transition agroécologique d'une exploitation 	<u>Certificative</u> : rapport d'étude de 10-12 diapos, sur le fond et la forme	Par groupes de 4 ou 5 : mise en situation de conseillers communiquant les résultats d'analyse à l'agriculteur

Bibliographie

Sera communiquée ultérieurement.

3.2 - ANIMAUX D'ELEVAGE, ELEVEURS ET SOCIETE

Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4,5
Enseignant responsable : Marion Sautier (marion.sautier@ensat.fr)		

Introduction

Suite à la dynamique de modernisation agricole d'après-guerre dont les objectifs étaient d'augmenter la production agricole ainsi que la productivité du travail pour nourrir la population, le monde agricole est actuellement confronté aux limites de ce modèle : dégradation des milieux, bas revenus, pénurie d'actifs agricoles, insécurité face aux fluctuations du marchés, déconnexion des consommateurs de la production... Les façons de produire, transformer et commercialiser doivent être revues pour aller vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement, des travailleurs et des animaux d'élevage. Elles devront aussi être plus rémunératrices et plus ancrées dans les territoires qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Cette UE se focalise sur les filières d'élevage, en mettant en avant les particularités liées au travail avec les animaux : Quelles implications pour les étapes de production, de transport et de conservation des produits animaux ? En quoi les pratiques possibles sont conditionnées aux caractéristiques physiologiques des animaux, à leur sensibilité ainsi qu'à leur statut dans la société ?

Comment intégrer ces paramètres aux autres aspects de la production tels que les structures des exploitations, les conditions de travail, les marchés et les politiques publiques ?

En résumé : Le secteur agricole fait face à divers enjeux de durabilité et les filières d'élevage sont appelées à réinventer leurs modes de production et leurs modes de commercialisation, voire de communication. **Cette UE examine en quoi la particularité de travailler avec des animaux domestiques conditionne les réponses possibles face à ces enjeux.**

L'UE « Animaux d'élevage, éleveurs et société » montre la diversité et la complexité des compromis à l'œuvre dans les filières, territoires et systèmes d'élevage sur les plans tels que la santé et le bien-être des animaux, la production, les attentes sociétales, l'approvisionnement des marchés et l'attractivité des métiers de la filière.

Les étudiants mobiliseront des concepts et méthodes de zootechnie des systèmes d'élevage (Dedieu et al., 2008; Landais et al., 1987) pour appréhender cette diversité et cette complexité. Par l'étude des liens du triptyque « Animal/Pratiques/Environnement » (Figure 1), les étudiants verront :

- 1) comment le comportement, la physiologie, et le statut au sein de la société des animaux d'élevage conditionnent les pratiques d'élevage, de transport et de commercialisation possibles, réelles ou acceptées,
- 2) et inversement : comment les pratiques d'élevage, de transport et de commercialisation ont un effet tangible sur le comportement, la physiologie et le statut des animaux dans la société,
- 3) Et enfin, en quoi le contexte social, politique, culturel ainsi que le contexte pédoclimatique conditionnent les pratiques possibles dans une situation d'élevage donnée.

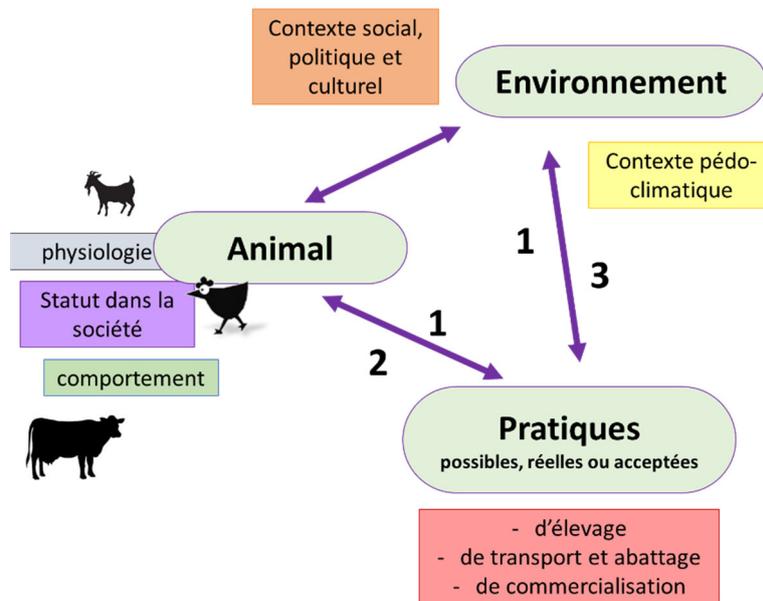


Figure 1: Triptyque Animal/Pratiques/Environnement tel qu'abordé dans le module

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de l'enseignement, l'étudiant sera capable :

- d'illustrer la complexité des systèmes d'élevage avec des exemples concrets (vus en cours, visites et TD)
- d'analyser, à partir d'une grille d'observation définie, le comportement d'animaux d'élevage et proposer des pistes d'action pour un meilleur bien-être animal cohérentes avec les contraintes d'élevage
- de représenter un système d'élevage selon les conventions de la zootechnie système
- de mobiliser les théories des systèmes pour comprendre les dynamiques des systèmes d'élevage et ses liens à l'environnement écologique, social et économique

Lien avec le référentiel de compétences

DIAG 3.1 : Sélectionner des méthodes d'analyse et de traitement pertinentes en fonction de la demande du prescripteur

DIAG 3.2 : Enoncer des pistes de développement et les justifier

VAL 3.1 : Manipuler des données complexes par leur hétérogénéité ou leur taille

COM 2.1 : Echanger au sein d'un groupe de travail (animer une réunion, ...) et au sein d'une organisation (correspondance professionnelle, ...)

COM 2.3 : Restituer, rendre compte, discuter, défendre un travail collectif de façon interactive

Lien avec les autres UE, en particulier les UE projets :

Les étudiants pourront proposer des cas concrets tirés de leurs expériences des UE projet DA et CA

Pré-requis : Tronc commun ENSAT. En particulier : DIACA-SET, EED, DA et CA, ROMA, TRANS, SAT

Description de l'enseignement et approche pédagogique

L'enseignement s'articule entre des séquences de cours magistraux d'enseignants et de professionnels, travaux dirigés et visites auxquels tous les étudiants participent et un travail de groupe sur un sujet précis (par groupe de 5 étudiants environ). L'objectif est que les étudiants s'emparent des

thèmes traités dans le module au travers des apports théoriques, expertises et observations de terrain, ainsi que par leur propre découverte et initiative lors du travail de groupe.

Expertises sur : comportement des animaux de rente, élevage de précision et conséquences sur le travail, enjeux liés à l'agroécologie et l'élevage, attentes sociétales, missions et outils des interprofessions

Apports théoriques sur : Systèmes d'élevages, systèmes complexes, élevages pastoraux, méthodes d'analyses de systèmes (analyse de trajectoire, représentation des systèmes)

Journées de terrain sur :

- Journée d'échanges avec des éleveurs sur leurs exploitations : comportement des animaux d'élevage (TD d'observation), fonctionnement des exploitations en lien avec les caractéristiques des animaux et des filières, grands enjeux de l'élevage
- Journée Parc Naturel Régional : insertion de l'élevage dans un territoire et outils d'animation territoriale

Modalités d'évaluation des apprentissages

Rendu oral + rapport écrit sur le projet de groupe.

