

master BEE

BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION

1 PARCOURS-TYPE ÉGALEMENT PROPOSÉ EN TÉLÉ-ENSEIGNEMENT

Biodiversité, Écologie et Évolution

1 FINALITÉ

BIOEFFECT

BIODIVERSITÉ ET FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES

SEMESTRE 1

Tronc commun inter-mention

Système d'information géographique TC2 ▪ Traitement des données TC1

Unités d'enseignement (UE) de compétences transverses

Démarche scientifique en écologie BE11 ▪ Méthodes en écologie BE15

Socle disciplinaire BEE

Ecologie fonctionnelle et écosystèmes BE12 ▪ Ecosphère et environnement BE13
De l'évolution à la diversité du vivant BE14 ▪ Des populations aux communautés BE16

SEMESTRE 2

Tronc commun inter-mention : Anglais TC4

UE de compétences transverses : Écologie numérique BE21 ▪ Stage de première année TC3

Unités d'enseignement de finalité

Écologie chimique BF21 ▪ Écologie comportementale et interactions biotiques BF22
Approches rétrospectives de la diversité, des écosystèmes et des environnements BF23
Structure et dynamique du paysage BF24 ▪ Le sol vivant BF25

SEMESTRE 3

Tronc commun inter-mention : Outils pro. TC5

UE de compétences transverses : Écologie globale et école de terrain BE31 ▪ Outils pro en écologie BE32

Unités d'enseignement de finalité

Modélisation appliquée des systèmes écologiques BA32 Biogéographie, passé et présent BF31
Fonctionnement, changements globaux et services écosystémiques BF32
Interactions biotiques BF33

S. 4

Stage de fin d'études TC6

Table des matières

Première année, Semestre 1	2
Première année, Semestre 2	12
Deuxième année, Semestre 3	20
Deuxième année, Semestre 4	28
Tableau récapitulatif des compétences visées et acquis d'apprentissage	30

Première année, Semestre 1

TC12 - Analyse de données en science environnementale		M1S1	3 ECTS
PARCOURS	TC>M1		
Responsable	F TORRE - E MEINERI		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
GEE : AA1 CT1 10% ; CPMV3 25%; CP SCE1 5%. BEE: AA3 CT2 5%; AA7 CT2 : 60% ; AA4 CT3 10% ; AA5 CT3 50%; AA7 CT3 50% ; AA3 CF Bioeffect 25%; AA3 CF Gabi 25% ; AA3 CF Ecogest 15%; STPE: CT2 15%; AA1 CS1 (Géoscience) 10% ; AA4 CS1 20% ; AA1 CS3 (Géologie des réservoir) 5%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Permettre la compréhension et la mise en œuvre des méthodes d'analyse statistique les plus utilisées en sciences environnementales		
SAVOIR-FAIRE	Analyser des données environnementales en autonomie		
CONNAISSANCES	Connaissances générales et appliquées en analyse statistique et dans un langage de programmation dédié à cet outils		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Initiation au langage informatique R, rappels sur les tests paramétriques basiques, formation aux modèles linéaires, incluant l'analyse de variance, les régressions simple et multiples et l'analyse de covariance, formation aux techniques d'ajustement de distribution (i.e .tests de normalité), formation à l'analyse factorielle (ACP)		
PRE-REQUIS	Aucun prérequis		
VOLUMES HORAIRES	10 h CM	20 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

TC12 - Système d'informations géographiques		M1S1	3 ECTS
PARCOURS	TC>M1		
Responsable	S MEULE		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA7 CT2 Confronter les données observationnelles ou expérimentales aux hypothèses à l'aide des outils statistiques adéquats pour en tirer des interprétations/conclusions/critiques robustes 10,00% AA6 CT3 Maîtriser les Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans leurs dimensions cartographique et analytique 90,00%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Connaitre globalement les principes de la géodésie et le principe des SIG et savoir manipuler un logiciel de système d'information géographique (QGIS)		
SAVOIR-FAIRE	A travers l'utilisation de QGIS : Comprendre et différencier les différentes données spatialisées(Vecteur, Raster, Données WMS...) - Savoir importer et consulter ces différents types données - Apprendre la gestion des données tabulaires - Procéder à des sélections (graphiques et attributaires) et à des requêtes (logiques et topologiques) - Réaliser des analyses spatiale - Savoir géoréférencer un raster - Savoir réaliser une carte mise en page		
CONNAISSANCES	Maîtriser les Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans leurs dimensions cartographique et analytique		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Cours magistraux sur SIG et géodésie (4h). Travaux dirigés (26h) : découverte QGIS - données WMS, WFS, WCS ... - données vectorielles - microprojet (application concrète) sur les données vectorielles - mise en page et export / organisation des SIG - données maillées - mini-projet sur un cas concret permettant l'utilisation globale de QGIS (vecteur/WMS/Raster).		
PRE-REQUIS	Aucun prérequis		
VOLUMES HORAIRES	4 h CM	0 h TD	26h TP
Modalités de Contrôle des Connaissances	100% CC		

