



**UE AGROMOD**

Adaptation des agro écosystème par la modélisation

**Série Semestre 8**

Syllabus 2025-2026

Responsable de l'UE: Christophe Laplanche

<b>UE AGROMOD: Adaptation des agroécosystèmes par la modélisation</b>	
Nombre d'heures programmées :	70 heures
Enseignant responsable : C. Laplanche (christophe.laplanche@ensat.fr )	
Intervenants : C. Laplanche; divers enseignants.	
Compétences mises en œuvre et évaluées : Diagnostiquer, Concevoir, Communiquer, Valider	
Compétences mises en œuvre, non évaluées : Gérer	

## **Introduction**

Le changement climatique impacte profondément les agroécosystèmes, modifiant les cycles de l'eau, la fertilité des sols et les conditions de croissance des cultures. Face à ces défis, la modélisation constitue un outil essentiel pour analyser, comprendre et anticiper les interactions entre les différents paramètres d'un agroécosystème. Elle permet de simuler les effets des changements climatiques et d'évaluer des stratégies d'adaptation visant à assurer la durabilité des systèmes agricoles.

Cette unité d'enseignement propose une approche intégrée de la modélisation agroécologique, en combinant théorie et applications pratiques. Les étudiants seront amenés à mobiliser des outils de simulation pour explorer les relations entre cultures, sols, eau et biodiversité, dans le but d'optimiser la gestion des ressources et d'améliorer la résilience des systèmes agricoles.

## **Objectifs généraux d'apprentissage**

Cette UE vise à fournir aux étudiants les bases essentielles pour comprendre la modélisation des agroécosystèmes et son rôle dans l'adaptation aux défis actuels. Elle offre un aperçu de la diversité des outils de modélisation et de leurs applications, afin qu'ils puissent les mobiliser de manière pertinente en milieu professionnel.

À l'issue de cet enseignement, les étudiants seront en mesure d'articuler leurs connaissances sur les agroécosystèmes avec des compétences techniques, afin d'analyser et de répondre à des problématiques liées à l'adaptation des systèmes agricoles aux changements environnementaux et climatiques.

## Lien avec le référentiel de compétences

Compétence DIAGNOSTIQUER, jalon 2 : Faire un état des lieux pour éclairer une question selon une démarche définie

Compétence GÉRER, jalon 1 : Mener un projet simple selon une démarche prédéfinie

Compétence VALIDER, jalon 3 : Adapter la méthodologie à la complexité des données ou aux conséquences de la (non-) validation

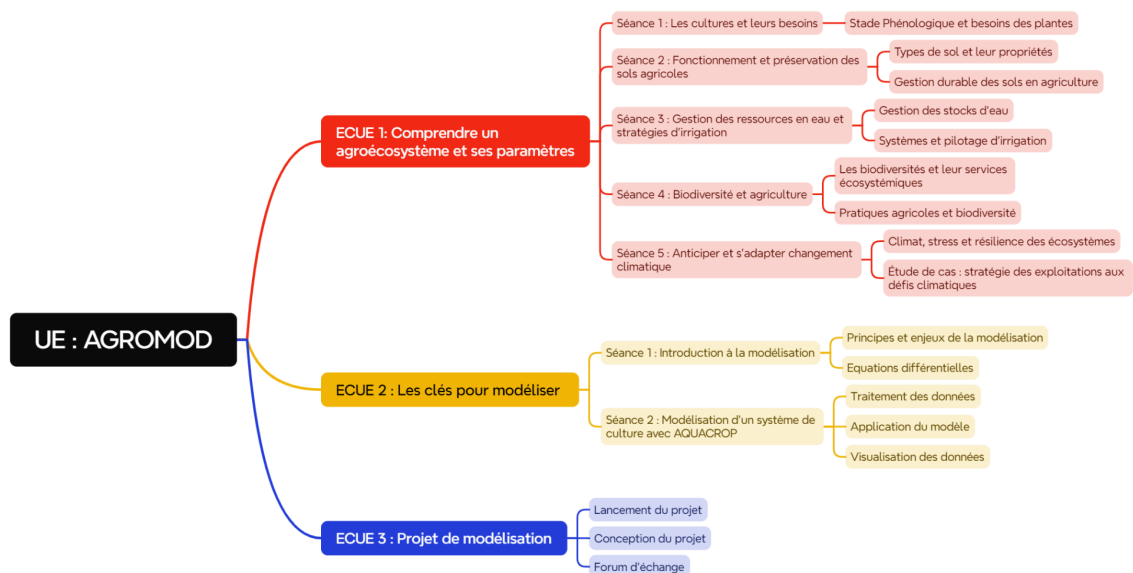
Compétence COMMUNIQUER, jalon 2 : Communiquer au sein d'un groupe de travail ou au sein d'une organisation

