SPECIALISATION DE 3ème ANNÉE

AGROBIOSCIENCES VEGETALES

ABSV

SYLLABUS 2026-2027

Responsables de spécialisation : Nicolas Pauly et Farid Regad

nicolas.pauly@agrotoulouse.fr
farid.regad@agrotoulouse.fr

Table des matières

I. OBJECTIFS, COMPETENCES DEVELOPPEES ET CHAMP D'EMPLOI 3
A. Objectifs en termes d'acquisition 3
B. Champ d'emploi 3
II. PEDAGOGIE 3
A. Démarche pédagogique 3
B. Programme pédagogique 4
C. Validation de l'année 4
D. Intervenants, partenaires scientifiques et professionnels 4
E. Liste des Unités d'Enseignement de la spécialisation ABSV 5
III. PROGRAMME DU SEMESTRE 9 6
UE1 : INNOVATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE EN PRODUCTIONS VEGETALES 6
UE2 : ORGANISATION DES FILIERES 8
UE3 : GENETIQUE POUR L'AMELIORATION ET LA PROTECTION DES PLANTES 12
UE4 : "PLANT BREEDING PROJECT" 17
UE5 : PROJET DIAGNOSTIC ET PRECONISATIONS AGROECOLOGIQUES POUR LA CULTURE 23
UE6 : CONNAISSANCE DES BIOAGRESSEURS ET DE LEURS ANTAGONISTES : BIOLOGIE, METHODES D'OBSERVATIONS, ET APPROCHES EXPERIMENTALES 27
UE7 : PROTECTION INTEGREE, APPROCHES AGROECOLOGIQUES ET PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES 30
UE8 : DEVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET PERSONNEL 35
UE9 : ENTREPRISE 36
IV. PROJET DE FIN D'ETUDES 38

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

La spécialisation ABSV permet l'acquisition :

- De 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,
- De 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, …
- D'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. Champ d'emploi

Avec cette spécialisation ABSV, les débouchés sont nombreux et diverses :

- 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

La formation « théorique » à l'ENSAT est organisée en 9 Unités d'enseignement (UE) permettant l'attribution d'un total de 30 crédits ECTS (S9). 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.

C. Validation de l'année

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- Université de Toulouse) 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.

D. 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** :

Valérie Barraud-Didier (UMR AGIR), Cécile Ben (UMR CRBE), Julien Brailly (UMR AGIR), Grégory Dechamp-Guillaume (UMR AGIR), Jean-Louis Dessacs, Camille Dumat (UMR CERTOP), Peter Lake, Pierre Maury (UMR AGIR), Marie-Carmen Monje (UMR LGC), Mélodie Ollivier (UMR Dynafor), Nicolas Pauly (UMR TPS) Julien Pirrello (UMR TPS), Farid Regad (UMR TPS), Jean-Pierre Sarthou (UMR CRBE), Benoît van der Rest (UMR TPS).

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.

E. Liste des Unités d'Enseignement de la spécialisation ABSV

UE ET MODULES (Responsables)	Heures
UE1 Innovation et Valorisation de la Recherche en Productions Végétales – IVRPV (Julien PIRRELLO)	**50**
Valorisation de l'innovation technologique en productions végétales (Pirrello)	10
Conférences/Colloques (Ollivier et Pauly)	18
Innovations pour les agrobiosciences végétales (Pauly)	22
UE2 Organisation des Filières – OF (Pierre MAURY)	**70**
Filière Fruits et Légumes (van der Rest)	30
Filière Grandes Cultures (Maury) [Avec AGREST]	40
UE3 Génétique pour l'Amélioration et la Protection des Plantes – GA2P (Cécile BEN)	**63**
Génétique quantitative computationnelle (Ben)	47
Génotypage (Regad)	16
UE4 Plant Breeding Project – PBP (Cécile BEN)	**84**
Créativité et innovation en sélection variétale (Didier Sauvaire & SEMAE)	14
Sélection variétale : APP - Bases théoriques, méthodologiques et technologiques et application sur des espèces choisies (Ben)	70
UE5 projet Diagnostic Et Préconisations Agroécologiques pour la culture – DEPAR (Mélodie OLLIVIER)	**71**
Risques biologiques en santé du végétale : identification et suivi (Ollivier)	18
Observation et diagnostic sur le terrain – Voyage d'étude (Ollivier)	24
Recommandations opérationnelles et plan d'expérimentation (Dechamp-Guillaume)	29
UE6 COnnaissances des Bioagresseurs et de leurs Antagonistes : bioLogie, méthodes d'observations et approches expérimenTales – COBALT (Nicolas PAULY)	**71**
Entomologie appliquée (Ollivier)	17
Approches expérimentales en phytopathologie (Pauly)	32
Organismes phytopathogènes (Pauly)	12
Malherbologie (Dechamp-Guillaume)	10
UE7 Protection intégrée, approches agroécologiques et produits phytopharmaceutiques – PEPITE (Mélodie OLLIVIER)	**74**
Filière des Produits Phytosanitaires (Monje)	27
Santé des plantes, Environnement et Services Ecosystémiques – SPESE (Ollivier)	42
Protection Agroécologique des Cultures – PAEC (Ollivier) [Avec AGREST]	29
UE8 Développement professionnel et personnel – DPP (Peter LAKE)	**56**
Anglais (Lake)	25
Sport (Dessacs)	22
Accompagnement personnel (Brailly)	9
UE9 Entreprise (Valérie BARRAUD-DIDIER)	
UE10 Projet fin d'études + Soutenance	

III. PROGRAMME DU SEMESTRE 9

UE1 : INNOVATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE EN PRODUCTIONS VEGETALES

UE1 INNOVATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE EN PRODUCTIONS VEGETALES Public : FISA/FISE		
Code : IVRPV	Nombre heures programmées : 58h Cours/conférences : 14h Colloques et visites : 20h TD : 10h TA : 14h	ECTS : FISE : 4 FISA : 1
Enseignant responsable : **Julien PIRRELLO,** julien.pirrello@agrotoulouse.fr		
Intervenants : Mélodie Ollivier, Julien Pirrello, Nicolas Pauly Autres intervenants : professionnels de l'innovation		

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

Objectifs

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/ Conférence scientifique »
Responsable : Mélodie Ollivier, mélodie.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 « INNOVATIONS POUR LES AGROBIOSCIENCES VEGETALES »
Responsable : Nicolas Pauly, nicolas.pauly@agrotoulouse.fr

Duré totale : 20 heures (4h cours, 2h TD, 6h présence au colloque FIRA/automatisme/plateformes/… – peut varier en fonction du colloque chaque année, 4h visite) avec présence enseignant, plus 4h travail en autonomie.

Objectif :
Savoir identifier, synthétiser et communiquer sur les innovations actuellement déployées (ou en cours de développement) en relation avec les biosciences végétales.

Programme :
En fonction du colloque et des dates, le programme sera adapté en début de semestre.

Contrôle des connaissances : Rapport d'étonnement individuel basé sur les visites et/ou participation au colloque.

UE2 : ORGANISATION DES FILIERES

UE2 ORGANISATION DES FILIERES Public : FISA/FISE		
Code : OF	Nombre heures programmées : Enseignements : 74h Cours : 30h TD : 14h Visites : 14h TA : 16h	ECTS : FISE : 2.5 FISA : 1.5
Enseignant responsable : **Pierre MAURY ;** pierre.maury@ensat.fr		
Intervenants potentiels : Enseignants – chercheurs, chercheurs et professionnels de la filière Grandes cultures. F Andrianasolo (ARVALIS), M. Berger (EIP), Ph Burger (INRAE), P. Casadebaig (INRAE), N. Chaieb (AgroToulouse), E. Dayoub (EIP), D. Desclaux (INRAE), M'hand Fares (INRAE), N. Ait-Kaci (INRAE), F. Labalette (Terres Univia), J-R Lamichhane (INRAE), P. Maury (AgroToulouse), M. Mamprin (Qualisol), J-P Sarthou (AgroToulouse).		