BE11 - Démarche scientifique en écologie		M1S1	6 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	T. Gauquelin		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CT2 10%, AA4 CT2 10%, AA3 CT2 10%, AA5 CT2 20%, AA6 CT2 10%, AA5 CT3 20%, AA3 CT4 10%, AA7 CT3 10%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Découverte de la démarche scientifique en écologie dans son ensemble : 1) définition d'une problématique de recherche théorique ou appliquée et d'objectifs opérationnels, 2) conception d'un plan d'échantillonnage, 3) mise en place d'une méthodologie de récolte de données, 4) analyse des données, 5) interprétations et présentation des résultats à l'oral et à l'écrit.		
SAVOIR-FAIRE	Appliquer les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des données, rechercher l'adéquation entre objectifs et moyens en intégrant les difficultés propres au terrain, prise en compte des phénomènes historiques de dynamiques spatiales et temporelles dans l'élaboration de l'échantillonnage et l'interprétation des résultats.		
CONNAISSANCES	Appréhension de la diversité des approches (descriptive, inférentielle, expérimentale, etc.) et des relations entre elles, modes d'inférences et diversité des analyses statistiques en écologie.		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Cours sur les modes d'inférences en écologie, école de terrain centrée sur la conception d'une question de recherche et d'un plan d'échantillonnage, qui se poursuit par des travaux dirigés sur l'analyse des données récoltées et la présentation de l'interprétations des résultats.		
PRE-REQUIS	Analyse de données : exploration graphique, statistiques descriptives, régression linéaire simple, analyses multivariées simple tableau, utilisation de R.		
VOLUMES HORAIRES	6 h CM	14 h TD	40h TP dont 40h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

BE12 - Ecologie fonctionnelle et écosystèmes		M1S1	3 ECTS
PARCOURS	BEE/M1		
Responsable	V. Baldy		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CF Bioeffect 50% ; AA3 CF Bioeffect 30% ; AA4 CF Bioeffect 20%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Processus écosystémiques, perturbations		
SAVOIR-FAIRE	Analyses statistiques adaptées à l'étude des processus fonctionnels ; mise en place de plans d'expériences adaptés à l'étude des processus		
CONNAISSANCES	Ecologie fonctionnelle		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	L'objectif de cette UE est la connaissance du fonctionnement des écosystèmes. Il sera abordé par les flux de matière et d'énergie à travers les réseaux trophiques, le recyclage de la matière via l'étude des processus de remise à disposition des nutriments (cycles biogéochimiques). Il sera également abordé la notion de traits fonctionnels en écologie et les modèles mécanistes de changement d'aires de distribution des communautés incluant les successions végétales.		
PRE-REQUIS	Notions de bases en écologie ;		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	40 h TD	20h TP dont 4h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	20% CC + 80% ET		

BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION (BEE)

BE13 - Ecosphère et environnement		M1S1	3 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	R. Gros		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CT1 20 % ; AA2 CT1 20 % ; AA2 CT3 40% ; AA7 CT3 20%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'UE 'Ecosphère et Environnement' vise à l'acquisition de bases solides (fondamentales et pratiques) permettant la description et l'évaluation des facteurs écologiques abiotiques (climats, sols, perturbations, hydrologie) et historiques (usages) structurant les biodiversités continentales terrestres et aquatiques.		
SAVOIR-FAIRE	Décrire un biotope d'un point de vue des facteurs écologiques et de l'environnement (description de sol, disponibilité en eau, évolution des usages, temporalité hydrologique...). Analyser des données environnementales (granulométrie, modèles hydrodynamiques des relations sols/plantes, pédoclimat et données climatiques, pH et minéralogie des sols, écoulement, substances dissoutes...).		
CONNAISSANCES	Le climat et son évolution, pédologie, facteurs abiotiques dans l'eau et dans les sols, les usages et leur évolution, écologie des perturbations		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	En interaction avec la pédosphère et les usages, les évolutions climatiques planétaires déterminent des gradients des facteurs abiotiques du milieu dont les variations dans l'espace et dans les temps ont des conséquences fondamentales sur la structure et la dynamique de la biodiversité. Sous la forme de CM, TD et d'une sortie, les enseignements décriront ces facteurs et établiront les liens entre leur évolution et les processus écologiques. Les grands thèmes abordés seront : 1) Les paramètres climatiques et leur évolution (dont changement climatique), 2) les propriétés physico-chimiques de l'eau, 3) les facteurs pédologiques (biodisponibilité des éléments minéraux et modèles hydrodynamiques), 4) les perturbations écologiques, 4) les usages et leur évolution.		
PRE-REQUIS			
VOLUMES HORAIRES	19 h CM	5 h TD	6h TP dont 6h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