Compétence CONCEVOIR, jalon 2 : Compétence 3, jalon 3 : Adapter une production en fonction des contraintes ou imprévus

## Déroulement de l'UE:

L'UE "Modélisation pour l'adaptation des agroécosystèmes" est structurée en trois ECUE complémentaires :

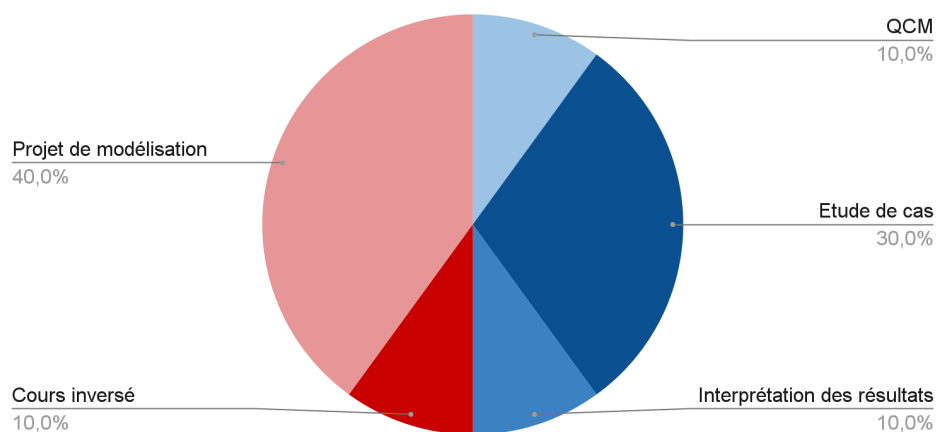
- ECUE Thématiques : Comprendre les agroécosystèmes, leurs paramètres et leurs enjeux, en abordant les interactions entre cultures, sols, eau, biodiversité et changement climatique.
- ECUE Techniques : Acquérir un aperçu des outils de modélisation et des clés pour leur utilisation dans l'analyse et la gestion des agroécosystèmes.
- ECUE Projet : Mobiliser les connaissances et compétences acquises dans les deux premières ECUE pour les appliquer à un projet concret, permettant une mise en situation professionnelle.



### **Modalités d'évaluation:**

Evaluation individuelle (50% de la note):

Evaluation collective (50% de la note):



### **Organisation de l'UE Adaptation des agroécosystèmes par la modélisation**

	Modalités	Temps
<b><u>ECUE 1 : Comprendre un agroécosystème et ses paramètres</u></b>	CM et TD	22h30
Séance 1 : Les cultures et leurs besoins	CM	1h30
Séance 2 : Fonctionnement et préservation des sols agricoles	CM et TD	7h
Séance 3 : Gestion des ressources en eau et stratégies d'irrigation	CM	4h30
Séance 4 : Biodiversité et agriculture	CM et TD	5h
Séance 5 : Anticiper et s'adapter au changement climatique	CM	4h30
<b><u>ECUE 2 : Les clés pour modéliser</u></b>	CM et TD	14h30h
Séance 1 : Introduction à la modélisation	CM et TD	6h30
Séance 2 : Modélisation d'un système de culture avec AQUACROP	TD	8h
<b><u>ECUE 3 : Projet de modélisation</u></b>	TD et TA	33h