MODULE 1 Filière Grandes Cultures et Variétés – FCV (Maury) [Avec AGREST]

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, les outils et les 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 approfondissent 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 2024-2025 »). 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 des interactions variété * environnement * filière et verrous biotechniques au sein de la filière grande culture à l'aide de méthodes adaptées (jalon 3, DIAG 3.1) / Concevoir une solution (dispositifs, démarches, méthodes, outils…) permettant de lever à court (ou moyen) terme ces verrous (jalon 3, CONC 3.2) / Communiquer les résultats d'un projet sous différents formats, notamment « abrégé » en quelques minutes (jalon 3, COM 3.1).

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)
- Variété et qualité du produit, conseil, distribution (4h visite selon possibilité de programmation à l'EDT)
- Verrous et leviers à l'innovation agronomique dans la filière (2h CM)

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/ou visite terrain (coopérative), et projet FCV.

Cadre du projet FCV (démarche et sujets adaptés selon les appels à projets et/ou sollicitations de professionnels de la filière)

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 spécialités : 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 2024/25 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 l'appel à projet « Cap Protéines Challenge », notamment en termes 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 QQOQCCP (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	Examen écrit individuel	Présentation orale projet FCV (note collective et individuelle)	Note d'intention (NI)	Autoévaluation intergroupe (bonus de x %) sur la note (NI)	Autoévaluation intragroupe
Pondération (%)	20	60	20	+ 6% (pour le 1er), + 4% (pour le 2ème), + 2% (pour le 3ème)	-1, 0, +1 point sur la note de présentation orale projet FCV

Modalités de rattrapage FCV

Examen écrit individuel (20%)

Rendu écrit (individuel) 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 filière fruits et légumes – 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 : 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, chaînes de valeurs, évolutions et difficultés
Les déterminants de la qualité des fruits et légumes
Biotechnologies et amélioration des espèces fruitières
Introduction à la conduite agronomique du verger, apports de la robotisation sur les filières fruits et légumes
Technologies post-récolte et implications sur la qualité des productions
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. Deux visites par an parmi :
Visite de la station de conditionnement Blue Whale de Lavaur (Coopérative des Deux Vallées ou STANOR)
Visite du Marché d'Intérêt National de Toulouse Occitanie (MIN)
Visite du FIRA

- ***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.

UE3 : GENETIQUE POUR L'AMELIORATION ET LA PROTECTION DES PLANTES

UE GENETIQUE POUR L'AMELIORATION ET LA PROTECTION DES PLANTES Public : FISA/FISE		
Code : GA2P	Nombre heures programmées : Enseignements : 63h CM : 18h TD : 25h TP : 12h TA : 8h	ECTS : FISE : 4 FISA : 3
Enseignant responsable : **Cécile BEN ;** cecile.ben@agrotoulouse.fr		
Intervenants : Cécile BEN, Farid REGAD		
ECUE : GA2P-GENQUANT : Génétique quantitative computationnelle GA2P-GENEXP : Génotypage (projet expérimental)		
UE Ressource nécessaire pour le projet 'Plant Breeding Project' (PBP)		

Introduction

Cette unité d'enseignement vise à connaître et maîtriser les différentes approches génétiques utilisées en sélection végétale pour décrire le contrôle génétique des caractères d'intérêt (notamment polygéniques) et à développer des marqueurs moléculaires pour la sélection assistée par marqueurs. Elle traite également de la caractérisation moléculaire de la biodiversité, dans une perspective d'utilisation et de gestion raisonnées et optimisées, ainsi que de protection des ressources génétiques.

Les méthodes présentées couvrent l'ensemble du processus, depuis :

(i) la conception et la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux adaptés à la collecte de données phénotypiques sur de larges collections de génotypes et génotypiques (par une mise en situation en laboratoire),

(ii) jusqu'à l'analyse de ces données brutes à l'aide de modèles statistiques et d'outils bio-informatiques appropriés,

(iii) et enfin, leur analyse et interprétation génétique détaillée à travers des méthodes spécifiques à l'objectif poursuivi (ex. cartographie génétique, détection de QTL, génomique des populations…), en tenant compte du type de ressources génétiques et des données de polymorphisme disponibles.

Les méthodes de génétique quantitative computationnelle abordées dans l'**ECUE GENQUANT** sont introduites de manière théorique afin d'en comprendre les principes, les domaines d'application, la flexibilité, la puissance et les limites. Elles sont systématiquement appliquées à des cas concrets, liés à l'amélioration génétique des plantes pour des caractères agronomiques majeurs, en utilisant des jeux de données réels et des outils logiciels open source dédiés.

Par ailleurs, le génotypage haut-débit fait l'objet d'une mise en pratique expérimentale dans des conditions de laboratoire réelles dans le cadre de l'**ECUE GENEXP**.

Le caractère transversal des approches étudiées, applicables aussi bien aux plantes cultivées et sauvages qu'aux populations de pathogènes ou de ravageurs est également souligné.

Les connaissances et compétences acquises dans cette UE sont directement mobilisables dans le cadre de l'UE Projet « Plant Breeding Project ».

Objectifs d'apprentissage

À l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant sera capable de :

- ✓ Comprendre et concevoir les principaux plans expérimentaux utilisés en génétique et en amélioration des plantes, y compris les dispositifs déséquilibrés.

- ✓ Maîtriser et appliquer de manière appropriée les modèles statistiques linéaires, notamment les modèles linéaires généraux et mixtes, dans leur formulation matricielle.
- ✓ Comprendre les méthodes de génotypage des populations en ségrégation, choisir la stratégie adaptée en fonction de l'échelle d'analyse (nombre d'individus et de marqueurs), et mettre en œuvre les protocoles expérimentaux correspondants en laboratoire.
- ✓ Comprendre et mettre en œuvre les méthodes de détection de la liaison génétique et établir des cartes génétiques.
- ✓ Comprendre et mettre en œuvre les méthodes d'analyse génétique de caractères quantitatifs et détecter des QTL (Quantitative Trait Loci), que ce soit par l'étude de descendances issues de croisements ou par des approches de génétique d'association mobilisant la biodiversité.
- ✓ Comprendre et appliquer les méthodes de la génétique et de la génomique des populations afin d'analyser les relations entre populations, ainsi que les liens entre la structure génétique des populations et le contrôle des caractères phénotypiques.

Lien avec le référentiel de compétences

L'UE forme aux compétences Produire 3. « Adapter une production en fonction des contraintes ou imprévus » et Valider 3. « Adapter la méthodologie à la complexité des données ou aux co

nséquences de la (non-) validation » et aux apprentissages critiques suivants :

PROD 3.1. Adapter la production en fonction des ressources disponibles et de l'échelle de production

PROD 3.3. Mobiliser les outils de maîtrise et d'optimisation des procédés (coût) et/ou des données produites (fiabilité)

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

VAL 3.2. Evaluer les enjeux et les conséquences de la décision découlant des résultats.

VAL 3.3. Proposer des améliorations méthodologiques en vue de consolider l'évaluation.

