



SPECIALISATION DE 3^{ème} ANNÉE

ABSV

AGROBIOSCIENCES VEGETALES

SYLLABUS 2024-2025

**Responsable de spécialisation :
Martina Rickauer et Farid Regad**

martina.rickauer@agrotoulouse.fr

farid.regad@agrotoulouse.fr

I. OBJECTIFS, COMPETENCES DEVELOPPEES ET CHAMP D'EMPLOI

Par une approche intégrant l'appropriation de savoir-faire, une démarche d'analyse des problèmes posés et des méthodes de conduite de projet, cette formation favorise l'insertion des futurs ingénieurs agronomes à des niveaux élevés de responsabilité dans des fonctions de recherche, d'expérimentation, d'étude ou de conseil, au sein de groupes industriels ou d'organismes publics ou professionnels.

A. Objectifs en termes d'acquisition

- des connaissances scientifiques approfondies dans les principales disciplines de la production végétale, de l'amélioration des plantes et de la protection des cultures,
- la connaissance des produits issus des grandes productions végétales, de la sélection végétale et des moyens de lutte contre les ennemis des cultures,
- des compétences dans la mise en œuvre des méthodes et des outils de l'ingénieur concernant l'analyse et l'aide à la décision, la gestion de projets, la veille scientifique et technique, la communication,...
- un savoir-faire dans l'approche systémique à travers l'analyse technico-économique des systèmes de production végétale et l'analyse du fonctionnement des filières et des facteurs d'évolution techniques, économiques et sociaux.

B. Champs d'emploi

- Secteurs de génétique végétale, agrofourniture, collecte des produits végétaux et négoce, développement et conseil en productions végétales, développement territorial, conseils et autres services aux entreprises et aux administrations, grande distribution.
- Fonctions d'Ingénieur développement produit, ingénieur expérimentation, ingénieur de recherche, sélectionneur, responsable approvisionnement (coopératives), chef de projet (industrie), chef de produit, directeur de production, conseiller agricole, agro-informaticien, chargé d'études (collectivités, organismes professionnels), formateur, ingénieur technico-commercial.
- Entreprises industrielles d'amont et d'aval (semences, produits phytosanitaires), coopératives agricoles, organismes professionnels agricoles, laboratoires et instituts de recherche publics et privés, banques et assurances, bureaux d'études et de conseil, collectivités territoriales, organismes internationaux...

II. PEDAGOGIE

A. Démarche pédagogique

Une part importante de la formation est consacrée à des travaux et projets personnels et de groupe. Deux unités d'enseignement sont intégralement basées des approches par projet (APP).

La plupart des modules d'enseignement consacrent une part du temps à des travaux personnels bibliographiques, de conception ou d'application qui sont restitués par voie écrite et/ou orale à l'ensemble du groupe et donnent lieu à débat

Les étudiants sont en relation avec le milieu professionnel à travers des projets de groupe qui répondent à des problématiques interprofessionnelles, de filières ; des conférences ; une approche des entreprises et des métiers par des visites de terrain et participation à un colloque.

Afin de prendre en compte la dimension internationale des futures activités professionnelles de nos étudiants, une partie des cours est donnée en anglais et la formation inclut des conférences en anglais données par des enseignants-chercheurs étrangers et des ateliers d'expression orale animés par des enseignants anglophones.

B. Programme pédagogique & évaluation

La formation « théorique » à l'ENSAT est organisée en 8 Unités d'enseignement (UE) permettant l'attribution d'un total de 30 crédits ECTS. Une partie des enseignements est en commun avec la spécialisation AGREST. La seconde partie de la formation correspond au stage de fin d'étude (mémoire d'ingénieur) pour un total de 30 ECTS. La spécialisation est possible en alternance dans le cadre de la formation par apprentissage (FISA) et de contrats de professionnalisation.

Chaque module d'enseignement donne lieu à une évaluation prenant en compte examens écrits et/ou oraux, évaluations collectives (travaux de groupe) et individuelles. Cette dernière représente au moins 50 % de la note finale d'une UE.

Le stage est évalué sur la base d'un mémoire écrit et d'une soutenance orale devant un jury composé de deux enseignants-chercheurs de l'ENSAT et du maître de stage.

Par ailleurs, l'organisation de la spécialisation permet aux élèves ingénieurs qui le souhaitent d'obtenir le diplôme de Master recherche en suivant le parcours Biologie des Plantes et Microorganismes associés (**BPMA**) du **Master de Biologie Végétale (BV)**, co-accrédité INP Toulouse-UPS) et en réalisant un stage de recherche dans le cadre de leur projet de fin d'étude ainsi qu'un rapport de stage répondant aux critères du PFE d'un ingénieur de l'Agrotoulouse.

C. Intervenants, partenaires scientifiques et professionnels

Le noyau dur de l'équipe pédagogique est constitué d'enseignants-chercheurs de l'ENSAT des départements Biosciences végétales, Agronomie et Environnement et appartenant à divers Unités de recherche :

Cécile Ben (UMR CRBE), Anne Bernadac (UMR LRSV), Mondher Bouzayen (UMR LRSV) Christian Chervin (UMR LRSV), Grégory Dechamp-Guillaume (UMR AGIR), Camille Dumat (UMR CERTOP), Pierre Maury (UMR AGIR), Marie-Carmen Monje (UMR LGC), Mélodie Ollivier (UMR Dynafor), Nicolas Pauly (UMR LRSV) Julien Pirrello (UMR LRSV), Farid Regad (UMR LRSV), Jean-Pierre Sarthou (UMR CRBE), Benoît van der Rest (UMR LRSV).

Leurs enseignements sont complétés par des interventions de collègues de différentes UMR et des professionnels.

Exemples d'intervenants extérieurs de laboratoires de recherche et d'organismes publics pour des interventions sous forme de cours et conférences, et visites : Unités Mixtes de Recherche, INRAE, ENSAT, ENSIACET, CNRS, Faculté de Pharmacie, Chambres d'Agriculture, Instituts Techniques (ARVALIS, ACTA, CETIOM,), Agronutrition, Anadiag, Arysta Life Science, Corteva, Lallemand Plant Care.

UE ET MODULES (Responsables)	h en présence enseignant	Crédits ECTS
UE 1 Innovation et Valorisation de la Recherche en Productions Végétales IVRPV (Rickauer)	44	4
Valorisation de l'innovation technologique en productions végétales (Pirrello)	10	1
Conférence/Colloque (Ollivier et Pauly)	18	2
De la Plante aux Produits de Santé (Rickauer)	16	1
UE 2 Organisation des Filières (van der Rest)	48	2,5
Filière Grandes Cultures (Maury) (avec AGREST)	28	1
Filière Fruits et Légumes (van der Rest)	20	1,5
UE3 Amélioration des Plantes (Ben)	48	4
Génétique quantitative (Ben)	32	3
Génotypage (Regad)	16	1
UE4 Plant Breeding Project (Ben)	40	4
Créativité et innovation (Pirrello)	12	1
Sélection variétale : APP bases théoriques et application sur des espèces choisies (Ben)	28	3
UE5 Diagnostic Et Préconisations Agroécologiques pour la culture – DEPAR (Ollivier)	45	4
Risques biologiques en santé du végétale : identification et suivi (Ollivier) <i>module ressource</i>	13	2
Observation et diagnostic sur le terrain (Ollivier)	24	2
Méthode de conception d'un plan expérimental (Dechamp-Guillaume)	8	
UE6 Connaissance des bioagresseurs et de leurs antagonistes : biologie, méthodes d'observations, et approches expérimentales (Pauly)	61	4
Travaux de phytopathologie au laboratoire (Pauly)	32	1
Entomologie Appliquée (Ollivier)	17	1
Organismes phytopathogènes (Pauly)	12	1
Malherbologie (Intervenant extérieur)	9	1
UE 7 Approches agroécologiques, intégrées et phytosanitaires (Ollivier)	97,5	5,5
Filière des Produits Phytosanitaires (Monje)	27	1
Protection Agroécologique des Cultures – PAEC (Ollivier) (Avec AGREST)	28,5	1,5
Santé des plantes, Environnement et Services Ecosystémiques - SPESE (Ollivier)	42	3
UE 8 Développement professionnel et personnel	47	2
Anglais (Lake)	20	1
Sport (Dessac)	22	1
Accompagnement personnel	9	0

UNITE D'ENSEIGNEMENT 1 : INNOVATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE EN PRODUCTIONS VEGETALES (IVRPV)

Enseignants :

Martina Rickauer, Mélodie Ollivier, Julien Pirrello, Fatiha Elbabili

Autres intervenants : des professionnels de l'innovation

Volume horaire : 44H présence enseignant, environ 44H de travail personnel

4 ECTS

PRESENTATION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'innovation en agriculture concerne non seulement l'amélioration des techniques de productions primaires et de transformation agroalimentaire, mais aussi la création de nouveaux produits et procédés dans les secteurs de la santé et de la para-santé.