<b>ECUE Thématiques: Comprendre un agroécosystème et ses paramètres</b>	
Nombre d'heures programmées :	22 heures 30
Enseignant responsable : Monsieur Sarthou	
Intervenants : Pierre Maury, Maritxu Guiresse, Camille Dumas, Séverine Jean, Magalie Willaume, Mélodie Ollivier, Roman Teisserenc	
Compétences mises en œuvre et évaluées : Diagnostiquer, Concevoir, Communiquer	

### **Introduction**

L'ECUE "**Comprendre un agroécosystème et ses paramètres**" vise à doter les étudiants des bases scientifiques et techniques nécessaires pour analyser le fonctionnement des agroécosystèmes. En s'appuyant sur l'étude des cultures, des sols, de l'eau, de la biodiversité et du changement climatique, cet enseignement permet de comprendre les interactions entre ces éléments et leur influence sur la durabilité des systèmes agricoles. Cette approche est essentielle pour appréhender les enjeux de la transition agroécologique et constitue un prérequis à l'utilisation des outils de modélisation abordés dans l'UE "**Modélisation pour l'adaptation des agroécosystèmes au changement climatique**".

### **Objectifs d'apprentissage**

Les étudiants apprendront à comprendre les éléments clés d'un agroécosystème, à identifier les besoins des cultures selon leur stade phénologique et à expliquer le rôle des sols, de l'eau et de la biodiversité dans la productivité agricole. Ils maîtriseront la gestion des ressources naturelles, en décrivant les propriétés des sols, les dynamiques de l'eau et les services écosystémiques apportés par la biodiversité, tout en analysant les menaces des pratiques agricoles intensives.

Ils évalueront également l'impact du changement climatique sur les agroécosystèmes, identifieront les stress environnementaux et concevront des stratégies d'adaptation pour réduire la vulnérabilité des systèmes agricoles. Enfin, ils rechercheront et justifieront des solutions agro-écologiques permettant de préserver la biodiversité, en utilisant des données et des études scientifiques.

### **Lien avec le référentiel de compétences**

- Compétence DIAGNOSTIQUER, jalon 2 : Faire un état des lieux pour éclairer une question selon une démarche définie.  
*Analyser les agroécosystèmes et évaluer l'impact des facteurs environnementaux, pour produire des documents d'aide à la décision.*
- Compétence COMMUNIQUER, jalon 2 : Communiquer au sein d'un groupe de travail ou au sein d'une organisation

*Restituer et justifier les choix techniques et pratiques de manière claire et convaincante, en s'appuyant sur des données scientifiques.*

- Compétence CONCEVOIR, jalon 2 : Compétence 3, jalon 3 : Adapter une production en fonction des contraintes ou imprévus

*Élaborer des stratégies et des solutions agro-écologiques adaptées aux enjeux environnementaux, comme le changement climatique et la gestion des ressources naturelles.*

### **Description de l'enseignement**

L'ECUE est structuré en **quatre grandes séances**, chacune abordant un aspect fondamental d'un agroécosystème :

#### **Séance 1 : Les cultures et leurs besoins (1h30, CM)**

Les étudiants découvriront les différents stades phénologiques des cultures ainsi que leurs besoins physiologiques. Ils apprendront à identifier les facteurs influençant la croissance des plantes et à comprendre les implications agronomiques des cycles de développement.

#### **Séance 2 : Fonctionnement et préservation des sols agricoles (7h, CM et TD: Jeu sérieux)**

- Cours magistraux (3h) : Présentation des différents types de sols et de leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques. L'objectif est d'acquérir des connaissances essentielles sur la structure des sols et leur rôle dans la production agricole.
- Travaux dirigés (4h) : Exploration des pratiques de gestion durable des sols sous la forme d'un **jeu sérieux** (La clé du sol, INRAE)

#### **Séance 3 : Gestion des ressources en eau et stratégies d'irrigation (4h30, CM)**

- Cours magistraux (3h) : Analyse des stocks d'eau disponibles dans les agroécosystèmes, en prenant en compte les dimensions quantitative et qualitative. Les étudiants étudieront également la gestion des cours d'eau et des ressources hydriques en agriculture.
- Cours magistral (1h30) : Présentation des systèmes d'irrigation et du pilotage de l'irrigation. L'objectif est d'apprendre à déterminer quand et comment irriguer pour optimiser la productivité tout en minimisant les impacts environnementaux.

