

PARCOURS DE FORMATION
INGENIEUR AGRONOME
MASTER 2

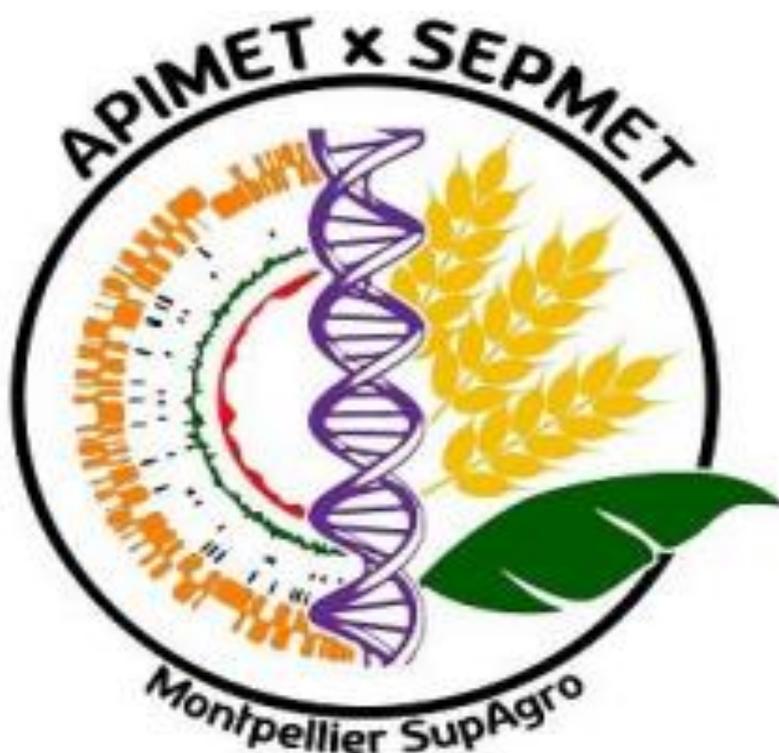
Option Amélioration des plantes
APIMET SEPMET
2023/2024



Table des matières

| | |
|--|----|
| Votre équipe ENSEIGNANTE..... | 3 |
| Votre équipe Ingénierie pédagogique | 3 |
| Votre SEVE (Service Etudes et Vie Étudiante) & votre Service des Relations Internationales et Langues (Equipe Mobilités académiques) | 4 |
| RAPPEL DU REGLEMENT DES ETUDES DE L'INSTITUT AGRO MONTPELLIER..... | 5 |
| LES UEs et ECUEs D'ENSEIGNEMENT | 11 |

Notre logo imaginé par les APIMET SEPMET 2012-2013



Votre équipe ENSEIGNANTE

Responsables de la formation

Pierre Berthomieu

Jacques David

Dominique This

Votre équipe Ingénierie pédagogique

Votre ingénieure pédagogique est une de vos interlocutrices pour la pédagogie auprès de vos enseignants pour l'enseignement et la pédagogie numérique. Elle est chargée de l'orientation, de l'insertion professionnelle et de l'appui aux partenariats professionnels. Elle vous accompagne sur votre Projet Professionnel Personnalisé et anime les réseaux partenaires & étudiants APIMET-SEPMET.

Votre assistante pédagogique est chargée des fonctions d'appui auprès des enseignant.es pour le soutien et l'accompagnement pédagogique.

Ingénieure pédagogique

Isabel Martin Grande

isabel.martin-grande@supagro.fr

04-99-61-20-95 Bureau au B18/1er étage

En télétravail jeudi & vendredi

Assistante pédagogique

Florence Marchal

florence.marchal@supagro.fr

04-99-61-24-13 Bureau au B18/rdc

En télétravail lundi

Vos enseignant.es APIMET SEPMET

Elsa Ballini

Lydie Guilioni

Jean Jacques Kelner

Claire Neema

Meili Baragatti

Bénédicte Fontez

Florian Fort

Véronique Marie-Jeanne

Jean-François Martin

Anna Medici

Benoit Pallas

Vincent Ranwez

Muriel Tavaud-Pirra

Votre SEVE (Service Etudes et Vie Étudiante) & votre Service des Relations Internationales et Langues (Equipe Mobilités académiques)

| | |
|---------------------------------------|---|
| Pour les APIMET | Madame Sophie Douhairie sophie.douhairie@supagro.fr 04.99.61.26.42 Bureau au Bâtiment 9 |
| Pour les SEPMET | Madame Camille Dumontet camille.dumontet@supagro.fr 04.99.61.27.93 Bureau au Bâtiment 9 |
| Pour les alternants contrat pro | Madame Catherine Redortier 04.99.61.28.50 catherine.redortier@supagro.fr Bureau au Bâtiment 8 |
| Pour les alternants contrat apprentis | Madame Linda Biascamano linda.biascamano@supagro.fr 04.99.61.30.27 Bureau au Bâtiment 8 |
| Pour les mobilités académiques | Madame Claudia Medina Amérique Latine, Asie, Afrique et périphérie Europe claudia.medina@supagro.fr 04.99.61.27.29 Madame Santi Mallet Europe et Amérique du Nord santi.mallet@supagro.fr 04.99.61.23.27 |

Ce que vous pouvez demander par exemple....

- Votre dossier administratif
- Votre relevé du S9, votre bulletin annuel, vos attestations de réussite.

RAPPEL DU REGLEMENT DES ETUDES DE L'INSTITUT AGRO MONTPELLIER

Extraits du règlement des études de Montpellier / Extraits de l'Annexe au règlement des Etudes concernant le Master 3A - Version du 29/06/2021

Article 1.7.1 : Assiduité aux enseignements

1.6.1 Assiduité aux enseignements La présence à l'ensemble des enseignements (cours, TD, TP, conférences, visites...) faisant partie du programme de formation, est obligatoire. Toute absence doit être justifiée, par l'étudiant, par un certificat médical original ou d'hospitalisation ou par le certificat de décès d'un proche. Si elle est prévisible (ex : convocation à l'OFII ou aux épreuves du permis de conduire), elle doit faire l'objet d'une autorisation du service en charge des études et de la vie étudiante (SEVE), après accord des enseignants responsables de l'unité d'enseignement concernée. Les étudiants peuvent être autorisés à s'absenter en accord avec le/la responsable de diplôme ou de formation pour participer à des épreuves sportives pour les sportifs de haut niveau avéré, à des manifestations artistiques pour les artistes de haut niveau, des formations dans le cadre du statut d'étudiant entrepreneur ou pour participer à des forums de présentation de leur formation dans leur établissement d'origine après accord du SEVE. Dans ces 4 cas, une attestation de participation doit être fournie au SEVE au retour. Les absences non justifiées peuvent faire l'objet de sanctions, soit à la discrétion de l'enseignant responsable de l'unité d'enseignement, soit de la part de l'administration en cas d'abus. L'enseignant responsable en informera les étudiants en début d'UE. Les étudiants en formation continue sont, en outre, soumis à la réglementation de la formation professionnelle. Les apprentis sont soumis à la réglementation de la formation initiale par apprentissage : la présence à l'ensemble des enseignements est obligatoire et contrôlée pour les alternants.

1.8.1 : Cadre général de l'évaluation et de la validation d'une UE (Unité d'Enseignement)

L'évaluation a pour objet de vérifier que l'étudiant a acquis les connaissances et les compétences correspondant aux objectifs pédagogiques de la formation dispensée. Elle sert de base à la délivrance du diplôme. Les évaluations sont organisées suivant des formes et des modalités propres à chaque UE ou partie de celle-ci. Ces formes et modalités sont établies par l'enseignant responsable de l'unité d'enseignement et présentées aux étudiants au début de l'unité concernée. Les évaluations peuvent être écrites ou orales ; elles comprennent une ou plusieurs parties : examen final, examen partiel, travaux personnels, travaux de groupe, TD, TP, rapport de visite, projet... chaque partie donnant lieu à une note affectée d'un coefficient. De la même façon, les stages obligatoires sont évalués sur la base d'un support écrit (rapport, mémoire, ...) et, le cas échéant, de la soutenance du rapport (ou mémoire ou autre) devant un jury compétent et du comportement du stagiaire pendant le stage. Tous les contrôles sont notés de zéro « 0 » à vingt « 20 ». Les notes sont communiquées par l'enseignant responsable de l'UE au service en charge des études et de la vie étudiante. La diffusion des notes aux étudiants est assurée par le service en charge des études et de la vie étudiante ou le responsable de formation. Au final, pour chaque UE, l'étudiant a une note globale correspondant à la moyenne pondérée des notes obtenues aux différentes parties. La

validation d'une UE est obtenue par une note supérieure ou égale à 10 sur 20. Toute fraude ou tentative de fraude (y compris les plagiat sur Internet ou le non-respect des consignes des enseignants en cas d'évaluation sur ordinateur) aux examens et contrôles (contrôles continus inclus) sera sanctionnée et pourra faire l'objet de procédures disciplinaires (sanction pouvant aller jusqu'à l'exclusion de la formation).

1.8.2 : Sessions de rattrapage

Les formations prévoient une session de rattrapage pour les étudiants qui n'ont pas validé l'UE à la première session (précisions dans les annexes portant sur les spécificités de chaque formation).

Nous sommes particulièrement attentifs au plagiat.