Cette unité d'enseignement vise à sensibiliser les élèves ingénieurs, de la spécialisation « AgroBioSciences Végétales », aux besoins de répondre à une demande en matière d'innovation et de la valorisation de la recherche, de comprendre l'importance de la recherche dans le cadre des programmes de recherche et développement dans le domaine des productions végétales. Elle s'articule autour de différentes dimensions de l'innovation et de la valorisation, applicables aux domaines des productions végétales et comprend deux modules.

MODULE 1 (VITPV) : « VALORISATION DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE EN PRODUCTIONS VEGETALES » (CYCLE DE CONFERENCES)

Responsable : Julien Pirrello

Julien.pirrello@agrotoulouse.fr

Durée : 10 h conférences/cours

Objectif

Les innovations de procédés et de produits permises par les avancées de la recherche scientifique, doivent aussi répondre aux besoins socio-économiques présents ou à venir. Leur mise en œuvre nécessite l'organisation d'interfaces financières, humaines, techniques et juridiques. Au travers d'une série de conférences, les élèves sont invités à appréhender l'importance des interactions entre les organismes de recherche et les autres structures d'appui à l'innovation (valorisation de la recherche, de transfert de technologies...) et à identifier les principaux acteurs et les principaux outils du processus de valorisation de la recherche.

Contenu

Les différents modes de valorisation de la recherche et d'appui à l'innovation technologique sont abordés au travers de conférences données par des intervenants des secteurs publics et privés, et portent sur :

- l'organisation de la recherche publique et privée en France,
- la valorisation de la recherche en s'appuyant sur le fonctionnement du pôle Midi-Pyrénées,
- la protection industrielle,
- les procédures françaises d'homologation des agrofournitures,
- le financement de la recherche et de l'innovation

Intervenants

E. Pinelli (UMR CRBE), A. Molinié (SRE), H. Galy (Anadiag), P. Lacapelle (Agri Sud-Ouest Innovation), A. Perez (Algoé)

Evaluation : néant

MODULE 2 «COLLOQUE/ CONFERENCE SCIENTIFIQUE »

Responsable : Mélodie Ollivier, melodie.ollivier@agrotoulouse.fr

Durée totale : 18 heures (8h TD, 10h présence au colloque (peut varier en fonction du colloque chaque année) avec présence enseignant, plus 10h travail en autonomie.

Objectif

Savoir analyser, synthétiser et communiquer un travail scientifique en relation avec la protection des cultures ou l'amélioration des plantes (le thème des colloques est différent chaque année).

Programme

En fonction du colloque et des dates :

2024-2025 : rédaction d'un article de synthèse pour le journal Phytoma

2024-2027 : élaboration d'un poster (en anglais) pour présenter une synthèse de travaux scientifiques publiés, et présentation orale (en anglais) lors du colloque. Le travail sera encadré par les enseignantes du module et par un enseignant d'anglais

Evaluation

La présentation orale sera évaluée pour une note dans ce module et pour le module d'Anglais

La note du module comptera pour 50% de la note finale de l'UE.

MODULE 3 « DE LA PLANTE AUX PRODUITS DE SANTE »DPPS

Responsable : Martina Rickauer, martina.rickauer@ensat.fr

Durée totale : 16 heures présence enseignant, 22h avec TA

Cours 10 heures

TD 2 heures

Visites 4 heures

Travail en autonomie sur projet 4 h

Intervenants : M. RICKAUER, Fatiha ELBABILI (UPS Pharmacie)

Objectif :

Apporter des connaissances de base sur l'utilisation de composants d'origine végétale utilisés dans la fabrication de médicaments, produits de santé, compléments alimentaires, produits cosmétiques, parfumerie. Introduction aux techniques d'obtention à partir des végétaux et cultures cellulaires, de produits à haute valeur ajoutée : fractions purifiées ou métabolites secondaires extraits pour constituer des composants (composants actifs ou excipients). Apport des biotechnologies et de la transformation génétique. Les problématiques de la propriété des ressources génétiques et du développement durable (Convention sur la Biodiversité, Protocole de Nagoya) seront également traitées.

Programme :

1. Historique et exemples de métabolites secondaires produits
2. Productions par la culture *in vitro*, bioréacteurs
3. Ressources génétiques, Protocole de Nagoya,
4. Conditions de production et d'utilisation des matières végétales (substances indésirables, standardisation, normes,...)
5. Traitement des matières premières végétales en vue de l'extraction, purification
6. Biotransformation de précurseurs
7. Recherche de nouveaux métabolites secondaires, démarches pour valoriser des métabolites non encore exploités

Méthodes pédagogiques :

Cours magistraux avec support Powerpoint, Travail personnel en groupe avec recherche bibliographique et rédaction d'un rapport et exposé oral, visite du jardin botanique de Toulouse. Classe inverse : travail sur les métabolites secondaires et sur le projet bibliographique (présentations orales)

Une grande partie des cours est tenue en anglais, mais les travaux des étudiants peuvent être réalisés en français.

Contrôle des connaissances :

Travail bibliographique en groupe sur une plante et son utilisation avec rapport écrit.

La note du module comptera pour 50% de la note finale de l'UE.

UE Ressource , ECUE : Filière Grandes Cultures et Variétés (FCV)		
Code :	Nombre d'heures programmées : 28h Présentiel et 12h TA	ECTS : 1
Enseignant responsable : P. Maury		
Intervenants potentiels :		
Enseignants – chercheurs, chercheurs et professionnels de la filière Grandes cultures.		
M. Berger (INP-EIP), Ph Burger (INRAE), P. Casadebaig (INRAE), N. Chaieb (AroToulouse) Ph. Debaeke (INRAE), E. Dayoub (INP-EIP), D. Desclaux (INRAE), M'hand Fares (INRAE), N. Ait-Kaci (ENSAT), A. Gouzy (Arterris), F. Labalette (Terres Univia), J-R Lamichhane (INRAE), AP Massol (Arterris), P. Maury (ENSATAgroToulouse), xxxx (Terres Inovia), M. Mamprin (Qualisol), J-P Sarthou (AgroToulouse).		

Introduction

L'ECUE FCV est commun aux spécialisations « Agrobiosciences Végétales - ABSV » et « AGRoEcologie : du Système de production au Territoire – AGREST », semestre 9, formation ingénieur ENSAT. L'ECUE FCV présente les concepts agronomiques, outils et méthodes mobilisés par les acteurs de la filière grande culture pour la recherche et la valorisation d'innovations variétales. L'originalité de cet enseignement est pour le futur ingénieur de pouvoir appréhender des problématiques et des échelles de travail très différentes dans le cadre du choix variétal resitué dans une perspective d'agriculture durable. Ce thème FCV propose un approfondissement scientifique et technique sur des fronts de recherche/développement agronomique dans le cadre d'un projet bibliographique.

Objectifs d'apprentissage

A l'issue de l'enseignement, l'élève sera capable de connaître l'organisation et le fonctionnement de **la filière grande culture** en France et d'appréhender la problématique du choix variétal, depuis la sélection et l'évaluation de variétés innovantes jusqu'au conseil et à l'utilisation des variétés à l'échelle d'un territoire et d'une filière en prenant en compte les impacts sur la qualité du produit (nouveaux débouchés) et l'environnement. L'élève aura acquis des **connaissances sur des fronts de recherche/développement majeurs de la filière grande culture** et sera capable de **communiquer** sur ces fronts de recherche agronomique en contexte professionnel.

Ainsi, dans le cadre du projet bibliographique FCV, l'élève sera capable de proposer des solutions agronomiques adaptées aux spécificités d'un système de production (par exemple de protéines végétales) dans une perspective de conseil agronomique après avoir resitué le contexte, identifiés les principaux enjeux socio-éco-agronomiques et présenté la problématique agronomique. Ce projet pourra être remobilisé pour participer aux appels à projets d'instituts techniques (exemple « Cap Protéines Challenge 2023-2024»). Les connaissances sur des fronts de recherches majeurs de la filière grande culture, depuis la sélection et l'évaluation de variétés innovantes jusqu'au conseil et à l'utilisation des variétés à l'échelle d'un territoire et d'une filière en prenant en compte les impacts sur la qualité du produit et l'environnement seront ainsi remobilisées dans le cadre de ce projet, notamment les méthodes pour l'étude des interactions variété x environnement x filière : l'enquête, l'expérimentation à la ferme, l'expérimentation système, l'expérimentation en réseau, et l'expérimentation virtuelle.

Lien avec le référentiel de compétences

L'UE forme aux apprentissages critiques suivants :

Diagnostiquer jalon 3/ Concevoir jalon 3/ Communiquer jalon 3

Description de l'enseignement

L'ECUE FCV traite les thèmes ci-dessous. en s'appuyant notamment sur l'analyse des acteurs de la filière grande culture (conférences) et sur le projet bibliographique.