Description de l'enseignement

ECUE 1 : « Génétique quantitative computationnelle » (GENQUANT – 47h00 dont 18h CM, 21h TD et 8h TA)

Les notions et méthodes abordées dans le cadre de l'ECUE GENQUANT sont les suivantes :

- Plans expérimentaux avancés et modèles statistiques linéaires associés. Evaluation de la biodiversité.
- Déséquilibre de liaison, Estimation de la fréquence de recombinaison par Maximum de vraisemblance.
- Détection des QTL (sur la base des populations issues de croisements) : méthodes linéaires, méthodes par le maximum de vraisemblance, méthodes à marqueurs multiples.
- Génétique d'association (Genome-Wide Association Studies –GWAS-, modèles à locus simple et multiples).
- Génétique et Génomique des populations, création de core collections
- Clonage positionnel, validation fonctionnelle de candidats d'intérêt et Sélection Assistée par Marqueurs

ECUE 2. « Génotypage (projet expérimental) » (GENEXP – 16h00)

- TP (12h) : Génotypage par marqueurs SNP et SSR.
- TD (4h) Analyse bio-informatique des données : alignements multiples de séquences, détection de SNP, design de primers.

Approche pédagogique

L'enseignement est dispensé sous forme de cours magistraux, de travaux dirigés, de travaux pratiques ainsi que de séquences de travail autonome, s'appuyant sur des ressources scientifiques et pédagogiques numériques.

ECUE GENQUANT

L'enseignement de l'ECUE GENQUANT repose sur la réalisation complète d'une analyse génétique, allant de la cartographie génétique à la détection de QTL, à partir de populations en ségrégation ou dans le cadre d'analyses de génétique d'association (Genome-Wide Association Studies, GWAS).

Bien que les méthodes abordées soient applicables à l'ensemble des caractères d'intérêt en amélioration végétale, les études de cas proposées s'articulent principalement autour de la résistance des plantes aux agents pathogènes. Cette approche vise à doter les étudiants des compétences pratiques et des outils analytiques nécessaires à la sélection assistée par marqueurs, ainsi qu'à l'étude de la structure des populations pour une meilleure gestion des cultures.

ECUE GENEXP

L'ECUE GENEXP comprend un travail expérimental en conditions réelles de laboratoire (wet lab), au cours duquel les étudiants, organisés en groupes, participent à différents ateliers scientifiques autour de l'utilisation des marqueurs moléculaires. Les activités pratiques couvrent l'extraction d'ADN, l'amplification par PCR, l'électrophorèse et le séquençage, offrant une immersion concrète dans les techniques de biologie moléculaire appliquées à la génétique végétale.

Modalités d'évaluation des apprentissages

Apprentissages évalués :

ECUE GENQUANT.

- Comprendre et savoir mettre en œuvre les méthodes d'analyse génétique des caractères quantitatifs.
- Être capable de sélectionner les approches méthodologiques adaptées en fonction du jeu de données étudié (type de ressources génétiques, nature, nombre et densité des marqueurs moléculaires, etc.).
- Interpréter les résultats obtenus de manière critique et formuler des perspectives d'application à court et moyen termes dans un contexte d'amélioration génétique.

ECUE GENEXP.

- Comprendre et savoir utiliser des marqueurs moléculaires génétiques.
- Être capable de générer des marqueurs moléculaires
- Générer puis interpréter les résultats obtenus expérimentalement.

Modalités d'évaluation :

- **En SESSION 1**

ECUE	ECUE 1 - GENQUANT	ECUE 2 - GENEXP
Forme de l'épreuve	**Présentation orale portant sur les populations de cartographie** biparentales et multi-parentales (création, caractéristiques génétiques, avantages/limites pour les analyses génétiques) **(travail de groupes mais notation individuelle, 5 min + 2 min de questions, diaporama en anglais, 1 séance de tutorat de 10 min par groupe, 12%)** **Rédaction 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 (en binôme 25%).** L'ensemble des fiches de synthèse feront l'objet d'une évaluation par les pairs et 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. **Projet de détection de QTL.** **Phase 1. Rapport d'analyses de données phénotypiques brutes produit en R markdown.** Le rapport devra inclure : i) Une analyse exploratoire des données (EDA) : description statistique des données brutes, identification des éventuelles anomalies ou biais, et discussion de la qualité du jeu de données. ii) Une analyse statistique détaillée : utilisation d'un modèle statistique adapté au plan expérimental mis en œuvre, afin d'évaluer les effets des différents facteurs étudiés sur la variation phénotypique, et d'extraire les moyennes ajustées. iii) Le calcul de l'héritabilité des caractères étudiés. **(Travail de groupe, jeux de données mis à disposition 2 semaines avant la date de rendu, une séance de tutorat de 15 min par groupe, 20%)** **Phase 2. Présentation orale portant sur** une analyse de données brutes pour **la détection de QTL** de résistance aux maladies **(travail de groupes mais notation individuelle, 15 min + 5 min de questions, diaporama en anglais) (43%).**	**Préparation d'un poster en anglais en groupes portant sur le travail réalisé en TP au sein de chaque atelier (40%).** 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 (40%).** **Travail écrit individuel présentant les perspectives à court et long termes des travaux initiés en TP (20%).**
Durée de l'épreuve	/	/
Coefficient	80%	20 %

- **En SESSION 2**

ECUE	ECUE 1 - GENQUANT	ECUE 2 - GENEXP
Forme de l'épreuve	**Présentation orale portant sur** une analyse de données brutes pour **la détection de QTL** de résistance aux maladies **(Travail individuel, jeux de données fourni une semaine en avance, 15 min + 5 min de questions, diaporama en anglais, présentation en présentiel ou en visio).**	**Evaluation orale sur un cas d'étude à partir d'un document (45 min de réflexion), 10 min de présentation + 5 min de questions**
Durée de l'épreuve	20 min	1h
Coefficient	80%	20%

Modalités de fonctionnement

Les méthodes statistiques développées dans le cadre de l'ECUE 1 GENQUANT nécessitent la maîtrise des pré-requis abordés dans les UE 'Ressources Génétiques et Biotechnologies' (RGB, 1AS6), 'Traitement et analyse des données multidimensionnelles' (TADM – 1AS6), 'Traiter et analyser des données complexes' (TADC – 2AS7) ; 'Sciences Agronomiques dans un contexte de Transition' (SAT, 2AS7) et pour l'ECUE 2 GENEXP, des pré-requis abordés dans les UE 'eGene : enjeux et apports de la génomique et de la bioinformatique' (2AS8) et 'Biotechnology for Agro-engineers' (2AS8).

Bibliographie conseillée

- Aho, K.A., 2013 FOUNDATIONAL and APPLIED STATISTICS for BIOLOGISTS USING R 978-1-4398-7339-7
- Broman, K.W., Woo, K.H., 2018. Data Organization in Spreadsheets. The American Statistician 72, 2–10
- Fieller, N., 2016 Basics of Matrix Algebra for Statistics with R 978-1-4987-1238-5
- Horton NJ and Kleinman K. Using R for data management, statistical analysis and graphics - CRC Press. 978-1-439-82755-0
- Pinheiro, J., Bates, D., 2000. Mixed-Effects Models in S and S-PLUS, Statistics and Computing. Springer New York. 978-0-387-98957-0
- Searle, S.R., 2012. Linear Models, Wiley Series in Probability and Statistics - Applied Probability and Statistics Section. Wiley. 978-1-118-49176-8
- White S. J., Cantsilieris S 2017 Genotyping Methods and Protocols (MIMB, volume 1492) https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6442-0
- Xie, Y., 2017. Dynamic Documents with R and knitr, Chapman & Hall/CRC The R Series. CRC Press. 978-1-315-36070-6
- http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html
- http://kurser.dtu.dk/course/02429