Ce délit est encadré par les articles L335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle. Ainsi « toute reproduction, représentation ou diffusion, par quelque moyen que ce soit, d'une œuvre de l'esprit en violation des droits de l'auteur, tels qu'ils sont définis et réglementés par la loi » est un délit de contrefaçon en vertu de l'article L335-3 du Code de la Propriété Intellectuelle. Vous devez citer correctement les sources des textes, images, graphiques ou toutes autres informations reprises sur d'autres documents.

L'équipe pédagogique vous informe que tous vos travaux seront soumis à la détection de plagiat via un logiciel. En cas de détection de plagiat, les articles du règlement des études s'appliqueront.

ChatGPT et autres sites publiant du contenu génératif

Le texte produit peut contenir des phrases réutilisées.

En l'absence du droit à citation, l'utilisation du Chatbot constitue une manœuvre dolosive.

Si vos productions écrites sont générées par l'IA sans déclaration, vous encourez des pénalités.

Programme des enseignements / ECTS SEPMET



Semestre 9 / semester 9 (30 Ects))

Septembre – février / september - february

| Titre de l'unité d'enseignement <i>Title of the teaching unit</i> | Crédits ECTS |
|---|---------------------|
| Semestre 9 / semester 9 (en français et/ou en anglais) septembre – février / september - february | 30 |
| UE 1 – Outils de diagnostic pour l'innovation variétale <i>Diagnostic tools in varietal innovation</i> | 8 |
| <i>ECUE 1.1 - Statistiques et traitement de données / Statistics and data processing</i> | 2 |
| <i>ECUE 1.2a - Agrigénomique structurale : structure et diversité des génomes végétaux et leur environnement épigénétique / Structural agrigenomics : structure and diversity of plant genomes and their epigenetic environment</i> | 1 |
| <i>ECUE 1.2b ou ECUE 1.2b* sera suivie (décision des enseignants)</i> | 2 |
| <i>ECUE 1.2b - Atelier Premiers pas en bio-informatique First step</i> <i>Begining your journey with bioinformatics</i> | |
| <i>ECUE 1.2b* - Atelier Linux pour l'analyse de données génomiques / Linux for genomic data analysis</i> | |
| <i>ECUE 1.3 -Modélisation du fonctionnement des couverts végétaux, application à l'analyse de l'interaction génotype x environnement x pratiques. / Using crop modeling approaches for the analysis of genotype x environment x management practices interactions</i> | 3 |
| UE 2 – Biodiversité, innovation variétale et production de semences <i>Biodiversity, varietal innovation and seed production</i> | 9 |
| <i>ECUE 2.1 - Structure et gestion de la diversité génétique / Genetic resources and management of genetic diversity</i> | 3 |
| <i>ECUE 2.2a – Filières et acteurs en production végétale et semencière (PROFILA) / Sectors and actors in crop and seed production</i> | 1 |
| <i>ECUE 2.2b -Biologie, technologies et législation de la filière semences et plants / Seed biology, production, technologies & regulations</i> | 2 |
| <i>ECUE 2.3 - Génétique et création variétale / Genetic and variety creation</i> | 3 |
| UE 3 – Conception de solutions génétiques innovantes face aux enjeux de la transition <i>Conception of smart genetic solutions for new transitions</i> | 7 |
| <i>ECUE 3.1 - La sélection variétale pour des systèmes agro-écologiques sous contraintes abiotiques et biotiques</i> <i>Breeding for agro-ecological systems under abiotic and biotic pressures</i> | 4 |
| <i>ECUE 3.2 – Etude des gènes d'intérêt, nouvelles technologies et OGM en sélection végétale NBT and GMOs in plant breeding</i> | 2 |

| | |
|--|-----------|
| ECUE 3.3 - Atelier Sélection génomique (Selgen) <i>Genomic selection (Serious game)</i> | 1 |
| UE 4 SEPMET- Langues, management et projet professionnel (compétences transversales) <i>Languages, management and Professional project (transversal skills)</i> | 6 |
| ECUE 4.1 - Anglais SEPMET / <i>English language</i> | 1 |
| ECUE 4.2 - Techniques de management / <i>Human management techniques</i> | 2 |
| ECUE 4-3 – Projet professionnel SEPMET / <i>Professional project</i> | 3 |
| Semestre 10 / semester 10 (français ou anglais selon pays) Mars – Août / March - August | 30 |
| UE 5 - Mémoire de fin d'études / Internship and Master thesis | 30 |
| UE 5.1 - Stage fin d'études / Final internship | 10 |
| ECUE 5.2 - Mémoire de fin d'études / Internship final report | 10 |
| ECUE 5.3 – Soutenance/oral defence | 10 |
| Total année M2 / Total M2 academic year | 60 |

Programme des enseignements / ECTS APIMET



Semestre 9 / semester 9 (30 Ects))

Septembre – février / september - february

| Titre de l'unité d'enseignement <i>Title of the teaching unit</i> | Crédits ECTS |
|---|---------------------|
| Semestre 9 / semester 9 (en français et/ou en anglais) septembre – février / september - february | 30 |
| UE 1 – Outils de diagnostic pour l'innovation variétale <i>Diagnostic tools in varietal innovation</i> | 9 |
| <i>ECUE 1.1 - Statistiques et traitement de données / Statistics and data processing</i> | 3 |
| <i>ECUE 1.2a - Agrigénomique structurale : structure et diversité des génomes végétaux et leur environnement épigénétique / Structural agrigenomics : structure and diversity of plant genomes and their epigenetic environment</i> | 1 |
| <i>ECUE 1.2b ou ECUE 1.2b* sera suivie (décision des enseignants)</i> | 2 |
| <i>ECUE 1.2b - Atelier Premiers pas en bio-informatique First step</i> <i>Beginning your journey with bioinformatics</i> | |
| <i>ECUE 1.2b* - Atelier Linux pour l'analyse de données génomiques /</i> <i>Linux for genomic data analysis</i> | |
| <i>ECUE 1.3 -Modélisation du fonctionnement des couverts végétaux, application à l'analyse de l'interaction génotype x environnement x pratiques. / Using crop modeling approaches for the analysis of genotype x environment x management practices interactions</i> | 3 |
| UE 2 – Biodiversité, innovation variétale et production de semences <i>Biodiversity, varietal innovation and seed production</i> | 9 |
| <i>ECUE 2.1 - Structure et gestion de la diversité génétique / Genetic resources and management of genetic diversity</i> | 3 |
| <i>ECUE 2.2a – Filières et acteurs en production végétale et semencière (PROFILA) / Sectors and actors in crop and seed production</i> | 1 |
| <i>ECUE 2.2b -Biologie, technologies et législation de la filière semences et plants / Seed biology, production, technologies & regulations</i> | 2 |
| <i>ECUE 2.3 - Génétique et création variétale / Genetic and variety creation</i> | 3 |
| UE 3 – Conception de solutions génétiques innovantes face aux enjeux de la transition <i>Conception of smart genetic solutions for new transitions</i> | 7 |
| <i>ECUE 3.1 - La sélection variétale pour des systèmes agro-écologiques sous contraintes abiotiques et biotiques</i> <i>Breeding for agro-ecological systems under abiotic and biotic pressures</i> | 4 |

| | |
|--|-----------|
| ECUE 3.2 – Etude des gènes d'intérêt, nouvelles technologies et OGM en sélection végétale / <i>NBT and GMOs in plant breeding</i> | 2 |
| ECUE 3.3 - Atelier Sélection génomique (Selgen) / <i>Genomic selection (Serious game)</i> | 1 |
| UE 4 APIMET- Management et projet professionnel (compétences transversales) / <i>Management and Professional project (transversal skills)</i> | 5 |
| ECUE 4.2 - Techniques de management / <i>Human management techniques</i> | 2 |
| ECUE 4-3 – Projet professionnel APIMET / <i>Professional project</i> | 3 |
| Semestre 10 / semester 10 (français ou anglais selon pays) Mars – Août / March - August | 30 |
| UE 5 - Mémoire de fin d'études / Internship and Master thesis | 30 |
| UE 5.1 - Stage fin d'études / Final internship | 10 |
| ECUE 5.2 - Mémoire de fin d'études / Internship final report | 10 |
| ECUE 5.3 – Soutenance/oral defence | 10 |
| Total année M2 / Total M2 academic year | 60 |

LES UEs et ECUEs D'ENSEIGNEMENT

Les UEs font acquérir des compétences en sciences de spécialité, en sciences et techniques de l'ingénieur en sciences humaines, économiques, sociales et juridiques et langues vivantes.

Chaque ECUEs développe sa propre pédagogie qui intègre une répartition propre en termes de face à face pédagogique. Ainsi, dans chaque ECUE le face à face pédagogique module des séquences cours, TD, TP, Projet (en face-à-face avec l'enseignant.e), autoformation ou travail en autonomie, travail personnel / projet et évaluation .