- Introduction et projet FCV (lancement, accompagnement, analyse et évaluation) (10h TD et 12h TA)
- Filière semence et démarche de sélection participative (CM 4h)
- Filières des céréales et des oléagineux, filière biologique (CM 4h)
- Création et évaluation de nouveaux matériels génétiques (expérimentation agronomique) (2h CM + 2hTD)
- Gestion des interactions variété – milieu – conduite (expérimenter et modéliser) (CM 6h + [TD 2h non programmé en 2024/25](#))
- Variété et qualité du produit, conseil, distribution (4h visite [non programmée en 2024/25](#))
- Verrous et leviers à l'innovation agronomique dans la filière (2h CM, [non programmé en 2024/25](#))

Approche pédagogique

Analyse des acteurs (concepts et outils) de la filière grande culture (conférences, CM), étude de cas (modélisation agronomique), présentation de dispositifs expérimentaux agronomiques (visite) et visite terrain (coopérative), et projet FCV.

Démarche du projet FCV

Les étudiant.e.s se répartissent en « groupe projet » (de 4 à 6 étudiant.e.s et chaque groupe comporte si possible des étudiant(e)s des 2 spé : ABSV et AGREST) pour traiter (via une analyse bibliographique) l'un des sujets proposés par les intervenants du module FCV. Après avoir resitué le sujet dans son contexte en identifiant les principaux enjeux socio-économiques, une analyse agronomique documentée permettra de caractériser des « verrous » biotechniques, pour lesquels, il s'agira de proposer des idées/solutions (dispositifs, démarches, méthodes, outils...) permettant de lever à court (ou moyen) terme ces verrous (cf. projets R&D, traque aux innovations...). Par exemple, les sujets proposés en 2023/24 ont permis de faire émerger une idée ou solution autour des protéines végétales afin d'améliorer la production nationale des cultures riches en protéines en cohérence avec les attentes de « Cap Protéines Challenge », notamment en terme de débouchés en alimentation humaine.

Déroulement projet FCV (10h TD + 10h TA)

Présentation et lancement projet FCV (2hTD) ; Travail en autonomie (10h) ; Présentation de l'idée ou solution (~ 5', avec ou sans support) et temps d'échange avec l'équipe pédagogique avec remise d'une note d'intention de son idée ou solution en 1 page max** et analyse des travaux des autres groupes (4h TD) sur la base de la pertinence, originalité, faisabilité de la solution proposée (fond)+ prise en compte de la forme; Présentation des projets FCV (remise du PPT avec commentaire des diapositives, évaluation (4h TD).

**La note d'intention de l'idée ou de la solution, doit être descriptive et répondre à minima aux questionnements QQQCCP (Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi?). Idéalement, l'idée ou la solution est également illustrée d'un visuel. ». Chaque groupe projet classe les idées/solutions proposées en s'appuyant sur les 4 critères suivants : Pertinence (6 points) + originalité (6 points) + faisabilité (6 points) + forme (2 points).

Modalités d'évaluation des apprentissages

ECUE FCV

- Examen écrit individuel ou CR de TD « Etude de cas » en groupe (20% du module FCV) [[modalité non retenue en 2024](#)]

- Projet FCV (80%). Présentation orale en groupe du projet «FCV » et documents associés (Note d'intention et support de la présentation) donnant lieu à une note « collective » (40% du module FCV) et une note individuelle (40 % du module FCV). La note collective repose sur une évaluation globale du « fond » et de la « forme » du projet. L'évaluation sur le fond s'appuie en particulier sur la pertinence de l'exposé par rapport à la question posée, la qualité de l'articulation des 3 axes du projet, le choix des arguments et la diversité des sources bibliographique. La forme est également prise en compte, en particulier au niveau de la qualité des supports et la répartition du temps de parole au sein du groupe. La note individuelle repose sur la présentation orale du projet, la réponse aux questions (capacité à mobiliser les connaissances de cours) et la participation à la discussion sur les autres projets du module.

NOTE Module FCV		Présentation orale projet FCV (note collective et individuelle)	Note d'intention (NI)	Autoévaluation intergroupe (bonus de x %) sur la note (NI)	Autoévaluation intragroupe
Pondération (%)		75	25	+ 6% (pour le 1 ^{er}), + 4% (pour le 2 ^{ème} , + 2 % (pour le 3 ^{ème})	-1, 0, +1 point sur la note de présentation orale projet FCV

Modalités de rattrapage FCV

Examen écrit individuel (20%)

Rendu écrit et exposé oral sur un sujet FCV spécifique (80%)

Bibliographie

- Desclaux D. et al. (2008). Changes in the concept of genotype x environment interactions to fit agriculture diversification and decentralized participatory plant breeding: pluridisciplinary point of view, *Euphytica* 163:533–546
- Vanloqueren G & Baret PV (2009). How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations, *Research Policy* 38: 971–983
- Brisson N. et al. (2010). Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. *Field Crops Research* 119 : 201–212.
- Conception d'idéotypes de plantes pour une agriculture durable (2014). Debaeke P. et Quilot-Turion B. eds, Collection Ecole-chercheurs INRA, FormaSciences, FPN, INRA-CIRAD (ISBN 2-7380-1347-3), 254p

MODULE 2 « FILIERE FRUITS ET LEGUMES,» FFL

Responsable : B. van der Rest,
benoit.van-der-rest@agrotoulouse.fr

Durée totale : 20h, 1.5 ECTS

Cours : 10h

Visite : 10h

Travail personnel : 4h

Intervenants : Mondher Bouzayen, Benoît van der Rest

- **Objectifs :**
Sensibiliser les élèves-ingénieurs aux enjeux agronomiques, économiques et technologiques des filières fruit et légumes.
- **Programme :**

COURS

Filière fruit

Présentation de la filière : organisation, économie, difficultés
Biotechnologies et amélioration des espèces fruitières
Introduction à la conduite agronomique du verger
Technologies post-récolte

Filière légumes

Présentation de la Filière : organisation, économie, difficultés
Production légumière : spécificités agronomiques et techniques, qualité et commercialisation des produits.
Amélioration des espèces légumières

VISITES (1 visite par an parmi)

Visite de la station de conditionnement Blue Whale de Lavaur (Coopérative des Deux Vallées)
Visite du Marché d'Intérêt National de Toulouse Occitanie (MIN)
Visite de la station expérimentale HORTIS et visite d'exploitation.

- **Méthodes pédagogiques :**

Série de conférences introductives à différents enjeux (économiques, agronomiques, biotechnologiques) des filières. Visites et rencontres avec les acteurs du secteur.

- **Contrôle des connaissances :**

Rapport d'étonnement individuel basé sur les visites

UNITE D'ENSEIGNEMENT 3 : AMELIORATION DES PLANTES

Responsable : Cécile Ben

Intervenants : Cécile BEN, Farid REGAD

Durée totale : 48h

Dont cours : 14h

Dont TP « Wet Lab » « Génération de données de génotypage » : 12h

Dont TD « Analyses des données *in silico* » : 22h

Dont travail personnel : 6h

Objectifs :

1/ Ce module vise à connaître et maîtriser les différentes approches génétiques utilisées en sélection végétale. Il aborde également la caractérisation moléculaire de la biodiversité en vue de son utilisation, de sa gestion et de sa protection.

Les principaux objectifs du module sont de :

- Connaître les méthodes nécessaires à la détection de la liaison génétique et l'établissement des cartes génétiques.
- Connaître les méthodes nécessaires à l'analyse génétique des caractères quantitatifs et à la détection des QTL par l'étude de la descendance de croisement.
- Connaître les méthodes de la génétique d'association permettant l'utilisation de la biodiversité.

- Connaître les méthodes de la sélection génomique appliquées à l'amélioration végétale.
- Connaître les méthodes de la génétique et de la génomique des populations permettant de comprendre les relations entre populations ainsi que les relations entre structure des populations et contrôle génétique des caractères phénotypiques.

2/ D'un point de vue pratique, cet enseignement consiste à réaliser une analyse génétique par marqueurs moléculaires et s'appuie sur une étude de la résistance des plantes aux agents pathogènes et sur une caractérisation de populations de ravageurs des cultures.

Il vise ainsi à acquérir les compétences et à maîtriser les outils nécessaires à une approche de sélection végétale assistée par marqueurs et à une étude des populations pour aider à la gestion des cultures.

Module 1 Génétique quantitative

- **Programme** :

Cours (14h) : Déséquilibre de liaison, Estimation de la fréquence de recombinaison par Maximum de vraisemblance.

Détection des QTL : méthodes linéaires, méthodes par le maximum de vraisemblance, méthodes à marqueurs multiples.

Evaluation de la biodiversité, génétique d'association.

Sélection génomique

Quelques exemples de l'utilisation de ces méthodes pour l'identification de zones d'intérêt et utilisation en Sélection Assistée par Marqueurs.

