

*« Intégrer les connaissances en agronomie,
biologie et écologie pour concevoir des systèmes
de culture durables. »*



Livret pédagogique

OPTION INGÉNIEUR AGRONOME

Conception d'Agrosystèmes Durables

2025-2026

CADE

Responsables d'option



Aurélie METAY

Professeure d'agronomie

aurelie.metay@supagro.fr

Département MPRS

Associée au Pôle Vigne et Vin

UMR Agrosystèmes biodiversifiés (ABSYS)



Brigitte BRUNEL

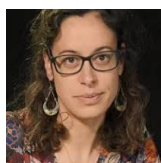
Professeure en Sciences du Sol

Brigitte.Brunel@supagro.fr

Département MPRS

UMR Ecologie fonctionnelle & Biogéochimie des
Sols et des Agro-écosystèmes (Eco&Sols)

L'équipe Pédagogique



Hélène MARROU

Maître de conférences en agronomie

helene.marrou@supagro.fr

Département MPRS

Responsable du M2 AgroDesign

UMR AGAP



Stéphane De TOURDONNET

Professeur d'agroécologie

Stephane.De-Tourdonnet@supagro.fr

Directeur Département MPRS

UMR Agrosystèmes biodiversifiés (ABSYS)



Léo GARCIA

Maître de conférences en agroécologie et numérique

leo.garcia@supagro.fr

Département MPRS

UMR Agrosystèmes biodiversifiés (ABSYS)



Romane METTAUER

Maître de conférences en agronomie des systèmes agroforestiers

romane.mettauer@supagro.fr

Département MPRS

UMR Agrosystèmes biodiversifiés (ABSYS)



Clément GRÉMILLET

Ingénieur formateur

clement.gremillet@supagro.fr

Département MPRS

UMR Agrosystèmes biodiversifiés (ABSYS)



Isabelle BASTIÉ

Ingénieure Pédagogique CADE/AgroDesign

isabelle.bastie@supagro.fr

Département MPRS



Montpellier, Septembre 2025

SOMMAIRE

Table des matières

1. La formation Conception d'Agrosystèmes Durables	5
1.1 LES OBJECTIFS DE LA FORMATION.....	5
1.2 LES DÉBOUCHÉS.....	6
1.3 COMPÉTENCES.....	7
1.4 ACCÈS A LA FORMATION PAR L'ALTERNANCE	10
2. Semestre 9 : Les enseignements de septembre à mars.....	11
2.1 UE 1 Réflexions sur les métiers et les pratiques de l'ingénieur agronome spécialiste des productions végétales durables	12
ECUE 1.0 UE CONFÉRENCES INTRODUCTIVES ET DÉBATS.....	13
ECUE 1.1 et 1.2 : PRÉPARATION DU PROJET PROFESSIONNEL : MÉTIERS, ET UE G3	14
ECUE 1.3 POLITIQUES PUBLIQUES AGRICULTURE ENVIRONNEMENT (PPAE)	16
2.2 UE 2 : Outils de l'Ingénieur Agronome : diagnostic agronomique, analyse spatiale et statistiques en Ingénierie agronomique.....	17
ECUE 2.1 DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE (DA).....	18
ECUE 2.2 ANALYSE SPATIALE (AS)	21
ECUE 2.3 STATISTIQUES EN INGÉNIERIE AGRONOMIQUE (STATS)	23
ECUE 2.4 MODÉLISATION (MODEL)	26
2.3 UE 3 : Du Fonctionnement des Sols et des Ecosystèmes Cultivés à l'Ingénierie Agro Ecologique ..	28
ECUE 3.1 FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE DES SOLS (FÉSOL)	29
ECUE 3.2 FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES CULTIVÉS (FEC)	31
ECUE 3.3 INGÉNIERIE AGRO-ÉCOLOGIQUE (IAE).....	35
2.4 UE 4 : Approche Territoriale des Productions Végétales	37
ECUE 4.1 PROFILA : FILIERES ET ACTEURS EN PRODUCTION VÉGÉTALE ET SEMENCIÈRE (PROFILA)	38
ECUE 4.2 SYSTÈMES DE PRODUCTION DURABLES (SPD).....	40
ECUE 4.3 LE PROJET D'INGENIEUR (5 SEMAINES)	42
3. Semestre 10 : Le Stage	44
3.1 RECHERCHE DU STAGE.....	44
3.2 LE MÉMOIRE.....	45
3.3 LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIE	47
3.4 LA SOUTENANCE.....	50

1. La formation Conception d'Agrosystèmes Durables

1.1 LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

L'option CADe (Conception des Agrosystèmes Durables) vous prépare à devenir **ingénieur agronome avec une expertise en conception et transition de systèmes de culture agroécologiques**. Elle vous forme à **mobiliser et combiner des pratiques techniques précises** dans une **vision systémique**, en intégrant les contraintes du milieu, les réalités du terrain, les attentes des acteurs et les enjeux globaux (climat, biodiversité, alimentation durable). Elle approfondit et professionnalise les compétences acquises en 2A, en vous permettant de :

- **Développer une expertise technique et scientifique en agroécologie** intégrant des approches innovantes dans la gestion des ressources ;
- **Maîtriser l'analyse intégrée des systèmes agricoles** et la compréhension de leurs interactions à l'échelle parcelle et au-delà ;
- **Concevoir et évaluer des systèmes de cultures innovants**, en combinant performance agronomique, durabilité écologique, contraintes socio-économiques et attentes locales ;
- **Renforcer vos compétences et attitudes professionnelles** à l'accompagnement du changement et à l'exercice de responsabilités d'ingénieur.

L'objectif est de former un **ingénieur agronome généraliste avec un solide bagage technique et scientifique** apte à appréhender l'ensemble des facteurs scientifiques, techniques, socio-économiques et humains nécessaire à la prise de décisions pour une gestion durable des ressources et la préservation des agriculteurs.

Les **ingénieurs agronomes** CADe seront ainsi capables de mettre leurs compétences pluridisciplinaires, pratiques et théoriques au service des acteurs de la **transition agricole, agroalimentaire et numérique**.

Concrètement, le parcours CADe vous prépare à devenir **ingénieur agronome expert en conception et transition de systèmes de cultures agroécologiques**. Il vous forme à **mobiliser des pratiques techniques précises** dans une **vision systémique**, en intégrant les contraintes du terrain, les attentes des acteurs et les enjeux globaux (climat, biodiversité, alimentation durable).

La formation Ingénieur en Agronomie en bref :

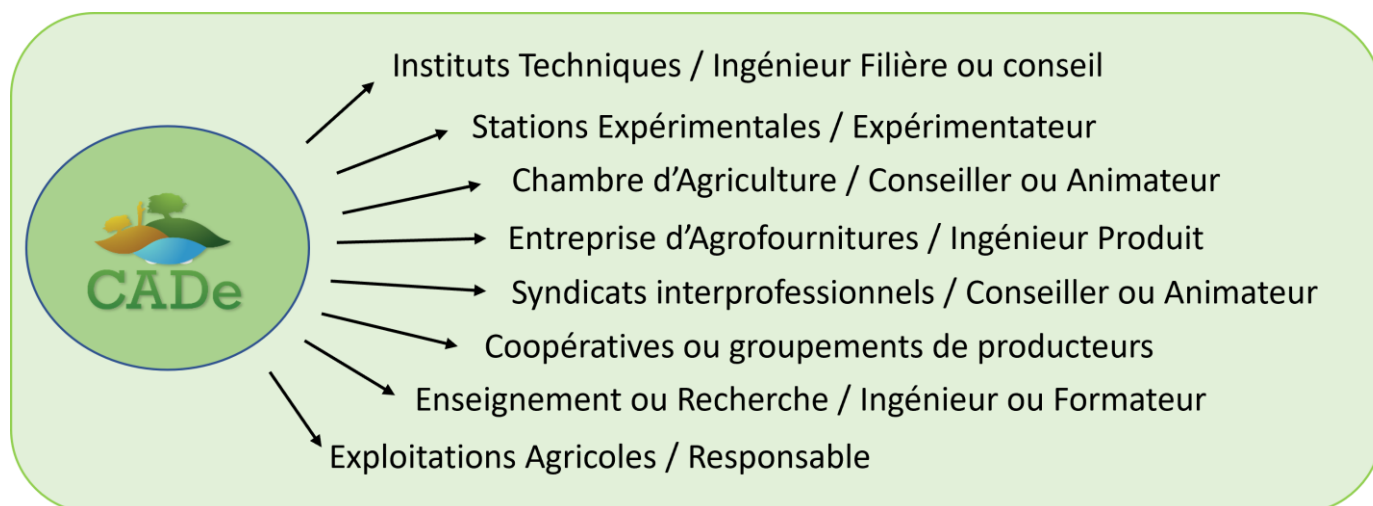
- Les cours et conférences approfondissent vos connaissances sur des systèmes de culture variés (cultures annuelles, cultures pérennes, au Nord, et au Sud) à partir d'un nombre restreint d'exemples, et favorisent l'acquisition de méthodologies et de démarches.
- Le sens du concret, l'esprit expérimental et la démarche scientifique sont développés au travers de TP, TD et visites, qui représentent environ 40% des activités.
- Le volume hebdomadaire d'enseignement, d'environ 27 h, est organisé pour favoriser des plages pour le travail personnel et les activités extra-scolaires, dont le sport.