ECUE 1.1 - Statistiques et traitement de données

Statistics and data processing

Durée : 2 semaines soit 48 heures de face à face pédagogique

Responsables : Bénédicte FONTEZ et Muriel TAVAUD-PIRRA (Institut Agro Montpellier)

Equipe pédagogique : Jacques DAVID, Bénédicte FONTEZ, Muriel TAVAUD-PIRRA, Meili BARAGATTI, Isabel MARTIN GRANDE (Institut Agro Montpellier), Nadine HILGERT (INRAe).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Maîtriser les concepts et méthodes statistiques, descriptives et inférentielles, utiles dans les différents champs d'activité des spécialités du Master 3A/SEPMET et de la spécialisation APIMET.
- Se familiariser avec les fonctionnalités de logiciels de traitement et de représentation des données (principalement R, avec l'utilisation de différents packages).

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : en fonction de la question biologique et des données disponibles, être capable d'identifier l'approche statistique adéquate.
- Concevoir : Concevoir une méthodologie d'analyse (plan d'expériences, processus de gestion et de traitement des données avec R).
- Gérer, coordonner : Coordination des compétences et connaissances à l'interface entre génétique et statistique.
- Conseiller : être capable de conseiller les généticiens et expérimentateurs pour la conception d'expériences et l'analyse des données

CONTENU

- Initiation à l'utilisation de R et utilisation pour les notions de statistique présentées et la représentation des données.
- Modèle linéaire (Régression, anova, ancova).
- Modèle mixte.
- Plans d'expérience.
- Analyses multivariées : Analyse en Composantes Principales

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- ✓ Cours et TDs reposant sur des études de jeux de données et des applications correspondant aux thématiques de SEPMET et APIMET, avec des binômes d'enseignants statisticien / spécialiste du cas traité.
- L'évaluation : Contrôle continu, examens écrits et oraux



ECUE 1-2a Agrigénomique structurale

Structural agrigenomics

Durée : 1 semaine soit 24 heures de face à face pédagogique

Responsable : Dominique THIS (Institut Agro Montpellier)

Equipe pédagogique : Dominique THIS et Pierre BERTHOMIEU (Institut Agro Montpellier), Mathieu ROUARD (Bioversity), Guillaume MARTIN (Cirad), Christine TRANCHANT (IRD), François SABOT (IRD), Sylvain SANTONI (INRAe)

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Comprendre les concepts et les avancées les plus récentes de la génomique structurale végétale et les mettre en pratique dans un objectif d'amélioration variétale et de gestion des ressources génétiques.
- Appréhender le génome végétal et son environnement épigénétique comme source première de variation génétique inter- et intra-spécifique et outil dans la recherche de déterminismes génétiques des caractères d'intérêt.
- Maîtriser la production et la gestion de ressources génomiques dans un programme de sélection, depuis la mise en œuvre des techniques moléculaires jusqu'à la gestion et la mise en forme des données.
- Apporter un regard critique sur les possibilités d'innovation et de valorisation au service du développement issu des travaux de génomique.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Maîtriser la production de marqueurs génétiques et données de séquences, outils de diagnostic de la diversité inter et intra spécifique.

- Concevoir : Concevoir une méthodologie de génotypage / d'analyse (pan)génomique adaptée à l'espèce, l'objectif et le contexte.
- Gérer, coordonner : Prendre du recul sur les possibilités d'innovation génétique pour répondre à des enjeux de développement durable et les enjeux de la recherche translationnelle en génomique végétale.
- Conseiller : Acquérir une expertise sur la structure des génomes végétaux et les variations (épi)génétiques à la base de la diversité des phénotypes d'intérêt agronomique.

CONTENU

- Structure, dynamique et évolution des génomes végétaux, variations structurales intra-spécifiques et conséquences en amélioration des plantes.
- Ressources génomiques (banques génomiques et ADNc, puces, bases de données) : mise en œuvre, centres de ressources et utilisations.
- Nouvelles technologies de séquençage et génotypage, application à l'amélioration des plantes.
- Épigénomes et amélioration végétale.
- Notion de pangénome : diversité et évolution adaptative.
- La génomique au service des transitions

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Contenu théorique appuyé par une étude de cas, des travaux pratiques et des rencontres avec les acteurs locaux dans ce domaine. La visite ultérieure d'une plateforme de génotypage complètera la formation.



ECUE 1.2b - Linux pour l'analyse de données génomique

Linux for genomic data analysis

Durée : 1 semaine soit 35 heures de face à face pédagogique

Responsable : Vincent RANWEZ (Institut Agro Montpellier)

Equipe pédagogique : Vincent RANWEZ, Muriel TAVAUD-PIRRA (IA Montpellier), Alexandre DEHNE GARCIA (INRAe)

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Le système d'exploitation Linux est disponible sur de nombreux ordinateurs. Il constitue notamment le cœur du système d'exploitation des ordinateurs MAC, c'est également le système d'exploitation de la majorité des serveurs/clusters de calculs. Même s'il dispose d'une interface graphique conviviale, sa force repose essentiellement sur la possibilité d'utiliser un ensemble de commandes textuelles

très puissantes qu'il est possible d'enchaîner pour réaliser automatiquement des tâches complexes et/ou répétitives. Ceci permet de traiter plus facilement des données stockées sous formes de nombreux (des milliers) ou de très volumineux (>Gb) fichiers.

- De plus, des dizaines d'outils liés à l'analyse de données génomiques (notamment pour le traitement de données NGS) ne sont disponibles que pour Linux.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Maîtriser les outils pour automatiser l'analyse de marqueurs génétiques et données de séquences, outils de diagnostic de la diversité inter et intra spécifique
- Concevoir : Concevoir des scripts et pipeline pour l'analyse de données génomique
- Gérer, coordonner : Savoir organiser, gérer et analyser un ensemble important de données génomiques
- Conseiller : Acquérir une expertise sur l'utilisation d'outils pour automatiser l'analyse de données génomiques

CONTENU

Les exemples utilisés en TP au cours de ce module seront tirés de cas concrets et permettront notamment de savoir :

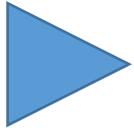
- Manipuler de nombreux fichiers fasta et fastq (les renommer, en déplacer un sous-ensemble, les trier, compter le nombre de séquences qu'ils contiennent, etc.)
- Collecter des résultats contenus dans plusieurs fichiers pour obtenir un fichier de synthèse analysable facilement à l'aide de tableurs (e.g. Excel) ou de R.
- Enchaîner les étapes nécessaires à une analyse phylogénétique s'appuyant sur plusieurs gènes (alignement des séquences, filtrage de l'alignement, inférence de la phylogénie globale et des phylogénies de gènes).
- Enchaîner les étapes typiques d'une analyse de données NGS (assemblage des reads, annotation des contigs par blast, mapping des reads, etc.)

MOTS-CLEFS

Génomique – Linux – programmation – alignement de séquences – phylogénie – bioinformatique – Cluster de calculs – Séquençage de nouvelle génération (NGS) – polymorphisme moléculaire – Blast.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES : après un cours introductif, les séances suivantes sont des mises en pratique en salle informatique sur des cas concrets. L'accent est mis sur la mise en pratique autonome sur des cas concrets, afin qu'à la fin de la formation les étudiants soient autonomes et disposent d'une série de scripts utiles qu'ils ont eux-mêmes développés et qu'ils pourront réutiliser en les adaptant à leurs besoins. Les intervenants extérieurs: Alexandre DEHNE GARCIA, cela peut évoluer en fonction des besoins et disponibilités.

L'évaluation: contrôle continu, basé sur la réalisation des scripts demandés en TP - Et/ou examen oral basé sur la présentation des scripts demandés en TP ou d'un mini projet, et/ou un examen écrit.



ECUE 1.2b* - Premiers pas en bio-informatique

Beginning your journey with bioinformatics

Durée : 1 semaine soit 30.15 heures de face à face pédagogique

Responsable : Jean-François MARTIN (Institut Agro Montpellier)

Equipe pédagogique : Alexandre DEHNE GARCIA (INRAe)

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES : la diversité des approches, le foisonnement des outils et l'apparente complexité des compétences à développer pour être efficace dans ce domaine sont un frein pour le néophyte. Ce module se propose de lever les premiers verrous et de permettre aux participants de marquer une première étape vers l'autonomie dans l'analyse de données utilisant la bio-informatique.

- Se familiariser avec les concepts, les bonnes pratiques et les outils de la bio-informatique appliqués au traitement des informations de séquençage massif, principalement dans un cadre de reséquencage génomique.
- Savoir les intégrer pour valoriser efficacement les données de séquençage à haut débit et répondre à des questions scientifiques (notamment en amélioration des plantes).

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Identifier les types de données, les contraintes qui leurs sont associées et maîtriser les chaînes d'analyse et les outils nécessaires à leur traitement bio-informatique pour une application donnée.
- Concevoir : Concevoir un processus de traitement bioinformatique de données de polymorphisme nucléotidique en utilisant des logiciels disponibles en combinaison avec des commandes Bash sous Linux.
- Gérer, coordonner : Gérer les flux de données génomiques à haut débit dans un processus de traitement bio-informatique reproductible.
- Conseiller : Acquérir une vision d'ensemble des champs et compétences liées à la Bio-informatique, des implications des choix technologiques et des stratégies d'analyse des séquences nucléotidiques.

CONTENU

Les exemples utilisés au cours de ce module seront tirés de cas concrets et permettent notamment d'apprendre à :

- Choisir les constituants d'un workflow de traitement de données de séquences brut (génotypage par séquençage) et l'implémenter.
- Etre autonome pour concevoir et mettre en œuvre des scripts Bash sous Linux permettant d'analyser des données de bio-informatique.
- Gérer les données de bio-informatique afin d'en optimiser leur usage (Plan de Gestion des Données PGD, principes FAIR).
- Comprendre les enjeux autour de la reproductibilité des analyses produites et être capable d'identifier les pratiques qui y concourent.