Génétique et Génomique des populations.

TD (18h):

Cartographie génétique (4h)

Détection de QTL (6h)

Génétique d'association (3h)

Clonage positionnel, validation fonctionnelle de candidats d'intérêt et Sélection Assistée par Marqueurs (2h)

Sélection génomique

Génétique et génomique des populations (2h)

Module 2 Génotypage

TP (12h): Génotypage par marqueurs SNP et SSR.

TD (4h) Analyse bioinformatique des données : alignement multiples de séquences, détection de SNP, design de primers

- **Méthodes pédagogiques** :

Cours, avec support.

TP 'Wet Lab' au cours duquel les étudiants sont placés en conditions de travail en laboratoire de recherche. Le travail est réalisé en groupes d'étudiants par ateliers traitant de différentes questions scientifiques liées à l'utilisation des marqueurs moléculaires. Les techniques d'extraction d'ADN, PCR, électrophorèse et séquençage sont mises en pratique.

TD '*In silico*': Mise en pratique des notions théoriques liées à la cartographie génétique, la détection des QTLs, la génétique d'association, la sélection génomique et la génétique et génomique des populations. Bioinformatique.

- **Contrôle des connaissances** :

-Préparation d'un poster en anglais en groupes portant sur le travail réalisé en TP au sein de chaque atelier (20%).

Les Objectifs, Matériels et Méthodes, Résultats/Discussion et Perspectives seront abordés.

-Présentation orale en anglais du poster (10min de présentation + 10 min de questions/Discussion) réalisé en groupes et (20%).

-Travail écrit individuel présentant les perspectives à court et long termes des travaux initiés en TP (10%).

-Présentation orale en anglais (15 min + 10 min de questions) portant sur une analyse de données brutes pour la détection de QTL de résistance aux maladies et stress environnementaux (travail de groupes) (30%).

-Rédaction en binôme d'une fiche de synthèse bibliographique d'un article scientifique portant sur les nouvelles méthodes de génotypage haut débit et de cartographie génétique à haute densité (20%).

L'ensemble des fiches de synthèse font l'objet d'une séance de questions/discussion entre les différents binômes afin que chaque étudiant obtienne une vision large des différentes méthodes de génotypage et différents algorithmes disponibles.

UNITE D'ENSEIGNEMENT 4 : PROJET "PLANT BREEDING PROJECT FOR BUDDING BREEDERS" (PBP)

Responsable : Cécile Ben

Intervenants : Cécile Ben, Julien Pirrello, ATER, intervenants extérieurs (SEMAE, sélectionneur)

Durée totale : 95h dont 40h CM/TD/Séminaires 'Ressources'

- **Objectifs :**

Cette UE Projet forme des cadres spécialisés en sélection et création variétales. Dans un contexte où les réductions en intrants sont exigées par la demande sociétale et la réglementation européenne mais où la demande en matières premières continue à augmenter pour faire face à l'évolution démographique, l'amélioration génétique des plantes contribue à relever ces défis majeurs tout en s'intégrant dans une politique de développement durable. L'amélioration des plantes est une "évolution dirigée" respectueuse de l'environnement. Quelles sont les pistes d'innovation en ce sens pour différentes filières agricoles ? De quels moyens dispose-t-on pour accélérer et orienter cette évolution ? Telles sont les questions qui sont abordées au cours de cette UE Projet.

L'objectif spécifique de cette UE projet sera pour chaque équipe de sélectionneurs « en herbe » de proposer une stratégie de sélection d'une espèce végétale d'intérêt pour des caractères agronomiques clés et de discuter des alternatives possibles.

- **Méthodes pédagogiques :**

Apprentissage par problèmes et par projets

Cet enseignement est bâti autour d'un projet, 'The Plant Breeding Project', véritable fil rouge tout au long de la durée de l'UE. Réalisé en binôme ou en trinôme, ce projet porte sur l'amélioration génétique d'une espèce cultivée pour des caractères agronomiques d'intérêt. S'appuyant sur des jeux de données réels et l'analyse de publications scientifiques, il consiste à mener une analyse bio-statistique et génétique détaillée de jeux de données (réels et de grande ampleur) et à proposer une stratégie d'amélioration de l'espèce pour les traits considérés ainsi qu'à discuter les alternatives possibles.

Une formation à la créativité et des séances de créativité faisant appel à des méthodes de design thinking (ex. brainstorming de groupes) permettent de réfléchir aux enjeux, besoins et pistes d'innovation pour la filière concernée, ainsi qu'à la définition des cibles clés de sélection, à la stratégie et aux alternatives éventuelles pouvant être implémentées pour un programme d'amélioration de l'espèce végétale considérée. Des conférences d'intervenants extérieurs (ex. propriété intellectuelle dans le cadre d'obtentions végétales, définir la stratégie et les cibles de sélection pour l'amélioration d'une espèce d'intérêt agronomique) viennent alimenter cette réflexion.

Dans un premier temps, l'étude bibliographique approfondie de l'amélioration variétale de quelques espèces par les travaux personnels des étudiants permet d'aborder les différents schémas de sélection adaptés aux différents types d'espèces ainsi que les ressources et/ou outils disponibles et les principales cibles de sélection. Ces aspects font l'objet d'exposés oraux en anglais (évalués) de la part des étudiants qui constituent la base du cours présentant les schémas de sélection (classe inversée). Deux rencontres de 30 min chacune entre les groupes d'étudiants et les enseignants tuteurs permettent de cadrer le contenu de l'exposé.

Dans un second temps, des séances de *cours/TD* « Ressources » apportent les connaissances et compétences nécessaires à la réalisation du projet par une application concrète des notions enseignées dans le cadre d'études de cas. Les analyses statistiques des données sont réalisées avec le logiciel R, en utilisant des packages dédiés adéquats, si nécessaire.

- **Programme :**

Variabilité génétique (biodiversité, ressources génétiques), sélection naturelle génétique végétale Mendélienne et quantitative de cibles de sélection d'intérêt, sélection multi-traits
Méthodes de choix des génotypes parentaux pour un programme de sélection (programmes diallèles, étude d'hybrides F1 et back-cross, étude de générations successives, LineXTester...)
Méthodes de sélection des plantes autogames et allogames (principes théoriques, lignées, hybrides, variétés synthétiques, sélection récurrente), Amélioration des plantes à multiplication végétative
Introgression et pyramidage de caractères d'intérêt par back-cross
Interaction Génotype X Environnement, Envirotypage, Génomique des populations et association avec des covariables environnementales
Bio-statistiques et plans expérimentaux adaptés à la sélection variétale
Sélection assistée par marqueurs, Sélection génomique

Réalisé sur une période de temps définie (10 à 15 jours), ce projet est ponctué de trois rencontres de 30 min chacune entre les groupes d'étudiants et les enseignants tuteurs permettant de faire le point sur l'avancement du projet en répondant aux questions ciblées des étudiants.

- **Compétences du référentiel ENVOL évaluées :**

Concevoir – Jalon 3 : Innover en tenant compte d'un contexte

AC : Identifier la problématique
Proposer une méthode pour résoudre un problème
Proposer différents scénarios en fonction des risques
Application de méthode de créativité
Animation de séance de créativité

Valider – Jalon 3 : Adapter la méthodologie à la complexité des données ou aux conséquences de la (non-) validation.

AC : Manipuler des données complexes par leur hétérogénéité ou leur taille
Evaluer la responsabilité et les conséquences de la décision et des résultats
Evaluer une personne ou un groupe de personnes en vue d'induire un changement

- **Evaluation des compétences :**

- Travaux individuels de révisions (15%)
- Exposé en groupe sur les pistes d'innovation et les approches méthodologiques pour l'amélioration de l'espèce cultivée étudiée (20min de présentation + 10 min de questions, le diaporama doit être en anglais) (25%).
- Evaluation formative de la démarche de créativité : une diapositive faisant le bilan du déroulement des séances de créativité effectuées au cours de la Phase I du projet -mode de fonctionnement et d'animation au sein du groupe, méthode de créativité utilisée, les aspects qui se sont aisément déroulés, les difficultés rencontrées, les voies d'amélioration-.
- Soutenance finale du projet sur l'amélioration de l'espèce cultivée étudiée : sur la base de la présentation des résultats concrets des analyses statistiques et génétiques des jeux de données et articles scientifiques proposés, une stratégie d'amélioration de l'espèce végétale étudiée sera proposée et les alternatives possibles discutées. (20 min de présentation + 20 min de questions (60%),
dont une diapositive faisant le bilan du déroulement des séances de créativité effectuées au cours de la phase II du projet –évaluation certificative de la démarche de créativité-.