1.2 LES DÉBOUCHÉS

Les débouchés des diplômés couvrent un large panel de secteurs d'activité incluant notamment l'agriculture durable, le conseil technique, le développement de produits agricoles, la gestion d'exploitations agricoles, la formation et l'enseignement, la recherche agronomique ainsi que l'animation de filières, tant en France et à l'international.

Le devenir de ces diplômés, leur évolution de carrière, les fonctions exercées, les conditions d'accès à l'emploi font l'objet d'un suivi annuel, d'interviews, de tables rondes et d'échanges par le service de la Formation Continue (SAFCO), auprès duquel vous pouvez vous renseigner. Nous pouvons également vous mettre en contact des anciens diplômés de l'option pour vous aider à construire votre projet professionnel.

En Europe et à l'international, cette formation prépare principalement aux métiers et secteurs d'activités suivants :



1.3 COMPÉTENCES

Principales compétences visées :

- **DIAGNOSTIQUER** une situation ou un système de culture, de la formalisation à l'évaluation :
 - Réaliser un diagnostic agroécologique d'un système de culture (association, rotation, cultures pérennes, maraîchage, polyculture...), en caractérisant son fonctionnement biophysique et socio-économique ;
 - Evaluer l'état du sol (structure, activité biologique, fertilité), les interactions sol-plante-climat, les pratiques culturales, et les performances du système (rendement, durabilité, résilience).
 - *Voir l'ECUE FEC, PLURI, FESOL*
- **CONCEVOIR**, faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions agro-écologiques innovantes et réalisables :
 - Imaginer des systèmes de culture adaptés à un contexte pédoclimatique donné, en intégrant des pratiques agroécologiques :
 - Cultures associées (céréales-légumineuses),
 - Couvertures végétales permanentes,
 - Réduction du travail du sol,
 - Apports organiques diversifiés,
 - Rotation longue avec intercultures valorisées,
 - Implantation de haies, bandes fleuries ou agroforesterie.
 - *Voir l'ECUE IAE pendant 5 semaines, tout au long de l'année.*
- **ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR** des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes de culture :
 - Développer, tester et ajuster des outils d'évaluation et d'aide à la décision avec les agriculteurs et acteurs d'un territoire.
 - *Voir l'ECUE MODEL.*
- **GÉRER et RÉALISER** un projet, des missions et des activités :
 - Organiser, piloter et évaluer des projets agroécologiques en contexte réel (exploitations, collectivités, structures agricoles), de la définition du cadre jusqu'à la valorisation des résultats. Cela inclut la capacité à gérer les imprévus, animer une équipe projet, planifier des étapes clés (phases d'enquête, expérimentation, suivi, communication).
 - *Voir l'ECUE Projet.*

- **CONDUIRE UN PROJET** de création, de maintien ou d'évolution d'un système :
 - Accompagner la transformation d'un système de culture vers une plus grande autonomie, résilience et durabilité. Cela inclut l'intégration progressive de pratiques agroécologiques, l'expérimentation en conditions réelles ainsi que le suivi de l'évolution agronomique.

➤ *Voir l'ECUE DA, l'ECUE IAE et l'ECUE Projet.*

- **CONSEILLER LES ACTEURS** dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques :

Fournir un appui stratégique et technique à des exploitants, coopératives, collectivités ou ONG, en traduisant des résultats scientifiques ou des retours d'expériences en conseils concrets.

Être capable de mobiliser des outils numériques (plateformes, modélisations, bases de données), d'identifier des freins et leviers au changement, et d'animer des démarches participatives.

➤ *Toutes les ECUE sont concernées*

Tableau des enseignements Année Universitaire 2025-2026

N° UE ou bloc	Intitulé de l'UE/bloc de compétences	Situations d'apprentissage (CM, TD, TP)	Volume horaire face à face	ECTS
Semestre 8				
UE 1	Réflexions sur les Métiers et les pratiques de l'ingénieur des productions végétales durables			
	<i>Conférences Introductives : Problématique de l'Intensification Ecologique</i>	<i>Conférences</i>	12	0
ECUE 1.1	Préparation à la vie professionnelle et management	CM, TD, TP	24	1
ECUE 1.2	Politiques Publiques Agri Environnementales	CM, TD, TP	24	2
UE2	UE 2 - Outils de l'Ingénieur Agronome : diagnostic agronomique, analyse spatiale et statistiques en Ingénierie agronomique			
ECUE 2.1	Diagnostic agronomique	CM, TD, TP	30	2
ECUE 2.2	Analyse spatiale	CM, TD	27	2
ECUE 2.3	Statistiques en ingénierie agronomique	CM, TD	58	2
ECUE 2.4	Modélisation	CM, TD, TP	27	2
UE 3	Du Fonctionnement des Sols et des Ecosystèmes Cultivés à l'Ingénierie Agro Ecologique			
ECUE 3.1	Fonctionnement écologique des sols	CM, TD, TP	54	3
ECUE 3.2	Fonctionnement des écosystèmes cultivés et plurispécifiques	CM, TD	54	3
ECUE 3.3	Ingénierie agro-écologique	CM, TD	93	4
UE 4	Approche Territoriale des Productions Végétales			
ECUE 4.1	Approche Régionale et Qualité dans les filières de productions végétales	CM, TD,TP	27	2
ECUE 4.2	Systèmes de production durables	CM, TD	33	2
ECUE 4.3	Projet collectif d'ingénieur (5 semaines)	TD, TP	24	5
Semestre 9				
Stage	Stage / Mémoire de fin d'études	Stage en situation professionnelle	6 mois	30
	Total ECTS			60

Approche compétences :

Depuis plusieurs années, notre équipe pédagogique est engagée dans l'approche par compétences (AC) et réfléchit à l'acquisition des connaissances au travers de jalons et d'apprentissages critiques.

Aujourd'hui, nous partageons avec vous l'avancée de nos réflexions sous la forme de tableaux synthétiques pour chaque unité d'enseignement (UE) de la formation.

Ces tableaux vous permettront d'évaluer les apprentissages critiques que vous allez acquérir pour chaque module, tout au long de l'année. Nous en discuterons également lors de l'évaluation de fin d'année.

Légende des tableaux :

Signifie que l'AC est traité dans cette UE	signifie que l'AC est évalué par cette UE/ECUE
--	--

1.4 ACCÈS A LA FORMATION PAR L'ALTERNANCE

L'alternance en contrat de professionnalisation est possible en 3^e année d'Ingénieur, et se déroule en général sur une période de 12 mois, du 1^{er} septembre au 31 août de l'année suivante.

Seules les entreprises et associations peuvent bénéficier de ce dispositif. Les établissements publics ne sont pas éligibles au contrat de professionnalisation.

L'alternant est salarié de la structure qui l'emploie, et suit les enseignements selon le rythme d'alternance que nous élaborons ensemble. En principe il y a seulement 2 semaines de période en entreprise durant le semestre 9, l'alternant est ensuite en entreprise de fin janvier à fin août.

N'hésitez pas à nous contacter pour que nous élaborions ensemble votre calendrier d'alternance. Nous pouvons aussi vous donner quelques pistes pour vous aider dans votre recherche.

2 Semestre 9 : Les enseignements de septembre à mars

Les ECUE ne sont pas présentées dans l'ordre où elles sont suivies dans l'année.

2.1 UE 1 Réflexions sur les métiers et les pratiques de l'ingénieur agronome spécialiste des productions végétales durables

ECUE 1.0 UE CONFÉRENCES INTRODUCTIVES ET DÉBATS

Coordinatrice de l'UE Brigitte BRUNEL

OBJECTIFS

L'objectif de cette ECUE est de présenter et de discuter les grands enjeux de l'agriculture d'aujourd'hui et de demain. La prise en compte des modifications des facteurs écologiques, climatiques et environnementaux nécessite de produire mieux et autrement en conciliant production intense et vigilance écologique qui appelle à un regard local, global et planétaire. Ces questionnements sont vus au travers de 2 types de conférences et débats :

- a. Conférences sur la problématique de l'intensification écologique (PIE). Quatre experts scientifiques sont invités pour présenter et débattre avec les étudiant·e·s d'un grand enjeu sur l'agriculture et sa durabilité. Elles s'inscrivent dans le cadre de l'intensification écologique qui tire un meilleur parti des ressources des écosystèmes tout en les protégeant. Ces conférences introductives situées en début de cursus ont pour objectif de motiver l'acquisition par les étudiant·e·s, de connaissances socles qui seront développées plus tard au sein des ECUEs dit de connaissances (octobre-novembre).
- b. Colloques variables selon les années, organisés notamment en partenariat avec la chaire AgroSYS, qui combinent le point de vue des professionnels avec le développement de leurs questions propres et comment la science peut contribuer à y répondre.

L'ECUE se déroule sur le premier trimestre avec les conférences PIE situées dès la première semaine de la formation (4 conférences, soit 2 journées). Les colloques AgroSYS sont finalisés en fin de journée pour faciliter la venue et la participation d'un public extérieur.

ECUE non évaluée

Coordinateur de l'ECUE : Brigitte Brunel

Compétences ciblées : capacité à présenter les questionnements posés par l'agriculture de demain, à montrer les différents points de vue et les compromis à envisager, capacité à argumenter sur des bases scientifiques pour ou contre des choix de réponse à des questions agricoles.