UE4 : "PLANT BREEDING PROJECT"

<table>
<tr><td colspan="3">UE 4 PLANT BREEDING PROJECT
Public : FISA/FISE</td></tr>
<tr><td>Code : PBP</td><td>Nombre heures programmées :
Enseignements : 84h
…CM : 30h
…TD : 30h
Tutorat : 4h
TA : 20h</td><td>ECTS :
FISE : 4
FISA : 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Enseignant responsable : Cécile BEN ; cecile.ben@agrotoulouse.fr</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intervenants : Cécile Ben, Laurent Gentzbittel, Didier Sauvaire (intervenant extérieur)
Autres intervenants : ATER, intervenants extérieurs (SEMAE, sélectionneur)</td></tr>
<tr><td colspan="3">ECUE :
PBP-CRE&INNOV : Créativité et innovation en sélection variétale
PBP-APP : Sélection variétale : bases théoriques, méthodologiques et technologiques – applications sur des espèces choisies.</td></tr>
</table>

Introduction

Cette unité d'enseignement (UE) « Projet » vise à former des cadres spécialisés dans le domaine de la sélection et de la création variétales. Dans un contexte marqué par une double exigence — réduire l'usage des intrants, conformément aux attentes sociétales et aux réglementations, tout en répondant à une demande croissante en matières premières liée à l'évolution démographique — l'amélioration génétique des plantes apparaît comme un levier stratégique. Elle permet de concilier performance agricole et durabilité, en s'inscrivant dans une démarche « d'évolution dirigée » respectueuse de l'environnement. Cette approche contribue à relever les défis actuels posés par le réchauffement climatique et la nécessaire transition des systèmes agricoles.

Quelles voies d'innovation peut-on explorer pour adapter cette amélioration génétique aux enjeux spécifiques des différentes filières agricoles ? Quelles méthodes, ressources, technologies et approches sont aujourd'hui disponibles pour orienter et accélérer ce processus ?

Autant de questions au cœur de cette UE Projet, qui propose aux étudiants, organisés en équipes de sélectionneurs « en herbe », de concevoir une stratégie réaliste et cohérente de sélection pour une espèce végétale d'intérêt, en ciblant des caractères agronomiques clés. Ils seront également amenés à analyser et discuter les alternatives possibles, afin d'acquérir une vision critique et prospective de la sélection variétale.

Objectifs d'apprentissage

À l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant sera capable de :

- ✓ Analyser un jeu de données complexe en mobilisant des méthodes statistiques et génétiques pertinentes, à l'aide des packages R appropriés.
- ✓ Concevoir un programme de sélection végétale en intégrant les données génétiques et technologiques disponibles pour l'espèce végétale travaillée, ainsi que les contraintes réglementaires, économiques et environnementales propres à la filière et à la zone de diffusion visée.
- ✓ Justifier la stratégie de sélection retenue en évaluant les opportunités, les risques et en discutant des alternatives envisageables.
- ✓ Conduire un projet collaboratif ambitieux, pluridisciplinaire et contraint dans le temps.

Lien avec le référentiel de compétences

L'UE forme aux compétences CONCEVOIR 3 « Innover en tenant compte d'un contexte », VALIDER 3 « Adapter la méthodologie à la complexité des données ou aux conséquences de la (non-) validation » CONSEILLER, et aux apprentissages critiques suivants :

CONC. 3.1. Mettre en œuvre une méthode de créativité
CONC. 3.2. Proposer une solution innovante pour répondre à un besoin sociétal
VAL. 3.1. Manipuler des données complexes par leur hétérogénéité ou leur taille
VAL. 3.2. Evaluer les enjeux et les conséquences de la décision découlant des résultats
VAL. 3.3. Proposer des améliorations méthodologiques en vue de consolider l'évaluation

Description de l'enseignement

ECUE 1 : « Créativité et innovation en sélection variétale » (CRE&INNOV – 14h dont 7h CM, 5h TD, 2h TA)

- **Présentation de la filière semences en France et dans le monde (structuration, données économiques), la certification des semences et la propriété intellectuelle.** *Conférence SEMAE.*

- **Réflexion stratégique et programme de sélection.**

1) CONNAITRE MON ENVIRONNEMENT : l'espèce travaillée, les utilisation(s) cible(s), le marché (valeur, enjeux, …), les acteurs, la concurrence, la filière, l'ambition de mon programme, la place de l'espèce dans mon entreprise (vache à lait / prospect, ...), ma mission.
Chacun de ces thèmes sera analysé avec une exigence de vision à court, moyen et long terme. La vision long terme notamment permettra d'évoquer les notions de durabilité mais aussi de rupture (nouveaux marchés cibles, ...). Enfin, la nécessaire intégration de compétences autres que R&D (Marketing, Finance, Institutions, …) sera également mise en exergue.

2) EXPERTISER LA VALEUR DE MON PROGRAMME DE RECHERCHE : Court terme – Positionnement / concurrence (le marché), Moyen terme - Outils, méthodes, technologies innovantes, ... en ma possession (ou pas), Long terme – Valeur de mon pool génétique. Comment l'évaluer ? Comment la préserver ? Comment l'améliorer ?

3) ANALYSE CONTRADICTOIRE : Programme leader / follower, Espèce majeure / « new crop », Espèce à amélioration quantitative / Innovation pilotée par des traits, Make or Buy.

EXERCICES DE MISE EN SITUATION : Sur la base d'éléments de contexte concrets fournis, identifier une/des stratégie(s) de sélection.

- **Mise en marché de l'innovation variétale, étape clef d'un programme de sélection**

1) ÉLEMENTS DE CONTEXTE : Frise chronologique d'un programme de sélection, Phasing (Imaginer / Créer / Trier / Développer), Notions de risque, de durée (temps long), d'investissements…, Cadre réglementaire de la mise en marché

2) ZOOM SUR LA PHASE DE MISE EN MARCHE DE L'INNOVATION : Preuve de Concept, Choix de la stratégie de lancement, Valeur de l'offre, Environnement (marché, concurrence, ...), Interne : (cohérence gamme, marge, ...), Time to Market (TTM) et processus de décisions.

3) STRATEGIE D'OPTIMISATION DU TTM : Du TTM au STM (Speed To Market), Optimisation du process, Aller vite ou aller loin ? Organisation interne, Management du risque.

EXERCICES DE MISE EN SITUATION : Sur la base d'éléments de contexte concrets fournis, identifier une/des stratégie(s) de mise en marché. Les contraintes spécifiques à chacun des scenarii proposés permettent de mettre l'accent sur des problématiques différentes et ainsi aborder un large champ de stratégies possibles pour (i) Entrer sur un nouveau territoire, (ii) Défendre une place de leader sur un marché premium, (iii) Développer une gamme sur un marché à faible valeur, (iv) Imaginer le possible STM d'une « success story » sur le marché Français (cas réel).