Organisation

4 ECTS	Nombre d'heures
Cours, interventions et sorties	45h
Projet	15h
Travail personnel attendu hors emploi du temps	10h
Total	70h

Vérification de l'alignement pédagogique

Objectifs d'apprentissage	Evaluation	Activités
- Illustrer la complexité des systèmes d'élevage avec des exemples concrets (vus en cours, visites et TD) - Mobiliser les théories des systèmes pour comprendre les dynamiques des systèmes d'élevage et ses liens à l'environnement écologique, social et économique	Pas évalué formellement Activité réalisée à plusieurs reprises dans le module (voir colonne activités) de façon dialectique	L'étudiant fait ce travail lors des cours et interventions : le formateur questionne les étudiants sur les exemples concrets illustrant les notions vues Idem lors des visites : le formateur questionne les étudiants sur les notions du cours que l'on retrouve dans le cas d'étude
- Analyser, à partir d'une grille d'observation définie, le comportement d'animaux d'élevage et proposer des pistes d'action	Pas évalué formellement Activité réalisée en groupe sous la supervision de la formatrice : visée dialectique	TD observation comportement en élevage
- Représenter un système d'élevage selon les conventions de la discipline	Evalué lors du rendu oral et écrit du projet	Exercice réalisé en cours à partir d'un exemple fictif, puis d'une situation connue de l'étudiant (visite ou stage 1A) Lors du projet (cf. rendu évalué)

Bibliographie

- Charroin, T., Veysset, P., Devienne, S., Fromont, J., Palazon, R., Ferrand, M., 2012. Productivité du travail et économe en élevages d'herbivores: définition des concepts, analyse et enjeux. INRA Prod. Anim. 25, 193–210.
- Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J.Y., Gibon, A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. INRA Prod. Anim. 21, 45–58.
- Landais, E., Bonnemaire, J., 1996. La zootechnie, art ou science? *Courr. l'Environnement l'INRA* 27.
- Landais, E., Lhoste, P., Milleville, P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. *Cah. - ORSTOM, Ser. Sci. Hum.* 23, 421–437.
- Servière, G., Chauvat, S., Hostiou, N., Cournut, S., 2019. Le travail en élevage et ses mutations. INRA Prod. Anim. 32, 13–24. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.1.2418>

3.3 – GENIE MICROBIOLOGIQUE, ENZYMATIQUE ET REACTEURS		
Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Gustavo de Billerbeck (gustavo.de-billerbeck@ensat.fr)		
Intervenants : Julie BORNOT, Patrick COGNET, Gustavo M. DE BILLERBECK, Carine JULCOUR et Ahmed LEBRIHI		
ECUE : Génie Microbiologique Génie Enzymatique Bilans Matière et Energie Génie des Réacteurs		

Introduction

Dans le domaine des agro-industries (industries alimentaires et non alimentaires), des étapes de transformation clés concernent des réactions chimiques et/ou biochimiques mises en œuvre dans des réacteurs. Les microorganismes et les enzymes étant très utilisés comme catalyseurs biologiques dans ce contexte, l'objectif de cet enseignement est de permettre aux étudiants de savoir appréhender leur exploitation industrielle pour la production de molécules d'intérêt. Les savoirs et savoir-faire spécifiques du *Génie Microbiologique*, du *Génie Enzymatique*, du *Génie des Réacteurs* et des de *Bilans Matière et Énergie* sont intégrés dans cette unité d'enseignement afin de fournir aux étudiants une vision globale du fonctionnement d'une réaction, dans un réacteur, dans d'un procédé.

Objectifs d'apprentissage (OA)

ECUE Génie Microbiologique (GM)

- Avoir une vue globale sur les différentes possibilités d'utilisation des microorganismes (OA GM1)
- Définir les différentes composantes d'un bioprocédé (OA GM2)
- Analyser les systèmes de régulation des voies métaboliques (OA GM3)
- Appréhender les différents paramètres d'optimisation d'un bioprocédé (OA GM4)
- Préparer, conduire et analyser une culture microbienne en fermenteur (OA GM5)
- Analyser et déterminer les différents paramètres cinétiques relatifs à une fermentation en milieu fermé, semi continu et continu (OA GM6)

ECUE Génie Enzymatique (GE)

- Expliquer l'influence des paramètres opératoires sur l'activité d'une enzyme Michaelienne (OA GE1)
- Exploiter les propriétés d'enzymes michaeliennes pour caractériser ces enzymes (OA GE2)
- Proposer un protocole et réaliser une précipitation fractionnée des protéines d'un extrait brut (OA GE3)
- Doser les protéines totales dans un échantillon (OA GE4)
- Quantifier l'activité enzymatique de deux enzymes dans une série d'échantillons (OA GE5)
- Proposer une méthode et Immobiliser une enzyme sur un support et la mettre en œuvre en bioréacteur continu (OA GE6)
- Manipuler des données expérimentales pour caractériser des enzymes et des opérations de génie enzymatique (OA GE7)

ECUE Bilans Matière et Energie (BME)

- Définir un système (opération unitaire - OU -, combinaison d'OU, procédé) et poser les équations de bilan matière et énergie d'un système (OA BME1)
- Différencier les systèmes fonctionnant en régime permanent / transitoire, avec / sans réaction(s) (OA BME2)
- Appliquer la méthodologie d'analyse de la variance d'un procédé et des opérations unitaires / appareils / dispositifs qui le composent, dont les cas particuliers des diviseurs de courant, mélangeurs, recyclages et by-pass (OA BME3)
- Calculer l'enthalpie d'un courant liquide, solide, gazeux (en particulier l'enthalpie de l'air humide en fonction de sa température et de son humidité absolue) (OA BME4)
- Présenter des résultats sans erreurs de calcul ni d'arrondi avec un nombre de chiffres significatifs cohérents et réaliser des diagrammes des flux clairs, concis et synthétiques (OA BME5)

ECUE Génie des Réacteurs (GR)

- Connaître les différents types de réacteurs idéaux (discontinu, RAC, piston) (OA GR1)
- Effectuer des bilans dans les réacteurs idéaux (OA GR2)
- Comprendre l'influence des conditions opératoires sur les performances de la réaction (OA GR3)
- Savoir calculer et optimiser le rendement, la sélectivité d'une transformation chimique dans le cas des réacteurs idéaux (OA GR4)
- Identifier les couplages transfert/réaction (OA GR5)
- Savoir dimensionner, avec des hypothèses simplificatrices, un fermenteur ou un réacteur enzymatique (OA GR6)

Lien avec le référentiel de compétences

Cette UE forme aux compétences et apprentissages critiques suivants :

CPT. 1 Diagnostiquer, Jalon 2 :

- AC 1 : Analyser et reformuler la demande du prescripteur
- AC 2 : Identifier des pistes de développement (enjeux, besoins)

CPT. 2 Concevoir, Jalon 2 :

- AC 1 : Formuler la problématique / concept
- AC 2 : Adapter une méthode pour résoudre un problème
- AC 3 : Rédiger un cahier des charges adapté à la problématique
- AC 4 : Identifier des indicateurs de suivi

CPT. 3 Produire :

- Jalon 1, AC 1 : Exécuter le protocole en s'organisant et en planifiant
- Jalon 2, AC 1 : S'assurer de la disponibilité des ressources, quantifier les flux, planifier l'approvisionnement
- Jalon 2, AC 2 : Définir des indicateurs de suivi pertinents

CPT. 4 Valider, Jalon 2 :

- AC 1 : Identifier les limites des méthodes de validation et le domaine de validité des résultats produits

CPT. 6 Communiquer, Jalon 2 :

- AC 1 : Échanger au sein d'un groupe de travail (animer une réunion, ...) et au sein d'une organisation (correspondance professionnelle, ...)
- AC 3 : Restituer à travers de comptes rendus écrits

Description de l'enseignement

Génie Microbiologique (4h cours, 2h TD, 20h TP)

1. Vue générale sur les microorganismes utilisés en industrie ainsi que toutes les applications en industries alimentaires et non alimentaires.
2. Réaction biologique et cinétique de croissance microbienne dans différents systèmes de fermentation (batch, semi continu et continu)
3. Effet de certains paramètres physico-chimiques sur la cinétique microbienne
4. Mise en œuvre d'un bioprocédé industriel et optimisation.
5. Exemples d'application détaillés : production de lysine et acide glutamique, production de pénicilline.