#### **Séance 4 : Biodiversité et agriculture (5h, CM et TD)**

- Cours magistral (1h30) : Introduction aux différents types de biodiversité et aux services écosystémiques qu'ils apportent aux agroécosystèmes.
- Cours magistral (1h30) : Étude des impacts des pratiques agricoles sur la biodiversité, en mettant en évidence les effets de l'intensification agricole et les risques de perte de biodiversité.
- Travaux dirigés (2h) : Approche appliquée visant à identifier et proposer des pratiques favorisant la biodiversité, dans le cadre d'un **cours inversé** où les étudiants devront analyser et argumenter des solutions agroécologiques.

#### **Séance 5 : Anticiper et s'adapter au changement climatique (4h30, CM et TD)**

- Cours magistraux (3h) : Présentation des principales caractéristiques du changement climatique et de ses impacts sur les agroécosystèmes. Exploration des stratégies d'adaptation au changement climatique et des solutions permettant de renforcer la résilience des systèmes agricoles.
- Travaux dirigés (2h) : Étude de cas évaluée, où les étudiants devront analyser un agro écosystème spécifique et proposer des stratégies d'adaptation pertinentes face au changement climatique.

### **Approche pédagogique**

Cours classiques et inversés, TD, Jeu sérieux et Études de cas

### **Modalité d'évaluation des apprentissages**

Évaluation collective (3-4 par groupe) dans le cadre d'un cours inversé visant à identifier et proposer des pratiques favorisant la biodiversité.

Évaluation individuelle:

- Un QCM sur les principaux éléments théoriques définissant un agroécosystème.
- Une Étude de Cas sur une stratégie d'adaptation au changement climatique d'un agro écosystème spécifique.

**Organisation de l'ECUE Thématiques : Comprendre un agroécosystème et ses paramètres**

	Modalités	Temps	Intervenant
<b><u>ECUE Thématiques : Comprendre un agroécosystème et ses paramètres</u></b>	<b>CM et TD</b>	<b>22h30</b>	
<b>Séance 1 : Les cultures et leurs besoins</b>	<b>CM</b>	<b>1h30</b>	
Stade phénologiques et besoins	1 CM	1h30	Pierre Maury
<b>Séance 2 : Fonctionnement et préservation des sols agricoles</b>	<b>CM et TD</b>	<b>7h</b>	
Types de sol et leur propriétés	2 CM	3h	Maritxu Guiresse
Gestion durable des sols en agriculture	2 TD	4h	Camille Dumas
<b>Séance 3 : Gestion des ressources en eau et stratégies d'irrigation</b>	<b>CM</b>	<b>4h30</b>	
Gestion des stocks d'eau	2 CM	3h	Séverine Jean
Système et pilotage d'irrigation	1 CM	1h30	Magalie Willaume
<b>Séance 4 : Biodiversité et agriculture</b>	<b>CM et TD</b>	<b>5h</b>	
Les biodiversités et leur services écosystémiques	1 CM	1h30	Mélodie Ollivier
Pratiques agricoles et biodiversité	1 CM 1 TD	3h30	Jean-Pierre Sarthou
<b>Séance 5 : Anticiper et s'adapter au changement climatique</b>	<b>CM</b>	<b>4h30</b>	
Climat, stress et résilience des écosystèmes	2 CM	3h	Roman Teisserenc
Étude de cas : stratégie des exploitations aux défis climatiques	1 TD évalué	2h	Roman Teisserenc

<b>ECUE Les clés pour modéliser</b>	
Nombre d'heures programmées :	14 heures 30
Enseignant responsable : C. Laplanche (christophe.laplanche@ensat.fr )	
Intervenants : C. Laplanche ; D. Sheeren ; Y. Hamrouni.	
Compétences mises en œuvre et évaluées : Diagnostiquer, Concevoir, Valider	

### **Introduction**

La finalité de l'ECUE est de donner aux étudiants les clés pour comprendre et utiliser plusieurs modèles appliqués aux agroécosystèmes. Ils acquerront une méthodologie pour traiter et analyser des données, ainsi que pour implémenter et visualiser ces modèles dans divers contextes professionnels.