ECUE 2 : « Sélection variétale : bases théoriques, méthodologiques et technologiques – application sur des espèces choisies » (PBP-APP – 70h dont 23h CM, 25h TD, 18h TA, 4h Tutorat)

- Variabilité génétique (biodiversité, variabilité génétique, ressources génétiques), Sélection naturelle
- Génétique végétale Mendélienne et quantitative de cibles de sélection d'intérêt, sélection multi-traits, Index économique de sélection
- Méthodes de choix des génotypes parentaux pour un programme de sélection (programmes diallèles, étude d'hybrides F1 et backcross, étude de générations successives, Line X Tester...)
- Estimation des paramètres génétiques : héritabilité sens large et étroit, additivité/Dominance/Epistasie, Aptitudes générales et spécifiques à la combinaison (AGC, ASC), hérédité cytoplasmique
- Groupes hétérotiques
- Méthodes de sélection des plantes autogames et allogames (principes théoriques, lignées, hybrides, variétés synthétiques, sélection récurrente simple et réciproque), Amélioration des plantes à multiplication végétative, schémas de sélection adaptés à l'amélioration de la résistance aux maladies.
- Introgression et pyramidage de caractères d'intérêt par rétrocroisements
- Sélection assistée par marqueurs (notamment Marker-Assisted Back-Cross), sélection basée sur les blocs d'haplotypes.
- Interaction Génotype X Environnement (AMMI, GGE, Régression linéaire jointe de Finlay-Wilkinson, régression factorielle, Modèle linéaire mixte y compris avec variances hétérogènes entre les environnements), Envirotypage, Génomique des populations et association avec des covariables environnementales
- Sélection génomique (y compris multi-traits, et variance environnementale hétérogène)
- Contribution optimale à la sélection (OCS)
- Outils et programmes pour optimiser la conception et la gestion des programmes de sélection (logiciel AlphaSimR, base de données de type BreedBase, …)
-

Approche pédagogique

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 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 et pour la mise en marché de la nouvelle variété créée) viennent alimenter cette réflexion.

Phase 1 (Déc./mi-Janvier). Dans un premier temps, l'étude bibliographique approfondie de l'amélioration variétale des espèces travaillées dans le cadre du projet 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 (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.

Phase 2 (Janv./mi-Février). 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 de génétique et sélection variétale 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. La réalisation pratique de cette phase du projet est effectuée sur une période de temps définie (10 à 15 jours) et ponctuée de trois rencontres de 20 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. La réalisation de ce projet de groupe ambitieux dans un temps restreint fait partie des objectifs d'apprentissage pour ce projet.

Modalités d'évaluation des apprentissages

Apprentissages évalués :

ECUE CRE&INNOV

- Mettre en œuvre une démarche de créativité structurée pour proposer une stratégie de sélection végétale innovante, répondant à un besoin sociétal identifié et intégrant les contraintes réglementaires, économiques et environnementales spécifiques à la filière et à la zone de diffusion ciblée.

ECUE PBP-APP

- Réaliser une analyse statistique et génétique rigoureuse de jeux de données complexes par leur taille et leur hétérogénéité.
- À partir de cette analyse et des technologies disponibles pour l'espèce étudiée, concevoir un programme de sélection adapté aux enjeux de la filière, en identifiant les forces, faiblesses, opportunités et risques associés à la stratégie proposée.
- Proposer des améliorations méthodologiques pour renforcer l'évaluation du programme et formuler des alternatives permettant de limiter les risques identifiés.
- Mener un projet collaboratif ambitieux et pluridisciplinaire dans un temps limité, en veillant à intégrer de manière cohérente l'ensemble des dimensions du projet.

Modalités d'évaluation :

- **En SESSION 1**

ECUE	ECUE 1 – CRE&INNOV	ECUE 2 – PBP-APP
Forme de l'épreuve	**Couplée à la soutenance finale du PBP avec la présentation de diapositives dédiées décrivant la stratégie proposée en 3 diapositives « destination finale », « point de départ » et « options de voyage » incluant les 2-3 principaux moteurs de la stratégie.**	**Phase 1.** **MindMap préparatoire à la présentation orale sur l'amélioration génétique de l'espèce travaillée, base de discussion au cours de la 1ere séance de tutorat pour la Phase 1.** La mindmap doit abordée : i) la présentation botanique et intérêt économique de l'espèce, ii) les ressources et outils disponibles pour l'amélioration, iii) les méthodes et schémas de sélection, iv) les caractères agronomiques sélectionnés, v) les limites rencontrées et faire les liens logiques entre tous ces aspects **(Travail de groupes, 20min d'échange, mindmap en anglais, 15%)** **Présentation orale** portant sur les pistes d'innovation et les approches méthodologiques pour l'amélioration de l'espèce cultivée étudiée **(Travail de groupes mais évaluation individuelle, 20min de présentation + 10 min de questions, le diaporama doit être en anglais, 25%).** **Phase 2. Présentation orale** présentant une proposition d'une stratégie d'amélioration génétique des caractères agronomiques clés des espèces végétales étudiées, basée sur l'analyse de données génétiques réelles et d'articles scientifiques sur les approches biotechnologiques avancées. **(Travail de groupes mais évaluation individuelle, jeux de données et feuille de route du projet fournis 10-15 jours avant la soutenance orale, 25 min + 15 min de questions, diaporama en anglais ou en français) (60%).**
Durée de l'épreuve	/	/
Coefficient		100 %

- **En SESSION 2**

ECUE	ECUE 1 – CRE&INNOV	ECUE 2 – PBP-APP
Forme de l'épreuve	/	**Présentation orale portant sur** une analyse de cas d'étude de sélection variétale **(Travail individuel, jeux de données fourni une semaine en avance, 15 min + 5 min de questions, présentation en présentiel ou en visio, tout document autorisé).**
Durée de l'épreuve	/	20 min
Coefficient	/	100%

Modalités de fonctionnement

L'ECUE 1 CRE&INNOV nécessite une connaissance des méthodes de créativité abordées dans l'UE 1 « Innovation et Valorisation de la Recherche en Productions Végétales» (UE IVRPV, 3A ABSV-S9) et les méthodes de génétique et statistique développées dans le cadre de l'ECUE 2 PBP-APP nécessitent la maîtrise des méthodes abordées dans les UE 'Ressources Génétiques et Biotechnologies' (RGB, 1AS6), 'Traitement et analyse des données multidimensionnelles' (TADM – 1AS6), 'Traiter et analyser des données complexes' (TADC – 2AS7) , 'Sciences Agronomiques dans un contexte de Transition' (SAT, 2AS7), 'Biotechnology for Agro-engineers' (2AS8) et 'Génétique pour l'Amélioration et la Protection des Plantes' (UE GA2P, 3A ABSV-S9).

Bibliographie conseillée

- Aho, K.A., 2013 FOUNDATIONAL and APPLIED STATISTICS for BIOLOGISTS USING R 978-1-4398-7339-7
- Broman, K.W., Woo, K.H., 2018. Data Organization in Spreadsheets. The American Statistician 72, 2–10
- Fieller, N., 2016 Basics of Matrix Algebra for Statistics with R 978-1-4987-1238-5
- Horton NJ and Kleinman K. Using R for data management, statistical analysis and graphics - CRC Press. 978-1-439-82755-0
- Pinheiro, J., Bates, D., 2000. Mixed-Effects Models in S and S-PLUS, Statistics and Computing. Springer New York. 978-0-387-98957-0
- Searle, S.R., 2012. Linear Models, Wiley Series in Probability and Statistics - Applied Probability and Statistics Section. Wiley. 978-1-118-49176-8
- Varshney Rajeev K., Roorkiwal Manish, Sorrells Mark E. (Eds). (2017) Genomic Selection for Crop Improvement New Molecular Breeding Strategies for Crop Improvement, Springer International Publishing AG 2017, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63170-7
- Xie, Y., 2017. Dynamic Documents with R and knitr, Chapman & Hall/CRC The R Series. CRC Press. 978-1-315-36070-6
- http://users.stat.umn.edu/~gary/Book.html
- http://kurser.dtu.dk/course/02429

UE5 : PROJET DIAGNOSTIC ET PRECONISATIONS AGROECOLOGIQUES POUR LA CULTURE

UE5 projet Diagnostic Et Préconisations Agroécologiques pour la cultuRe Public : FISA/FISE		
Code : DEPAR	Nombre heures programmées : Enseignements : 70h CM : 7h TD : 14h Visite : 24h TA : 25h	ECTS : FISE : 4 FISA : 4
Enseignant responsable : **Mélodie OLLIVIER**, melodie.ollivier@toulouse-inp.fr		
Intervenants : Mélodie OLLIVIER (MCF), Grégory DECHAMP-GUILLAUME (PR), Nicolas PAULY (MCF) Autres intervenants : intervenants extérieurs (FREDON, Chambre Régionale d'Agriculture), visites d'exploitations agricoles et d'un site expérimental (ARVALIS).		