Génie Enzymatique (4h cours, 6h TD)

1. Propriétés des enzymes et catalyse enzymatique
2. Production des enzymes à l'échelle industrielle
3. Immobilisation des enzymes et utilisation en bioréacteurs
4. Applications dans le domaine agro-alimentaire

Bilans Matière et Énergie (12h cours, 2h TD)

1. Introduction et rappels des concepts de base
2. Bilan matière sur systèmes en régime permanent (i) non réactifs et (ii) réactifs
3. Bilan énergie
4. Exemples d'application
5. Application à des systèmes agro-alimentaires (travail en groupe)

Génie de Réacteurs (10h cours, 4h TD)

1. Généralités sur les réacteurs chimiques. Exemples de réacteurs industriels, focus bioréacteurs
2. Grandeurs caractérisant un mélange réactionnel
3. Bilans sur les réacteurs idéaux et ouverture vers les réacteurs non idéaux
4. Couplages entre réactions biochimiques et transfert de matière
5. Exemples d'application : Production de levure de boulangerie : estimation du temps de culture ; Dimensionnement d'un réacteur enzymatique : isomérisation du glucose.

Approche pédagogique

Génie Microbiologique :

- Cours et TDs en présentiel (OA GM 1 à 4)
- TP en présentiel (OA GM 5 et 6).

Génie Enzymatique :

- Cours et TDs en présentiel (OA GE 1 à 7)

Bilans Matière et Énergie :

- Cours et TDs en présentiel (OA BME 1 à 5).

Génie des Réacteurs :

- Cours et TDs en présentiel (OA GR 1 à 6).

Modalités d'évaluation des apprentissages

Livrables attendus et évalués à la fin de l'UE :

- 1 compte-rendu de TP (GM)
- 1 examen terminal (GM & GE)
- 1 épreuve écrite (GR)
- 1 rapport 10-20 pages sur cas d'application BME (travail de groupe)

Vérification de l'alignement pédagogique

ECUE Génie Microbiologique

Objectifs d'apprentissage	Evaluation	Activités
<p>A la fin de l'ECUE Génie Microbiologique, l'étudiant sera capable</p> <ul style="list-style-type: none"> • De connaître différents types de microorganismes et leurs applications en biotechnologie. (OA GM1) • D'expliquer les différents paramètres physico-chimiques sur les différentes cinétiques d'un processus biotechnologique. (OA GM2) • De préparer, mener un processus de croissance microbienne et de déterminer les différents paramètres cinétiques (OA GM3) • De connaître l'utilisation de différents procédés (batch, semi-continu, continu) (OA GM4) • de reconnaître certains modèles mathématiques représentant différentes cinétiques de croissance microbienne. (OA GM5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de l'acquisition des OA GM 1, 2, 4 et 5 : examen terminal • Evaluation de l'acquisition des OA GM3, compte-rendus de TP GM 	<ul style="list-style-type: none"> • Activités d'apprentissage en lien avec les OA GE 1, 2, 4 et 5 : séances plénières en présentiel, cours et mises en applications individuelles et collectives des concepts de génie microbiologique • Activités d'apprentissage en lien avec les OA GE 3 : séances expérimentales de génie microbiologique (préparation d'un milieu de culture, préparation d'un fermenteur batch, ensemencement et suivi de la cinétique de croissance, analyse de la production d'un métabolite et de la consommation d'un substrat, exploitation des données par traçage de graphe et par calcul des paramètres les plus pertinents)

3.4 - ENVIRONMENTAL POLLUTION

Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Bertrand Pourrut (bertrand.pourrut@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : Bertrand Pourrut, Boris Eyheraguibel (Université de Clermont-Ferrand)		

Introduction

The physical environment of industrialized countries (air, water and soil) has been affected by a wide range of pollutants for centuries. Localized pollution from anthropogenic sources has been observed since Antiquity. However, extensive pollution of the environment was a characteristic of the industrial revolution and major and widespread impacts have been observed throughout the nineteenth and twentieth centuries. Contaminated sites are the legacy of a long period of industrialisation involving inconsiderate production and handling of hazardous substances and inadequate dumping of wastes. The expansion of industry and the increasing numbers of industrial wastes have led to considerable environmental problems that apply in all industrialised countries. Nowadays, developing countries have to face the same problems.

Objectifs d'apprentissage

- Learning outcomes
- Understand the main issues linked with contaminated areas and the main challenges to face
- Know the major pollutants in the environment
- Learn the main characteristics of major pollutants
- Understand the fate of pollutants in biotic matrixes (bacteria, plants, animals)
- Get the basis on toxicology and ecotoxicology
- Integrate this knowledge in ecosystems
- Understand and use results from exposure and bioaccumulation experiments;
- Understand and use results from ecotoxicological experiments with non-standard test species;
- Understand and use results on the effects of chemicals on food-webs;
- Interpret the results of chemical fate and ecological models;
- Interpret data from microcosm and mesocosm experiments;
- Perform an advanced data analysis on chemical and biological monitoring data;
- Perform advanced exposure, effect and risk assessments of chemicals in ecosystems.
- Practice collaborative group work: work, oral presentation, debate

Lien avec le référentiel de compétences

- DIAG-Collecter et sélectionner des données techniques, économiques, sociales et environnementales pertinentes et fiables
- DIAG-Décrire et analyser des données techniques, économiques, sociales et environnementales
- DIAG- Interpréter les résultats en établissant des liens entre les différents types de données
- DIAG-Sélectionner des méthodes d'analyse et de traitement pertinentes en fonction de la demande du prescripteur
- CONC- Formuler l'objectif (appropriation du thème)
- CONC- Identifier une méthode adaptée à la résolution d'un problème
- CONC-Proposer une méthode pour résoudre un problème

- CONC- Formuler une problématique et des hypothèses
- CONC- Adapter une méthode pour résoudre un problème
- VAL- Analyser et traiter (y compris via des outils statistiques) des données expérimentales, des observations.
- VAL- Analyser et traiter (y compris via des outils statistiques) des données expérimentales, des observations.
- VAL- Identifier les écarts et les points de conformité
- VAL- Identifier les limites des méthodes de validation
- VAL- Manipuler des données complexes par leur hétérogénéité ou leur taille
- VAL- Evaluer les enjeux et les conséquences de la décision découlant des résultats
- GER- Organiser et planifier les tâches de façon coordonnée
- GER- S'investir dans le travail mené individuellement ou en groupe (présence, pro-activité, relationnel adéquat)
- GER- Participer au bon fonctionnement d'une équipe : gérer les conflits, écouter, motiver, coordonner l'équipe, évaluer.
- COMM- Préparer des supports visuels pédagogiques, mettant en avant les points essentiels du travail
- COMM- Réaliser une présentation orale dont le timing et les objectifs sont précisés
- COMM- Restituer, rendre compte, discuter, défendre un travail collectif de façon interactive
- COMM- Convaincre et négocier pour arriver à mener à bien un projet (obtenir un job, un financement, un partenariat, des données, ...)
- CONS- Identifier les ressources nécessaires en vue de caractériser la demande ou d'instruire des options envisageables.
- CONS- Exprimer les avantages et inconvénients de différentes options et les resituer dans le contexte global, local et de l'entreprise
- CONS- Faire exprimer les éléments de débat et d'incertitude entourant des projets (innovation, choix de l'entreprise/collectivité, ...)
- CONS- Co-construire et modéliser des scénarii prospectifs/d'innovations en considérant les enjeux avec une approche multi-niveaux et multi-acteurs

Description de l'enseignement

This course will provide basic knowledge on main pollutants and their sources. It is organized as follow:

1. Introductory lectures: main challenges and key concepts (4h)

The introductory lectures will define the term pollutant, pollution and contamination. Through an historical approach, the evolution of environmental concern in industrialized countries and developing countries will be discussed. The main issues linked with pollution and the main challenges to face will be highlighted.