### **Objectifs d'apprentissage**

Les étudiants comprendront les principes fondamentaux de la modélisation et seront en mesure d'utiliser plusieurs modèles pertinents. Ils apprendront à traiter et visualiser des données, et à appliquer ces compétences dans le cadre d'un projet en réponse à une demande réelle. Ils devront élaborer une méthodologie adaptée à une problématique spécifique et développer des compétences en gestion de projet et en communication avec un commanditaire.

### **Lien avec le référentiel de compétences**

L'ECUE forme aux jalons de compétences suivants :

- Compétence DIAGNOSTIQUER, jalon 2 : Faire un état des lieux pour éclairer une question selon une démarche définie
- Compétence CONCEVOIR jalon 2 : Adapter une production en fonction des contraintes ou imprévus
- Compétence VALIDER jalon 3 - Adapter la méthodologie à la complexité des données ou aux conséquences de la (non-) validation

### **Description de l'enseignement**

L'ECUE est structuré en deux parties :

#### **Séance 1 : Introduction à la modélisation**

- Cours magistraux (3h) : Principes et enjeux de la modélisation.

Ce cours introduit la modélisation des agroécosystèmes, son utilité et son rôle dans l'adaptation aux changements climatiques.

- Cours magistral (1h30): Équations différentielles

Ce cours explore l'usage des équations différentielles dans la modélisation des agroécosystèmes. Il permet de comprendre leur fonctionnement et leur application dans les outils de simulation.

- Travaux Dirigés (2h) : Équations différentielles

Ce TD applique les équations différentielles à la modélisation d'agroécosystèmes, permettant de comprendre leur rôle dans la dynamique des systèmes agricoles. À travers des exemples pratiques tels que la croissance des cultures, la dynamique des populations d'insectes nuisibles, la gestion de l'eau dans le sol et la dégradation des sols, les étudiants résolvent des équations décrivant ces processus sur papier, sans recours aux logiciels.

## **Séance 2: Modélisation d'un système de culture avec AQUACROP:**

- Travaux Dirigés (2h): Traitement des données

Préparation et gestion des gros volumes de données, notamment climatiques, pour les intégrer dans le modèle AquaCrop.

- Travaux Dirigés (2h) : Application du modèle

Simulation d'un système de culture pour évaluer l'impact des facteurs environnementaux sur la productivité.

- Travaux Dirigés (2h) : Visualisation des données

Analyse et visualisation des résultats à l'aide de R ou QGIS pour interpréter les rendements, besoins en eau et autres variables clés à travers des graphiques et cartes.

### **Approche pédagogique**

Cours classiques et inversés, TD, Jeu sérieux et Études de cas

### **Modalité d'évaluation des apprentissages**

Évaluation individuelle:

Analyse des résultats d' AquaCrop avec des visualisations appropriées (graphiques ou cartes).

### **Organisation de l'ECUE les clés pour modéliser**

	<b>Modalités</b>	<b>Temps</b>	<b>Intervenants</b>
<b><u>ECUE Les clés pour modéliser</u></b>	<b>CM et TD</b>	<b>14h30h</b>	
Séance 1 : Introduction à la modélisation	CM et TD	6h30	
Principes et enjeux de la modélisation	2 CM	3h	Christophe Laplanche
Equations différentielles	1 CM + 1 TD	3h30	Christophe Laplanche
Séance 2 : Modélisation d'un système de culture avec AQUACROP	TD	8h	
Traitement des données	1 TD	2h	Françoise Jardinaud
Application du modèle	2 TD	4h	Pierre Maury
Visualisation des données	1 TD	2h	David Sheeren