BE14 - De l'évolution à la diversité du vivant		M1S1	3 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	N. Kaldonski		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
Indiquer les codes des différents acquis selon l'exemple suivant : Ex AA1 CT1 30 % ; AA4 CT2 20 % ...)			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'UE 'De l'évolution à la diversité du vivant' a pour objectif de faire comprendre et maîtriser des notions et mécanismes évolutifs complexes à l'origine de la biodiversité, tels que la théorie des jeux, la fitness inclusive ou l'évolution du sexe et de la reproduction.		
SAVOIR-FAIRE	Comprendre les processus micro- et macro-évolutifs à l'origine de la biodiversité		
CONNAISSANCES	Sélection naturelle et adaptations, principaux modèles en écologie évolutive		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Amener les étudiants à réfléchir sur les différentes modalités évolutives produisant la diversité du vivant par différentes approches : /les modèles en écologie (théorie des jeux, fitness inclusive, ESS, bet-hedging, évolution des traits d'histoire de vie) /évolution du sexe et de la reproduction des organismes (origine et diversité du sexe et de la reproduction, déterminisme du sexe, biais de sex-ratio, gène égoïste) /évolution des systèmes de reproduction chez les plantes (autoincompatibilité/autocompatibilité, dioecie/hermaphrodisme, traits floraux dans la trajectoire de Barrett)		
PRE-REQUIS	Connaissances en biologie et écologie générale, en génétique		
VOLUMES HORAIRES	17 h CM	13 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

BE15 - Méthodes en Ecologie		M1S1	6 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	S. Gachet		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA3 CT2 (5%), AA5 CT2 (40%), AA6 CT2 (10%), AA7 CT2 (5%), AA1 CT3 (5%), AA2 CT3 (30%), AA4 CT3 (5%)			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Etre capable d'établir et de suivre un protocole d'échantillonnage et de quantification des populations et communautés animales, végétales et microbiennes terrestres et aquatiques, et d'en interpréter les résultats.		
SAVOIR-FAIRE	Mettre en oeuvre les différentes techniques actuelles d'échantillonnage des êtres vivants, d'analyses des propriétés physicochimiques et biologiques des habitats. Rédiger un compte-rendu scientifique.		
CONNAISSANCES	Connaître les différentes méthodes et techniques d'échantillonnage et de quantification des populations et communautés animales, végétales et microbiennes terrestres et aquatiques et décrire leur biotope.		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	INTRO / Formuler une problématique de manière étayée et précise / Identifier un ensemble d'hypothèses / Conduire une expérience en conditions contrôlées / Concevoir une stratégie et un plan d'échantillonnage / Géoréférencer une parcelle d'étude / Quantifier les paramètres géographiques (pente, distance à la mer, altitude, orientation...) / Quantifier les paramètres climatiques d'un milieu (température air et sol, humidité air et sol, précipitation, vent...) / Calcul d'une aire minimale et délimiter une aire d'échantillonnage / Savoir rédiger une fiche de terrain / Organiser les données pour un traitement statistique / Rédiger un rapport / FAUNE / Mettre en œuvre les méthodes nécessaires pour réaliser un inventaire biologique aquatique / Réaliser un inventaire des arthropodes terrestres / Mesurer la taille d'une population animale (CMR, point d'écoute...) / FLORE / Réaliser un inventaire floristique et estimer le recouvrement végétal /abondance relative des espèces / Estimer la biomasse du peuplement, d'une communauté /population végétale / Estimer la dynamique et la structure d'une population/communauté végétale (variabilités morphométriques et biométriques intra et interspécifiques = traits) / SOL / Décrire un profil de sol et identifier le type de sol / Quantifier une activité microbienne / Quantifier les propriétés physico-chimiques du sol (pH, teneurs en C, N, P, perméabilité, granulométrie, stabilité structurale, Da, Dr...) / Estimer la dynamique et la structure d'une population/communauté animale édaphique (macro et mésofaune)		
PRE-REQUIS	Bases d'écologie et de pédologie, biologie des populations		
VOLUMES HORAIRES	16 h CM	26 h TD	18h TP dont 6h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

BE16 - Des populations aux communautés		M1S1	3 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	B. Geslin		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA4 CT3 25% - AA1CT1 25% - AA1 CF Bioeffect 25% -AA2 CT1 – 25M%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Comprendre et décrire la structure et le fonctionnement des populations, métapopulations, communautés, métacommunautés au sein des écosystèmes.		
SAVOIR-FAIRE	Génétique – modélisation – indices de description – modèles de métapopulations et métacommunautés		
CONNAISSANCES	Fonctionnement des écosystèmes , traits fonctionnels, structure des populations et communautés, niche écologique		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	La construction de la niche écologique ; La génétique des communautés ; Le modèle BAM ; Structure des communautés et Indices ; Les indices de diversité - Nombre de Hill ; Les perturbations anthropiques et leurs impacts sur les communautés ; Les métapopulations ; Les métapopulations – TD ; Traits fonctionnels à l'échelle des communautés ; Vers les métacommunautés		
PRE-REQUIS	Connaissance de base en écologie des populations et des communautés.		
VOLUMES HORAIRES	20 h CM	10 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