Pré-requis: Module 'Ressources' ABSV : 'Créativité' (Nov.), 'Filière Grandes Cultures' (Oct.) & 'Génétique pour l'Amélioration et la Protection des Plantes' GA2P (Nov.)

mais aussi « TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES MULTIDIMENSIONNELLES » TADM 1AS6, « TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES COMPLEXES » TADC 2AS7, 'Ressources Génétiques et Biotechnologies' 1AS6, 'Sciences Agronomiques dans un contexte de transition' SAT 2AS7, 'Biotechnologies' et 'Semences et Amélioration des Plantes' SAP 2AS8.

ELEMENTS DETAILLES SUR LE DEROULEMENT DU PBP

- **Objectifs:** Proposition d'une stratégie de sélection d'une espèce végétale d'intérêt pour des caractères agronomiques clés & Discussion des alternatives possibles.
- **Modalités :**
 - Projet par équipes de 2-3 sélectionneurs « en herbe » cherchant à améliorer une espèce végétale d'intérêt agronomique choisie parmi une liste proposée.
 - Analyse basée sur un état de l'art bibliographique, une réflexion 'créative' sur les pistes possibles d'innovation et l'exploitation de jeux de données réels.

PHASE PREPARATIVE (novembre) : MODULE CREATIVITE ET INNOVATION

Responsable : *Julien Pirello*,

Durée : 8 h TD

- **Objectif**

Ce module vise à sensibiliser les étudiants à la créativité et à l'innovation et permettre aux élèves ingénieurs de découvrir :

- Le pilotage des phases amont de l'innovation
- Le travail collaboratif en conception de nouveaux produits
- Les outils de la créativité
- Les modes de sélection rapide d'idées
- La promotion d'une idée et la construction d'un argumentaire
- Les étapes de transformation d'une idée en un projet

MODALITES DE RATTRAPAGE DE L'UE (2ème session)

Les élèves ont la possibilité de rattraper uniquement les épreuves écrites. Ils doivent s'inscrire à la deuxième session et déclarer leur choix auprès des responsables de modules et des enseignants correcteurs, dès la diffusion des notes de première session.

BIBLIOGRAPHIE DE L'UE

Méthodes

Créativité, Isaksen, S.G. ; Dorval, K.B. ; Treffinger, D.J., (2003) Résoudre les problèmes par la créativité, la méthode CPS, Editions d'Organisation.

Veille scientifique et technique

Sources Générales :

<http://www.scirus.com/srsapp/>

Innovation :

<http://www.agrisudouest.com/>

<http://www.incubateurmipy.com/>

<http://www.inpi.fr/fr/>

<http://www.intelligence-economique.gouv.fr/http://www.bulletins-electroniques.com/>

<http://www.ceei-alsace.fr/>

<http://www.bretagne-innovation.tm.fr/>

<http://www.oseo.fr/>

<http://www.agence-nationale-recherche.fr/>

Brevets:

<http://www.uspto.gov/patft/>

<http://ep.espacenet.com/>

PHASE I (décembre.- MI-janvier.) : DEFINITION DES CIBLES DE SELECTION & ETAT DE L'ART SUR LES METHODES ET OUTILS DE SELECTION POUR L'ESPECE VEGETALE CHOISIE.

Créativité: Innovation variétale et cibles de sélection pour une espèce d'intérêt agronomique.

Temps h eqTD étudiant: 13h. TA (10h), Séminaires: 3h

- 2 séminaires 'Ressources' d'1h (+30min discussion) sur la stratégie et l'innovation en sélection végétale:
 - « Why & what to breed? »: les deux piliers de la sélection variétale. (Javier Betran Pardo, France · Head Europe Corn Breeding · Bayer Crop Science)
 - SEMAE (ex-GNIS): Propriété intellectuelle pour des obtentions végétales.
- TA [Atelier bibliographique (2h) – Brainstorming au format Design Thinking (2 x 4h)]. Identification des enjeux et besoins de la filière et définition des cibles de sélection clés pour une espèce d'intérêt agronomique.
 - Modalités: 2 équipes de 3 sélectionneurs en herbe travaillant sur l'amélioration de 2 espèces végétales différentes.

Classe inversée : Ressources, méthodes et outils de sélection pour des espèces végétales d'intérêt agronomique.

Temps HeqTD étudiant: 17h. TA – 10h, Tutorat (en groupe): 2*30min, Restitution: 2*3h

- Base du cours sur les méthodes et schémas de sélection variétale. Exposés en anglais (évalué).

PHASE II (CM/TD 'RESSOURCES' janvier & REALISATION 10-15 JOURS EN février): PROPOSITION D'UNE STRATEGIE DE SELECTION DE L'ESPECE VEGETALE D'INTERET POUR DES CARACTERES AGRONOMIQUES CLES & DISCUSSION DES ALTERNATIVES POSSIBLES.)

CM/TD 'Ressources' Génétique et Sélection Variétale

Temps HeqTD étudiant: 25h.

Programme :

Variabilité génétique (biodiversité, ressources génétiques), sélection naturelle
génétique végétale Mendélienne et quantitative de cibles de sélection d'intérêt, sélection multi-trait
Méthodes de choix des génotypes parentaux pour un programme de sélection (programmes diallèles, étude
d'hybrides F1 et back-cross, étude de générations successives, LineXTester...)
Méthodes de sélection des plantes autogames et allogames (principes théoriques, lignées, hybrides, variétés
synthétiques, sélection récurrente), Amélioration des plantes à multiplication végétative
Introgression et pyramidage de caractères d'intérêt par back-cross
Interaction Génotype X Environnement, Envirotypage, Génomique des populations et association avec des
covariables environnementales
Bio-statistiques et plans expérimentaux adaptés à la sélection variétale
Sélection assistée par marqueurs, Sélection génomique

Réalisation pratique (dans un temps contraint) sur la base d'analyse de jeux de données réels (de
grande ampleur) et d'articles scientifiques (pour discuter l'apport des biotechnologies) - Temps
HeqTD étudiant: 17h. TA – 12h, Tutorat (en groupe): 2*30min, Restitution: $f(\# \text{ équipes})$. En moy. 4
à 6h (40 min par éq. soit 20' présentation en FR + 20' Discussion)

+ créativité:

- *Séance 1. En tant que sélectionneurs en herbe, quelles pistes explorées pour l'amélioration de notre espèce d'intérêt sur la base des informations mises à disposition (jeux de données, articles)?* - TA. 2h + 30min Tutorat en groupe pour fixer les questions à aborder.
- *Séance 2. Quelles stratégies et alternatives pour l'amélioration génétique de l'espèce végétale d'intérêt?* - TA [Brainstorming au format Design Thinking (2*4h)]. 2 équipes de 3 sélectionneurs en herbe travaillant sur l'amélioration de 2 espèces végétales différentes. (Paires de Budding Breeder teams différentes de la phase I et mixant espèces autogames/allogames)

UE5 Projet DEPAR (Diagnostic Et Préconisations Agroécologiques pour la culture)

Responsable : Mélodie Ollivier

Intervenants : Mélodie Ollivier (MCF), Grégory Dechamp-Guillaume (PR), Nicolas Pauly (MCF), intervenants extérieurs (FREDON, Chambre Régionale d'Agriculture), visites d'exploitations agricoles et d'un site expérimental (ARVALIS).

Durée totale : 70h (45h 'Ressources' [Conférences/CM/TD/Sorties] et 25h de travail en autonomie)

• **Objectifs :**

Cette unité d'enseignement a pour objectif 1) de former des ingénieurs au diagnostic sanitaire de la culture et 2) de les conduire vers la proposition de conseils individualisés pour la gestion des bioagresseurs.

Dans un contexte de forte réduction de l'usage de produits phytosanitaires, notamment imposé par la directive Européenne 2009/128/CE, le gouvernement français s'est engagé à réduire la

dépendance de ses systèmes agricoles à l'utilisation des pesticides. Le plan Ecophyto II+ fixe les objectifs à atteindre pour réduire les risques associés à l'usage des produits phytopharmaceutiques et encourager vers des approches intégrées et agroécologiques de la gestion des bioagresseurs. L'ingénieur agronome par son rôle central dans l'accompagnement des agriculteurs doit participer à accélérer la transition des systèmes vers des modes de production agroécologiques.

L'établissement d'un diagnostic juste et fiable est une phase primordiale pour la préconisation de mesures de protections adaptées. Le diagnostic s'appuie sur l'identification des bioagresseurs à l'origine des symptômes, la connaissance de leur biologie et l'évaluation du risque. Il fait donc appel à des compétences particulières en entomologie, phytopathologie, malherbologie, ... que l'étudiant pourra acquérir grâce à cette unité d'enseignement qui le confrontera à de véritables problématiques de terrain lors d'un voyage d'étude de trois jours dans le Tarn. A partir des observations faites dans les parcelles et par des échanges avec les agriculteurs, il sera en capacité de déterminer les bioagresseurs à l'origine des dommages et de guider l'agriculteurs vers un choix éclairé quant aux méthodes à mettre en œuvre.