2. Toxicology and Ecotoxicology

This part of the course focuses on the fate of toxic compounds and their effects on animals and plants from single individuals to populations and ecosystems. It is organized in:

- Lectures (4h) dealing with the:
 - o main exposure routes (inhalation, ingestion, contact...);
 - o mechanisms of bioconcentration, bioamplification and bioaccumulation;
 - o main mechanisms of pollutant toxicity;
 - o main mechanisms of pollutant detoxification;

- effects on populations and ecosystems.
- PBL 1 (Problem-based learning, 30h): The case study is based on the Lac-Mégantic disaster. Students are considered to be an employee of a consulting company that has to assess the environmental impact of this accident in the area. They will have as working group of 3-4 persons. These groups will work on:
 - matrixes sampling strategy
 - pollutants analysis in matrixes
 - living being sampling strategy
 - pollutants analysis in living being
 - use of Ecotoxicological tools

At the end, each group will present the conclusions of their investigations. The various options will be discussed and commented.

3. Environmental Risk Assessment

Environmental Risk Assessment is a process for estimating the likelihood or probability of an adverse outcome or event due to pressures or changes in environmental conditions resulting from human activities. This part of the course will be organized as follow:

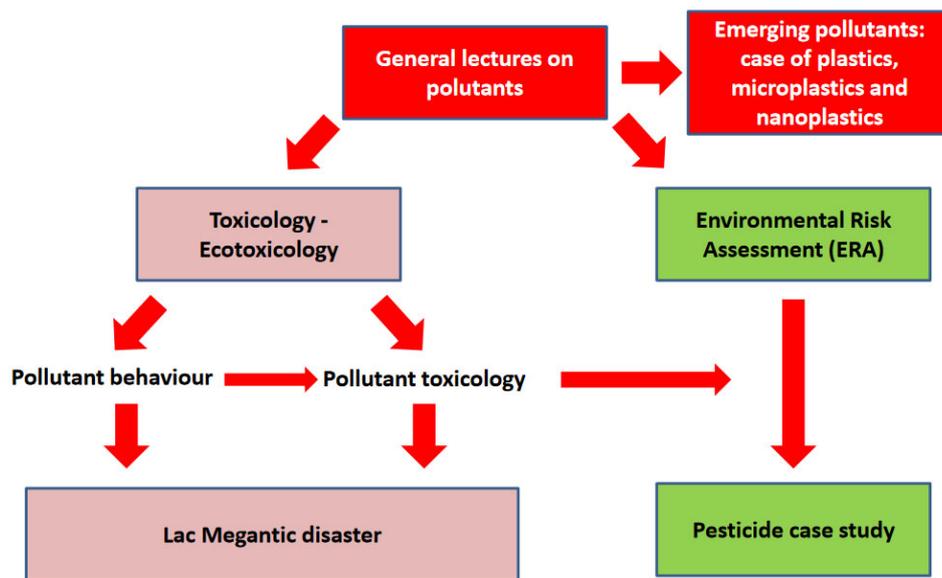
- Lectures (4h) on chemical stress ecology and how this field of science can be applied in practice (e.g. registration procedures of pesticides) will be given. Development of methods to extrapolate effects on food-web interactions and recovery-processes to untested situations is one of the major challenges of the ecological risk assessment of chemicals.
- PBL 2 (28h): Environmental Risk assessment of a pesticide. Students are considered to play role of different stakeholders (chemical company, environmental protection NGO, Ministry of Environment, Ministry of Agriculture), and will have to assess the risk of a new pesticide that a company wants to put on the market. They will have to decide after oral presentations and debates about of this accident in the area. They will have as working group of 3-4 persons. These groups will work on:
 - the use of standard tests in the ecological risk assessment of pesticides;
 - the use of non-standard test species and metapopulation models in the ecological risk assessment of pesticides;
 - implications of differences between temperate and tropical freshwaters for the ecological risk assessment of pesticides;
 - registration procedure of plant protection products in Europe.

This case will show how the scientific framework of chemical stress ecology can be applied in different areas.

Approche pédagogique

Alternance between few lectures and PBL. Two PBL activities (one on Lac Megantic disaster, the other one on Environmental Risk Assessment of a pesticide) will be the central part of this course.

Course organization



Modalités d'évaluation des apprentissages

Session 1

Group work PBL1 (oral presentation 15 min + 10 min questions): 50% of the final mark

Group work PBL2 (2x oral presentation 15 min + 1h debate): 50% of the final mark

Make up exam (Session 2): 2h table exam

Organisation

Lectures (CM) : 12h

PBL (CTD) : 58h

Modalités de fonctionnement (optionnel)

Prerequisites : basics in biology, cell biology and physiology, and ecology.

Bibliographie

"Introduction to plant physiology", 2008 . William G. Hopkins, Norman P. A. Hüner

"Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants", 2011. Ming-Ho Yu, Humio Tsunoda

"Introduction to Environmental Toxicology: Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems" 2003 Wayne G. Landis, Ming-Ho Yu

"Mechanistic Toxicology: The Molecular Basis of How Chemicals Disrupt Biological Targets" 2007 Urs A. Boelsterli

3.5 – GEOMATIQUE ET TERRITOIRES AGRI-FORESTIERS		
Code : GEOAGRI	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : David Sheeren (david.sheeren@ensat.fr)		
Intervenants : Marc Lang et David Sheeren (Dpt SIN), Séverine Jean et Anie Ouin (Dpt A&E), Sabine Sauvage ou José Sanchez-Perez (CNRS), Sylvie Ladet (INRAE), Hugo Norel (CEN Occitanie), M. Tessier (CERA Environnement)		
ECUE :		
1. Traitement et analyse de données spatiales sous SIG		
2. Initiation au traitement d'images satellitaires		
3. Projet thématique intégrateur		

Introduction

L'objectif de cette UE est d'approfondir les méthodes d'analyse de données spatiales au service de questions agronomiques et environnementales. Elle vise à apporter aux étudiants des compétences opérationnelles dans la conception et la mise en œuvre d'une démarche de traitement de données spatiales à l'aide d'un Système d'information Géographique (SIG). Elle fournit également des connaissances et savoir-faire élémentaires en traitement d'images satellitaires (télédétection). Les exercices pratiques proposés sont inspirés de situations professionnelles à l'échelle des territoires avec par exemple : la localisation optimale d'une nouvelle unité de méthanisation agricole, l'étude de l'influence du contexte paysager sur la présence d'auxiliaires des cultures, la détection de zones humides potentielles par analyse d'image et analyse topographique, la modélisation spatialisée du transfert de pesticides...