« Stage M1 » - Stages M1		M1S2	6 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	B. Talon		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CT1 25%, AA2 CT1 25%, AA1 CT2 25%, AA1 CF Bioeffect 25%,			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Apprendre à conduire un projet scientifique de façon autonome sous encadrement d'un scientifique : rédiger et évaluer la faisabilité d'un projet ; rédiger une esquisse de projet ; conduire la recherche, analyser et synthétiser les résultats sous forme de rapport qui suit les conventions d'un article scientifique standard.		
SAVOIR-FAIRE	Savoir organiser son temps et évaluer la faisabilité d'un projet de recherche en écologie ; suivre les étapes d'un projet de façon autonome ; savoir rédiger des textes scientifiques		
CONNAISSANCES	Connaissances sur la démarche scientifique ; savoir citer des travaux scientifiques ; savoir écrire des introduction, méthodes, résultats et discussions ; connaissances en statistiques pour analyser des données en écologie ; connaissances en informatique		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	1) Recherche de sujet de stage en écologie ; 2) Réunion de cadrage pour le suivi du projet 3) Un TD sur les modalités de l'écriture de rapport (structure du rapport, consignes de rédaction, exemples d'écriture) 4) rendu d'un pré-projet à la fin du premier mois du stage 5) rendu d'un commentaire sur le pré-projet 6) rendu du rapport final 7) soutenance et retour sur le rapport réalisé ; il y a 5 h de TD en présentiel, les 27h restants x 2 groupes sont pour les encadrants à la hauteur d'une heure par étudiant encadré.		
PRE-REQUIS	connaissances en statistiques pour analyser des données en écologie ; connaissances en informatique (word/R) connaissances en écologie,		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	0 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

Première année, Semestre 2

TC4 - Anglais et valorisation des compétences		M1S2	6 ECTS
PARCOURS	TC>M1		
Responsable	JL BOUDENNE		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Maîtrise d'un langue vivante, en l'occurrence l'anglais		
SAVOIR-FAIRE	Ce module concerne l'enseignement de l'anglais; l'accent sera mis sur l'apprentissage de l'anglais scientifique et de communication, ainsi que sur la prise de parole en public.		
CONNAISSANCES	Connaissances en anglais - langue étrangère		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Anglais : vocabulaire de spécialité ; compétences communicationnelles. Techniques de recherche d'emploi ; constitution d'un CV, lettre de motivation		
PRE-REQUIS	Aucun prérequis		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	21 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

BE21 - Ecologie numérique		M1S2	3 ECTS
PARCOURS	BEE>M1		
Responsable	E. Meineri		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA5 CT3 50%; AA7 CT2 50%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Maîtriser les outils de l'approche quantitative de l'étude des systèmes écologiques		
SAVOIR-FAIRE	Développement de modèles linéaires des systèmes écologiques sur la base de données observationnelles ou expérimentales		
CONNAISSANCES	Conception et validation de modèles statistiques		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	1. Programmation sous R (fonctions, boucles ...)		
PRE-REQUIS	Théorie de l'échantillonnage, estimation de paramètres de population statistique (intervalle de confiance, tests d'hypothèses sur la moyenne et la variance d'une population)		
VOLUMES HORAIRES	8 h CM	0 h TD	16h TP
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

BF21 - Ecologie chimique		M1S2	4 ECTS
PARCOURS	BEE>M1 Bioeffect		
Responsable	C. Fernandez		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CF Bioeffect 50% ; AA3 CF Bioeffect 30% ; AA4 CF Bioeffect 20%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'objectif de ce cours est de donner les connaissances sur l'importance de la communication chimique dans les écosystèmes qu'elle soit inter organismes ou en réponse aux conditions environnementales et son implication dans le fonctionnement global des écosystèmes.		
SAVOIR-FAIRE	Mise en place d'expérimentation de mise en évidence d'interactions biotiques chimiques. Analyses de tests comportementaux liés à la communication chimique ; analyses chimiques simples des métabolites secondaires.		
CONNAISSANCES	Présentation de l'écologie chimique. Voies de biosynthèse des molécules impliquées. Plant Secondary Metabolites (PSM) comme défenses chimiques. Interactions plante / plante. Interactions plante / insecte. Ecologie chimique marine. Phytoremédiation. Odeurs		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Présentation de l'écologie chimique. Voies de biosynthèse des molécules impliquées. Plant Secondary Metabolites (PSM) comme défenses chimiques. Interactions plante / plante. Interactions plante / insecte. Ecologie chimique marine. Phytoremédiation. Odeurs et sociétés.		
PRE-REQUIS	Notions de bases en écologie		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	20 h TD	20h TP dont 14h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	20% CC + 80% ET		