Ces analyses seront menées à bien en utilisant des serveurs distants (aucune expérience préalable nécessaire).

Mots clés : génomique – linux – bio-informatique – script Bash – séquençage haut débit – polymorphisme moléculaire

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES : la plupart des séances sont centrées sur des activités en salle informatique. L'accent est mis sur la mise en pratique sur des cas concrets, afin que les étudiants deviennent autonomes et disposent des concepts et des clefs de lecture qu'ils pourront réutiliser en les adaptant à leurs besoins.

L'évaluation : contrôle continu basé sur la réalisation des analyses demandées en TP et exercice pratique final intégratif.



ECUE 1.3 - Modélisation des cultures - application pour l'amélioration variétale

Crop modeling for breeders

Durée : 1.5 semaines soit 36 heures de face à face pédagogique

Responsable : Benoît PALLAS (Institut Agro Montpellier)

Equipe pédagogique : Boris PARENT (INRAe), Florian FORT (Institut Agro Montpellier), conférenciers extérieurs.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Connaître les formalismes écophysiologiques d'un modèle de culture.
- Utiliser des modèles de culture pour l'analyse de l'interaction Génotype x Environnement x Pratique et la définition d'idéotypes.
- Remobiliser ces connaissances en statistiques pour l'analyse de données multivariées.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer les facteurs limitant le rendement :
 - Caractériser l'environnement des cultures à partir d'indicateurs agroclimatiques.
 - Caractériser la variabilité des paramètres génotypiques d'un pool de génotypes et leurs performances dans des environnements contrastés.

- Concevoir :
 - Implémenter des formalismes utilisés dans les modèles de culture
 - Un plan d'expérimentation virtuelle pour analyser la réponse du rendement à des paramètres génotypiques en interaction avec l'environnement.
- Gérer-coordonner :
 - Coordonner des réseaux d'essais pour maximiser/optimiser le domaine validité des modèles de cultures.
 - Gérer les données acquises au cours des campagnes annuelles et les confronter aux sorties des modèles pour évaluer les facteurs limitants du rendement.
- Conseiller :
 - Utiliser les modèles de culture comme aide au choix variétal et pour la définition d'idéotypes variétaux adaptés à un environnement cible
 - Rédiger une note de synthèse à destination d'un chef de groupe.

CONTENU

- Principes de modélisation biophysique du fonctionnement des couverts végétaux.
- Construction et analyse d'un modèle de culture intégrant de la variabilité génotypique.
- Analyses statistiques d'un jeu de données multivariées.
- Travail personnel à partir du modèle sur l'analyse de l'interaction GxExM pour un site de culture spécifique.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

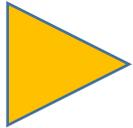
Ce module est fondé sur une pédagogie mobilisant fortement l'étudiant. Il s'articule autour d'un atelier de modélisation au cours duquel les étudiants construisent puis utilisent un modèle de culture.

Le modèle est utilisé dans des contextes variés comme l'analyse d'actes techniques, le choix variétal, la construction d'idéotypes, la caractérisation environnementale.

Le module intègre des séquences de travaux personnels "tutorés" pendant lesquelles les étudiants mobiliseront les acquis du module. Une séance de restitution finale sera réalisée par groupe d'étudiants.

Selon opportunités, un professionnel (académique ou privé) du secteur de l'amélioration des plantes pourra venir illustrer son usage de la modélisation des cultures dans son activité professionnelle.

L'évaluation porte sur la compréhension des formalismes du modèle de culture et l'analyse des données obtenues lors de l'atelier de modélisation. Elle se base sur une restitution finale orale par groupe et par la remise d'un compte-rendu succinct et individuel.



ECUE 2.1 - Structure et gestion de la diversité génétique

Genetic resources and management of genetic diversity

Durée : 2 semaines soit 38 heures de face à face pédagogique

Responsable : Muriel TAVAUD-PIRRA (Institut Agro Montpellier)

Equipe pédagogique : Jacques DAVID, Bénédicte FONTEZ, Concetta BURGARELLA, Vincent RANWEZ (Institut Agro Montpellier).

Les intervenants extérieurs sont: J. RONFORT (INRAe, UMR AGAP), S. LOUAFI (CIRAD), L. GAY (INRAE, UMR AGAP), N. VERZELEN (UMR MISTEA).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Origine de la biodiversité d'intérêt agronomique.
- Méthodologies d'étude de la diversité génétique.
- Méthodes de conservation et de valorisation des ressources génétiques.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Faire le bilan de la diversité génétique présente dans les différents compartiments d'une espèce d'intérêt, identifier des ressources génétiques originales et potentiellement intéressantes pour l'amélioration variétale, formuler des hypothèses sur l'histoire évolutive des espèces étudiées.
- Concevoir : Réaliser une étude de diversité génétique de la prospection du matériel végétal à l'analyse des données moléculaires et à l'interprétation des données obtenues; construire des collections optimisées de ressources génétiques.
- Gérer, coordonner : Piloter des programmes de gestion, conservation et d'utilisation des ressources génétiques.
- Conseiller : Aider à la sélection par l'identification de matériel génétique original et pertinent à inclure dans les programmes de sélection.

CONTENU : histoire de la domestication des plantes cultivées, syndrome de domestication et étude des traces de sélection.

- Concepts théoriques (génétique des populations) et outils d'analyse pour la caractérisation de la diversité génétique, interprétation des patterns de diversité en terme d'impact des forces évolutives.
- Evolution moléculaire, concepts théoriques, utilisation de ressources génomiques et détection de la sélection.

- Conservation et gestion des ressources génétiques : méthodologies (core collection, FIGS, stratégies ex situ et in situ), gestion dynamique de la diversité génétique.
- Organisation nationale/européenne/mondiale de la gestion, droits d'accès et d'usage aux ressources génétiques, aux bases de données et aux savoirs.

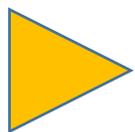
MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Pour chaque thème abordé, les cours seront complétés par :

- ✓ Des travaux dirigés et une étude de cas visant à appliquer différentes méthodes d'analyse de la diversité et à interpréter les résultats obtenus au regard des concepts théoriques présentés.
- ✓ Une visite de laboratoire (ARCAD) et/ou des rencontres de chercheurs de différents instituts montpellierains (IRD, CIRAD, INRAe).
- ✓ Une analyse d'article sous la forme de « journal club ».

Si possible, participation à des conférences sur le thème de l'ECUE. L'examen pour ce module est basé sur l'analyse d'un jeu de données et son interprétation, qui donne lieu à la rédaction d'un rapport. Les données analysées portent sur les ressources génétiques d'une espèce d'intérêt agronomique.

L'évaluation : les rapports sont présentés oralement devant le jury de l'équipe pédagogique. Une partie du rapport est réalisée en groupe, et une autre partie est individuelle. Un examen écrit individuel en séance permet l'évaluation de la compréhension des différents concepts utiles pour l'analyse de la diversité génétique et sa gestion.



ECUE 2.2a – Filières et acteurs en production végétale et semencière (PROFILA)

Sectors and actors in crop and seed production

Durée : 1 semaine soit 15 heures de face à face pédagogique

Co-Responsables : J.J. KELNER & H. FERNANDEZ-MENA (Institut Agro Montpellier) appuyés par les ingénieures et assistantes des départements Biologie et Écologie (BE) et Milieux, Productions, Ressources et Systèmes (MPRS).

Les intervenants extérieurs: F. CHERIET et F. SAUCEDE (SESG), professionnels et chercheurs rencontrés lors des visites et conférences.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES :

- Former à l'approche filière les étudiants intéressés par les productions végétales et semencières.
- Analyser les stratégies socio-économiques des acteurs d'une filière de production végétale. Positionnement de la semence (ou du plant) dans la chaîne de valeur, l'impact des processus de transformation, de l'innovation.
- Savoir documenter et re-situer toute étude technique ou scientifique dans un contexte socio-économique, et dégager ses principaux enjeux.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Rassembler des informations sur les acteurs d'une filière donnée, repérer les problématiques majeures au développement de cette filière et formaliser un point d'amélioration.
- Concevoir : Concevoir une proposition de solution agronomique et/ou génétique à une problématique de filière.
- Gérer, coordonner : Gérer les points de vue différents (Agronomie/Amélioration-Sélection) pour proposer une solution adaptée et concrète répondant aux enjeux.
- Conseiller : Communiquer et défendre la (les) solution(s) envisagée(s) face aux enjeux soulevés lors du diagnostic.

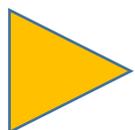
CONTENU

- Utiliser les outils méthodologiques acquis en 1A en méso-économie pour l'étude des filières agricoles (Ressources documentaires, enquête sur les acteurs) afin d'établir un état des lieux et identifier les enjeux et les stratégies déployées par les acteurs professionnels, en relation avec l'environnement institutionnel et/ou réglementaire
- En l'illustrant sur une ou plusieurs filières, il s'agira de s'intéresser plus particulièrement à l'enjeu de l'innovation variétale et la production de semences ou de plants, en couvrant les aspects de chaîne de valeur, propriétés intellectuelles, organisation de la production et de la commercialisation. Des exemples seront pris pour donner un éventail large de situations aux étudiants, par exemple, semences industrielles vs. Semences Paysannes.
- Une discussion et une analyse seront réalisées à partir des restitutions de travaux de groupe.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- ✓ 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 et conférences).
- ✓ 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).