Cette UE est complémentaire à l'UE « Exploitation Agricole digitale » qui développe davantage les compétences en télédétection et agriculture de précision à l'échelle parcellaire. Elle apporte des outils transversaux pour les UE des autres séries du S8 « Eau : usages et ressources » et « Biodiversité et agriculture ». Elle s'inscrit dans la continuité des UE Ressources DATA-CEVI et TADM de 1A et peut servir de support à l'UE Projet « conception numérique » ou « Initiation à la recherche » de 2A. Cette UE est également fortement recommandée (voire indispensable) pour les étudiants qui souhaiteraient suivre les spécialisations AgroGéomatique, AGREST ou QEGR.

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable de :

- choisir et appliquer différents opérateurs attributaires et spatiaux (arithmétiques, logiques, métriques, topologiques) présents dans les SIG bureautiques
- proposer et mettre en œuvre une démarche d'analyse spatiale multi-critères et multi-objectifs en mode vecteur et raster sous SIG pour l'aide à la décision
- produire un modèle numérique de terrain (MNT) par interpolation spatiale et en extraire des paramètres morphométriques et autres indicateurs dérivés
- appliquer un modèle hydrologique pour simuler le transfert de sédiments et spatialiser les risques de pollution diffuse par l'azote d'origine agricole
- appliquer un modèle d'érosion hydrique spatialisé
- proposer une démarche de cartographie des zones humides et porter un regard critique sur les méthodes de production automatique après validation terrain
- utiliser des outils de saisie et collecte de données terrain sur appareils mobiles (SIG nomades)

- comprendre les principes physiques et le contenu d'une image satellitaire ; calculer des indices spectraux ; mettre en œuvre une procédure de classification supervisée sur des images.

Lien avec le référentiel de compétences

Compétences et apprentissages critiques visés

DIAG 2.2 : produire des éléments d'aide à la décision

CONC 2.2 : adapter une méthode pour résoudre un problème

VALID 2.3 : faire l'analyse critique des résultats produits

GERER 1.2 : s'investir dans le travail mené individuellement ou en groupe

Description de l'enseignement

ECUE 1 : traitement et analyse de données spatiales sous SIG (36h)

- Outils sur applications mobiles pour la collecte de données géolocalisées sur le terrain (ODK Collect) : 6h TD
- Traitements spatiaux en mode vecteur – rappel (QGIS) : 4h TD
- Analyse multicritère spatialisée pour l'implantation d'une nouvelle unité de méthanisation agricole (QGIS) : 4h TD
- Traitements spatiaux au service de l'écologie du paysage et cartographie du service de pollinisation (InVEST) : 2h CM, 4h TD
- Manipulation de modèles numériques de terrain (MNT), visualisation 3D, calculs morphologiques et hydrologiques (QGIS) : 4h TD
- Modélisation de l'érosion hydrique des sols au sein d'un bassin versant avec RUSLE (QGIS) : 4h TD
- Modélisation du transfert de sédiments et du risque de pollution diffuse par l'azote d'origine agricole avec SWAT (QGIS / QSWAT) : 6h TD
- Réalisation d'un atlas cartographique pour l'aide aux relevés terrain (QGIS) : 2h TD

ECUE 2 : initiation au traitement d'images satellitaires (12h)

- Bases physiques de la télédétection : 4h CTD
- Visualisation et manipulation d'images, calculs de neo-canaux : 4h TD
- Classification automatique supervisée et contrôle qualité : 4h CTD

ECUE 3 : projet thématique intégrateur (18h)

Par groupe, les étudiants sont amenés à répondre à une problématique centrée sur la cartographie des zones humides (ZH) impliquant de remobiliser des concepts et des techniques mises en œuvre durant les séances de TD (ECUE 1 et 2). Le projet passe d'abord par une brève analyse de références bibliographiques fournies et par une intervention d'un spécialiste du sujet. La fresque des ZH est également réalisée durant une séance. Les étudiants sont ensuite amenés à collecter les données spatiales nécessaires et à proposer une démarche de cartographie des ZH par SIG et analyse d'images satellitaires. Après mise en application de la démarche sur une zone d'étude imposée et portage des résultats sur des outils nomades, une visite sur le terrain est réalisée pour validation (analyse pédologique et botanique). Cette visite est animée par un intervenant extérieur (bureau d'étude) qui a l'habitude de traiter ce sujet dans ses activités professionnelles. Chaque groupe fournit alors un rapport final présentant la démarche et les résultats du projet.

Approche pédagogique

En présentiel : séances de TD avec introduction des concepts théoriques avant la mise en œuvre pratique

En autonomie : les heures dédiées au projet incluent des points d'étape avec les enseignants ; démarrage en parallèle des dernières séances de TD

Modalités d'évaluation des apprentissages

- Session 1 : un rapport de projet noté par groupe (évaluation collective) à remettre en fin d'UE
- Session 2 : un exercice pratique à réaliser sous QGIS avec documents autorisés (2h)

Organisation

Voir le descriptif des enseignements : CM, TD et TA.

Modalités de fonctionnement (optionnel)

Attendus spécifiques : présence obligatoire à toutes les séances ;

Bibliographie

Auda Y. 2018. Systèmes d'information géographique : avec les logiciels libres GRASS et QGIS. Dunod : Marseille IRD Editions.

Caloz R. et Collet C. 2011. Analyse spatiale de l'information géographique. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 383 p.

Girard M.-C. Et Girard C. 2004. Traitement des données de télédétection. Paris : Dunod, 529p.

Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D. J., Rhind D.W. 2005. Geographic Information Systems and Science, Wiley, 2nd edition, 536 p.

Ouvrages de la série Utilisation de QGIS en télédétection avec les différents volumes, coordonnés par N. Baghdadi, C. Mallet et M. Zribi, ISTE Editions

Worboys M. and Duckham M. 2004. GIS :

UE DE LA SERIE 4

4.1 - LA PLANTE DANS SON ENVIRONNEMENT : DU GENOTYPE A LA CULTURE		
Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Mélodie Ollivier et Nicolas Pauly		
Intervenants : Pierre Maury, Mélodie Ollivier, Nicolas Pauly, Camille Dumat Intervenants invités (certains intervenants à confirmer) : Alain Rodriguez (Ingénieur spécialiste Malherbologie, ACTA), Julie Auque-Malecot (Responsable Département Expérimentation France, Terres Inovia), Nicolas Blanchet (Responsable technique plateforme Heliaphen, INRAE), Benjamin Gourion (CR CNRS, LIPME), Maud Bernoux (CR CNRS, LIPME), Philippe Debaeke (DR INRAE, AGIR), Maéva Collombet (Chambre Agriculture du Tarn) ...		

Introduction

UE transversale, à l'interface de l'agronomie, de l'agroécologie et des agrobiosciences végétales (Protection des cultures et Amélioration des plantes)

La plante doit constamment faire face et s'adapter à un environnement complexe, face à des stress multiples, biotiques et abiotiques. Mise en relation avec tous les paramètres environnementaux. Prise en compte de la diversité naturelle.