ECUE 1.1 et 1.2 : PRÉPARATION DU PROJET PROFESSIONNEL : MÉTIERS, ET UE G3

Coordinatrice de l'ECUE : Aurélie Metay

OBJECTIFS

- Connaître la diversité des missions de l'ingénieur à travers la rencontre de professionnels en activité
- Saisir les enjeux (et leur évolution) auxquels doivent répondre ces métiers
- Mieux connaître le réseau national et international de l'ingénieur agronome
- Identifier les compétences en termes de management
- Synthétiser l'information et la rendre accessible à un public plus large
- Comprendre les fonctions de manager de l'ingénieur agronome

DÉMARCHE ET PROGRAMME

- Introduction aux métiers et structure d'accueil de l'ingénieur agronome.
- Enquêtes auprès d'ingénieurs en poste exerçant des « métiers » différents, éventuellement dans le cadre du terrain de début d'année dans le cadre de l'ECUE DA.
- Préparation à l'entretien professionnel (CV, lettre d candidature)
- Méthodes de gestion de projet et de groupes
- Suivant les années, le voyage à l'occasion de l'ECUE DA peut être l'occasion de rencontres avec différents professionnels agricoles en relation avec les productions végétales.

EVALUATION DE L'ECUE

Synthèse écrite personnelle de l'entretien avec le professionnel interviewé

Présence aux conférences ECUEG3

PRÉ-REQUIS

ECUEG1 et ECUEG2

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
		CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

Signifie que l'AC est traité dans cette UE	signifie que l'AC est évalué par cette UE/ECUE
--	--

ECUE 1.3 POLITIQUES PUBLIQUES AGRICULTURE ENVIRONNEMENT (PPAE)

Coordinatrice : Pauline Lecole

Module partagé avec les étudiant·e·s TERPPA

OBJECTIFS

Fournir un panorama sur les cadres réglementaires et institutionnels des politiques publiques agricoles, en France, et à l'échelle européenne avec la PAC, en lien avec les enjeux d'aménagement du territoire, la préservation de l'environnement, la gestion des risques en agriculture. L'objectif est que les étudiant·e·s comprennent les leviers et les freins que représentent les politiques publiques pour le développement de l'agriculture

ORGANISATION

- Cours sur la PAC actuelle et future, les négociations à Bruxelles
- La politique agro-écologique de la France et de la PAC, en lien avec les incitations à l'innovation
- Cours et bar-camp sur la politique de développement rural : répartis en groupe, les étudiant·e·s se voient confier une ou plusieurs mesures du second pilier de la PAC et un portrait d'agriculteur distribués lors du TD. Chaque groupe présente à la classe la mesure qui lui a été confiée. Les étudiant·e·s doivent alors mener l'enquête pour voir quelles mesures pourraient convenir à l'agriculteur dont ils ont la fiche
- Témoignages de professionnels en lien direct avec l'application locale de la PAC (Agence de l'eau, Région Occitanie notamment)

EVALUATION

Note de groupe sur le rendu du TD barcamp.

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR , Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ELABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
		CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

2.2 UE 2 : Outils de l'Ingénieur Agronome : diagnostic agronomique, analyse spatiale et statistiques en Ingénierie agronomique

ECUE 2.1 : DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE (DA)

Coordinateurs de l'ECUE : Aurélie Metay et Raphaël Metral

OBJECTIFS

Cette ECUE a pour vocation de confronter les étudiant·e·s au terrain et aux questions des agriculteurs et des professionnels agricoles dès le début de l'option.

L'objectif est que (i) les étudiant·e·s se forment à l'observation de situations agricoles réelles, (ii) soient capables d'intégrer le cadre de contraintes de la production agricole et (iii) mettent en œuvre une méthode de diagnostic agronomique.

Compte tenu de la période de l'année (fin septembre), la méthode choisie pour la réalisation du diagnostic est le profil cultural (une vingtaine sur l'ensemble de l'ECUE). Cette méthode est mise en œuvre sur différentes situations agricoles, et les résultats sont analysés en intégrant les itinéraires techniques pratiqués sur les parcelles et les rendements réalisés par l'agriculteur. Suivant la problématique identifiée, l'analyse du profil cultural peut être complétée par d'autres indicateurs (taux de couverture, mesures de végétation, ou caractérisation d'infrastructures agroécologiques autour des parcelles étudiées par exemple).

L'objectif final est la formulation par les étudiant·e·s d'un avis-conseil aux agriculteurs argumenté sur la base de l'analyse de l'état structural du sol en relation avec le milieu et les itinéraires techniques pratiqués.

DÉMARCHE ET PROGRAMME

Le programme de l'ECUE est construit comme suit :

- Introduction générale : diagnostic agronomique ; objectifs, principes et méthodes
- État structural du sol et itinéraire technique
- Concepts et méthodes autour du profil cultural
- Identification de la problématique telle que formulée par les acteurs (invitation du commanditaire)
- Introduction aux cultures rencontrées sur le terrain
- Terrain 1: une journée de formation à la méthode du profil cultural (souvent sur des parcelles expérimentales de l'UMR ABSys, proches de Montpellier)
- Terrain 2 :
 - 4- 5 jours dans une région agricole : entretien avec agriculteurs, analyse des profils culturels, débat avec les agriculteurs
- Analyse des données sur l'ensemble de la campagne des profils ; rédaction de fiches profil transmises ensuite aux agriculteurs et commanditaires de l'étude
- Proposition d'une synthèse orale (face aux commanditaires et participants de l'étude) puis écrite reprenant le diagnostic de l'état structural et les pistes d'amélioration des pratiques culturales à envisager.

DURÉE ET ORGANISATION DE L'ECUE

L'ECUE se déroule sur 10 jours environ comprenant :

- 2-3 jours en salle (préparation enjeux, méthodes et terrain pour la première journée, une journée d'analyse de données)
- 6-7 jours de terrain environ, dont la restitution auprès du commanditaire

EVALUATION DE L'ECUE

- L'évaluation nécessairement collective est faite sur ce premier exercice d'analyse de données et de synthèse collective intégrant :
- L'implication et le sérieux des étudiant·e·s pendant le terrain
- Les caractéristiques de l'exploitation
- Le diagnostic de l'état structural des différentes parcelles en relation avec les ITK et les éventuelles intercultures
- Une réflexion sur les pratiques actuelles et un conseil sur l'évolution de ces pratiques.

Cette synthèse écrite sous la forme d'un diaporama représente le premier rapport professionnel produit par les étudiant·e·s dans le cadre de l'option ; à l'issue du module, il est remis aux agriculteurs et aux commanditaires.

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en agronomie (analyse du fonctionnement d'une exploitation agricole, systèmes de culture, itinéraires techniques, productions végétales, sciences du sol)

BIBLIOGRAPHIE ET RESSOURCES

- Ressources web nationales et internationales, publications techniques mises à disposition sur Ticea, au niveau de l'ECUE DA
- Documents de cours, synthèse des années précédentes

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
		CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 2.2 ANALYSE SPATIALE (AS)

Coordinateur : Romane METTAUER et Daniel PASQUEL

OBJECTIFS

- Savoir utiliser une base de données et un logiciel d'analyse spatiale pour traiter d'une problématique agronomique
- Maîtriser les fonctions basiques du logiciel QGis?
- Savoir mettre en cohérence des données spatiales hétérogènes (systèmes de projection)
- Capacité à gérer une suite d'opérations de traitement de données
- Savoir être critique des données utilisées en rapport avec la problématique posée
- Raisonner le choix des données à utiliser en fonction de l'objet d'étude et de ces caractéristiques physiques, temporelles et spatiales

ORGANISATION

- Un cours apportant les connaissances de base sur la démarche de l'analyse spatiale (construction de la base de données spatialisées, traitement de l'information, potentialités des logiciels, démarche pour traiter un problème à l'échelle d'un paysage)
- Une prise en main avec un TD en début de semaine et la gestion d'un problème qu'il faudra résoudre en petits groupes

EVALUATION

Exercice d'analyse spatiale pour répondre à une problématique agronomique (ex: impact de la modification des distances des ZNT sur les surfaces cultivables)

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ELABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
		CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 2.3 STATISTIQUES EN INGÉNIERIE AGRONOMIQUE (STATS)

Coordonnateurs de l'ECUE : Meïli Baragatti et Léo Garcia

OBJECTIFS

- Former à la recherche de compromis entre les exigences statistiques et les contraintes et objectifs de la pratique agronomique.

Donner le goût d'approfondir les bases théoriques des méthodes statistiques et de les appliquer dans le cadre de votre mémoire.

- Acquérir un esprit critique sur l'emploi des statistiques.
- Donner les compétences nécessaires à l'application des méthodes étudiées sous R et à l'utilisation de RMarkdown.

En particulier, sont abordés dans l'ECUE : modèle linéaire classique, puissance statistique, modèle linéaire mixte, modèle linéaire général et généralisé, régression non linéaire.

Ces méthodes ont été choisies car sont souvent mobilisées comme outils statistiques ((Analyse de Variance et Régression linéaire, non linéaire ou mixte) dans une démarche agronomique (expérimentation, modélisation) .

DÉMARCHE

Pour avancer dans vos connaissances statistiques, des éléments de théorie sont nécessaires. Cependant, nous savons et nous comprenons que vous souhaitez faire le plus de pratique possible, notamment avec R, pour vous sentir à l'aise et autonomes lorsque vous aurez à traiter des données, et car c'est en manipulant les données et en utilisant les méthodes que l'apprentissage se fait le mieux.