L'évaluation se fera sous la forme d'exposé et les travaux pourront être repris dans l'ECUE 2.2b.



ECUE 2.2b -Biologie, technologies et législation de la filière semences et plants

Seed biology, production, technologies & regulations

Durée : 2 semaines soit 30.5 heures de face à face pédagogique

Co-Responsables : Jean-Jacques KELNER et Anna MEDICI (Institut Agro Montpellier).

Des intervenants extérieurs, chercheurs spécialisés dans le domaine de la biologie de la semence (INRAe, CIRAD, IRD), des instituts de la filière (Bureau des semences, SEMAE, GEVES-

SNES, CTIFL, IFV) et sociétés privées ou coopératives impliquées dans la production sont sollicités (cours et visio conférences).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES : ce module a pour objet d'actualiser les connaissances concernant la biologie des semences et d'approfondir les aspects technologiques liés à leur production et à leur conservation, dans le cadre d'une filière réglementée.

Il offre des connaissances sur la mise en œuvre de l'évaluation de l'innovation variétale, la conservation des semences et leur certification. Il met l'accent sur les spécificités de la production de semences et de plants relatives aux productions méditerranéennes et tropicales.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Connaître les acteurs de la filière semence, appréhender les problématiques de législation et de contrôle de la production de semence. Diagnostiquer les besoins de connaissances en biologie pour maintenir la qualité des semences et plants.
- Concevoir : Concevoir une méthodologie d'analyse de la qualité de semence selon l'objectif et le contexte. Maîtriser les aspects législatifs et réglementaires dans le secteur des semences et plants.
- Gérer, coordonner : Concevoir une méthodologie d'analyse de la qualité de semence selon l'objectif et le contexte.
- Conseiller : Conseiller sur les bases biologiques de la qualité de la graine, sur la législation et la réglementation autour des semences.

CONTENU

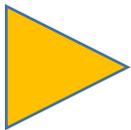
- Evaluation de l'innovation variétale :
 - Organisation de la filière semences et plants, rôle des acteurs de la filière.
 - Evaluation des nouvelles variétés (DHS, VATE),
 - Certification, inscription au catalogue.
- Biologie des semences :
 - Aspects biochimiques, cellulaires et moléculaires du développement des graines.
 - Constitution générale des semences, les dormances, la physiologie de la germination.
- La multiplication végétative : méthodes et outils de la production: multiplication conforme (vigne, arbres fruitiers), micro-propagation (bananier, ...).
- Certification des semences et plants :
 - Qualités germinative, physique et sanitaire des semences.
 - Mise en œuvre des contrôles des semences et plants, certification ➤ Conservation de ressources:
 - Techniques de conservation (in situ, CIV, Cryoconservation, ...) - Mise en œuvre d'un CRB.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- ✓ Ce module repose sur des cours, conférences, visites et un mini projet.

- ✓ Plusieurs visites permettent de rencontrer les acteurs à tous les niveaux de la filière (de la définition des objectifs en recherche vers l'obteneur de nouvelles variétés jusqu'à l'utilisateur) pour discuter de l'innovation variétale, sa protection et son intérêt.
- ✓ Pour la partie pratique, les étudiants se voient confier la réalisation de protocoles de tests de semence. Ils peuvent aussi être sollicités pour simuler l'inscription d'une variété.
- ✓ Intervenants extérieurs des secteurs publics et privés de toute la filière semences et plants, en conférences, visio-conférences ou visites.
- ✓ Evènementiel : participation à un colloque sur la thématique si l'occasion se présente en cours d'année.

L'évaluation: examen écrit pour évaluer l'acquisition des connaissances sur les cours et conférences et évaluation de la partie pratique sous forme d'un compte rendu et/ou exposé oral.



ECUE 2-3 Génétique et création variétale

Genetic and variety creation

Durée : 2 semaines soit 54 heures de face à face pédagogique

Responsable : Jacques DAVID (Institut Agro Montpellier).

Equipe pédagogique : Muriel TAVAUD-PIRRA et Bénédicte FONTEZ (Institut Agro Montpellier) et Vincent SEGURA (INRAe).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Comprendre comment créer des variétés adaptées aux contraintes de différents systèmes de production, depuis une agriculture résiliente jusqu'aux systèmes conventionnels.
- Comprendre l'organisation générale d'un schéma d'amélioration des plantes en fonction des caractéristiques biologiques de la plante, ou de l'organisme à améliorer.
- Comprendre l'architecture génétique des caractères quantitatifs et en maîtriser l'amélioration dans un programme d'amélioration des plantes.
- Maîtriser les grands paramètres d'un schéma de sélection.
- Etre capable d'intégrer les méthodes de sélection classiques et les avancées en génomique et en biotechnologie pour valoriser l'agro-biodiversité.
- Mettre en place des stratégies de sélection pour des variétés évolutives

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : maîtriser les méthodes d'analyse de l'architecture génétique des caractères complexes, comprendre l'importance relative des effets

génétiques et environnementaux, évaluer la faisabilité d'une amélioration sur un caractère.

- Concevoir : mettre en place des schémas de sélection en fonction des objectifs et des contextes en intégrant les nouvelles méthodes de génétique statistique basées sur les marqueurs moléculaires, imaginer l'assemblage de connaissance pour générer des individus dont les performances permettent de lever des verrous dans la production agricole en transition.
- Gérer, coordonner : prendre conscience des objectifs à court et long terme d'un programme de sélection pour répondre à des injonctions des donneurs d'ordre et être une force de proposition dans l'innovation de long terme.
- Conseiller : être capable de dimensionner le schéma de sélection en fonction des buts à atteindre, faire le choix dans les différentes voies possibles d'amélioration depuis les méthodes classiques et éprouvées aux méthodes récentes mais non encore validées.

CONTENU

- Méthode d'amélioration : sélection et type variétaux, amélioration de populations, sélection participative.
- Éléments de base en théorie de la sélection : bases de la génétique quantitative, pilotage du progrès génétique.
- Génétique statistique : méthodes avancées de cartographie génétique, insertion des marqueurs moléculaires en amélioration des plantes (SAM / Construction de génotypes).
- Bases de la génétique d'association.
- Introduction à la sélection génomique

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Les cours magistraux sont limités (50%) aux présentations générales concernant le progrès génétique, la création de variétés adaptées aux contraintes et aux systèmes de culture, les méthodologies de sélection. Des enseignements plus interactifs sont proposés sous forme de travaux dirigés :

- ✓ Analyse de données.
- ✓ Compléments de génétique statistique.
- ✓ Modélisation et prédiction de la valeur génotypique.

Un atelier sur la création de variétés hétérogènes adaptées à l'agriculture biologiques est mené pour acquérir les bases des effets des interactions plantes sur la performance.

Le contrôle des connaissances reposera sur l'analyse d'un jeu de données complétée d'une étude bibliographique de l'amélioration génétique d'une espèce cultivée de zone méditerranéenne et tropicale.



ECUE 3.1 - La sélection variétale pour des systèmes agro-écologiques sous contraintes abiotiques et biotiques

Breeding for agro-ecological systems under abiotic and biotic pressures

Durée : 4 semaines soit 60.5 heures de face à face pédagogique.

Responsables : Elsa BALLINI, Florian FORT, Pierre BERTHOMIEU (Institut Agro Montpellier).

Equipe pédagogique : outre les responsables, Véronique MARIE-JEANNE, Claire NEEMA, Marie Stéphane TIXIER, Muriel TAVAUD-PIRRA, Jacques DAVID (Institut Agro Montpellier), professionnels et chercheurs.