BF22 - Ecologie Comportementale et Interactions Biotiques		M1S2	4 ECTS
PARCOURS	BEE>M1 Bioeffect		
Responsable	N. Kaldonski		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CT1 25%, AA2 CT1 25%, AA1 CT2 25%, AA1 CF Bioeffect 25%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'UE 'Ecologie comportementale et interactions biotiques' se structure en deux parties: l'une aborde des notions avancées liées à la prise de décisions des animaux et traitera notamment des méthodes d'analyses comportementales que de l'intelligence et la motivation, l'autre se penchera sur les concepts avancés dans le domaine des interactions biotiques tels que le passage de la symbiose à l'antagonisme ou encore la notion de réseaux d'interactions en écologie. Les étudiants auront ainsi des bases solides quant à la compréhension fine des mécanismes comportementaux et des interactions biotiques.		
SAVOIR-FAIRE	Maîtrise des processus avancés intervenant dans la prise de décision des animaux et les concepts actuels qui décrivent et expliquent les interactions entre organismes		
CONNAISSANCES	Analyse comportementale. Cognition et intelligence animale. Eusocialité. Réseaux d'interaction. Théorie des graphes.		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Tester des hypothèses en écologie comportementale ; cognition et intelligence animale ; prise de décision et motivation ; soins parentaux ; eusocialité avancée ; outils et leur utilisation ; du phénotype étendu à la manipulation comportementale. / De la symbiose à l'antagonisme ; la notion de réseaux d'interactions en écologie ; la théorie des graphes et ses applications ; TD sous R Package Bipartite ; sortie terrain mutualisée		
PRE-REQUIS	Connaissances de base en biologie, en écologie et en évolution		
VOLUMES HORAIRES	29 h CM	3 h TD	8h TP dont 8h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

BF23 - Approches rétrospectives de la diversité, des écosystèmes et des environnements		M1S2	4 ECTS
PARCOURS	BEE>M1 Bioeffect		
Responsable	F. Guiter		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1-CT1 30%, AA1-CT2 20%, AA5-CT4 10%, AA6-CT2 15%, AA1-CF-Bioeffect 25%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'objectif de cette UE consiste à fournir aux étudiants une culture écologique qui intègre des échelles spatiales et temporelles variées grâce aux disciplines paléocéologiques. L'UE permet alors aux étudiants d'aborder les grandes problématiques de l'environnement (changements climatiques, anthropisation, crises de biodiversité...) en tenant compte des héritages quaternaires		
SAVOIR-FAIRE	Les étudiants doivent acquérir de bonnes capacités de synthèse, de mobilisation de leurs connaissances et ainsi nourrir une démarche critique et argumentée sur les problématiques développées dans l'UE		
CONNAISSANCES	Les étudiants vont acquérir des connaissances complémentaires à celles développées dans le champ de « l'écologie classique », en tenant compte d'échelles temporelles plus vastes.		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	A travers des approches paléocéologiques et paléoenvironnementales multidisciplinaires, les enseignements de cette UE vont présenter plusieurs cas d'étude (1) de l'impact de la variabilité climatique passée sur la structuration des paysages et des patrons biogéographiques, (2) du rôle déterminant des activités humaines dans les trajectoires des écosystèmes continentaux. Ces approches reposeront sur des exemples marquants dans diverses régions du globe (Europe, Proche Orient, Méditerranée) qui seront abordées en cours magistraux mais également illustrés et travaillés en séances de travaux dirigés.		
PRE-REQUIS	Connaissances en écologie et géologie		
VOLUMES HORAIRES	30 h CM	10 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

BF24 - Structure et dynamique du paysage		M1S2	3 ECTS
PARCOURS	BEE>M1 Bioeffect		
Responsable	B. Geslin		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA2 CT3 25%, AA6 CT2 25% AA1 CF Bioeffect 25% - AA3 CT2 25%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Maîtriser les concepts et les outils de l'écologie du paysage. Approcher la notion de paysage via son histoire - les concepts, la cartographie, l'observation et le terrain. Connaître les domaines d'utilisation et se sensibiliser à la bibliographie sur le sujet		
SAVOIR-FAIRE	Définir un paysage, le cartographier, maîtriser les indices paysagers – être capable de maîtriser les outils pour la mise en place de trame verte et bleue – appréhender l'histoire d'un paysage		
CONNAISSANCES	Ecologie du paysage – corridors – Trame verte et bleue – Fragstat - anthracologie – aménagement à l'échelle		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Cette UE commence par introduire le concept de paysage aux étudiants en insistant sur la notion d'échelles d'intégrations spatiales et temporelles. Le paysage est ici appréhendé via son histoire (anthracologie), son aspect sensible, sa cartographie (SIG, Fragstat) et le travail de terrain (gradients paysagers). Les notions de quantification paysagère, de fragmentation, d'hétérogénéité spatiale sont abordées et développées.		
PRE-REQUIS	Les prérequis indispensables sont les bases en écologie des populations et des communautés. Un background statistique est un plus.		
VOLUMES HORAIRES	22 h CM	0 h TD	8h TP dont 8h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