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 mesure 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'intervenant 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 :
  - Méthodes de piégeages entomologiques
  - Outils et méthodes pour l'identification (clefs dichotomiques et polytomiques)
  - Ecologie, nuisibilité et symptômes associés
- Phytopathologie :
  - Reconnaissance des symptômes et identification des agents pathogènes,
  - Caractérisation phénotypique
- Malherbologie
  - Reconnaissance des adventices à l'aide à l'aide du guide ACTA
  - Biologie, écologie, nuisibilité et moyens de lutte
- Conception d'un plan expérimental
  - Stratégie de lutte contre les bioagresseurs
  - Hypothèses à tester
  - 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 1ère et 2ème 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** – 13h
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 – 2h (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)*
  - Matin : Visite station expérimentale Arvalis de Montans
    Pique-nique à Gaillac
  - Après-midi : Visite de la ferme *La ferme de Rayssaguel* (grandes cultures, vaches et canards, Cambon, 81)

- *Journée 2*
  - 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)*
  - Matin : visite de l'exploitation viticole de Jean-Louis Medalle (AB, coopérateur de la Cave de Labastide, Castelnau-de-Levis, 81)
  - *Déjeuner au gîte*
  - 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– 33h
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)

UE6 : CONNAISSANCE DES BIOAGRESSEURS ET DE LEURS ANTAGONISTES : BIOLOGIE, METHODES D'OBSERVATIONS, ET APPROCHES EXPERIMENTALES

UE6 COnnaissance des Bioagresseurs et de leurs Antagonistes : bioLogie, méthodes d'observations, et approches expérimenTales Public : FISA/FISE		
Code : COBALT	Nombre heures programmées : Enseignements : 79 h CM : 13h CTD : 12h TP : 42h Visite : 4h TA : 8 h	ECTS : FISE : 4 FISA : 2
Enseignant responsable : **Nicolas PAULY**, nicolas.pauly@agrotoulouse.fr		
Intervenants : Mélodie OLLIVIER (MCF), Grégory DECHAMP-GUILLAUME (PR), Nicolas PAULY (MCF), Jennifer SIMM (Doctorante) Autres intervenants : intervenants extérieurs.		

Compétences du référentiel ENVOL évaluées :

L'UE forme aux compétences DIAGNOSTIQUER « Produire un rapport d'opportunités de développement en proposant une démarche », CONCEVOIR « Innover en tenant compte d'un contexte » et PRODUIRE « Adapter une production en fonction des contraintes ou imprévus » et aux apprentissages critiques suivants :

- DIAG 3.1 « Sélectionner et mettre en œuvre des méthodes d'analyse et de traitement pertinentes en fonction de la demande du prescripteur »
- DIAG 3.2 « Repérer des opportunités de développement et les justifier sur la base de critères techniques, économiques, environnementaux et sociétaux »
- CONC 3.1 « Mettre en œuvre une méthode de créativité »
- PROD 3.1 « Adapter la production en fonction des ressources disponibles et de l'échelle de production »
- PROD3.3 « Mobiliser les outils de maîtrise et d'optimisation des procédés (coût) et/ou des données produites (fiabilité) »

MODULE1 : Approches expérimentales en phytopathologie

Responsable : **N. Pauly**
Durée totale : 32 h TP

Objectifs :

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

Partie A (24h)

A partir des échantillons prélevés lors de sorties sur le terrain (UE DEPAR), 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 macdonaldii*.

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
- Rapport de synthèse et/ou rédaction d'un article scientifique

MODULE 2 : Organismes phytopathogènes

***Responsable* : N. Pauly**
Durée totale : 12h présentiel + 8h TA

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. Ce module sera en relation avec le projet 2P/BC de l'UE7 PEPITE.

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 oomycètes,
- Les plantes parasites.

Méthodes pédagogiques :

Présentation Powerpoint : cours et polycopiés fournis quand nécessaire.
Travail personnel encadré et Exposés en classe inversée

Contrôle des connaissances :

Exposés en classe inversée – évaluation par les pairs.

MODULE 3 : Entomologie Appliquée

***Responsable* : M. Ollivier**
Durée totale : 17h présentiel dont 7h CM, 10h TP

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 luttes 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* : G Dechamp-Guillaume**
Durée totale : 10h, dont 6h CM 4h terrain

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

UE7 : PROTECTION INTEGREE, APPROCHES AGROECOLOGIQUES ET PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

UE7 Protection intégrée, approches agroécologiques et produits phytopharmaceutiques Public : FISA/FISE		
Code : PEPITE	Nombre heures programmées : Enseignements : 97h CM/CI : 67h TA : 9h Visites : 17h	ECTS : FISE : 5.5 FISA : 2.5
Enseignant responsable : **Mélodie OLLIVIER,** melodie.ollivier@agrotoulouse.fr		
Intervenants : Marie-Carmen Monje, Mélodie Ollivier, Nicolas Pauly, Camille Dumat, Jean-Pierre Sarthou Autres intervenants : intervenants extérieurs		

Lien avec le référentiel de compétences

Le module forme aux apprentissages critiques suivants (par compétence visée) :

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
- Énoncer des pistes de développement et les justifier

CONSEILLER – Jalon 2 : Accompagner un changement dans un contexte d'incertitude. Apprentissages critiques :

- Identifier les points de blocage et les leviers de changement
- Proposer des trajectoires de changement dans des situations possiblement controversées

MODULE 1 : « FILIERE PRODUITS PHYTOSANITAIRES »

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

Durée totale : 23H
Dont cours : 16 H
Dont TD : 4H
Dont visite : 3H (visite Agronutrition, site Carbone)
Intervenants : M.C. Monje-Lacombe, N. Pauly

Objectifs :

Ce module présente les objectifs suivants :

Partie 1 : Avoir une bonne connaissance de la Filière des Produits Phytosanitaires, en décrivant le parcours d'une molécule à activité « pesticide » depuis le laboratoire jusqu'au pulvérisateur.

Partie 2 : Apprendre à mieux appréhender la santé des plantes, la réduction des traitements des produits phytopharmaceutiques (PPP) et les alternatives par le bais de la réalisation d'un projet à l'interface des produits phytosanitaires et du biocontrôle. Ce Projet « Produits Phytosanitaires/BioContrôle » (Projet 2P/BC) permet de mettre en avant une vision interdisciplinaire au niveau de la spécialisation basée sur la transversalité des UE5 (DEPAR), UE6 (COBALT) et UE7 (PEPITE).

Programme de la partie 1 (8h) :

La filière pesticide est abordée à différents niveaux **:**

- Développement d'un pesticide (matière active) depuis sa découverte jusqu'à sa formulation et son homologation.

- Classification chimique des produits phytosanitaires en fonction de leur activité (insecticides, herbicides, fongicides)

Une veille scientifique est également faite pendant la période d'enseignement. Ceci permet d'aborder pendant le module d'enseignement des sujets d'actualité.