Les intervenants extérieurs varient chaque année. D. FABRE (CIRAD), B. MULLER, Loïc LECUNFF (IFV), Arnaud BOISNARD (CFR), Lou RIMBAUD (INRAE), B MOURY (INRAe), N MOUTIER (INRAe)

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Évaluer les contraintes d'un système sous contraintes biotiques et abiotiques, puis, en remobilisant les capacités acquises dans les autres modules, construire et défendre un schéma de sélection permettant de créer des variétés améliorées incluant une résistance durable à un parasite et une tolérance à un stress abiotique.
- Décrire le système (contraintes biotiques et abiotiques) : expliquer les mécanismes d'interaction plante/parasite mis en jeu et les contraintes liées aux deux stress. Expliquer les contraintes économiques ainsi que les contraintes génétiques sur la conception d'un schéma de sélection pour la plante d'intérêt.
- Identifier les caractères physiologiques adaptatifs les plus en adéquation avec les contraintes définies et ainsi proposer un idéotype visé par le schéma de sélection.
- Appréhender les principales démarches de phénotypages (au laboratoire et au champ) pour les traits associés à l'idéotype sélectionné.
- Proposer dans le schéma de sélection une exploitation de méthodologies GxE.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Identifier les méthodes de phénotypages pertinente pour caractériser la réponse des plantes à des stress biotiques et/ou abiotiques.
- Concevoir : Concevoir un schéma d'amélioration variétale pour la résistance à une maladie et la tolérance à un stress abiotique.
- Gérer, coordonner : Proposer une solution de déploiement de la ou des variétés créées dans le cadre du schéma d'amélioration pour permettre une gestion durable de la résistance.
- Conseiller : Défendre des choix de méthodes de phénotypages, identifier les idéotypes de résistance ou de tolérance adapté pour une contrainte agronomique données

CONTENU

- Pré-requis : les bases des mécanismes de résistance des plantes et l'ECUE2-2.
- Mécanismes de tolérance ou de résistance des plantes aux principales contraintes biotiques des cultures méditerranéennes et tropicales et dommages engendrés.
- Méthodes de phénotypages disponibles pour la sélection aux contraintes biotiques et abiotiques.
- Gestion durable des résistances : principaux concepts.
- Identification des caractères adaptatifs pertinents pour la démarche d'amélioration variétale visant à augmenter et/ou stabiliser le rendement de cultures soumises à des contraintes abiotiques (sécheresse, salinité, haute température, sols pauvres ou dégradés, ...).
- Importance relative de la sélection variétale par rapport à l'utilisation d'autres pratiques (amélioration des pratiques culturales, utilisation de variétés de pays, biocontrôle...) pour améliorer les performances des cultures. Il sera particulièrement intéressant de proposer des schémas de sélection dans un cadre agricole permettant une transition vers une agriculture plus durable (association variétales, exploitation du microbiote).

En parallèle au contenu théorique, le module s'appuie sur des visites de plateformes de phénotypage. Ces éléments de contenu sont appréhendés en cours, mais le module se développe autour du développement d'un projet de création variétale en groupe.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Le module développe un fort contenu théorique, mais s'appuie aussi sur un projet qui est défendu à l'oral en fin de module. Le projet est de proposer un schéma d'amélioration pour la résistance à un bioagresseur et la tolérance à un stress abiotique. Les sujets sont sélectionnés parmi les thématiques de recherche de la communauté Agropolis (chercheurs CIRAD, IRD...). Ces chercheurs participent au module pour présenter leurs travaux de recherche et ainsi discuter avec les étudiants de leur projet. Les étudiants devront défendre leur projet à l'oral en amont de l'écriture de leur rapport afin de mettre leur schéma à l'épreuve d'un jury.

L'évaluation: rapport de projet.



ECUE 3.2 – Etude des gènes d'intérêt, nouvelles technologies et OGM en sélection végétale

NBT and GMOs in plant breeding

Durée : 2 semaines soit 19 heures de face à face pédagogique

Responsables : Pierre BERTHOMIEU et Anna MEDICI.

Intervenants extérieurs: spécialistes des biotechnologies, de bioéthique, acteurs susceptibles d'intervenir en tant que promoteurs ou contradicteurs (entreprises, ONGs, scientifiques, membres du HCB, ...).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

L'UE a pour objectifs de :

- Se familiariser avec les approches et certains outils d'étude de gènes d'intérêt, potentiels objets de programmes de sélection.
- Prendre du recul sur les stratégies et les approches d'amélioration basées sur la méthodologie Crispr-Cas9.
- Faire réfléchir à la place effective et potentielle des OGMs et des plantes issues des nouvelles approches de modification ciblée du génome dans l'amélioration génétique, en Europe et dans le monde, ainsi qu'aux obstacles auxquels peut se heurter le recours à ces plantes dans la sélection variétale.
- Préparer les étudiants à intervenir en tant que scientifiques et citoyens dans le débat de société autour des biotechnologies végétales.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : identifier les stratégies possibles dans le cadre d'un programme d'amélioration via l'édition de génome, cibler les contraintes associées et maîtriser les outils permettant la résolution de problèmes.
- Concevoir : concevoir un programme d'amélioration d'un caractère d'intérêt via la méthodologie Crispr-Cas9 et utilisant les outils disponibles.
- Conseiller : prendre du recul et savoir argumenter sur les aspects législatifs concernant les OGM et les organismes issus d'édition du génome dans le domaine de la sélection variétale.

CONTENU

- Bref cycle de cours et conférences sur l'identification et l'étude des séquences génomiques liées à un trait d'intérêt et les biotechnologies végétales appliquées à l'amélioration des plantes.
- Sensibilisation aux problématiques pratiques liées au développement d'une approche de NBT sur un gène d'intérêt.
- Débats avec des experts et des témoins, mettant en évidence les controverses scientifiques et sociétales liées à l'usage de ces biotechnologies (dont OGM, Crispr-Cas9, etc.).

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

- ✓ Quelques cours sur les méthodes d'identification de loci génomiques par clonage positionnel, d'induction de variabilité génétique par TILLING ; des

rappels des principales biotechnologies végétales mobilisées pour l'amélioration des variétés, et le cadre réglementaire qui les régit, Un TD d'initiation/sensibilisation à la démarche d'édition du génome. Un mini-projet permettant à l'étudiant d'imaginer une stratégie d'amélioration d'un caractère via l'utilisation de la méthodologie Crispr Cas9.

- ✓ Des conférences et des témoignages des acteurs du débat sociétal suscité par des biotechnologies.
- ✓ Un jeu de rôle qui permet aux étudiants de s'approprier les arguments des différentes parties prenantes du débat sur les OGMs.

Evaluation: projet par groupes (rapport) + jeu de rôle (rapport + oral individuels)



ECUE 3.3 - Sélection génomique (Selgen)

Genomic selection (Serious game)

Durée : 1 semaine soit 17 heures de face à face pédagogique

Responsable : Jacques DAVID (Institut Agro Montpellier).

Equipe pédagogique : Friedrich LONGIN (Univ. Hohenheim), Jacques DAVID (IA Montpellier), Julie FIEVET (AgroParisTech), Vincent SEGURA (INRAe), Anne LAPERCHE (IA Rennes Angers).

L'atelier est organisé soit in situ Montpellier, Rennes-Angers, Paris.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Il s'agit de familiariser les participants à la prédiction génomique de caractères quantitatifs et son utilisation dans les programmes de sélection des plantes. L'atelier permet de restituer les attendus de l'implémentation de la prédiction et de la sélection génomique dans les programmes.

La démarche :

- Au travers d'exposés, cours et lectures, les participants approfondiront les bases des concepts théoriques de la sélection et comment les déployer dans les approches statistiques de génétique.
- Dans un second temps, ils appliqueront leurs connaissances dans un jeu sérieux qui mime au plus près la réalité d'un schéma de sélection visant à l'inscription d'une variété performante.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Les connaissances de base acquises dans les modules précédents sont revues et intégrées dans une vision globale et les paramètres importants d'un système génétique sont identifiés.

- Concevoir : mise à profit d'une intelligence collective pour mettre en place une stratégie pluri-annuelle de sélection afin de parvenir à améliorer une espèce en fonction des outils disponibles et des objectifs de sélection.
- Gérer, coordonner : la mise en situation permet aux étudiants de prendre en compte au-delà du contenu scientifique les éléments indispensables à l'efficacité, à savoir gestion d'équipe, respect des délais, élaboration de procédures rigoureuses de suivi de projet et choix décisionnel vis à vis des compétiteurs.
- Conseiller : pouvoir pondérer différentes approches et expertises, aux plans techniques et économiques, pour développer des schémas modernes d'amélioration des plantes, quelle que soit l'espèce, sa biologie, son environnement, les moyens fournis et ses objectifs de sélection.

CONTENU

Cet atelier présente :

1. Les bases de la prédiction génomique

- 1.2. Présentation des principales méthodes d'inférence des effets génétiques.
- 1.3. Exploration via la simulation de la qualité des prédictions en fonction de paramètres tels que la structure du matériel végétal, la densité de génotypage, l'architecture génétique des caractères.

2. Jeu sérieux : la simulation d'un programme de sélection

- 2.1. Élaboration d'une stratégie de sélection mêlant essais phénotypiques, génotypage et prédictions génomiques.
- 2.2. Réalisation du schéma de sélection sur une succession de 8 périodes simulant la temporalité d'un véritable programme de sélection.
- 2.3. Mise en commun, examen des résultats et comparaison des stratégies.

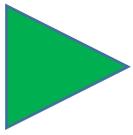
MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Après des cours introductifs sur une mise en perspective des notions essentielles, les étudiants sont mis en situation dans la première partie de la semaine pour utiliser la simulation, afin de tester les paramètres importants dans la qualité des prédictions obtenues par l'utilisation des marqueurs moléculaires. Ils travaillent seuls ou en groupe.

Une fois ces compétences acquises, ils les mettent à profit lors du jeu sérieux qui met en compétition plusieurs équipes de sélectionneurs qui doivent parvenir à inscrire une nouvelle variété dans un laps de temps donné. La simulation veille à se rapprocher le plus possible de situations réelles en termes de temporalité et de budget, de coûts relatifs entre phénotypage et génotypage, de capacité de croisements et de fixation de matériels. Une mise en commun finale permet de discuter des stratégies choisies et d'en vérifier l'efficacité.

La méthode pédagogique fait une part importante aux ateliers d'application. Les intervenants extérieurs: Equipe pédagogique

L'évaluation: Après l'atelier, rapport individuel, réflexif et auto-évaluatif de quelques pages sur les acquis de l'atelier, analyse rétrospective des choix collectifs, gestion du groupe et critique des résultats acquis.