Ainsi, concernant les interventions de Meïli Baragatti/Léo Garcia, la théorie se fera à l'aide de vidéos et d'un polycopié imprimé qui vous sera distribué, et les séances en présentiel seront intégralement dédiées à la pratique sous R, à l'analyse de jeu de données réels.

Vous devrez impérativement regarder les vidéos selon le programme détaillé ci-dessous : le programme indique quelle vidéo doit être vue pour quel jour, et des heures sont inscrites pour cela à l'emploi du temps. Ceci dit, vous pouvez regarder ces vidéos où vous le souhaitez et quand vous le souhaitez, tant que c'est fait pour la date prévue. Cela vous permet de vous organiser librement. Nous vous demandons de noter les questions ou les incompréhensions que vous avez au fur et à mesure. En effet, au début de chaque séance en présentiel, Meïli Baragatti répondra à celles-ci avant de commencer les exercices. Le cours dans son intégralité ne sera pas refait. Plus vous serez sérieux dans le visionnage des vidéos et plus cela vous sera bénéfique, soyez acteurs de votre apprentissage !

Les méthodes étudiées seront toujours commentées d'un point de vue agronomique, à l'aide de Léo Garcia, que ce soit lors des séances avec Bénédicte Fontez ou avec Meïli Baragatti.

ORGANISATION DE L'ECUE

L'ECUE est organisée en deux périodes :

- Période 1 : modèles linéaires et introduction à la puissance en statistiques
- Période 2 : modèles linéaires mixtes, modèle linéaire généralisé et modèle non linéaire

Les deux périodes sont organisées en phases de cours théoriques + exercices pratiques en TD, pendant lesquels les notions enseignées sont appliquées à différents plans d'expérimentation agronomique

EVALUATION

Exercice écrit par groupe à rendre après l'ECUE

PREREQUIS DE L'ECUE

- Cours de statistiques de 1^{ère} année : régression linéaire, ANOVA, ANCOVA (brièvement revues lors de l'UE)
- Les méthodes d'analyse factorielle (ACP et ACM) (cours de 1^{ère} année) sont supposées connues et non revues
- Notions de base sur le logiciel R

CONNAISSANCES

- Plans d'expérimentation en agronomie
- Modèles linéaires et modèles linéaires mixtes, applications à divers plans d'expériences
- Notion de puissance en statistique
- Modèle linéaire généralisé et modèle non linéaire

COMPETENCES

- Manipulation du logiciel R : charger un jeu de données, manipuler un jeu de données sous R, réaliser des tests statistiques
- Choisir un test ou un modèle adéquat en fonction des données et du plan d'expérimentation associé
- Vérifier les hypothèses associées aux différents tests statistiques étudiés
- Interpréter les différents tests ou modèles statistiques vus en cours sur le logiciel R
- Apporter un regard critique sur les tests statistiques réalisés, identifier leurs limites
- Interpréter les résultats des tests ou estimation des modèles statistiques par rapport à la question agronomique posée

RESSOURCES

- Cours de 1^{ère} année de Christophe Abraham : sur TicéA, Tronc commun ingénieur agronome -> 1^{ère} année -> IA1 - UEA Statistique
- Cours de 1^{ère} année Analyse de données: sur TicéA, Tronc commun ingénieur agronome -> 1^{ère} année -> IA1 - UEF Outils et méthodes de l'ingénieurs -> Analyse des données
- Cours d'analyse des données en vidéo: <https://husson.github.io/teaching.html>, MOOC d'analyse des données.
- Livre Statistique avec R, de Cornillon, Guyader, Husson, Jégou, Josse, Kloeareg, Matzner-Lober, Rouvière, Presses Universitaires de Rennes, 2012. Disponible à la bibliothèque du cœur d'école de la Gaillarde en deux exemplaires.
- Introduction à l'analyse d'enquête avec R et Rstudio: <http://larmarange.github.io/analyse-R/>.
- Ressources pour la manipulation des données sous R (TICEA): <https://moodle.supagro.fr/moodle/enrol/index.php?id=284>

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
		MODELISER un système en évolution
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 2.4 MODÉLISATION (MODEL)

Coordinatrice : Hélène Marrou

OBJECTIFS

- Former les étudiant.e.s à la démarche de modélisation dynamique du fonctionnement et des performances d'un agrosystème avec des « modèles de cultures » (« crop models »).
- Initier les étudiant.e.s à une utilisation éclairée des modèles de culture, depuis le choix d'un modèle approprié aux objectifs à l'interprétation des résultats de simulation, en passant par la compréhension des algorithmes et la démarche de paramétrage.

CONNAISSANCES

Principaux formalismes de modélisation du fonctionnement des couverts végétaux utilisés dans les modèles de culture. Les étudiant.e.s devront faire le lien entre connaissances écophysiologiques et formalismes mathématiques. Ils développeront leur capacité d'analyse critique de ces formalismes.

Etapes de prise en main/évaluation/paramétrage d'un modèle de culture

COMPÉTENCES

Diagnostiquer l'intérêt et les faiblesses d'un modèle de culture pour répondre à une question agronomique

Concevoir un plan d'expérience in silico pour répondre à une question agronomique en lien avec les transitions (climatiques, agroécologiques)

Analyser un jeu de données agroclimatiques pour la caractérisation de l'environnement des cultures

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Les étudiant.e.s sont placés en situation professionnelle d'utilisation d'un modèle de culture clé en main. Ils suivent une démarche de compréhension – évaluation de modèles « ad hoc » en quatre étapes :

- Identification du modèle conceptuel : des processus aux équations
- Analyse d'une solution de modélisation : interprétation des formalismes du et analyse comparative à d'autres formalismes.
- Evaluation du modèle et analyse de sensibilité
- Utilisation du modèle : pour la caractérisation environnementale et la réponse à une question agronomique (construction et analyse d'une expérience virtuelle).

Le support appliqué de cet enseignement est la culture du blé dur en conditions méditerranéennes et les leviers techniques pour améliorer son rendement en conditions sèches.

ÉVALUATION

L'évaluation de l'ECUE porte sur la capacité d'analyse du modèle et sur sa mise en œuvre pour répondre à une question agronomique. Un premier travail par petit groupe consistera en l'analyse de la formalisation mathématique d'un processus physiologique. Selon l'effectif de la promotion, le rendu sera sous forme écrite ou d'une restitution orale à la promotion. Un second travail individuel

présentera sous la forme d'une synthèse écrite la méthodologie et les résultats d'une expérimentation virtuelle basée sur l'utilisation du modèle de culture pour répondre à une question agronomique.

PRÉREQUIS

Le maniement d'Excel et de ses fonctions de base est un prérequis. Les bases de physiologie des couverts végétaux (phénologie, production énergétique de biomasse, principaux effets du déficit hydrique édaphique) seront utilisées pour la modélisation des cultures et sont supposées acquises.

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
		MODELISER un système en évolution
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

2.3 UE 3 : Du Fonctionnement des Sols et des Ecosystèmes Cultivés à l'Ingénierie Agro Ecologique

ECUE 3.1 FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE DES SOLS (FÉSOL)

Coordinatrice de l'ECUE : Brigitte Brunel

OBJECTIFS

Face à l'émergence d'une crise écologique, alimentaire et énergétique, l'ingénieur agronome est questionné sur les rôles de l'agriculture. **Cette ECUE s'attache à décrire le rôle crucial du fonctionnement du sol en s'appuyant sur l'écologie du sol. L'écologie du sol est une science en pleine expansion qui permet l'intégration disciplinaire nécessaire pour répondre aux enjeux d'une agriculture à la fois productive et durable.** Ainsi, l'enjeu est d'inventer de nouveaux systèmes agricoles en composant avec différentes méthodes pour proposer aux agriculteurs des solutions qui sécurisent à la fois la production et les écosystèmes de façon pérenne. A la production agricole stricte s'ajoutent pour le sol d'autres fonctions : recycler une partie de nos déchets, stocker le carbone organique, abriter une biodiversité encore méconnue, restaurer des sols contaminés ou pollués.

Comment maintenir et restaurer ces fonctions essentielles des sols ? Comment les mettre en œuvre dans les agro-systèmes ? sont les questionnements fondateurs de cette UE qui cherche à y répondre en favorisant les processus écologiques des sols, susceptibles d'intensifier leurs usages en termes de qualité des sols et des services écosystémiques rendus.

DÉMARCHE ET PROGRAMME

L'ECUE est organisée sur deux semaines (8,5 jours). Elle comprend différentes interventions d'experts (6 j), présentant des apports théoriques, des cas pratiques pour illustrer des notions étudiées, des travaux dirigés, un jeu sérieux et de projets pluridisciplinaires en cours, tous centrés sur le fonctionnement du sol. Les sujets abordés portent sur **les interrelations entre organismes (faune, micro-organismes, plantes), processus écologiques et flux impliqués** dans le fonctionnement des écosystèmes cultivés ou anthropisés. En particulier, les éléments clés **de la dynamique des cycles du C, de N, du P** sont examinés à la lumière des méthodologies récentes. Les cours sont étayés par des exemples concrets (gestion du carbone du sol, méthodes d'analyse de matières organiques in situ et apportées, préconisation d'amendements organiques selon l'effet fertilisant souhaité, valorisation des symbioses en système à bas intrant, végétalisation mixte pour la réhabilitation de sols pollués...). Une visite sur le terrain (1/2 j) est organisée afin de visualiser la réalisation de solutions mises en place dans le cadre d'un projet réel, et de porter un regard critique sur les données produites et les conclusions qui en découlent (en tenant compte de la dimension spatiale, de l'hétérogénéité des phénomènes étudiés et des contraintes liées au projet).