Programme de la partie 2 (12h) :

- Genèse du Projet : Proposition d'une démarche avec propositions et sélections de différentes activités sous différents formats (TP expérimental, exploitation des données, exposé, carte mentale, table ronde, …) des thèmes/ missions/actions pouvant constituer le projet :
  - ✓ Cas virtuel : gestion d'une crise virtuelle dans le milieu agricole (agro-chalenge)
  - ✓ Cas réel : à partir d'une problématique identifiée lors du voyage d'étude de l'UE DEPAR, en proposant des solutions via l'utilisation de produits phytosanitaires.

- Réalisation du projet 2P/BC en mettant en place « des séances de travail » dont les formats particuliers et les thèmes seront à mettre en place par les élèves de la promotion 2026-2027. Ce travail collectif génèrera la V0 du projet qui sera ainsi un projet évolutif sur 2 années et réalisé par les élèves des futures promotions.

- Rédaction d'un livrable du projet : « *un cahier des charges* », basé sur la réflexion d'une :
  - Répartition des tâches
  - Rédaction du cahier des charges du Projet

- Mobilisation des connaissances au niveau de différents domaines afin de pouvoir envisager des perspectives et proposer de solutions alternatives, à une utilisation intense des Produits Phytosanitaires, tout en gérant les bioagresseurs et en respectant la réglementation.

Le fil rouge de ce projet reste « les Produits Phytosanitaires » (PP). La séquence pédagogique de 20 heures est construite comme suit :

- Partie 1 : des cours magistraux (CM, 8 heures), pendant lesquels les connaissances de base sur la filière sont données
- Partie 2 : des séances de travail sur des formats et contenus particuliers (TP virtuels, classes inversées…) sont à mettre en place par les élèves, en présence des enseignants (TD). Ces différents ateliers aboutiront à une restitution orale évaluée du livrable du Projet 2P/BC : le cahier des charges du Projet.

Les élèves travaillent en sous-groupe. Pendant ces séances thématiques, les élèves sont actifs et placés au centre du dispositif d'enseignement. Dans cette séquence pédagogique, des échanges et des discussions avec les enseignants sont rapidement mis en place, dès le démarrage de la construction du livrable. Ainsi, il y a des phases de brainstorming, de « restructuration » et/ou de « réorientation » des propositions du livrable. Ces phases correspondent à des séances de travail toujours en présence des enseignants qui jouent le rôle de « tuteurs/régulateurs » sur l'avancement de la production du livrable.

Contrôle des connaissances :

Le contrôle des connaissances portera à la fois sur les parties 1 et 2. « Le cahier des charges » du projet sera élaboré par les élèves et évalué oralement lors d'une restitution en présence d'un jury composé d'enseignants et d'élèves disponibles (éventuellement d'une autre spécialisation).

MODULE 2 : Protection Agroécologiques des cultures - PAEC

Module commun avec la spécialisation AGREST

Enseignant responsable : Mélodie Ollivier

Intervenants : M. Ollivier, J.P. Sarthou, intervenants extérieurs (L. Bousset, V. Sarthou, A. Réveillé, JN Aubertot)

Durée totale : 28,5h (plus 6h de Travail en Autonomie [TA])
Dont cours et conférences : 19h
Dont visites : 9.5h (2 visites)

Introduction

Les finalités de ce module sont de présenter les grands principes de la protection des cultures depuis les méthodes les plus conventionnelles (lutte chimique), vers l'ascendance de la protection intégrée des cultures (PIC), puis l'émergence de la protection agroécologique des cultures (PAEC). Ce module débute par un rappel historique des premières méthodes de gestion des bioagresseurs, et du contexte dans lequel sont apparus et se sont développés les produits biocides, il pointe également les limites de ces modèles à hauts niveaux d'intrants. Suite à cette introduction, les diverses approches de la PIC sont présentées (leviers génétiques, physiques, cultural, biologiques…), puis la dimension complexe de la protection agroécologique des cultures est partagée aux étudiants. Ces approches sont replacées dans leur contexte réglementaire tenant compte des évolutions récentes (Ex : Objectifs des Plans Ecophyto, indicateurs mobilisés…). L'intervention de conférenciers et les visites de domaines agricoles viennent expliciter de façon plus concrètes la manière dont la PAEC peut être mise en pratique à différentes échelles (celle de la parcelle, de l'exploitation et du paysage agricole).

Objectifs d'apprentissage

Ce module poursuit quatre grands objectifs : (i) appréhender les réels enjeux de la protection des cultures pour la préservation des rendements dans un contexte de tension autour du respect des exigences environnementales et sanitaires, (ii) maîtriser les fondamentaux de la protection intégrée et de la protection agroécologiques des cultures : principes, bases scientifiques, leviers, applications à différentes échelles, (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, et (iv) savoir reconnaître les principaux bioagresseurs (adventices, maladies, ravageurs) des cultures et les organismes auxiliaires impliqués dans la régulation des bioagresseurs.

Description de l'enseignement

Contenu précis des enseignements (abordés suivant une diversité d'approches pédagogiques présentés ensuite) :

- Historique de la protection des cultures, appuyé sur des données chiffrées (pertes de rendements, développement et usage des produits phytosanitaires)
- Définitions incontournables et concepts clés (relatives aux relations plantes-bioagresseurs, notions de dégâts, dommages et pertes, notions de rendements, notions de seuils, les différents types de luttes biologiques…)
- Mesures réglementaires en place et leurs impacts (Plans Ecophyto, Bulletin de santé du Végétal, Indicateurs de suivi de l'usage des produits phytosanitaires)
- Gradation de la protection des cultures et de leurs principes fondamentaux : lutte chimique systématique, lutte raisonnée, protection intégrée et protection agroécologique.
- Développement des diverses modalités de gestion (physiques, chimiques, biologiques, génétiques, agronomiques), appuyés d'exemples.
- Principe de la lutte biologiques par conservation et sa mise en œuvre dans un paysage agricole.
- Reconnaissance des principaux bioagresseurs et de leurs ennemis naturels.
- Mécanismes en épidémiologie végétale et gestion des résistances, de la parcelle au paysage.
- Potentiel Redox et pH comme indicateur de la santé du sol et de la plante.

Approche pédagogique

La transmission de ces connaissances s'appuie sur diverses approches pédagogiques :

- Semi-passives, tels que des cours magistraux ponctués d'activités rendant les étudiants actifs dans l'acquisition des connaissances : Ex 1) Décryptage des leviers mobilisés par un agriculteur, à partir de la vidéo « Gestion de la flore en colza bio post couvert estival » ; Ex 2) Activité d'analyse d'un

schéma conceptuel portant sur « La diversification végétale dans les paysages agricoles » afin d'identifier les acteurs et processus impliquées à différentes échelles d'un territoire.
- Quiz par équipe sur la reconnaissance des bioagresseurs et auxiliaires.
- Visites de deux domaines agricoles (la Ferme de Vernou, en Ariège et le Site expérimental du CEFEL, dans le Tarn et Garonne) donnant à voir les différents leviers mobilisés par les professionnels et les contraintes guidant leurs choix.
- Classe inversée (par groupe) : temps d'autonomie pour effectuer des recherches sur une thématiques déterminée par les étudiants puis présentation devant la classe. Exemples de thématiques traitées en 2023 : « Projet Z : des vergers de pommiers zéro phyto », « Confusion sexuel contre les tordeuses de la grappe », « Gestion de la jaunisse de la betterave sucrière, quel avenir sans les néonicotinoïdes ? », « Intégration de l'élevage dans la rotation des cultures », « Les chauves-souris en tant qu'auxiliaires des cultures, que sait-on de leur efficacité ? » …

Modalités d'évaluation des apprentissages

Un examen écrit des connaissances élémentaires acquises sur l'ensemble du module donne lieu à une note individuelle et représentant 50% de la note finale pour le module.
Une seconde évaluation concerne la présentation orale en groupe sur la thématique retenue pour la classe inversée. Cette note repose sur une évaluation du contenu (présentation du contexte, mobilisation de données chiffrées et de références qualitatives, pertinence de l'approche discutée en regard des contraintes qu'elle peut présenter, niveau d'appropriation par les agriculteurs) et la qualité de restitution orale de l'information (mobilisation de schémas/figures pertinents, équilibre entre texte et illustration, fluidité orale, qualité des réponses au question).