BF25 - Le sol vivant		M1S2	3 ECTS
PARCOURS	BEE>M1 Bioeffect		
Responsable	C. Ballini		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CT1 30%, AA1 CT2 30%, AA6 CT2 20%, AA1 CF Bioeffect 20%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Les services éco-systémiques rendus par les sols sont supportés par de nombreuses fonctions exercées elles-mêmes par des organismes diversifiés, abondants et actifs. Un sol contient plusieurs milliers d'espèces animales et plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'espèces bactériennes et de champignons. Le climat, le relief, la nature du sous-sol, la végétation... sont autant de facteurs dont les variations conditionnent les équilibres dynamiques entre cette biodiversité et la stabilité des fonctions telles que la décomposition de la matière organique. De bonnes bases en écologie des sols sont indispensables pour aborder les questions relatives à l'importance de cette interface continentale dans le fonctionnement global des écosystèmes et aux conséquences des dérèglements actuels sur la pérennité de ces fonctions. L'UE 'Le sol vivant' propose de donner ces bases et de développer leur application en écologie scientifique et pour la gestion des écosystèmes.		
SAVOIR-FAIRE	Décrire la biodiversité du sol et son rôle dans les fonctions écologiques majeures supportées par cette interface		
CONNAISSANCES	Biodiversité, stratégies adaptatives des organismes du sol et domaines fonctionnels		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Les thèmes suivant seront abordés : 1) Les sols au cœur des grands enjeux environnementaux, 2) Le sol comme habitat, 3) La biodiversité du sol et ses fonctions, 4) Les ingénieurs du sol, 5) Les facteurs structurant la biodiversité du sol, 6) La biogéographie de la biodiversité du sol, 7) Feedback sol-végétation, 8) La décomposition des matières organiques et la formation des humus.		
PRE-REQUIS	Connaissances en taxonomie animale et microbienne, bases de pédologie chimique et physique		
VOLUMES HORAIRES	22 h CM	8 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

Deuxième année, Semestre 3

TC5 - Outils professionnels en recherche		M2S3	3 ECTS
PARCOURS	TC>M2		
Responsable	V ANDRIEU PONEL & H WORTHAM		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'objectif de ce module est d'apprendre aux futurs chercheurs à analyser des documents scientifiques (articles, mémoires, comptes rendus, thèses ...), majoritairement en anglais scientifique et à restituer oralement la synthèse des principaux résultats et critiques. Pour ce faire, chaque étudiant pourra s'appuyer sur un référent enseignant de sa discipline. Une présentation orale en séance plénière sera organisée en fin de semestre		
SAVOIR-FAIRE	Aptitude au travail personnel et gestion du temps		
CONNAISSANCES	Suivant la publication sélectionnée, état de l'art sur la problématique soulevée		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Réponse à appel d'offres recherche (3h CM) - Introduction à l'analyse d'articles (2h CM)		
PRE-REQUIS	Aucun prérequis		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	30 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	30% CC + 70% ET		

BE31 - Ecologie Globale - Ecoles de Terrain		M2S3	6 ECTS
PARCOURS	BEE>BEE>M2 Gabi, Bioeffect, EcoGesT, Ecotech		
Responsable	C. Fernandez		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
Compétences transverses 1-2-3-4			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Intégration de la démarche scientifique en écologie		
SAVOIR-FAIRE	Recherche bibliographique ; Définition d'une problématique scientifique originale (fondamentale ou appliquée) ; Elaboration d'une stratégie d'échantillonnage ; Mise en œuvre d'une collecte de données ; Analyses statistiques & interprétation des résultats ; Rédaction scientifique (anglais optionnel)		
CONNAISSANCES			
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	<p>Cette UE a un double objectif. Dans un premier temps, il sera proposé aux étudiant-e-s une mise en situation réelle permettant la mobilisation des principes d'une démarche scientifique pertinente, et son application dans un cadre de recherche appliquée en écologie. Le cœur de cette UE repose sur la mise en place, par les étudiants eux-mêmes, d'une collaboration avec une structure de gestion de l'environnement (e.g. Parcs Nationaux, Fondation Tour du Valat, Réserve Naturelle, Ville de Marseille, associations ...) ou une structure de recherche. Les étudiant-e-s vont co-construire, avec le gestionnaire ou le chercheur, une problématique de recherche appliquée ou fondamentale dès la rentrée en préparation à une école de terrain réalisé sur 5 jours. Au cours de celle-ci, les étudiant-e-s vont définir les objectifs spécifiques, la stratégie d'échantillonnage et assurer la collecte de données. Ces données ainsi récoltées fourniront la matière aux enseignements de statistique et modélisation dans le cadre d'autres UEs et la rédaction du rapport final constituera un fil rouge tout au long du S3. Dans un second temps, un atelier de rédaction scientifique sera proposé, en anglais ou en français selon le choix de l'étudiant-e.</p>		
PRE-REQUIS	Principes de base en écologie ; Lecture de l'anglais scientifique ; Base rédactionnelle scientifique ; Appréhension de la démarche scientifique globale		
VOLUMES HORAIRES	4 h CM	16 h TD	40h TP dont 40h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	100% CC		