EVALUATION DE L'ECUE

L'ECUE est évaluée (i) sur la base d'un séminaire final dans lequel les étudiant·e·s présentent en groupe une analyse orale d'une publication scientifique mettant en évidence des approches développées et des résultats obtenus par un groupe de scientifiques internationaux et (ii) sur un travail de rédaction synthétique individuel en lien avec les cours dispensés dans l'ECUE, reprenant la démarche de rédaction d'un rapport.

PRÉ-REQUIS

Bases sur l'étude des sols et l'écologie des sols : constituants chimiques et organiques, eau du sol, faune et biomasse vivante, notion de symbioses et de bilans humique/azoté (définition, mesures, principales propriétés et rôles). Une certaine connaissance des méthodes et des techniques d'étude du sol, telles que l'échantillonnage des sols, les analyses physico-chimiques et biologiques des échantillons de sol, est utile pour tirer pleinement parti de cet enseignement. Compétences en rédaction.

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
		MODELISER un système en évolution
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAITRISE les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 3.2 FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES CULTIVÉS (FEC)

Coordinateurs de l'ECUE : Hélène Marrou (partie FEC) et Léo Garcia (partie PLURI)

PARTIE FEC : ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES CULTIVES

OBJECTIFS

Cette ECUE a pour objectif de donner aux étudiant·e·s les connaissances et les méthodes pour (i) **l'analyse fonctionnelle** des agrosystèmes : mieux connaître et apprendre à intégrer les processus de base du fonctionnement du système sol-plante(-bioagresseurs) ; (ii) la quantification des performances de l'agrosystème en particulier en matière de **rendement** et d'**efficience d'utilisation des ressources** (lumière, eau et azote) (iii) l'utilisation de ces connaissances pour le **raisonnement de la gestion** des intrants (eau et N en particulier), pour la conduite des cultures et successions culturales en ressources en eau limitante et pour le diagnostic des facteurs limitants dans une parcelle..

DÉMARCHE ET PROGRAMME

Cette ECUE est construite sur la maîtrise des concepts et des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes cultivés (élaboration du rendement, liens processus-fonction, caractérisation des stress et de pilotage des contraintes notamment pour l'alimentation hydrique et minérale), à partir d'études de cas, illustrant des situations de production variées (ressources limitantes ou non), sur des plantes variées (de la salade aux plantes pérennes en passant par les grandes cultures) en donnant des clés de lecture des processus génériques et des spécificités de chaque type de culture.

DURÉE ET ORGANISATION DE L'UE

L'ECUE se déroule sur 8 demi-journées environ comprenant :

- des cours méthodologiques sur l'analyse du fonctionnement d'un agrosystème (schéma fonctionnel, processus, construction d'indicateurs d'analyse ou de pilotage), la démarche de modélisation conceptuelle
- des cours de connaissances théoriques sur les processus clé du fonctionnement des agrosystèmes (réponse au déficit en eau et en azote, élaboration du rendement, 5 cours illustrant des systèmes de culture plurispécifiques
- séances de TD sur l'utilisation des méthodes d'analyse du fonctionnement des agrosystèmes
- 1 sortie dans un centre d'expérimentation (verger)
- 1 séance d'évaluation- restitution des études de cas.

EVALUATION

L'évaluation par groupe d'étudiant·e·s porte sur un examen écrit comprenant une analyse de données agronomiques (diagnostic agronomique, analyse des facteurs limitants du rendement).

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en écophysiologie végétale (développement et croissance), en science du sol (fonctionnement hydrique, cycle de l'azote et minéralisation de la matière organique) et en protection des cultures (caractéristiques générales et dégâts des différents types de bioagresseurs).

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
		MODELISER un système en évolution
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAÎTRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

PARTIE PLURI : ANALYSE COMPARÉE DU FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES CULTIVÉS PLURISPÉCIFIQUES : ACQUISITION DE CONNAISSANCES ET INITIATION À LA MODÉLISATION CONCEPTUELLE.

OBJECTIFS

Le principe de ce module est d'illustrer la diversité des systèmes de culture plurispécifiques et de mobiliser les connaissances de base en biologie végétale, agronomie, écologie, protection des plantes, écophysiologie, sciences du sol et de méthodes d'analyse systémique pour en comparer le fonctionnement. Les systèmes de culture étudiés illustrent différents types d'écosystèmes cultivés représentant des niveaux d'anthropisation et des fonctions contrastés en milieux tempéré et tropical. Sont plus particulièrement abordés les relations entre la structure des systèmes (notamment la diversité et le mode d'agencement des espèces dans l'espace et dans le temps) et les flux de matière et d'énergie, ainsi que leurs conséquences sur les performances (agronomiques et économiques), les services et les impacts de ces systèmes sur l'environnement et les ressources naturelles. L'analyse et la comparaison de ces systèmes se fonde sur l'utilisation de la modélisation conceptuelle qui est enseignée à cette occasion.

DURÉE ET ORGANISATION DE L'ECUE

L'ECUE se déroule sur 8 demi-journées environ comprenant :

- 5 cours illustrant des systèmes de culture plurispécifiques
- 2 TD et 1 séance de travail personnel pour l'avancement des études de cas
- 1 séance d'évaluation- restitution des études de cas.

EVALUATION DE L'ECUE

L'ECUE est évaluée sur l'analyse du modèle conceptuel sous-jacent à un article présentant des recherches sur un système de culture plurispécifique. Les systèmes choisis sont variés : Nord-Sud, cultures annuelles/ pérennes, compromis entre production et préservation du milieu. L'évaluation est organisée sous la forme d'un séminaire collectif où chaque groupe d'étudiant·e·s présente les résultats de son analyse.

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en biologie végétale, agronomie, écologie, protection des plantes, écophysiologie, sciences du sol.

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ELABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
		MODELISER un système en évolution
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 3.3 INGÉNIERIE AGRO-ÉCOLOGIQUE (IAE)

Coordinatrice : A. Metay (et équipe pédagogique pluridisciplinaire associée)

OBJECTIFS ET DÉMARCHE PÉDAGOGIQUE :

L'ECUE IAE « Ingénierie Agro-Ecologique » a pour objectif de mettre les étudiant·e·s en situation de **conception d'un système de culture** agro-écologique, en **intégrant les connaissances disciplinaires** qui sous-tendent les différents types d'innovations et en utilisant la démarche de conception et d'évaluation de systèmes de culture enseignée à cette occasion :

- méthodologies de conception et d'évaluation de systèmes de culture
- connaissances à mobiliser dans la démarche de diagnostic/ conception et évaluation : génétique et amélioration des plantes, biologie et écologie des bioagresseurs, biologie et physico- chimie des sols, écophysiologie

Sans négliger des approfondissements de connaissances dans ces disciplines, cette ECUE vise surtout à apporter une démarche systémique pour exploiter les interactions entre des innovations d'origine disciplinaire pour les intégrer dans un système de culture opérationnel dans l'objectif de concevoir et d'évaluer un système de culture innovant, dans un contexte de production donnée. La mise en situation des étudiant·e·s se fait sur des études de cas proposées par des commanditaires extérieures à l'équipe pédagogique (mais appuyée par celle-ci) partant d'un système existant, contextualisé dans un type de ferme et de milieu biophysique, et fixant des objectifs et un cadre de contraintes à la conception d'un système de culture plus durable.

ORGANISATION DE L'ECUE

L'ECUE est organisée en :

- approfondissements disciplinaires : 35 h
- apports méthodologiques (évaluation et conception de systèmes, modélisation) (cours et TD) : 20 h
- travail personnel (bibliographie et analyse de données) appuyé par des points collectifs d'avancement méthodologiques et des points d'avancement des études de cas en lien avec le tuteur: 25 h.
- séminaire de fin : 7 h

Les étudiant·e·s doivent formaliser et parcourir toute la démarche depuis le diagnostic de situation (un type d'exploitation dans un type de milieu) jusqu'à la proposition et l'évaluation *ex ante* de systèmes innovants et ce dans un temps limité. Pour cela l'ECUE est organisée autour de quelques études de cas (étudiée chacune par groupe de 3 ou 4) qui servent de « fil rouge » au module et orientent le choix des modèles biologiques et des apports de connaissances dans chacune des disciplines. Les études de cas sont choisies avec des commanditaires extérieures à l'équipe pédagogique, (unités de recherche, entreprises en partenariat avec la chaire AgroSYS par exemple) en fonction des critères suivants :

- un problème concret auquel pourrait se trouver confronté l'ingénieur agronome sur un système de culture et son environnement ;
- sur lequel suffisamment de données sont disponibles pour proposer un système innovant pertinent, et l'évaluer (lors des TD dont certains iront jusqu'à la modélisation) ;
- la résolution du problème doit *a priori* passer par une réflexion mobilisant la génétique, l'agronomie/science du sol (travail du sol, association/succession/...) et la protection des

cultures/écologie.

- les contextes doivent être pris dans des types contrastés d'agriculture : Sud vs. Nord, grandes cultures vs. Horticulture.