- **Méthodes pédagogiques :**

- ***Apprentissage par problèmes et par projets***

Cette unité d'enseignement se déroule en trois temps :

- Préparation du séjour pour identifier les risques phytosanitaires du Sud-Ouest
- Voyage d'étude : Immersion sur le terrain et détermination d'une problématique
- Etablissement de recommandations pour la gestion des bioagresseurs

Cette unité d'enseignement est construite autour d'un séjour en immersion dans le Tarn durant lequel l'étudiant a l'opportunité d'effectuer des prospections dans des parcelles agricoles afin d'identifier les maladies, ravageurs et plantes adventices observables à cette saison. Durant le voyage d'étude, des temps d'échanges avec les agriculteurs et des professionnels du conseil en protection des plantes (Chambre d'agriculture, Instituts techniques) sont organisés pour permettre à l'étudiant de dégager une problématique de travail qui sera traité par binôme.

Les cultures annuelles pouvant être inspectées à cette période sont le maïs, le sorgho, la luzerne, le tournesol, le colza, la féverole (variant suivant les années et les dates de semis et récolte). Les cultures non présentes à cette période mais cultivées dans la région sont le blé, l'orge, les mélanges type méteils, ... Les cultures pérennes également observables sont la vigne et divers fruitiers (cognassiers, pommiers, ...).

En amont de la sortie, deux journées sont dédiées à la préparation de cette immersion sur le terrain. Par des recherches bibliographiques et des conférences d'intervenants extérieurs l'étudiant peut mieux appréhender le contexte et les risques associés aux bioagresseurs de la région. Il se familiarise ainsi avec les outils comme le Bulletin de Santé du Végétal (BSV) et la plateforme Ephytia. Les diverses méthodes d'échantillonnages (pièges entomologiques) et les guides d'identification sont également présentés. Par petit groupe, les étudiants sont invités à réfléchir à la conception d'une fiche diagnostic permettant de guider les échanges avec les agriculteurs et les conseillers en vue de définir leur problématique de travail et de proposer des mesures de gestion adaptées à la cible et aux contraintes du milieu.

A l'issue de cette sortie, la problématique est validée par les enseignants tuteurs. Des créneaux de travail en autonomie (TA) et deux tutorats sont inscrits à l'emploi du temps pour travailler sur le sujet déterminé. L'objectif global est de proposer des solutions et recommandations pour aider

l'agriculteur dans la gestion du bioagresseur (ex : pyrale du maïs), mais deux niveaux de solutions sont attendus :

- Proposer des solutions à court terme applicables par l'agriculteur et en cohérence avec les contraintes du milieu (pédoclimatique notamment) et de l'exploitant (temps, moyens humain et financiers disponibles, ...). Ces recommandations sont transmises à l'agriculteur sous forme d'un guide pratique et synthétique personnalisé.
- Proposer des solutions à moyen terme, potentiellement plus complexes à mettre en œuvre et nécessitant une phase de tests avant validation et adoption. La démarche expérimentale permettant de tester la méthode retenue est présentée à l'oral aux enseignants tuteurs.

Des séances de TP/TD « Ressource » viendront renforcer les connaissances et compétences acquises durant le voyage d'étude et en autonomie : sur les méthodes d'identification des arthropodes cultures, des phytopathogènes et des plantes adventices, la biologie des bioagresseurs, et les méthodes de conception des plans d'expérience.

- **Programme :**

- Dispositifs de surveillances biologiques du territoire (fonctionnement et interactions entre acteurs)
- Risques biologiques pour la santé des végétaux région Occitanie
- Entomologie :
 - o Méthodes de piégeages entomologiques
 - o Outils et méthodes pour l'identification (clefs dichotomiques et polytomiques)
 - o Ecologie, nuisibilité et symptômes associés
- Phytopathologie :
 - o Reconnaissance des symptômes et identification des agents pathogènes,
 - o Caractérisation phénotypique
- Malherbologie
 - o Reconnaissance des adventices à l'aide à l'aide du guide ACTA
 - o Biologie, écologie, nuisibilité et moyens de lutte
- Conception d'un plan expérimental
 - o Stratégie de lutte contre les bioagresseurs
 - o Hypothèses à tester
 - o Plan d'expériences et analyses statistiques associées

- **Compétences du référentiel ENVOL évaluées :**

DIAGNOSTIQUER – Jalon 3 : Produire un rapport d'opportunités de développement en proposant une démarche

Apprentissages critiques : Sélectionner des méthodes d'analyse et de traitement pertinentes en fonction de la demande du prescripteur
Enoncer des pistes de développement et les justifier

CONCEVOIR – Jalon 3 : Innover en tenant compte d'un contexte

Apprentissages critiques : Identifier la problématique
Proposer une méthode pour résoudre un problème
Proposer différents scénarios en fonction des risques

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
Modéliser/simuler et tester des options

• **Evaluation des compétences :**

- Court rapport sous forme de guide personnalisé présentant : la problématique, une estimation des dégâts pour la culture, les méthodes de contrôle à mettre en œuvre avec une évaluation des besoins humains et financiers (25% de la note)
- Soutenance orale : présentation du contexte, des besoins identifiés et de la problématique, présentation de la méthode expérimentale retenue pour tester une méthode de lutte complexe à mettre en place dans l'exploitation agricole (25 % de la note)
- Rapport écrit pour la partie plan expérimental (25% de la note)
- Evaluation sur table des conférences (25% de la note)

• **Articulation avec d'autres enseignements de la formation :**

Cet UE Projet sera un prolongement des enseignements (parfois optionnels) reçus en 1^{ère} et 2^{ème} année de formation :

1A - UE AGRO CM et Approfondissements en Entomologie appliquée, Phytopathologie, Malherbologie.

2A - Pré-spécialisation Série 4. LA PLANTE DANS SON ENVIRONNEMENT : du génotype à la culture.

Au sein de la spécialisation ABSV, plusieurs modules viendront enrichir ce projet et fournir des pistes de solutions.

3A UE Ressources ABSV :

- **UE 6. CONNAISSANCE DES BIOAGRESSEURS ET DE LEURS ANTAGONISTES : BIOLOGIE, METHODOLOGIE D'OBSERVATION, ET APPROCHES EXPERIMENTALES** (Modules : Entomologie appliquée, Approches expérimentales en phytopathologie, Malherbologie, Organismes phytopathogènes)
- **UE 7 : APPROCHES AGROECOLOGIQUES, INTEGREES, ET PHYTOSANITAIRES** (Modules : Filière des produits phytosanitaires ; Protection AgroEcologiques des Cultures [PAEC] ; Santé des Plantes, Environnement et Services Ecosystémiques [SPESE])

• **Déroulement précis et modalités d'enseignements de l'UE5 DEPAR :**

PHASE 1 : Préparation du séjour pour identifier les risques phytosanitaires du Sud-Ouest

Semaine 39 (Mardi à Vendredi)

- Présentation de l'UE DEPAR (Objectifs, déroulement, exploitations agricoles) – 1h (CM)
- Conférence P Tixier Malicorne (FREDON) : Organismes réglementés et émergents en région Occitanie – 2h30 (CM)
- Conférence M. Lachaussée (Chambre Régionale d'Agriculture) : BSV et surveillance biologique du territoire – 2h (CM)
- Cours sur les méthodes d'échantillonnage et de suivi entomologiques – 2h (CM)
- Travail en autonomie (recherche sur le contexte territorial, pédoclimatique et sanitaire, rédaction de fiches diagnostic, liste du matériel nécessaire...) – 4h (TA)
- Synthèse des activités en autonomie (présentation des fiches, des données recueillies sur dossier partagé, liste de questions incontournables, répartition du matériel de terrain) – 2h (TD)

PHASE 2 : Voyage d'étude - Détermination d'une problématique sur le terrain – 24h (sortie)
Semaine 40 (Mardi à Jeudi)

- Journée 1 (RDV à Montans à 8h45)
 - o Matin : Visite station expérimentale Arvalis de Montans
Pique-nique à Gaillac
 - o Après-midi : Visite de la ferme *La ferme de Rayssaguel* (grandes cultures, vaches et canards, Cambon, 81)

- Journée 2
 - o Journée entière : Visite de la ferme de Gilles Arnal (AB, vaches laitières et cultures, Fréjairolles, 81)
Pique-Nique sur l'exploitation + soirée conviviale avec les agriculteurs

- Journée 3 (départ du gîte à partir de 17h)
 - o Matin : visite de l'exploitation viticole de Jean-Louis Medalle (AB, coopérateur de la Cave de Labastide, Castelnau-de-Levis, 81)
 - o *Déjeuner au gîte*
 - o Après-midi : Bilan des trois journées (liste des problématiques identifiées) et tirage au sort pour les groupes de travail.