BE32 - Outils de professionnalisation en écologie		M2S3	3 ECTS
PARCOURS	BEE>BEE>M2 Gabi, Bioeffect, EcoGesT, Ecotech		
Responsable	C. Fernandez, A. Bousquet Melou		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA3 CT1 (30%), AA1 CT4 (30%), AA2 CT4 (10%), AA3 CT4 (20%), AA4 CT4 (10%)			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	recherche bibliographique, atelier d'écriture, rédaction de projets dont des projets de doctorat, conduite de projets, connaissance des structures (organismes publics et privés, recherche, gestion de l'environnement, bureaux d'études, Parcs), rédaction de réponses à des appels d'offres, marchés publics, faire un budget, mener une réunion.		
SAVOIR-FAIRE			
CONNAISSANCES			
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	recherche bibliographique, atelier d'écriture, rédaction de projets dont des projets de doctorat, conduite de projets, connaissance des structures (organismes publics et privés, recherche, gestion de l'environnement, bureaux d'études, Parcs), rédaction de réponses à des appels d'offres, marchés publics, faire un budget, mener une réunion.		
PRE-REQUIS	Cliquez ici pour entrer du texte.		
VOLUMES HORAIRES	10 h CM	12 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	20% CC + 80% ET		

BA32 - Modélisation appliquée des systèmes écologiques		M2S3	6 ECTS
PARCOURS	BEE>BEE>M2 Gabi, Bioeffect		
Responsable	V. Baldy		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CF GABI 30% ; AA3 CF GABI 70% ; AA4 CF GABI 20% ; AA1 CF Bioeffect 20% ; AA3 CF Bioeffect 50% ; AA4 CF Bioeffect 20% ; AA5 CF Bioeffect 20% ; Compétences transverses 1-2-4			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Développer des compétences de modélisation des systèmes écologiques via une approche pluri-disciplinaire		
SAVOIR-FAIRE	Analyses statistiques et Modélisation des relations écologiques ; Paléoécologie ; Phylogéographie ; Modélisation de distribution d'espèce ; Viabilité de population, analyse démo-génétique		
CONNAISSANCES	Génétique des populations ; Démographie ; Ecologie fonctionnelle; Paléo-écologie ; Phylogéographie		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	<p>Cette UE se découpe en deux parties distinctes, l'une portant sur l'acquisition de compétences avancées en modélisation des systèmes écologiques (modèles linéaires généralisés avec effets aléatoires pour tenir compte e.g. de mesures répétées sur un même individu, de l'autocorrélation spatiale ou de l'autocorrélation temporelle ; modèles additifs généralisés ; modèles hiérarchiques ; modèles d'équations structurelles) et l'autre sur la conduite de deux mini-projets de recherche pluri-disciplinaires à choisir parmi les quatre propositions suivantes : 1) Gestion des espèces invasives ; 2) Ecogéochimie : une rupture conceptuelle pour renouveler la science des écosystèmes ; 3) Distribution d'espèces - phylogéographie - paléo-écologie ; Approche démo-génétique de la viabilité des populations. Deux à 4 heures de CM présentant la théorie relative à chacun des sujets sont accessibles à l'ensemble des étudiants.</p>		
PRE-REQUIS	Principes de base en écologie ; Statistiques		
VOLUMES HORAIRES	12 h CM	0 h TD	48h TP
Modalités de Contrôle des Connaissances	100% ET		

BF31 - Biogéographie, passé et présent		M2S3	3 ECTS
PARCOURS	BEE>BEE>M2 Bioeffect		
Responsable	V. Andrieu-Ponel		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CF Bioeffect 70% ; AA4 CF Bioeffect 30%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Sensibiliser les étudiants à la notion d'héritages climatiques, biologiques, écologiques et géologiques dans la structuration, l'organisation et la diversité des paysages actuels		
SAVOIR-FAIRE	Savoir rédiger et s'exprimer oralement en français et en anglais		
CONNAISSANCES	Etre ouvert à une approche interdisciplinaire, des SV aux ST aux SHS		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Dynamique actuelle et passée des paysages eurasiatiques		
PRE-REQUIS	Connaissances en écologie, biologie et géologie		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	0 h TD	
Modalités de Contrôle des Connaissances	50% CC + 50% ET		

BF32 - Fonctionnement des écosystèmes, changements globaux et services écosystémiques		M2S3	6 ECTS
PARCOURS	BEE>BEE>M2 Bioeffect		
Responsable	V. Baldy		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CF Bioeffect 50% ; AA3 CF Bioeffect 30% ; AA4 CF Bioeffect 20%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Processus écosystémiques, perturbations		
SAVOIR-FAIRE	Analyses statistiques adaptées à l'étude des processus fonctionnels ; mise en place de plans d'expériences adaptés à l'étude des processus		
CONNAISSANCES	Ecologie fonctionnelle		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	L'objectif de cette UE est la connaissance du fonctionnement des écosystèmes. Il sera abordé par les flux de matière et d'énergie à travers les réseaux trophiques, le recyclage de la matière via l'étude des processus de remise à disposition des nutriments (cycles biogéochimiques). Il sera également abordé la notion de traits fonctionnels en écologie et les modèles mécanistes de changement d'aires de distribution des communautés incluant les successions végétales.		
PRE-REQUIS	Notions de bases en écologie ;		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	40 h TD	20h TP dont 4h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	20% CC + 80% ET		