Ces études de cas sont conduites par un groupe d'étudiant·e·s tutoré par un·e enseignant·e et mis en relation avec des experts du domaine.

La présentation finale de ces études de cas donne lieu à une journée de séminaire à laquelle sont invités les partenaires professionnels et des scientifiques (UMR ABSys).

EVALUATION

L'évaluation de l'ECUE porte sur

- la formalisation de l'avancement du travail à chaque point d'avancement avec les tuteur·rice et commanditaire du projet ;
- la restitution orale (diaporama et réponse aux questions) de la démarche de conception et évaluation *ex ante* du système innovant ;
- une note écrite présentant la démarche de conception mobilisée, le point de vue argumenté des étudiant·e·s sur l'originalité et la faisabilité du système proposé dans le contexte choisi.

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ELABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
		MODELISER un système en évolution
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAÎTRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

2.4. UE 4 : Approche Territoriale des Productions Végétales

ECUE 4.1 PROFILA : FILIERES ET ACTEURS EN PRODUCTION VÉGÉTALE ET SEMENCIÈRE (PROFILA)

Coordonnatrice de l'ECUE : Hélène MARROU

OBJECTIFS

- Former les étudiant·e·s en productions végétales et semences à l'approche filière
- Analyser les stratégies des acteurs pour différentes filières, dans un contexte territorial donné
- Savoir documenter et re-situer toute étude technique ou scientifique dans un contexte socio-économique, et dégager ses principaux enjeux

DÉMARCHE

- De manière générique : acquisition d'outils méthodologiques en méso-économie, repérage et exploitation de ressources pour développer une étude de filière agricole, afin de bien contextualiser (état des lieux) et problématiser les enjeux, et d'identifier quelques stratégies déployées par les acteurs professionnels, en relation avec l'environnement institutionnel et/ou réglementaire.
- De manière spécifique : Organisation générale de quelques filières de production végétale et/ou semencière ; Identification des acteurs et de leurs missions, mise en exergue de problèmes d'actualité et d'enjeux d'évolution dans les contextes et pour les acteurs étudiés.
- Une discussion et une analyse seront réalisées à partir des restitutions de travaux de groupe.

ORGANISATION DE L'ECUE

- Cours et séminaire de cadrage méthodologique général sur l'analyse de filières, au plan de l'organisation, des régulations et enjeux, des performances et stratégies, ...
- Témoignages de professionnels (visites),
- TD de lancement de mini-études de cas par petits groupes, sur la base d'une recherche documentaire dédiée (web, base de données, revues professionnelles).

PRÉ-REQUIS

- Capacité à se situer dans une approche systèmes, à différentes échelles : par ex., passage entre les échelles micro-, méso- et macro-économique, sur la thématique abordée
- Capacité à synthétiser les connaissances agronomiques pour nourrir au plan technique le travail personnel portant sur l'étude de filière (innovation, par exemple).
- **Connaissances** : multidisciplinaires en sciences agronomiques, notions en méso- et macro-économie
- **Compétences** : capacité à mobiliser les bases agronomiques pour les intégrer dans une réflexion stratégique, de type socio-économique

BIBLIOGRAPHIE ET RESSOURCES

- Ressources web nationales et internationales, publications techniques ou socioéconomiques sur les filières concernées, consultation de bases de données (Centre Pierre Bartoli)
- Documents de cours, réglementation sur l'organisation économique des filières, la signalisation de la qualité des produits, etc. ; faire appel à ces ressources est essentiel, pour aller au-delà de ce qu'une recherche web souvent rapide ne peut rassembler

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ELABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 4.2 SYSTÈMES DE PRODUCTION DURABLES (SPD)

Coordinateurs : Pierre Gasselin (INRAE) en collaboration avec Marc Moraine (INRAE) et le comité scientifique de la méthode IDEA (présidé par Frédéric Zahm, INRAE)

ECUE partagée avec les étudiant·e·s TERPPA.

OBJECTIFS

- Acquérir des **connaissances théoriques sur la durabilité** en agriculture
- Apprendre les **bases conceptuelles et méthodologiques de l'évaluation** de la durabilité des exploitations agricoles
- **Expérimenter une méthode** d'évaluation de la durabilité de l'exploitation agricole par des enquêtes auprès d'agriculteurs (à partir de la méthode IDEA, version 4)
- Conduire une **analyse critique** de la méthode et proposer des pistes pour une utilisation en accompagnement des agriculteurs.
- **Découvrir un acteur** (conseil agricole, collectivité territoriale, etc.) associé à l'organisation du module et intéressé par les résultats des travaux des étudiant·e·s.

Un approfondissement des méthodes d'évaluation de la durabilité des systèmes agricoles est envisageable lors de la préparation au stage de fin d'étude, pour les étudiant·e·s dont le sujet de stage repose sur ce type d'analyse.

ORGANISATION

L'ECUE se déroule sur 6 jours complets (y compris le jeudi après-midi) comprenant :

- des cours sur l'évaluation de la durabilité des systèmes agricoles (concepts et méthodes)
- une appropriation de la méthode IDEA4
- l'intervention d'un acteur professionnel intéressé par l'évaluation de la durabilité des exploitations
- des enquêtes dans des exploitations agricoles (par groupes de 4 à 5 étudiant·e·s) et des séances de TD pour calculer les indicateurs et évaluer la durabilité des exploitations
- une séance de restitution des analyses faites sur les exploitations et d'analyse critique de la méthode et de ses usages possibles

EVALUATION

L'évaluation de l'ECUE porte sur la restitution orale et écrite des études de cas, par groupe d'étudiant·e·s.

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR , Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ÉLABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
		CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

ECUE 4.3 : LE PROJET D'INGENIEUR (5 SEMAINES)

Le projet d'ingénieur se déroule sur 5 semaines à la fin des enseignements et avant le départ en stage. C'est un moment fort de la formation.

Il est construit en réponse à une commande d'un professionnel extérieur à l'Institut Agro de Montpellier, sollicité en amont par l'équipe enseignante. Selon les années, le commanditaire peut être un organisme de développement (Chambre d'agriculture), un institut technique (Arvalis), une chaire d'entreprises (AgroSys)....

La commande correspond à une question agronomique, posée sur un territoire donné, donnant le plus souvent lieu à un rapport de synthèse, et à une restitution orale.

COMPÉTENCES

La réponse à la commande doit permettre aux étudiant·e·s, avec l'accompagnement des enseignants, de **mettre en œuvre une démarche d'ingénieur depuis la formalisation de la commande, la proposition de la méthode, la collecte et l'analyse de données, ainsi que leur restitution écrite et orale auprès du commanditaire.**

LIVRABLES ATTENDUS

- Un **rapport de synthèse** décrivant la problématique, la démarche et les principaux résultats.
- **Des annexes**, sous forme électronique, comprenant les questionnaires et résultats détaillés de chaque enquête en respectant les règles de confidentialité (codage des individus enquêtés, diffusion des résultats de chaque enquête individuelle uniquement à la personne concernée (agriculteur ou conseiller) (à rendre en fin de projet)
- Une **base de données** sous excel comprenant (i) les données collectées anonymes avec pour chaque parcelle-type de chaque agriculteur le détail des informations brutes et (ii) les fichiers d'analyse de données (calculs, modélisation)
- Un **résumé** recto-verso de ce rapport qui sera distribué lors des restitutions aux partenaires et envoyé aux agriculteurs (le jour du séminaire de restitution aux professionnels)
- Une **présentation orale** de ce travail aux différents partenaires lors d'un séminaire.

ORGANISATION ET COLLABORATIONS :

- Les étudiant·e·s (une vingtaine) s'organisent en équipe projet avec un responsable général qui est l'interlocuteur du commanditaire et des enseignants-chercheurs, et des responsables des différentes tâches (incluant le suivi du budget et les livrables).
- Ils collaborent avec les différents commanditaires identifiés du projet.
- Ils sont appuyés par l'équipe enseignante de l'option, pour la conduite de leur projet, la méthodologie et l'interprétation des données.
- Pour le travail d'enquête ils s'organisent en plusieurs groupes.
- Pour les aspects matériels et financiers ils collaborent avec Isabelle Bastié (ingénieur pédagogique du département MPRS en charge des options CADe et AgroDesign).