Master M2 SEPMET ECUE 4.1 - Anglais

English language

Cette ECUE est suivie uniquement par les Master 2 SEPMET.

Durée : 10 heures de face à face pédagogique

Responsables : Dominique THIS (Institut Agro Montpellier) coordinatrice pédagogique de la formation M2 SEPMET associée à un enseignant de langue anglaise intervenant dans l'option SELMET.

Equipe pédagogique : avec le Master 2 SYSTEL (Institut Agro Montpellier).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Les objectifs de l'ECUE sont de :

- Maintenir et idéalement faire progresser les étudiants en anglais.
- Acquérir un niveau attendu pour un diplômé.e à l'oral et à l'écrit, interaction orale et écrite, production orale et écrite.
- Contribuer à l'aptitude rédactionnelle en langue anglaise.
- Faciliter la prise de parole et la présentation orale en langue anglaise.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : identifier ses forces et faiblesses pour atteindre et/ou maintenir son objectif.
- Concevoir : concevoir une ouverture interculturelle et une aptitude à interagir.
- Gérer, coordonner : comprendre sans effort, restituer faits et arguments de diverses sources écrites et orales, comprendre une grande gamme de textes, et savoir présenter en s'exprimant aisément.
- Conseiller : communiquer et défendre la (les) solution(s) présentée(s) dans le cadre d'une équipe en contexte international.

CONTENU

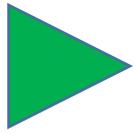
Selon les besoins et le niveau de l'étudiant.e, le programme peut comporter des exercices d'écrit, des exercices de grammaire et d'orthographe, de la conversation, une préparation au TOEIC...

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Les étudiants sont placés en petits groupes (3-4 étudiants) établis sur la base de leur niveau en anglais évalué en début d'année. Le programme est "personnalisé" pour chaque petit groupe d'étudiants, en prenant aussi en compte la demande des membres du groupe.

Les intervenants extérieurs sont les professeurs d'anglais.

L'évaluation se fait sous forme de contrôle continu.



ECUE 4.2 - Techniques de management

Human management techniques

Durée : tout au long du semestre 9 incluant les 12 heures de Techniques de management.

Responsables : Jacques DAVID et Isabel MARTIN GRANDE (Institut Agro Montpellier).

Equipe pédagogique : consultant en ressources humaines et coaching.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Finaliser son projet professionnel.
- Maîtriser sa présentation et valoriser ses compétences face à un recruteur et via sa candidature.
- Mobiliser les principes et outils de base du management des Hommes.
- Identifier les premiers éléments de droit du travail, de sécurité au travail, de l'accueil de personnes handicapées (responsabilités du manager).
- Avoir des clés pour mieux connaître, comprendre et vivre l'égalité femmes-hommes dans la vie professionnelle et citoyenne.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Comprendre les enjeux des méthodes associées à la gestion des personnes pour la gestion de conflits.
- Concevoir : Connaître l'existence des méthodes de gestion des personnes et des conflits.
- Gérer, coordonner : Gérer un projet de groupe, gérer une équipe, savoir communiquer.
- Conseiller : Interagir avec le monde professionnel et améliorer sa culture de l'entreprise.

CONTENU : le contenu a pour items :

- Module Techniques de management (12h)

*Cohésion d'équipe.

*Principes de management des hommes.

*Gestion de conflits, communication conduite de réunion.

- Forum des Métiers.
- TD projet professionnel et/ou CV et lettre et/ou simulation d'entretien.

- Cycle de conférences sur : les responsabilités du manager, l'égalité femmes-hommes et le droit du travail (en dehors de l'emploi du temps pour permettre aux autres formations d'y assister).

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Ce module prend la forme d'un atelier de travail de groupe; il comporte une pédagogie active, et mobilise fortement l'étudiant.

L'intervenant extérieur est un consultant en ressources humaines et coaching.

L'évaluation : Chaque étudiant(e) reçoit une note individuelle résultant d'une évaluation écrite sur le cycle des conférences, et une note de groupe via une étude de cas réalisée par le consultant en techniques de management.



Option APIMET / ECUE 4-3 – Projet professionnel

Professional project APIMET

Cette ECUE est suivie uniquement par l'Option APIMET.

Durée: semaines intensives de projet + plages de travail personnel réparties le long du semestre S9, soit 11 heures de face à face pédagogique.

Responsables : Pierre BERTHOMIEU et Jacques DAVID (Institut Agro Montpellier).

Equipe pédagogique : variable selon les années et selon le projet suivi.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Donner aux étudiants une capacité à rassembler, structurer et restituer en groupe une importante masse d'information dans un domaine lié au périmètre professionnel de la commande.
- Organisation d'un travail de groupe en très forte responsabilisation et autonomie (conduite de projet).
- Aborder un sujet concret idéalement transdisciplinaire avec un livrable clairement établi.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : assembler les ressources nécessaires à l'étude d'une situation professionnelle, les analyser et en faire la synthèse et une analyse critique.
- Concevoir : apprendre des méthodes de prospectives, imaginer des solutions aux questions posées par le commanditaire, soumettre ces idées à l'analyse collective, en étudier les conséquences.
- Gérer, coordonner : connaître et utiliser des méthodes de suivi de projet, mettre en place des ressources partagées.

- Conseiller : acquérir une vision experte et large d'une situation professionnelle dans le domaine de la génétique et des semences et produire un rapport qui liste des propositions.

CONTENU

- Etude bibliographique.
- Travail d'enquête et d'interview, rencontre d'experts, etc...
- Analyse de données et modélisation.
- Définition de cahier des charges pour des projets innovants ➤ Rédaction d'un dossier de synthèse.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

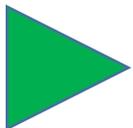
Différentes formules sont proposées. Ces dernières années, les étudiants ont travaillé avec :

- Des étudiants d'AgroTic pour concevoir et réaliser des prototypes de phénotypage à haut débit et faible coût originaux.
- Des étudiants de PVD autour des semences paysannes.

Le travail est organisé par groupes suivis par un enseignant, mais en forte autonomie. Il se déroule sur tout le semestre et notamment pendant 2 semaines pleines bloquées. La prise d'initiative est recherchée: les étudiants font leurs propres choix.

Les intervenants extérieurs: Tout intervenant possible sur demande des étudiants.

L'évaluation: Elle porte sur la participation au travail de groupe, la mobilisation de l'étudiant sur le projet, la rédaction du rapport de synthèse et l'organisation de l'événement.



Master 3A- M2 –SEPMET / ECUE 4-3' – Projet professionnel

Professional project SEPMET

Cette ECUE est suivie uniquement par les Master 2 SEPMET.

Durée : 2 semaines intensives de projet et plages de travail personnel soit 11 heures de face à face pédagogique.

Responsable : Dominique This (Institut Agro Montpellier).

Équipe pédagogique : équipe d'enseignants-chercheurs APIMET-SEPMET, éventuels partenaires commanditaires de projets professionnels, Isabel MARTIN GRANDE (Ingénieure pédagogique).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Permettre aux étudiants de réfléchir à leurs aspirations professionnelles, en faire un parallèle en matière d'apprentissage, compétences et qualités à développer, puis se projeter dans une perspective professionnelle sous la forme d'un projet personnel (action concrète).

- Mobiliser leur capacité à rassembler, synthétiser et restituer une importante masse d'information dans un domaine lié au périmètre professionnel, afin d'alimenter leur projet.
- Favoriser leur responsabilisation et autonomie dans une conduite de projet.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES

- Diagnostiquer : Identifier ses forces et faiblesses pour atteindre son objectif professionnel.
- Concevoir : Développer un travail personnel en lien avec son projet professionnel.
- Gérer, coordonner : Construire un plan de développement professionnel et personnel.
- Conseiller : Acquérir une expertise complémentaire / personnelle à celles développées dans la formation SEPMET.

CONTENU

- Séance de lancement : cadre d'apprentissage et démarche de conception d'un plan de développement professionnel et personnel (PDPP). ➤ Construction d'un PDPP par l'étudiant.
- Débriefing sur le PDPP et cadrage du projet personnel en fonction des compétences nécessaires à l'accomplissement du projet professionnel. ➤ Conduite du projet (business plan, synopsis d'intervention pédagogique, projet de recherche...).
- Rédaction d'un dossier de synthèse (rapport de 5 pages) et présentation orale (pitch de 10 minutes).
- Retour sur le PDPP.

MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Le PDPP sera construit par l'étudiant en application de la méthodologie SMART (spécifique, mesurable, atteignable, réaliste, temporel) et accompagné par l'équipe pédagogique de façon individuelle.