PHASE 3 : Etablissement de recommandations pour la gestion des bioagresseurs

Semaine 40 à 49

- Séances sur les méthodes de conception de plans expérimentaux – 6h (TD)
- Travail en autonomie pour la préparation du guide personnalisé et de la présentation orale (7 séances de 3h) – 21h (TA)
- Deux séances de tutorat pour accompagner la préparation du livrable « guide » – 2h (TD)
- Evaluation du projet expérimental (présentation par groupe devant la classe) – 3h (TD)
- Evaluation des conférences (intervenants, visites, ...) – 1h (TD)

Total du volume horaire : 45h (CM/TD/Sortie) + 25h (TA) = 70h

UE 6 : Connaissance des bioagresseurs et de leurs antagonistes : biologie, méthodes d'observations, et approches expérimentales (71h)

Responsable : Nicolas Pauly

Intervenants : Mélodie Ollivier, Nicolas Pauly, intervenants extérieurs.

Durée totale : 71h présentiel

Approches expérimentales en phytopathologie : 32h TP

Organismes phytopathogènes : 12h

Entomologie : 17h

Malherbologie : 10h

MODULE1 : Approches expérimentales en phytopathologie

Responsable : N. Pauly

Durée totale : 32 h TP

1 : N. Pauly, Z. Lesterps (DCCE)

Objectifs : Former nos élèves ingénieurs aux méthodes de laboratoire pour l'identification, la lutte et la prévention de champignons phytopathogènes

Partie A (26h)

A partir des échantillons prélevés lors de sorties sur le terrain, on procédera à :

- . L'isolement et l'identification des agents pathogènes,
- . La caractérisation phénotypique des agents pathogènes.
- . L'évaluation de l'effet de fongicides sur la croissance et la germination de champignons pathogènes du Tournesol.
- . L'évaluation de la réponse de plantes de Tournesol à l'inoculation au champignon phytopathogène *Phoma mac donaldii*.

Partie B (8h)

Des champignons pathogènes seront confrontés *in vitro* à des bactéries endophytes, pour évaluer le potentiel de celles-ci en biocontrôle

- **Contrôle des connaissances :**

Cahier de Laboratoire conforme aux normes françaises, complété par des analyses et une conclusion

MODULE 2: ORGANISMES PHYTOPATHOGENES

Responsable : N. Pauly

Durée totale : 12h présentiel + 8h TA

Enseignants : N.Pauly

- **Objectifs :** Ce module aborde les principaux organismes phytopathogènes et les symptômes qui leurs sont associés. Les caractères généraux et cycles parasitaires pour chaque type d'organisme seront présentés, ainsi que leurs moyens de transmission et les dégâts occasionnés. Enfin, les moyens de lutte adéquate seront également abordés. Chaque type d'organisme sera présenté au cours d'une séance par un groupe d'étudiants, sous forme de classe inversée, complété par des recherches plus poussées sur quelques exemples choisis.
- **Programme :**
 - Introduction sur les maladies parasitaires et non parasitaires.
 - Les organismes phytopathogènes :
 - les virus et viroïdes,
 - les procaryotes (bactéries et phytoplasmes),
 - les champignons phytopathogènes,
 - les nématodes.
 - Les plantes parasites.
- **Méthodes pédagogiques :**
 - Présentation Powerpoint : cours et photocopiés fournis quand nécessaire.
 - Travail personnel encadré et Exposés en classe inversée
- **Contrôle des connaissances :** Exposés

Module 3 : Entomologie Appliquée

Responsable : M. Ollivier

Durée totale : 17h présentiel dont 7h CM, 10h TP

Enseignants : Mélodie Ollivier

- Objectifs

Ce module présente les espèces d'arthropodes ayant un impact sur les cultures (ravageurs majeurs et secondaires, dégâts directs et indirects), il présente aussi la diversité des espèces auxiliaires aidant à la régulation des

bioagresseurs. Par ce module, les étudiants apprendront à utiliser les outils de l'entomologistes pour identifier les ordres et les familles taxonomiques et certaines espèces d'intérêt majeur. Ils seront capables de rechercher et d'extraire à partir de ressources internet spécialisés les informations sur la biologie des espèces. Ils approcheront et discuteront la complexité des interactions entre espèces. Enfin, ce module leur permettra d'émettre des préconisations et les aidera à décider de l'approche à mettre en œuvre face à un ravageur donné.

- Programme

Ce module est articulé en 7 séances thématiques :

- introduction et détermination des insectes à l'ordre (remise à niveau)
- identification des ravageurs du colza, biologie et moyens de lutte
- identification des ravageurs des graminées (céréales et du maïs), biologie et moyens de lutte
- identification des ravageurs de la vigne, biologie et moyens de lutte
- identification des ravageurs des arbres fruitiers, biologie et moyens de lutte
- identification des ravageurs des denrées stockées, biologie et moyens de lutte
- identification des auxiliaires des cultures, biologie et leviers pour les favoriser

- Méthodes pédagogiques

Ce module s'appuie sur des séances hybrides TP/CM, réalisées en salle de TP et en petit effectif (une 20aine d'étudiants). Durant la première moitié de la séance les étudiants avancent en autonomie pour identifier les spécimens proposés (à l'aide de clefs dichotomiques). L'enseignant passe auprès de chaque étudiant à plusieurs reprises pour lever les éventuels blocages. Les étudiants sont amenés à effectuer des recherches pour extraire les informations sur la biologie des espèces. Des collections de références sont mises à disposition pour observation. La deuxième partie de la séance concerne la mise en commun des informations collectées et le partage par l'enseignant des connaissances relatives aux espèces observées (caractéristiques morphologiques diagnostiques, impact, biologie, mesures de luttés ou de gestion).

- Contrôle des connaissances

L'évaluation s'effectue sous forme d'un TP noté, quelques échantillons biologiques sont proposés à l'identification. La démarche pour aboutir à l'identification doit être explicitée.

Module 4 : Malherbologie

Responsable : M. Ollivier

Durée totale : 10h, dont 6h CM 4h terrain

Enseignants : Mélodie Ollivier, Alain Rodriguez (intervenant extérieur de l'ACTA)

- Objectifs :

Ce module présente les principales espèces d'adventices rencontrés en milieu cultivés et donne à l'étudiants les clefs pour réaliser leur identification de façon autonome (ressources en ligne, guides, ...).

- Programme

2 séances de CM sur les adventices « estivales » et « hivernales »

1 demi-journée d'observation sur le terrain à l'aide du guide d'identification « Mauvaises herbes des cultures » de l'ACTA.

- Contrôle des connaissances

Identification des espèces sur photos

UE 7 Protection Intégrée, Produits Phytosanitaires et approches agroécologiques

Responsable Mélodie Ollivier

MODULE 1 : « FILIERE PRODUITS PHYTOSANITAIRES »

Responsable : Marie Carmen Monje, marie-carmen.monje@toulouse-inp.fr

Durée totale : 26H

Dont cours : 16 H

Dont TD : 7H

Dont visite : 3H (visite Agronutrition, site Carbonne)

Intervenants : M.C. Monje, G. Dechamp-Guillaume

Objectifs :

Ce module présente les objectifs suivants :

Partie 1 : Avoir une bonne connaissance de la Filière des Produits Phytosanitaires. Description du cheminement d'une molécule à activité « Pesticide » du laboratoire jusqu'au pulvérisateur ?

Partie 2 : Apprendre à mieux appréhender les « traitements » en respectant l'environnement grâce à la connaissance du mode d'action des pesticides, de la réglementation, des méthodes d'application et de la gestion des déchets

Programme :

La filière pesticide est abordée à différents niveaux :

- Parcours suivi par un pesticide depuis la découverte de la matière active jusqu'à sa formulation et son homologation.
 - Formulation et homologation des pesticides
 - Présentation des produits phytosanitaires par rapport aux grandes familles chimiques (Insecticides, herbicides, fongicides)
 - Classification chimique en fonction de leur activité
 - Etat des lieux de l'impact des pesticides sur la santé
 - L'écotoxicologie : présentation des micropolluants et macro polluants
 - Détection des substances actives et de leurs métabolites
- Une veille scientifique est également faite pendant la période d'enseignement. Ceci permet d'aborder pendant le module d'enseignement des sujets d'actualité.

- Mode d'action des diverses familles d'insecticides, herbicides et de fongicides :
 - étude du mode d'action au niveau cellulaire
 - actions secondaires : résistance, phytotoxicité, maladies iatrogènes....
- Utilisation des pesticides :
 - choix du produit,
 - mode d'application,
 - sécurité pour l'applicateur et l'environnement.

Méthodes pédagogiques : Cours magistraux et cours en pédagogie active.