PROGRAMME PRÉVISIONNEL TYPE SUR 5 SEMAINES

- **Semaine 1** : Montpellier : entretien avec le commanditaire, prise en main de la commande ; élaboration du cadre conceptuel et méthodologique dont on déduira les questionnaires des enquêtes. Point avec les partenaires sur les coordonnées des personnes à enquêter. Prise de rendez-vous pour les entretiens relatifs aux enquêtes 2 et 3.
- **Semaines 2 et 3** : Déplacements et séjours sur les différents terrains : réalisation des enquêtes. Première analyse des données et retour sur le cadre conceptuel et méthodologique.
- **Semaine 4** : Montpellier : analyse des données et éventuel complément d'enquête
- **Semaine 5** : Montpellier : rédaction et mise en forme des livrables ; organisation et réalisation du séminaire avec les partenaires

Compétences visées par le diplôme Ingénieur en Agronomie	Jalon	Apprentissage Critique
Compétence : DIAGNOSTIQUER une situation ou un système : de la formalisation à l'évaluation	ANALYSER de manière critique le fonctionnement d'un système	ANALYSER la structure, le fonctionnement et la trajectoire/dynamique d'un système
		PROPOSER des perspectives d'évolution d'un système
		CONSOLIDER, CRITIQUER ET ARGUMENTER un diagnostic à partir d'indicateurs pertinents dans le contexte concerné
		PARTAGER les résultats du diagnostic en tenant compte des éléments discutables
Compétence : CONCEVOIR, Faire émerger idées et concepts puis dimensionner les actions pour mettre en œuvre des solutions innovantes et réalisables	ADAPTER ET (CO-)CONCEVOIR des outils et des méthodes permettant de contribuer à la création et à l'évolution de systèmes	ELABORER des critères justifiés permettant d'évaluer différentes solutions
		(CO-)CONSTRUIRE une démarche pour une réponse durable aux défis identifiés
		ELABORER un plan d'action pour mettre en œuvre les solutions imaginées
Compétence : GÉRER et RÉALISER un projet, des missions et des activités	CONDUIRE UN PROJET de création, de maintien ou d'évolution d'un système	MODELISER un système en évolution
		PILOTER ET CLOTURER un projet
		ANIMER un collectif et COMMUNIQUER sur le projet, en interne et en externe
		MAITRISER les activités nécessaires en mobilisant les savoirs, outils et méthodes
Compétence : CONSEILLER les acteurs et les organisations	CONSEILLER LES ACTEURS dans la transition des systèmes agri et agroalimentaires pour répondre aux enjeux agroécologiques, climatiques et numériques	CONSTRUIRE un argumentaire pertinent
		TRANSMETTRE efficacement des préconisations aux acteurs en réponse ou en anticipation aux transitions
		ACCOMPAGNER l'appropriation des préconisations

SEMESTRE 10 : LE STAGE

3.1 RECHERCHE DU STAGE

La recherche du stage est conduite par l'étudiant, en fonction de son projet professionnel, et est appuyée par l'équipe pédagogique. Trois séances collectives (octobre/ décembre/ janvier) sont prévues à l'emploi du temps pour accompagner les étudiant·e·s dans leur réflexion, leur recherche d'offres et la préparation de leur candidature. La dernière séance est l'occasion de présenter la problématique de stage et de préparer la phase d'étude bibliographique de préparation du stage.

Les offres de stage retenues par les étudiant·e·s doivent être présentées en amont à l'équipe pédagogique afin d'être validées.

Par ailleurs, des offres de stage sont régulièrement mises en ligne sur le blog de la formation :

<https://www.supagro.fr/wordpress/pvd/>

DÉROULEMENT DU STAGE

Janvier/ Février	Exposé de 10 mn sur la problématique du stage les hypothèses et choix de méthodes suivi de 10 mn de questions
Mars	Début du stage
Avril	1 mois après le début du stage Envoi d'une note de 5 pages au tuteur : - Problématique - Plan du mémoire - Planning prévisionnel - Difficultés ou problèmes
Mai	Échanges avec le tuteur à l'initiative de l'étudiant(e),
Juin	
Juillet	
Août	Vers le 20 /08* : Réception par le tuteur de la version provisoire du mémoire pour l'obtention l'autorisation de soutenir
Septembre	Vers le 01/09* : Autorisation de soutenir et désignation du jury par le tuteur
	10 jours avant la soutenance*
	Envoi du pdf à l'équipe pédagogique (isabelle.bastie@supagro.fr) et envoi du mémoire définitif papier par les membres du jury
	Soutenances vers le 10/09*

(*dates à préciser)

3.2 LE MÉMOIRE

La rédaction d'un mémoire de fin d'étude constitue l'étape ultime du cursus de formation de l'étudiant à l'Institut Agro de Montpellier. Les mémoires sont conservés sous format papier dans les Bibliothèques des différents sites de l'Institut Agro de Montpellier (Cœur d'Ecole/Gaillarde, IRC et Florac) et signalés dans les catalogues documentaires. Une version numérique est archivée et permet une diffusion en intranet.

Ce document vise à vous aider à présenter votre travail en respectant des normes de présentation, afin de faciliter la consultation et d'en améliorer le repérage et la diffusion.

Le mémoire doit être rédigé en français mais si la structure d'accueil demande une rédaction dans une autre langue, le rapport devra comporter obligatoirement une synthèse en français.

RECOMMANDATIONS DE PRÉSENTATION

Les points suivants concernent la structure du document et la gestion des illustrations.

STRUCTURE DU DOCUMENT

- La page de couverture doit comprendre les éléments indispensables à l'identification et à la diffusion du document (diplôme, spécialisation, option, titre, sous-titre, nom de l'étudiant, année de soutenance, organisme d'accueil). Ces informations doivent rester lisibles derrière les éventuelles illustrations.
- En haut de la page de couverture doivent être insérés les logos des organismes impliqués : en haut à gauche le logo de l'établissement d'inscription, à droite le logo des éventuels autres établissements et le logo de l'organisme d'accueil. Les logos sont disponibles dans les modèles de document proposés.
- En cas de confidentialité, la mention « CONFIDENTIEL », inscrite en rouge devra figurer sur cette page.
- La page de titre est la première page à l'intérieur du document. Elle reproduit la page de couverture, sans les logos, en précisant le nom de l'enseignant de l'Institut Agro de Montpellier tuteur, l'organisme d'accueil, le nom du maître de stage, la date de soutenance et la composition du jury.
- En cas de confidentialité, la mention « Confidentiel » devra figurer aussi sur cette page ainsi que la date de fin de confidentialité (obligatoire).
- Les parties liminaires sont les pages situées entre la page de titre et la page d'introduction. On y trouvera d'abord en français un résumé et des mots-clés et un rappel du titre, suivi en Anglais (et éventuellement dans une autre langue) d'un résumé, du titre et des mots-clés. Après le résumé, seront insérées les autres parties liminaires comme par exemple les remerciements, la table des matières, l'avant- propos, le glossaire, la liste des sigles ...

Le corps du mémoire devra comporter une introduction, une conclusion et plusieurs parties, en tenant compte des recommandations faites par les responsables pédagogiques (contextes, état de l'art, objectif, matériel et méthodes, résultats, discussion, , ...). Afin de se repérer lors de la consultation du document, chaque partie du mémoire pourra être différenciée par son en-tête (reprenant le titre de la partie correspondante) et son pied de page (Nom, Prénom | diplôme | année | Institut Agro).

- Les références bibliographiques
- Les Annexes : elles doivent être annoncées dans le texte principal. Chaque annexe doit commencer

sur une nouvelle page. Une lettre majuscule, précédée du mot

- « Annexe », est attribuée pour l'identification de chaque annexe. Les annexes sont introduites par une liste des annexes.
- La quatrième de couverture (ou dos du document dans la version papier) comporte le résumé et les
- mots-clés en français ainsi que les coordonnées de l'École et la référence bibliographique du mémoire. Les résumés et mots-clés dans une autre langue peuvent être rajoutés en 3^{ème} de couverture.

PAGINATION

- La pagination doit être continue et commence dès la page de titre, mais celle-ci est comptée mais non-numérotée.
 - La liste des références bibliographiques est incluse dans la pagination du document. Les annexes sont numérotées d'une manière continue et leur pagination doit continuer la pagination du texte principal.
-

ILLUSTRATIONS

- Les illustrations sont les tableaux et les figures. Les figures peuvent être des diagrammes, des cartes, des photographies, des graphiques, des schémas.
- Les illustrations sont intégrées au texte leur faisant référence, de préférence sur la même page ou sur la page suivante. Il est recommandé de les orienter dans le même sens de lecture que le texte.
- Pour toutes les illustrations, il faut veiller à ce que le choix du graphisme et des couleurs permette de conserver l'information initiale après photocopie ou impression noir et blanc.
- Chaque illustration ou tableau comporte un titre, précis mais aussi concis que possible. Le titre d'un tableau doit être placé au-dessus et précédé d'un numéro d'ordre en chiffre arabe. Le titre d'une figure est placé en dessous, précédé d'un numéro d'ordre en chiffre arabe.
- Quand ils sont appelés dans le texte, les numéros des illustrations ou tableaux doivent être précédés par les mots « figure », « tableau » (ou leurs abréviations fig. ; tab.)
- Si nécessaire, la liste des illustrations avec les numéros de page correspondants pourra être insérée après la table des matières et avant l'introduction.

ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES

- Les photos doivent être numérotées en tant que figure. Une légende, incrustée dans la photo, doit préciser le lieu, le sujet et le nom de l'auteur de la photo.
- Les photos étant protégées par le droit d'auteur, vous devez nécessairement demander l'accord préalable au titulaire des droits, avant toute utilisation (document écrit, présentation orale, ...). Il est vivement conseillé d'utiliser des images libres de tout droit, ou à défaut, vos propres réalisations.

3.3 LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIE

Objectifs

La recherche bibliographique est un préalable indispensable au bon déroulement d'un travail qu'il soit de recherche ou pas. Elle témoigne de la capacité à se poser des questions sur un sujet donné et à le recontextualiser. Elle doit se positionner en amont d'une étude et peut (doit) être complétée au cours de la réalisation du stage, et lors de la rédaction du mémoire.

Dans le cadre du mémoire de fin d'étude, l'étude bibliographique peut donner lieu à la rédaction d'une partie de plusieurs pages et/ ou être intégrée dans le corps du mémoire à différents endroits : introduction, matériel et méthodes (références en particulier à des protocoles ou des outils déjà utilisés et validés par ailleurs) et bien sûr discussion des résultats et perspectives.