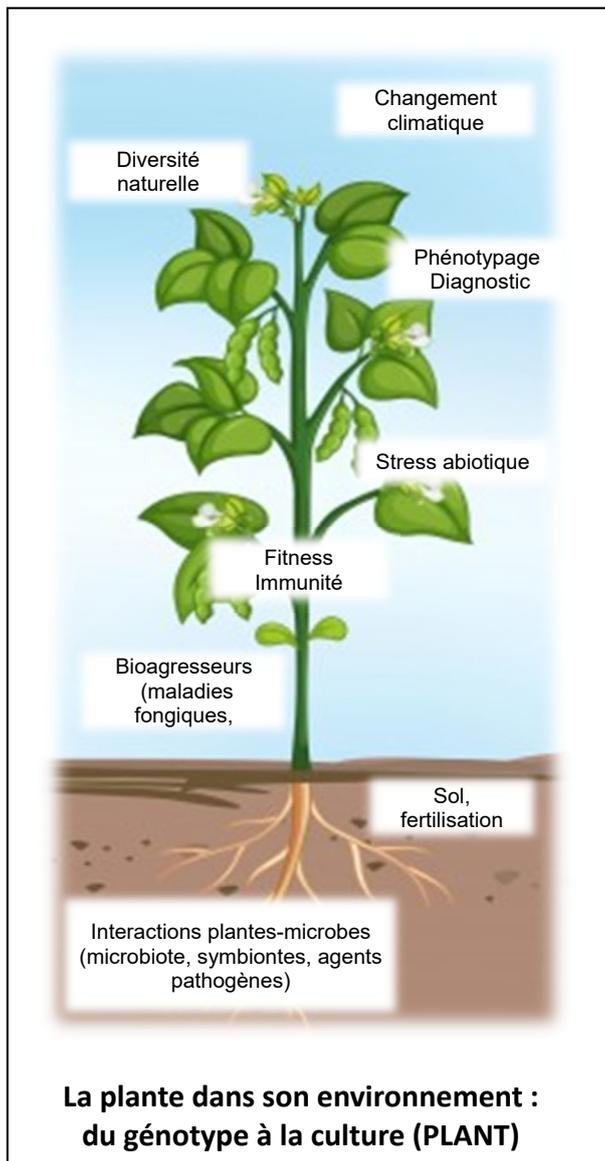
Cette UE vise à fournir des connaissances et des développements méthodologiques pour la durabilité et la productivité des systèmes agricoles. Elle constitue les bases pour comprendre comment aller vers une adaptation des systèmes de cultures en interaction avec l'environnement biotique et abiotique.

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable d'identifier les principales catégories de bioagresseurs dans un environnement complexe, d'analyser le fonctionnement de peuplements végétaux cultivés sous contraintes abiotiques, d'appréhender des bases conceptuelles des modèles de simulation de cultures, d'émettre des préconisations et décider de l'approche à mettre en œuvre face à un problème donné.

Connaissances théoriques, pratiques, capacité d'analyse, de diagnostic, de recherche d'outils, et première approche de mise en pratique avec un cas d'étude de projet de recherche.

Aperçu de la diversité des ennemis des cultures : **parasites, ravageurs et mauvaises herbes.**



Des notions importantes de **phytopathologie** seront développées. Introduction des premières bases de compréhension des mécanismes moléculaires mis en œuvre chez la plante en réponse à des stress multiples, jusqu'au diagnostic au champ et techniques laboratoire (présentation de concepts qui seront approfondis en spécialisation ABSV).

Des notions importantes d'**entomologie fondamentale et appliquée** seront développées. Les concepts de lutte raisonnée, protection intégrée et lutte biologique seront introduits.

Les méthodes et outils permettant l'identification des principales **adventices des cultures**, du stade plantule au stade adulte, seront transmis aux étudiants.

Analyse **écophysologique** des **facteurs abiotiques** agissant sur le fonctionnement des plantes cultivées et bases conceptuelles de la **modélisation** de la croissance et du rendement des cultures dans le contexte du **changement climatique**. Présentation de **méthodes innovantes de phénotypage** de la plante en réponse à des changements globaux. Ouverture sur les **modèles de simulation** de culture et prise en compte de tous les éléments biotiques et abiotiques agissant sur le fitness, la santé et le rendement de la culture.

L'acquisition de ces notions sera contextualisée dans un exemple appliqué (projet).

Lien avec le référentiel de compétences

Les objectifs d'apprentissage de cette UE contribuent à trois compétences du référentiel ENSAT : **DIAGNOSTIQUER, CONCEVOIR et CONSEILLER.**

DIAGNOSTIQUER - Jalon 2 : Produire un rapport d'opportunités de développement selon une démarche définie.

- Apprentissages critiques : Analyser et reformuler la demande du prescripteur (enseignant, agriculteur) ; Identifier des pistes de développement (enjeux, besoins).

CONCEVOIR - Jalon 2 : Concevoir une solution en adaptant les méthodologies à l'objectif.

- Apprentissages critiques : Adapter une méthode pour résoudre un problème ; Rédiger un cahier des charges adapté à la problématique.

CONSEILLER - Jalon 2 : clarifier un besoin de conseil et faire émerger des options.

- Apprentissages critiques : co-construire autour du binôme conseiller/agriculteur ou au sein d'un collectif des options en allant chercher les ressources appropriées ; arriver à des compromis au sein de collectifs d'acteurs dans des situations possiblement controversées.

Description de l'enseignement

***6h Introduction générale** : Cours de Diagnostic, du champ aux techniques de laboratoire, réponses de la plante aux communautés microbiennes, symbiontes et agents pathogènes, Immunité.

Notion d'échelle imbriquée pertinente, se placer à l'échelle de la culture, pour cela, d'autres échelles imbriquées (jusqu'à l'échelle moléculaire).

***18h Interactions biotiques :**

Quels sont les principaux bioagresseurs de nos cultures ?

- TD Maladies : 4h30 (3 TD 1h30)

Maladies principales des grandes cultures. Identification d'agents pathogènes fongiques : du champ au microscope (Rouille, Oidium, Septoriose, Helminthosporiose, Charbon, ...).

- TD Ravageurs : 4h30 (3 TD 1h30).

Les principaux ordres d'insectes rencontrés en contexte agricole

Identification des adultes à la famille

Identification des larves à la famille (avec un cas appliqué : larves polyphages du sol)

- Cours et sortie terrain malherbologie : 7h

Clés d'identification au stade plantule. Reconnaissance au stade adulte. Méthodes de diagnostic au champ.

- Visite de plateforme de phénotypage TPMP (2h) (dans le cadre d'interactions plantes-microbes).

Au cours de ces séances, des exemples de **maladies d'intérêt agronomique** seront étudiés : symptômes de maladie, biologie de l'agent pathogène, épidémiologie et méthodes de lutte. Focus sur les maladies fongiques ; des **identifications d'insectes** seront réalisées, à l'aide de clés de détermination adaptées, au niveau des ordres et des principales familles d'intérêt agronomique : reconnaissance des principaux ravageurs des cultures ainsi que de quelques insectes auxiliaires ; critères d'identification des **principales adventices des cultures** : dicotylédones, graminées, utilisation de la clé de détermination, outils d'aide à l'identification.

***16 h Interactions abiotiques :**

- Quels sont les **effets du changement climatique** sur l'agriculture (Cours 2h).
- Analyse **écophysiologique** des effets de **facteurs abiotiques** sur le fonctionnement des plantes pour le phénotypage et bases conceptuelles de la modélisation agronomique (Cours 2h).
- **Méthodes de phénotypage** : de l'échelle de l'individu (Heliaphen) à l'échelle de la parcelle et du système de culture (Agrophen ; SYPRE) (Visites 4h).
- Utilisation de **modèles de simulation** de culture pour l'évaluation de stratégies culturales (choix variétal, date de semis...) dans différentes situations agroclimatiques (TD 4h).
- Prise en compte du **compartiment sol** et prise en compte de la **fertilisation** dans le diagnostic (Cours 4h).