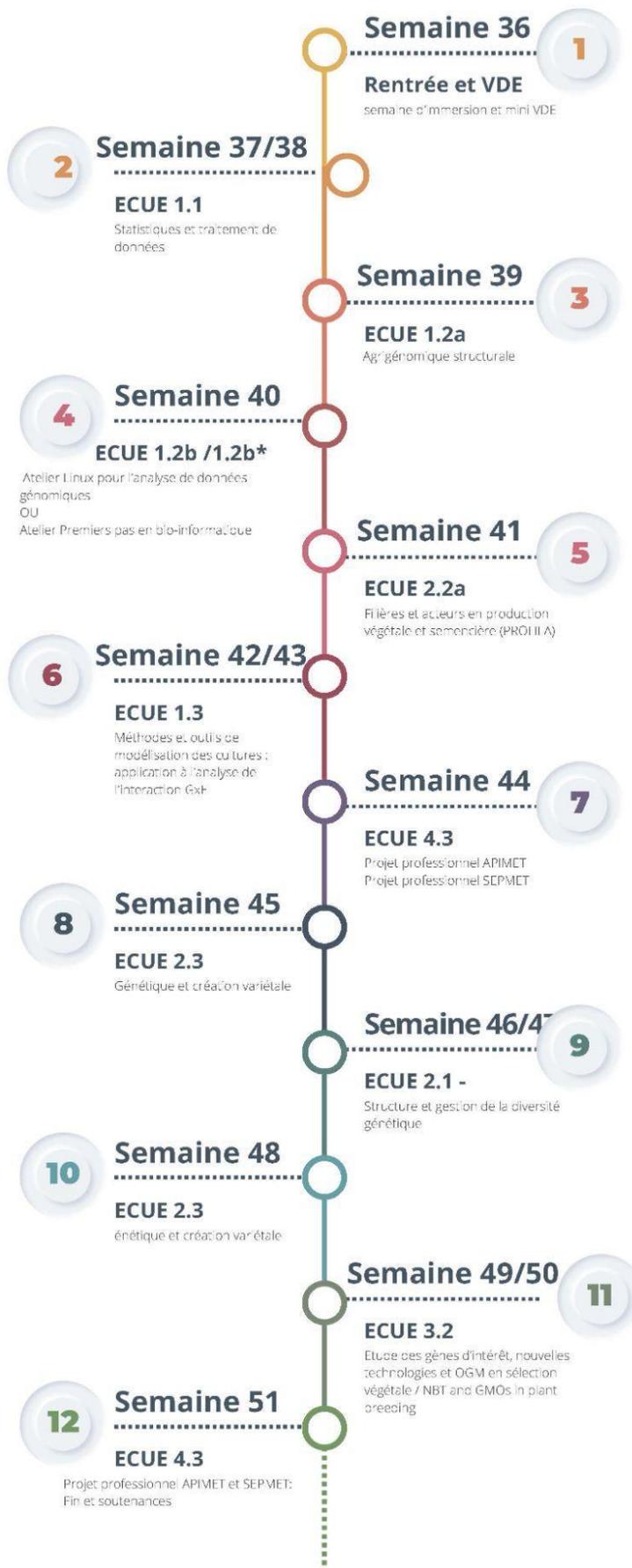
Le travail personnel, défini de façon interactive entre l'étudiant et l'équipe pédagogique, sera organisé en forte autonomie sur la forme de gestion de projet.

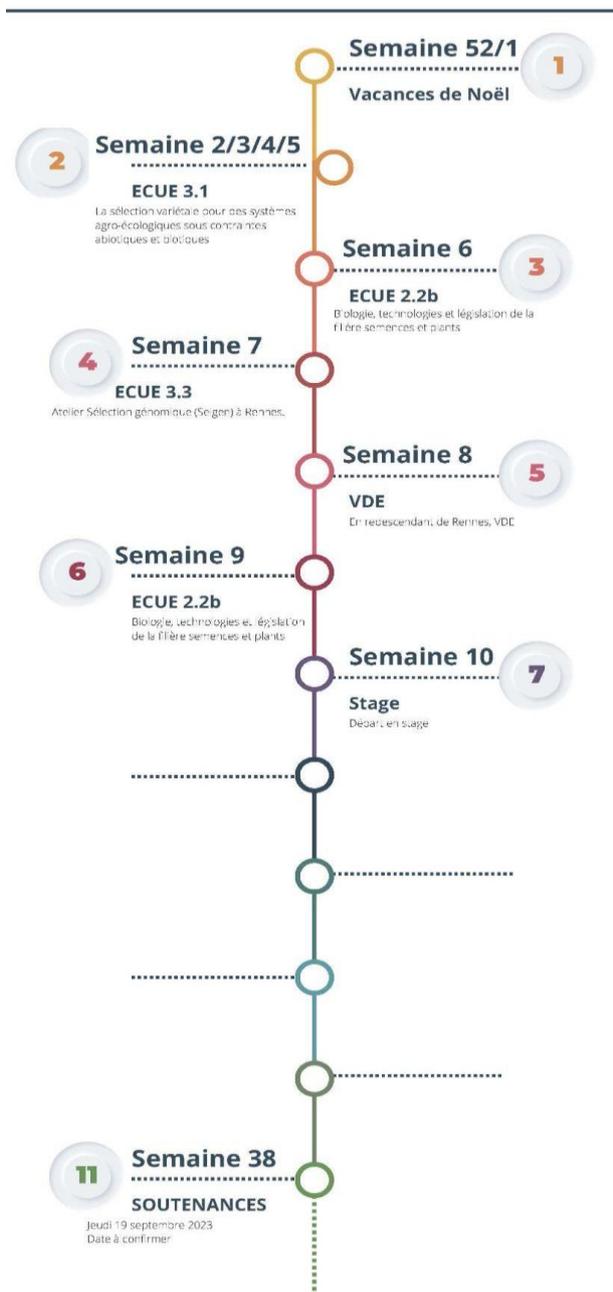
Sur la base de plages de temps incluant 2 semaines bloquées, des créneaux seront dédiés aux échanges approfondis avec les personnes ressources (intervenants extérieurs ou internes selon demande des étudiants).

L'évaluation porte sur la pertinence du projet porté par l'étudiant, la clarté du PDPP réalisé, son investissement personnel dans sa mise en œuvre sous forme d'action, la qualité du rapport de synthèse et de sa présentation orale.

ORGANISATION

L'emploi du temps est susceptible d'être modifié.





ORGANISATION

L'emploi du temps est susceptible d'être modifié.



Les Débouchés APIMET SEPMET

Employeurs

- Entreprises privées de sélection, partenaires et prestataires de la sélection
- Établissements producteurs de semences et de plants,
- Réseaux de semences paysannes,
- Instituts techniques,
- Organismes professionnels ou interprofessionnels de la filière semences et plants,
- Centres de recherche publique français ou étrangers,
- Organisations internationales de recherche agronomique et d'amélioration des plantes.
- L'accès à certains débouchés est facilité par la poursuite en doctorat.

Fonctions exercées

Postes orientés sur la création variétale :

- Sélectionneur,
- Pré-breeder, Trait breeder,
- Chef de projet,
- Fonction support d'aide à la sélection : Production de données de génotypage, production de données de phénotypage, bio-statistique, bio-informatique,
- Responsable de laboratoire,
- animateur en recherche collaborative, chargé d'études.

Et aussi... Chercheur du secteur public.

Postes orientés sur les filières végétales :

- Responsable de production de semences,
- Responsable qualité / certification / protection des obtentions,
- Chef de produit, ingénieur développement,
- Responsable commercial,
- Chargé d'études / de mission / dans l'interprofession semencière.

Étudiants et entrepreneurs, c'est possible ?

Vous avez un projet de créer une entreprise ? Vous aimeriez rencontrer des étudiants qui partagent ce même challenge sur Montpellier ?

Vous pouvez postuler au **statut national étudiant-entrepreneur** (SNEE), au cours de vos études et également pendant les 3 années qui suivent votre diplomation.

Ce statut SNEE vous permettra d'accéder, en parallèle à votre formation à l'Institut Agro, à des conférences en afterworks pour rencontrer des dirigeants d'entreprises innovantes, ainsi que leurs partenaires (banquier, juristes, conseiller marketing...).

Vous pourrez aussi accéder à l'espace de **coworking** de la nouvelle Halle de l'Innovation à Montpellier.

Ces activités sont animées par PEPITE-LR (Pôle Etudiant Pour l'Innovation, le Transfert et l'Entrepreneuriat de Languedoc-Roussillon). Le relais de PEPITE-LR à l'Institut Agro est Cynthia MAXIMIN au service des Partenariats (cynthia.maximin@supagro.fr).

Pour demander le SNEE pour l'année scolaire 2023-2024, **il vous reste à renseigner votre projet sur la plateforme** ouverte à partir du 1er juin 2023 sur :

<https://snee.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>

- avant le 31 août 2023 **pour une audition** des candidats prévue le 7 septembre,
- avant le 29 septembre 2023 **pour une audition** prévue le 3 octobre 2023.

Vous serez convoqué pour présenter votre projet en 5 mn, devant le comité d'engagement régional où vous exprimerez les motivations qui vous animent (durée totale 15mn maxi).

Pour plus d'info sur le Diplôme associé, le D2E, allez sur <https://www.pepите-lr.fr/un-projet-une-idee/statut-etudiant-entrepreneur> et prenez RdV avec Cynthia MAXIMIN qui pourra vous préparer au passage devant le jury.

Responsables pédagogiques

[Jacques DAVID](#)

Professeur Enseignant chercheur
Jacques.david@supagro.fr

[Dominique THIS](#)

Professeure Enseignante
chercheur

Dominique.this@supagro.fr

[Pierre BERTHOMIEU](#)

Professeur Enseignant chercheur
Pierre.berthomieu@supagro.fr

Notre mascotte



Notre logo
imaginé par
les APIMET
SEPMET 2012-2013