<b>ECUE Projet de modélisation</b>	
Nombre d'heures programmées :	33 heures
Enseignant responsable : C. Laplanche (christophe.laplanche@ensat.fr )	
Intervenants : C. Laplanche ; D. Sheeren ; Y. Hamrouni.	
Compétences mises en œuvre et évaluées : Diagnostiquer, Concevoir, Communiquer, Valider	
Compétences mises en œuvre, non évaluées : Gérer	

### **Introduction**

L'ECUE Projet de Modélisation permet aux étudiants de mettre en pratique les outils et connaissances acquis pour répondre à une question spécifique en utilisant des modèles numériques. L'objectif est de simuler des agroécosystèmes en tenant compte des facteurs spatio-temporels, comme les variations climatiques, géographiques et saisonnières.

Les étudiants utiliseront des outils tels que STICS, SWAT et Maxent pour analyser et projeter l'impact de pratiques agricoles ou de stratégies d'adaptation face aux défis du changement climatique. À travers l'utilisation de ces modèles, les étudiants travailleront sur des données spatio-temporelles pour évaluer les effets à long terme et proposer des solutions adaptées. Ce projet permet ainsi de comprendre comment la modélisation peut répondre à des problématiques complexes liées à la gestion durable des agroécosystèmes.

### **Objectifs d'apprentissage**

L'ECUE Projet de Modélisation permet aux étudiants d'appliquer des outils de modélisation (, STICS, SWAT, Maxent) pour analyser des systèmes agroécologiques et répondre à des problématiques spécifiques. Ils apprendront à intégrer les facteurs spatio-temporels dans leurs simulations, développer des stratégies d'adaptation face au changement climatique, et traiter des données complexes pour guider la prise de décision. En parallèle, les étudiants développeront des compétences en gestion de projet, travail en équipe et communication des résultats, en respectant les contraintes de temps et de ressources.

### **Lien avec le référentiel de compétences**

L'ECUE forme aux jalons de compétences suivants :

- Compétence DIAGNOSTIQUER, jalon 2 : Faire un état des lieux pour éclairer une question selon une démarche définie
- Compétence CONCEVOIR jalon 2 : Adapter une production en fonction des contraintes ou imprévus
- Compétence VALIDER jalon 3 - Adapter la méthodologie à la complexité des données ou aux conséquences de la (non-) validation

- Compétence COMMUNIQUER jalon 2 : Communiquer au sein d'un groupe de travail ou au sein d'une organisation
- Compétence GÉRER jalon 1 : Mener un projet simple selon une démarche prédéfinie

### **Description de l'enseignement**

- Temps en Autonomie (24h) : Travail en groupe sur une problématique réelle nécessitant de la modélisation et conception d'un projet et d'une méthodologie en lien avec un commanditaire.
- RDV de suivi (3h) : Gestion du projet : suivi avec le commanditaire et le conseiller technique.
- Travaux dirigés (4h) : Communication et restitution du projet à différents publics.

### **Approche pédagogique**

- Projet encadré : mise en application des acquis dans le cadre d'une demande réelle.
- Suivi et accompagnement : rendez-vous réguliers avec le commanditaire et les enseignants.
- Échanges entre pairs : discussion et retours sur les travaux en cours.

### **Modalité d'évaluation des apprentissages**

Evaluation collective:

- Restitution écrite : fiche projet détaillant la démarche méthodologique et les livrables attendus.
- Restitution orale : présentation du projet au commanditaire lors de la réunion avec les parties prenantes.
- Évaluation par les pairs : grille critériée à remplir lors du forum d'échange.

### **Organisation de l'ECUE Projet de modélisation**

	<b>Modalités</b>	<b>Temps</b>	<b>Enseignant</b>
<b>ECUE 3 : Projet de modélisation</b>	<b>TD et TA</b>	<b>33h</b>	
Lancement du projet	1 TD	2h	Christophe Laplanche
Accompagnement/tutorat	4 RDV	3h	Tuteurs
Conception du projet	12 TA	24h	
Forum d'échange	2 TD	4h	Christophe Laplanche