Dans la partie 1, la séquence pédagogique de 20 heures est construite comme suit :

- des cours magistraux (CM, 8 heures), pendant lesquelles les connaissances de base de la Filière sont données (vidéo, ...).
- des séances de travail (cours inversés, 4 heures), pendant lesquelles les étudiants sont actifs et au centre du dispositif d'enseignement. Ils travaillent en groupe et approfondissent leurs connaissances sur un thème

particulier, en recherchant des ressources bibliographiques, afin de construire un exposé sur cette étude de cas. Pendant ces séances, il y a des échanges et discussions avec l'enseignant qui est présent.

- des cours de « restructuration » ou de « réorientation » (4 heures), par rapport au contenu des exposés. Ils correspondent à des séances travail toujours en présence de l'enseignant qui joue le rôle de « tuteur/régulateur »
- des séances de restitutions orales (4 heures) de la production pédagogique, qui doivent « obligatoirement » soulever des polémiques, controverses et échanges entre étudiants. Cela permet en fin de la séquence de cours, soit d'approfondir des parties de cet enseignement soit d'aborder des nouvelles notions qui n'ont pas été traitées en CM (Exposé dans un format PowerPoint).

Dans la partie 2, concernant la conception et planification de protocoles d'expérimentations :

- Constitution de groupes d'étudiants
- Sur la base de recherches documentaires, choix par chaque groupe d'étudiants d'une problématique conduisant à la mise en œuvre d'expérimentations
- Conception et planification des expérimentations nécessaires

Contrôle des connaissances :

Partie 1 : Soutenance orale : exposé en groupe. La thématique a été discutée et choisie en amont par l'ensemble des étudiants. La pertinence et l'intérêt des thèmes sont discutés et sélectionnés par l'ensemble de la promotion et de l'enseignant. Exposés sur des sujets d'actualité dans le domaine des pesticides.

Partie 2 : Projet expérimentation herbicides.

MODULE 2 : PROTECTION AGROECOLOGIQUES DES CULTURES - PAEC

Responsable : Mélodie Ollivier

Module commun avec la spécialisation AGREST

Enseignant responsable : Mélodie Ollivier

Intervenants : M. Ollivier, J.P. Sarthou, intervenants extérieurs (O. Husson, L. Bousset, V. Sarthou)

Durée totale : 28,5h (plus 6h de Travail en Autonomie [TA])

Dont cours et conférences : 19h

Dont visites : 9.5h (2 visites)

Objectifs :

Ce module poursuit trois objectifs importants dans la formation d'ingénieur agronome : (i) appréhender les réels enjeux de la protection des cultures dans un contexte de tension autour de la production alimentaire mondiale, (ii) maîtriser les fondamentaux de la protection intégrée et de la protection agroécologique des cultures : ses principes, ses bases scientifiques, ses leviers, ses retombées concrètes, et (iii) connaître les sources d'information et d'accompagnement technique des agriculteurs à la protection des cultures afin de savoir les mobiliser rapidement sur le terrain.

Ces trois objectifs permettront d'acquérir les connaissances sur les diverses techniques et stratégies, étayées par des éléments de biologie et de génétique, s'inscrivant à divers niveaux emboîtés du raisonnement de la production agricole et de l'organisation des exploitations. Ces diverses approches biotechniques, dont l'apprentissage sera facilité par le maniement de modèles, seront replacées dans un contexte actualisé sur les plans socio-économiques et politiques. Les étudiants auront notamment l'opportunité de visiter un verger écoresponsable (Montdragon, Tarn) et la station expérimentale du CEFEL (Montauban, Tarn-et-Garonne).

Programme :

Démarche générale de la Protection Intégrée (PI) et de la Protection Agroécologique des Cultures (PAEC).

Intérêt d'une bonne connaissance des bioagresseurs majeurs : identification, biologie.

Conditions de nuisibilité et estimation des risques.

Composantes de la Protection Intégrée : moyens agrotechniques de protection et d'évitement (y compris échelle paysagère), lutte intégrée (substances sémiologiques, luttés biologiques dont lutte biologique par conservation, lutte microbiologique), lutte chimique raisonnée.

Méthodes pédagogiques :

Cours

Conférences

Présentation d'un cas d'étude à travers un exposé (par groupes)

Contrôle des connaissances :

Examen final : devoir sur table individuel et exposé de groupe.

MODULE 3 : « Santé des Plantes, Environnement et Services Écosystémiques [SPESE] »

Responsable : Mélodie OLLIVIER

Durée totale : 42h (39h Présentiel)

Dont cours, TD et conférences : 32 h

TA 3 h

Intervenants : M. Ollivier, C. Dumat, M.-C. Monje, N. Pauly

Intervenants extérieurs : B. Delaunois (Lallemand Plant Care), J-N Aubertot (INRAE), R Rudelle (entomologiste indépendant)

Visites : 7 h (Agronutrition, site Labège et Lallemand Plant Care)

Objectifs :

Afin de conforter les étudiants dans l'approche systémique inhérente à une production végétale respectueuse de l'environnement, ce module propose d'appréhender les composants et processus de l'agroécosystème en interaction avec la plante au niveau des compartiments aérien et du sol. A la fin du module l'étudiant sera capable d'aborder une stratégie de production et de protection des cultures dans son contexte écosystémique. Il sera notamment capable :

- de discuter son interaction avec la diversité des services écosystémiques et leurs intérêts pour la plante cultivée (pollinisation, services écosystémiques des sols, régulation naturelle)
- de s'appuyer sur les principes de la dynamique des bioagresseurs, à travers une approche communautaire pour les ravageurs et les adventices et épidémiologique pour les pathogènes
- d'appréhender l'importance des organismes non cibles au travers de l'exemple de la pollinisation
- de se confronter au déploiement des produits de biocontrôle, par des cas concrets de lutte contre des bioagresseurs d'importance majeure.

Au travers de l'étude de plusieurs interactions « plante-microorganisme », ce module permettra d'appréhender les bases cellulaires et moléculaires de l'interaction entre plantes et organismes pathogènes. La connaissance de ces mécanismes trouve ses applications dans le contrôle biologique, par exemple à travers les stimulateurs de défenses naturelles. Les interactions avec les microorganismes symbioses et leurs services écosystémiques seront traités également.

• **Programme :**

Ecologie des paysages et des communautés (CM), M Ollivier, 3h

Service de pollinisation et pollinisateurs sauvages (séance hybride CM TP), M Ollivier & R Rudelle, 3h

Identification des pollinisateurs par barcoding ADN (CTD), M Ollivier, 2h

Sol et services écosystémiques, C Dumat, 4h CM et 3h TD

Interactions plantes-insectes et luttés biologiques (CM), M Ollivier, 3h

Epidémiologie et modélisation en protection des cultures, JN Aubertot, 3h TA et 4h CM,

Relations plantes-micro-organismes : maladies et symbioses, mécanismes moléculaires, N. Pauly et intervenants extérieurs, xx) env 10h CM et conférences. Cet enseignement se déroule en anglais et se situe en amont des autres en décembre ; évaluation par examen écrit

Visite et conférence chez Lallemand Plant Care, B. Delaunois & M Ollivier, 3h

Visite Agronutrition Labège, 4h, M-C Monje

• **Méthodes pédagogiques :**

Ce module s'appuie sur des modalités d'enseignements variées : des cours magistraux pour les enseignements fondamentaux (eg. Ecologie des communautés), des travaux dirigés (eg. Services écosystémiques du sol), des travaux pratiques (eg. Identification de pollinisateurs sauvages), des travaux en autonomie (eg. Modélisation en protection des cultures) et des sorties en entreprise (eg. Lallemand Plant Care).

• **Contrôle des connaissances :**

Un rapport d'étonnement de la visite effectuée chez Lallemand Plant Care sera demandé. Les autres enseignements seront évalués par un examen écrit.

UNITE D'ENSEIGNEMENT 8 : Développement professionnel et personnel

MODULE 1 : ENGLISH *Enseignant responsable* : Peter Lake, peter.lake@toulouse-inp.fr

Durée totale : 25h dont 20 h présentiel et TA env. 5h

Students in ABSV will have to present 2 posters in English (one for an International Conference, and one for the module "Sélection variétale").

There will be two sessions of preparation and one session of oral presentation per poster.

The students will have to work in pairs and contact the English teacher to make appointments to prepare the presentations.

.

MODULE 2 : SPORT *Enseignant responsable* : Jean Louis Dessacs

Activités sportives : 22h

Réunion d'information le jour de la rentrée, choix des sports pratiqués

Organisation : 2 journées entières et 2 demi-journées , Groupe RANDO/TRAIL et Groupe PLEIN AIR

MODULE 3 : ACCOMPAGNEMENT PROFESSIONNEL

ACCOMPAGNEMENT AU PROJET PERSONNEL ET PROFESSIONNEL (A3P)

Enseignant responsable : Julien Brailly

Total 9h présentiel et 5h TA

Atelier 3 h

TD 3h Séances de coaching 3h

FORUM CARRIERES – organisation de la table ronde par un groupe de 5 élèves,
participation aux ateliers 8h