L'étude bibliographique doit permettre une présentation et une motivation de la problématique de stage en faisant ressortir clairement les aspects fondamentaux.

L'étude bibliographique doit permettre de réaliser un état de l'art du sujet et étayer les hypothèses de travail.

L'étude bibliographique doit également être mobilisée lors de l'étape de discussion des résultats afin de montrer en quoi l'étude présentée dans le mémoire confirme ou contredit la littérature sur le sujet et éventuellement apporte de nouvelles perspectives.

Méthode

Quoi ?

Une méthode consiste à interroger tous les mots clé de votre problématique de stage et de vous documenter tant sur les objets (ex : l'agriculture biologique, la protection du littoral, la résistance des herbicides) que les méthodes ou les outils (ex : enquête semi - directive, détermination du P-Olsen, analyse par QTL). Ainsi il ne faut surtout pas hésiter à sortir un peu du sujet afin de l'éclairer autrement, notamment par une perspective chronologique ou une autre approche disciplinaire. Cependant, veillez à procéder par étape, le piège étant d'interroger tous les mots-clés de votre sujet à la fois...difficile alors de trouver des références sauf à considérer que votre sujet a déjà été traité mot pour mot...

Comment ?

Une première façon de constituer une bibliographie consiste à interroger votre encadrement et votre environnement de stage (quel que soit le positionnement de la personne vis à vis de votre sujet) afin de faire la liste des références incontournables, notamment des études antérieures sur le sujet ou des controverses récurrentes. Ensuite il ne faut pas hésiter à « profiter du statut étudiant en formation » pour questionner (par mail, par téléphone) toute personne(chercheur, décideur, gestionnaire,...) susceptible de vous fournir un autre éclairage sur le sujet.

Sur les bases de données bibliographiques en ligne, la sélection des mots clé de la recherche est déterminante, l'expérience montre qu'il faut avoir des entrées à la fois méthodologiques

«(ex : « évaluation multicritère », « prototypage », ...) et thématiques centrées ou non sur la

culture d'intérêt (« verger », « résistance à la sécheresse », « AB en Roumanie »...) et ne pas se limiter a priori sur une étude bibliographique centrée sur votre culture d'intérêt, dans votre région d'intérêt...ce qui en restreindrait fortement la portée et votre capacité à discuter des résultats.

Où chercher ?

Une recherche à l'aveugle sur Google Scholar (<http://scholar.google.fr/>) peut être intéressante à condition de savoir sélectionner les sites d'intérêt (attention les sources des infos doivent être vérifiables).

1/ Science : <https://www.webofscience.com/>;

2/ Science direct : <http://www.sciencedirect.com/>;

3/ Springerlink : <http://www.springerlink.com/>, (liste non exhaustive)...vous permettront d'accéder (si votre organisme de stage est abonné : La source : <https://institut-agro.docressources.fr>) aux articles scientifiques de revues internationales (en anglais) avec comité de lecture qui font référence sur le sujet. Dans le cas où l'article n'est pas accessible, contactez directement l'auteur (ResearchGate) qui en général se fera un plaisir de vous adresser le pdf de sa publication ou adressez éventuellement à votre tuteur Supagro une liste (pas trop longue) d'articles qu'il pourra chercher sur les moteurs de recherche accessibles depuis l'INRAE.

La lecture d'articles (souvent gratuits) de la revue francophone Cahiers Agriculture(<http://www.cahiersagricultures.fr/>) peut également être intéressante. « Les Cahiers Agriculture sont une tribune interdisciplinaire sur les recherches agronomiques et le développement rural. Ils s'adressent à tous ceux, chercheurs, hommes de terrain, enseignants qui veulent mener une réflexion plus globale sur le monde agricole dans la francophonie. »(source : cahiers Agriculture).

La revue "Innovations Agronomiques" est une revue électronique

(<http://www6.inra.fr/ciag/Revue>), éditée par l'INRAE et disponible en ligne et accessible gratuitement. Elle reprend les textes issus de colloques des Carrefours de l'innovation agronomique (CIAG) dont les thèmes sont souvent proches des problématiques de stage CADe. Ceux-ci sont complétés par des textes additionnels permettant d'approfondir l'analyse et la connaissance.

La consultation des sites internet institutionnels tels : Ministère de l'Agriculture (<http://agriculture.gouv.fr/publications> pour les études et rapports thématiques, <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/> pour les statistiques agricoles), FAO STA(<https://www.fao.org/faostat/>), instituts techniques (Arvalis, Institut Français de la Vigne et du Vin, Prolea, Terres Inovia,...) est toujours utile pour la contextualisation de la problématique et à discussion des résultats.

Mise en forme de la section « Bibliographie » ou « Références » du mémoire

Rappel (avec compléments) des consignes :

Les documents cités dans le corps du texte sont repris en fin de document, après la conclusion, dans la "liste des références bibliographiques" ; réciproquement, les références citées à la fin doivent trouver un renvoi dans le texte du rapport.

Attention toutefois à ne pas citer des passages entiers des références mobilisées (risque de plagiat !), la citation bibliographique (Dupond et al., 2002) dans le corps du texte doit être précise et se référer

à une valeur, une idée, ...

Cette liste est le plus souvent présentée dans l'ordre alphabétique des auteurs, mais selon les cas, on peut utiliser un classement chronologique ou thématique.

Le référencement doit être suffisamment précis pour permettre de retrouver la référence. Il existe des normes pour la présentation des références. Voici quelques éléments de base :

Livre : nom du ou des auteurs, initiales du ou des prénoms (majuscules), année d'édition, titre souligné, collection, tome, numéro d'édition, nombre de pages

Article : nom(s) et initiales, année, titre, volume et numéro, numéros de pages

Article de conférence : nom(s) et initiales, année, titre, conférence(dénomination, lieu), numéros de pages dans les actes

Sites internet : ne pas en abuser (une bibliographie ne peut se construire uniquement sur des références électroniques) surtout si les mêmes informations sont référencées sous d'autres formes. Sinon préciser le lien exact et la date de consultation du site.

NB : vous pouvez automatiser la présentation en utilisant des logiciels spécifiques (EndNote(payant), Zotero ou Mendeley (gratuit)) si vos références sont nombreuses.

Informations disponibles sous Ticéa/Formations/ Biblio et mémoires)

DÉPÔT DU MÉMOIRE

- La version finale du document au format pdf (1 seul fichier, maxi 5 Mo) doit être envoyée aux membres du jury une semaine minimum avant la soutenance. Si les annexes sont volumineuses, vous pourrez fournir 2 fichiers distincts. Le nom du fichier devra comporter : l'année de soutenance, la formation concernée et votre nom
- Vous trouverez plus d'information sur la plateforme pédagogique en ligne : <https://moodle.supagro.fr/moodle/course/view.php?id=298>

3.4 LA SOUTENANCE

Le jury est composé d'un rapporteur extérieur, du tuteur pédagogique et d'un président de jury. L'avis de votre maître de stage est indispensable au jury pour apprécier le travail que vous avez réalisé. Le maître de stage est donc invité aux soutenances mais sa présence n'est pas obligatoire. S'il souhaite participer, l'étudiant doit prendre soin de réserver la date et l'heure de la soutenance en tenant compte des disponibilités du maître de stage. Il est de votre responsabilité de l'inviter formellement à la soutenance. En cas d'absence, l'étudiant fournit une fiche d'évaluation de votre travail et votre intégration dans la structure d'accueil, remplie par le maître de stage.

Les soutenances durent 60 min et se déroulent de la manière suivante :

- Introduction par le président du jury et présentation du jury : 1 min
- Votre exposé oral : 20 min
- Échanges avec le jury : 30 min (environ 20 min pour le rapporteur et 5 min pour les autres membres)
- Délibération du jury et restitution de l'évaluation : 5-10 min

Le contenu de la soutenance :

- l'oral est un exercice de démonstration, les étudiant-e-s doivent être pédagogues et pertinents scientifiquement!
- il s'agit de présenter le travail effectué en stage, mais il est impossible de tout présenter : il faut l'assumer et faire des choix qui devront être justifiés (rapidement).

Pour préparer l'oral, il faut relire le mémoire et identifier les messages clés à faire passer. Le plan doit reprendre le contexte, la problématique, la démarche, le matériel et méthodes, les résultats, la discussion, les conclusions et perspectives.

Toutefois, même s'il reprend l'essentiel de l'écrit, l'oral doit apporter un plus par rapport à l'écrit (par ex. présentation de nouvelles figures, de nouveaux schémas, approfondissement de la discussion).

L'oral doit être aussi précis que l'écrit : sources bibliographiques citées sur les diapositives, calculs éventuels, résultats numériques, tests statistiques le cas échéant doivent être présents

Les potentialités de power point (couleurs, animations légères, illustration) doivent être utilisées pour appuyer le discours.

Enfin, il est très conseillé de s'entraîner de multiples fois, devant des publics variés (experts ou non du sujet): pour gagner en fluidité à votre exposé et en confiance le jour de la soutenance. Les répétitions de l'exposé devant différents publics permettent aussi d'anticiper le débat (réfléchissez en particulier aux questions que l'on risque de vous poser : qualité des données, généralité des résultats, perspectives de travail, enjeux de votre travail par rapport à l'agriculture...).