25h : Projet (note collective)

Plusieurs thèmes pourront être proposés aux étudiants :

- Interactions Biotiques et Abiotiques dans un contexte de changement climatique.

- Cas d'étude de projet de recherche : Traitement de données disponibles sur projets de recherche ; exemple de mise en place de projet de recherche, données biblio, comment rédiger une Lettre d'intention ex. AAP Ecophyto 2+ ? Projet Cultiver Protéger Autrement ?
- Ecriture d'un article de synthèse (Phytoma, OCL si projet oléagineux, perspectives agricoles, ...).

Restitution projet : présentation orale en groupe, possibilité de rédaction d'article sur certains projets avec finalisation possible en spécialisation (ABSV, AGRESTE, ...)

Approche pédagogique

Sorties sur le terrain et visite de stations expérimentales (Terres Inovia, Baziège), activités pédagogiques variées (études de cas, classes inversées, TD et TP), cours magistraux pour la transmission des notions fondamentales, séances en autonomie (alternées avec séances de tutorat).

Modalités d'évaluation des apprentissages

Evaluations 1h30 (note individuelle)

Projet (note collective)

Organisation

UE 70h

Présentiel : **45h** (cours, TD, TP, restitution projet (4h))

Projet : **25h** (20h autonomie) + 5 h accompagnement

+ Evaluation individuelle : 1h30

Bibliographie

Guide pratique de défense des cultures (ACTA)

Mauvaises herbes des cultures (A. Rodriguez, ACTA)

Phytoma, La défense des végétaux (Revue mensuelle)

Les auxiliaires entomophages (J.-N. Reboulet, ACTA)

Plant Pathology (G. Agrios, Academic Press)

Elaboration du rendement des principales cultures annuelles, Ed. INRA. 1994, 191 p.

Fonctionnement Des Peuplements Végétaux Sous Contraintes Environnementales, Ed. INRA, 1998, 566p.

Modeling Physiology of Crop Development, Growth and Yield, 2012, 336

4.2 - LE MARKETING BTOB : ENJEU MAJEUR POUR LES FILIERES AGRICOLES ET AGRO-ALIMENTAIRES

Code :	Nombre d'heures programmées : 68h	ECTS : 4.5
--------	-----------------------------------	------------

Enseignant responsable : Frédéric Pichon (frederic.pichon@toulouse-inp.fr)		
--	--	--

Intervenants : Elodie Gorecki ; Hélène Lozano ; Frédérique Delage		
---	--	--

ECUE :		
--------	--	--

ECUE 1 : Marketing BtoB		
-------------------------	--	--

ECUE 2 : Relations commerciales		
---------------------------------	--	--

Introduction

Le marketing est principalement connu à travers les domaines de la consommation, c'est-à-dire BtoC, Business to Consumer, parce que nous sommes tous des consommateurs, et la plupart des livres de marketing sont basés sur le domaine de la consommation.

Cependant, le marketing BtoB (Business to Business) représente un pilier stratégique majeur pour de nombreuses industries, notamment dans des secteurs tels que l'agroalimentaire, la santé, la cosmétologie...

Le marketing BtoB se distingue par des relations complexes, ancrées dans la création de valeur mutuelle, où la confiance et les interactions interpersonnelles sont essentielles. À l'ère de la digitalisation et de l'exigence croissante en matière de durabilité, il est primordial de comprendre comment bâtir et maintenir des relations à long terme, au-delà des simples transactions.

Cet enseignement mettra l'accent sur les spécificités du marketing BtoB, depuis l'analyse de la demande dérivée jusqu'à l'élaboration d'un positionnement fort et d'une stratégie de communication adaptée. Les étudiants apprendront également à anticiper les attentes des entreprises clientes et à intégrer les notions de segmentation et de portefeuille clients dans une approche stratégique et opérationnelle.

Objectifs d'apprentissage

ECUE 1 Marketing BtoB :

A l'issue de l'enseignement en marketing BtoB l'élève sera capable de :

1. Connaître les principales théories et les meilleures pratiques du marketing BtoB et de la communication BtoB.
2. Comprendre que le marketing BtoB repose sur des interactions interindividuelles fortes et sur une relation à long terme, souvent basée sur la confiance et une connaissance approfondie des besoins du client.
3. Construire un positionnement BtoB différenciant : savoir articuler un savoir-faire technique et des valeurs relationnelles pour construire une proposition de valeur forte.
4. Collaborer efficacement avec des équipes pluridisciplinaires : inclure les dimensions marketing, R&D et production pour maximiser l'efficacité des projets.
5. Présenter un benchmark stratégique : analyser deux entreprises opérant en BtoB ou ayant une activité BtoB significative (ex. TetraPak vs SIG pour l'emballage, Danone vs Nestlé pour l'agroalimentaire), en identifiant leurs stratégies, forces et faiblesses.
6. Adopter une vision client centrée sur les tendances actuelles : intégrer des concepts comme la durabilité, l'innovation produit et les nouvelles attentes en matière de responsabilité sociale des entreprises dans le contexte BtoB.

ECUE 2 Les relations commerciales :

1. Faire découvrir le marché et les acteurs de la restauration collective
2. Sensibiliser à l'importance de la fidélisation et du suivi client en BtoB
3. Appréhender l'importance des relations commerciales dans le mix-marketing

Description de l'enseignement

ECUE 1 Marketing BtoB :

Le marketing est principalement connu à travers les domaines de la consommation, c'est-à-dire BtoC, Business to Consumer, parce que nous sommes tous des consommateurs, et la plupart des livres de marketing sont basés sur le domaine de la consommation.

Mais aujourd'hui, la plupart des nouveaux métiers du Marketing se situent dans le domaine BtoB, notamment dans le High-Tech, le Consulting, mais aussi les secteurs traditionnels tels que l'alimentation, la santé...

Il est nécessaire de savoir ce qui est différent dans un contexte BtoB, des études de marché, du marketing stratégique au marketing opérationnel, fait de communication et de vente. C'est la raison d'être principale de ce module.

Le contexte des appels d'offre des entreprises clientes rend nécessaire de savoir anticiper pour répondre à un appel d'offre grâce aux techniques du Marketing d'Affaires, pour gagner un nouveau projet.

Ce cours permettra aux étudiants de comprendre le concept de demande dérivée pour les différents contextes BtoB, BtoBtoC, BtoBtoE.

Certains compléments, à partir de supports de cours Marketing, pourront être rajoutés, pour leur permettre d'approfondir la notion de Portefeuille Produits, et surtout de Portefeuille Clients particulièrement pertinent en BtoB. Segmentation et Positionnement seront également revisités à l'aune du BtoB.

ECUE 2 Les relations commerciales :

Cet ECUE a pour but de familiariser les étudiants aux enjeux de la relation commerciale en BtoB, en mettant l'accent sur le secteur du hors foyer.

Dans un second temps il s'agira d'approfondir les techniques de prospection en BtoB, en identifiant les pratiques les plus efficaces. Des mises en situation permettront la réalisation d'entretiens commerciaux, en intégrant les techniques de communication et d'argumentation.

Ensuite, cet ECUE abordera également les stratégies de négociation commerciale, en mettant en évidence les leviers pour parvenir à des accords gagnant-gagnant. La fidélisation et le suivi client seront traités comme des éléments clés de la relation commerciale durable.

Enfin, les étudiants découvriront les outils nécessaires à la gestion de la relation commerciale, qu'il s'agisse de CRM, d'indicateurs de performance ou de solutions numériques favorisant l'efficacité.