Modalités de fonctionnement

Ce module est un approfondissement des connaissances acquises en 1ère année (UE AGRO), et en 2ème année (Pré-spécialisation UE S8 : Série 4 « La plante dans son environnement »).

Bibliographie

- Le guide pratique de défense des cultures - 6ème édition – ACTA
- Les auxiliaires des cultures : biologie, écologie, méthodes d'observation et intérêt agronomique – ACTA
- Biodiversité fonctionnelle, VILLENEUVE-CHASSET Johanna – La France Agricole
- La faune auxiliaire des vignobles de France, IFV – La France Agricole
- Protection agroécologique des cultures – Editions Quae
- Zéro pesticide – synthèse INRAE - Editions Quae

MODULE 3 : Santé, Plantes, Environnement et Services Ecosystémiques [SPESE] »

***Responsable* : Mélodie Ollivier**

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)

Durée totale : 42h (39h Présentiel)
Dont cours, TD et conférences : 32 h
TA 3 h
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 (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 luttes biologiques (CM), M Ollivier, 3h
Epidémiologie et modélisation en protection des cultures, JN Aubertot, 4h CM, 3h TA
Relations plantes-micro-organismes (CM et conférences), N. Pauly et intervenants extérieurs, 10h.
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.

UE8 : DEVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET PERSONNEL

UE 08 : DEVELOPPEMENT PROFESSIONNEL ET PERSONNEL Public : FISA/FISE		
Code : DPP	Nombre heures programmées : Enseignements : 56h TA : 10h	ECTS : FISE : 2 FISA : 2
Enseignant responsable : **Peter LAKE**, peter.lake@toulouse-inp.fr		
Intervenants : Julien Brailly, Jean Louis Dessacs, Peter Lake		

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 14h (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

UE9 : ENTREPRISE

UE ENTREPRISE Public : **FISA**		
Code :	Nombre heures programmées : n/a Enseignements : n/a	ECTS : FISE : n/a FISA : 10
Enseignant responsable : **Valérie BARRAUD-DIDIER**, valerie.barraud-didier@toulouse-inp.fr		

Lors du **semestre 9**, les élèves, en contrat de professionnalisation ou en contrat d'apprentissage, alternent des **périodes à l'école** et **des périodes en entreprise**. Quelle que soit la nature du contrat, les élèves ont le même rythme d'alternance pour leur dernière année de formation d'ingénieur agronome.
Les **périodes en entreprise** sont validées par l'**UE Entreprise**. Cette UE permet à l'alternant de valider **10 crédits ECTS** ; les UE rattachées à la formation académique comptant pour 20 crédits ECTS.
Les **modalités d'obtention** de ces 10 crédits ECTS diffèrent selon que l'alternant est lié à l'entreprise par un contrat de professionnalisation ou par un contrat d'apprentissage.

Cas de l'alternant en contrat de professionnalisation

L'attribution des 10 crédits ECTS repose sur deux évaluations :
Une **évaluation des missions** réalisées par l'alternant en entreprise : 6 crédits ECTS. Cette évaluation est réalisée par le tuteur professionnel.
Une évaluation d'un **rapport d'étonnement et sa soutenance** : 4 crédits ECTS. Cette évaluation est réalisée par le tuteur professionnel et le tuteur pédagogique.
Ces 2 évaluations reposent sur des **grilles** qui sont à compléter par les 2 tuteurs de l'élève sur le Livret Electronique de l'Alternant (LEA) de MidiSup. L'élève ainsi que les deux tuteurs reçoivent en début d'année universitaire un **guide** pour les aider à se connecter au LEA et à compléter les grilles d'évaluation.
Le **rapport d'étonnement**, d'une dizaine de pages, conforme aux normes de rédaction habituelles, devra présenter l'entreprise et mettre en avant son fonctionnement avec des points forts et des points possibles d'amélioration.
Habituellement, un rapport d'étonnement permet de répondre aux questions suivantes :
Qu'est-ce qui vous a le plus étonné dans l'entreprise ?
Quel est le point fort qui vous a le plus surpris ?
Quel a été pour vous le point faible le plus inattendu ?
Qu'est-ce qui devrait être amélioré, modifié ou abandonné prioritairement selon vous ?
Si vous aviez une baguette magique, quelle est la chose que vous changeriez dans votre entreprise ?
Qu'est-ce qui vous a étonné dans la manière dont l'entreprise sert ses clients ?
Quelle est la force des produits et/ou services que vous ne soupçonniez pas avant de travailler dans l'entreprise ?
Quel est la faiblesse ou le manquement qui vous inquiète le plus dans les produits et les services ?
Dans les relations interpersonnelles, qu'est-ce qui vous a étonné ?
Quelles sont les améliorations concrètes que vous suggéreriez ?
La **soutenance** a lieu en entreprise ou en visio et dure 15 minutes. Elle est suivie par une discussion.

Cas de l'alternant en contrat d'apprentissage

L'attribution des 10 crédits ECTS repose sur l'**évaluation des compétences** de l'apprenti.e sur la base des missions confiées par l'entreprise. Les compétences évaluées sont celles du **Référentiel de Compétences** de l'élève-ingénieur de l'AgroToulouse.

Contrairement aux semestres précédents (semestres 5 à 8), le semestre 9 de l'apprenti.e est évalué **seulement** sur la base des missions qui lui sont confiées. Autrement dit, l'UE Entreprise de ce semestre ne comporte pas de projet semestriel.

Cette évaluation des compétences est réalisée **conjointement** par le maître d'apprentissage et le tuteur pédagogique en présence de l'apprenti.e au cours d'une rencontre entre les différentes parties.
Le tuteur pédagogique complète l'onglet « Evaluation 3A (S9) » du fichier excel de suivi de l'apprenti.e (fichier disponible sur Moodle). En parallèle, au cours d'un entretien mené à la fin de chaque période en entreprise, l'apprenti.e et le maître d'apprentissage remplissent de façon concertée la fiche de liaison, sur le LEA de MidiSup ; fiche détaillant la nature des missions conduites sur la période et celles envisagées sur la période suivante, l'avis du Maitre d'apprentissage sur le comportement en entreprise et les points à améliorer.

IV. PROJET DE FIN D'ETUDES

Le projet de fin d'étude de la spécialisation ABSV doit avoir un lien clair avec les biosciences végétales en lien avec l'agronomie (cf les enjeux énoncés dans la partie I). Il peut s'agir d'un stage de type expérimental (essais agronomiques), étude, ou conseil. Le sujet doit être validé avec l'enseignant en charge du suivi des PFE (Nicolas PAULY) et doit-être rédigé avant de partir en stage pour TOUS les élèves (y compris les élèves en alternance, ces derniers doivent avoir un sujet bien défini pour les 6 mois du PFE).

L'ensemble des démarches nécessaires est consultable à l'adresse suivante :
https://moodle.inp-toulouse.fr/course/view.php?id=4585