Approche pédagogique

ECUE 1 Marketing BtoB :

Le cours sera constitué d'une combinaison de cours académiques, de discussions en classe, d'exercices et de mini-cas d'entreprises réelles.

ECUE 2 Les Relations commerciales

Le module s'articule autour de cours magistraux, de mise en situation, d'une étude de cas. En outre des plages horaires sont placées pour faciliter le travail en autonomie.

Modalités d'évaluation des apprentissages

ECUE 1 Marketing BtoB (50% de la note de l'UE)

L'évaluation est basée sur la présentation d'un Benchmark entre deux entreprises, choisies par les étudiants et validées par l'enseignant. Les étudiants travailleront par équipe. Ils devront remettre en complément une synthèse de 3 pages. La note sera donc l'évaluation de l'oral et de l'écrit pour la session 1. Pour la session 2, l'évaluation reposera sur la réalisation d'une synthèse de 3 pages.

Les relations commerciales (50% de la note de l'UE)

L'évaluation est basée sur une restitution orale en groupe. Un bilan sera effectué. Cette modalité d'évaluation est valable pour la session 1 et la session 2.

Organisation

ECUE 1 Marketing BtoB :

16h de cours magistraux,
12h de travaux dirigés

ECUE 2 Les relations commerciales :

12h de cours magistraux
12h de travaux dirigés/dont restitution
14h Travail en autonomie

Bibliographie

Malaval, Bénaroya, 2017, Marketing BtoB, Ed. Pearson.

4.3 - BIODIVERSITE ET AGRICULTURE		
Code :	Nombre d'heures programmées : 70h	ECTS : 4.5
Enseignant responsable : Annie Ouin (annie.ouin@toulouse-inp.fr)		
Intervenants : Benjamin Pey, Mélodie Ollivier, Arnaud Elger INRAE : M. Pichon, E. Andrieu, C. Sirami, G. Balent Intervenants extérieurs : ADASEA 32, CRA Occitanie, CEN Occitanie, CRPF Occitanie		

Introduction

La biodiversité est l'un des garants de la durabilité des systèmes écologiques en général, et de la durabilité des agro-écosystèmes dans un contexte de transition agro-écologique. Cette unité ressource portera essentiellement sur l'agro-écosystème à différentes échelles : le champ, les habitats semi-naturels (terrestres et aquatiques), le territoire. Les espaces ruraux européens sont le support d'une biodiversité remarquable et menacée. Les méthodes d'étude et d'analyse de la biodiversité seront présentées. Certaines seront mise en œuvre dans un mini-stage naturaliste. Puis des exemples de gestion conservatoire dans l'espace rural seront apportés par des professionnels.

Au sein du S8, il existe un lien fort avec deux autres UEs, l'une du thème « territoire » : l'UE eau : usages et ressources et l'autre du thème « enjeux transversaux » : Les sols : interface-clé de l'anthropocène. Selon le laboratoire dans lequel les étudiants effectueront l'UE projet du S8 « Graine Chercheur », les méthodes d'étude de la biodiversité et les outils d'analyse en écologie des communautés et en écologie fonctionnelle seront mobilisables.

Objectifs d'apprentissage, liens avec le référentiel de compétences

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable de :

- Identifier les milieux semi-naturels porteurs de biodiversité (**DIAGNOSTIQUER** 1.1, 1.2)
- Proposer le mode d'échantillonnage adapté pour faire un état des lieux de la biodiversité sur une parcelle, une exploitation agricole (**DIAGNOSTIQUER** 3.1, 3.2)
- Mettre en œuvre un relevé direct ou indirect de la biodiversité en écologie terrestre (identification taxonomique, acoustique, par génétique environnementale) (**PRODUIRE**, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2)
- Analyser les données en écologie des communautés avec des approches fonctionnelles (**VALORISER**, 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2)
- Proposer des mesures de gestion de la biodiversité, adaptées au contexte écologique et réaliste dans le contexte agronomique (**CONSEILLER**, 2.2, 2.3)

Description de l'enseignement, programme

1. La biodiversité dans l'espace rural

Paysages agricoles boisés : définition, typologie et biodiversité patrimoniale dans les bocages (A. Ouin, 1.5h)

PAC et biodiversité (C. Sirami, 1,5h)

Les services écosystémiques pour une agriculture durable (A. Ouin, 1.5 h)

Biologie de la conservation dans les espaces agricoles (E. Andrieu, INRAE, 1.5h)

Exemples de programmes de conservation d'espèces et de milieux d'intérêt patrimonial dans l'espace rural (ADASEA 32, CRAOC, 3*1.5 h)

Une sortie sur le terrain d'une journée sera programmée pour rencontrer des acteurs de l'espace rural (AREMIP, sur le site Natura 2000 de Boulogne sur Gesse et l'ADASEA 32, mares et prairies fleuries) mettant en œuvre des programmes de maintien ou de restauration de la biodiversité.

2. Méthodes d'étude de la biodiversité

Apporter les méthodes et les techniques essentielles pour l'étude, l'analyse et la description des biocénoses des agroécosystèmes.

Etude de la végétation en milieu prairial et cultivé (A. Ouin, 1.5h)

- techniques de relevés de végétation et détermination des espèces dominantes
- méthodes d'analyse et de description de la flore

Etude direct et indirect (bio-indicateurs) de la biodiversité + TP « Morpho-espèces + TP analyse de données (A. Ouin, 1.5h + 8h TD)

Les dendro- micro-habitats (CRPF, 1.5h + 4h TP)

Biodiversité fonctionnelle (B. Pey, 1.5h)

Méthodes d'étude indirecte : Introduction par A. Leger, Utilisation des outils de meta-barcoding pour l'étude de la biodiversité (M. Ollivier, M. Pichon, 2* 1.5h), Etude de bio-acoustique (chauve-souris) (CEN, 1.5h)

Un mini-stage naturaliste de deux journées+ une soirée (pour les chauve-souris) est organisé pour connaître et participer à la mise en œuvre de : relevés botaniques, relevés ornithologiques, étude de bioacoustique, relevé de micro-habitat forestiers.

Approche pédagogique

La première partie est essentiellement basé sur la présentation de projets concrets de suivi ou de conservation de la biodiversité, présenté par les acteurs les mettant en œuvre.

Dans la seconde partie, une part importante du temps des étudiants est dédiée à la mise en œuvre de protocoles, de récolte de données sur le terrain, d'analyse et d'interprétation des données jusqu'aux préconisations de gestion.

Modalités d'évaluation des apprentissages

En 1ere session, examen sur table individuel (0.5), compte rendu (par groupe de 4 étudiants) des TPs sur le diagnostic de la biodiversité en milieu rural (0.5).

En 2^{nde} session, oral basé sur une analyse de documents.

Vérification de l'alignement pédagogique

Objectifs d'apprentissage	Evaluation	Activités
<p>Mettre en œuvre un relevé direct ou indirect de la biodiversité en écologie terrestre (identification taxonomique, acoustique, par génétique environnementale) (Produire, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2)</p> <p>Analyser les données en écologie des communautés avec des approches fonctionnelles (Valoriser, 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2)</p> <p>Proposer des mesures de gestion de la biodiversité, adaptées au contexte écologique et réaliste dans le contexte agronomique (Conseiller, 2.2, 2.3)</p>	<p>Rapport de TP DMH (méthode indirecte),</p> <p>Rapport de TP « Biodiversité en prairies et en forêt » (méthode directe)</p>	