BF33 - Interactions biotiques		M2S3	3 ECTS
PARCOURS	BEE>BEE>M2 Bioeffect		
Responsable	A. Bousquet-Mélou		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CF Bioeffect 50% ; AA3 CF Bioeffect 30% ; AA4 CF Bioeffect 20%			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	L'objectif de ce cours est d'approfondir les connaissances d'interaction inter et intra espèces et de développer les connaissances des nouveaux outils d'analyse des réseaux d'interaction		
SAVOIR-FAIRE	Analyses statistiques des réseaux d'interaction ; mise en place de plans d'expériences adaptés aux interactions biotiques		
CONNAISSANCES	Connaissances approfondies dans les interactions biotiques		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	Réseaux d'interactions: Nouvelles méthodes d'analyses ; Symbioses dans les sols – approfondissement ; Interactions hôtes-Parasitoides ; Interactions faune sol ; Holobionte ; chimie des invasions		
PRE-REQUIS	Notions de bases en écologie ; UEs écologie chimique et Ecologie Comportementale et Interactions Biotiques		
VOLUMES HORAIRES	0 h CM	0 h TD	6h TP dont 6h TP sorties
Modalités de Contrôle des Connaissances	20% CC + 80% ET		

Deuxième année, Semestre 4

TC6 - Stages M2		M2S4	30 ECTS
PARCOURS	BEE>M2		
Responsable	C. Fernandez, A. Bousquet Melou		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention			
AA1 CT1 25%, AA2 CT1 25%, AA1 CT2 25%, AA1 CF Bioeffect 25%,			
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE			
OBJECTIFS	Apprendre à conduire un projet scientifique de façon autonome sous encadrement d'un scientifique : rédiger et évaluer la faisabilité d'un projet ; rédiger une esquisse de projet ; conduire la recherche, analyser et synthétiser les résultats sous forme de rapport qui suit les conventions d'un article scientifique standard.		
SAVOIR-FAIRE	Savoir organiser son temps et évaluer la faisabilité d'un projet de recherche en écologie ; suivre les étapes d'un projet de façon autonome ; savoir rédiger des textes scientifiques		
CONNAISSANCES	Connaissances sur la démarche scientifique ; savoir citer des travaux scientifiques ; savoir écrire des introduction, méthodes, résultats et discussions ; connaissances en statistiques pour analyser des données en écologie ; connaissances en informatique		
Contenus - Programme détaillé			
CONTENU	1) Recherche de sujet de stage en écologie ; 2) Réunion de cadrage pour le suivi du projet 3) Un TD sur les modalités de l'écriture de rapport (structure du rapport, consignes de rédaction, exemples d'écriture) 4) rendu d'un pré-projet à la fin du premier mois du stage 5) rendu d'un commentaire sur le pré-projet 6) rendu du rapport final 7) soutenance et retour sur le rapport réalisé ; il y a 5 h de TD en présentiel, les 27h restants x 2 groupes sont pour les encadrants à la hauteur d'une heure par étudiant encadré.		
PRE-REQUIS	connaissances en statistiques pour analyser des données en écologie ; connaissances en informatique (word/R) connaissances en écologie,		
VOLUMES HORAIRES			
Modalités de Contrôle des Connaissances	100% ET		

Tableau récapitulatif des compétences visées et acquis d'apprentissage

Code	Compétences/acquis d'apprentissage mention BEE
Compétence transverse 1	Maîtriser les concepts et utiliser des savoirs scientifiques disciplinaires et transdisciplinaires permettant d'identifier et de répondre à des problématiques en sciences écologiques.
AA1 CT1	Démontrer une maîtrise des processus biologiques régissant le fonctionnement des organismes, des populations et des écosystèmes, ainsi que leur évolution
AA2 CT1	Démontrer une compréhension profonde et appliquer les connaissances de base en biologie et des domaines connexes essentiels pour l'écologie et l'évolution
AA3 CT1	Connaître les enjeux économiques, politiques et culturels relatifs à la gestion de la biodiversité et des habitats et mettre en œuvre une démarche d'écologie globale dans les projets d'aménagement durable du territoire
Compétence transverse 2	Développer une démarche scientifique pertinente pour produire des résultats originaux i.e. répondants aux enjeux actuels sur la biodiversité, sa conservation, son évolution, sa valorisation, et savoir communiquer en français et en anglais les connaissances acquises
AA1 CT2	Rechercher, trier et synthétiser la littérature scientifique pour en donner un avis critique et raisonné.
AA4 CT2	Formuler une problématique de manière étayée et précise
AA3 CT2	Identifier et formuler un ensemble pertinent d'hypothèses
AA5 CT2	Concevoir une stratégie d'échantillonnage (observations et/ou expérimentations), avec un niveau de réplication suffisant pour éprouver ces hypothèses et réaliser une analyse et une modélisation robuste des données
AA6 CT2	Rédiger et présenter oralement un rapport, et/ou une note de synthèse, et/ou un diaporama, consignnant les résultats et leur interprétation.
AA7 CT2	Confronter les données observationnelles ou expérimentales aux hypothèses à l'aide des outils statistiques adéquats pour en tirer des interprétations/conclusions/critiques robustes
AA8 CT2	Comparer ses propres résultats avec la littérature et les confronter aux différentes théories scientifiques du domaine concerné.
AA9 CT2	Communiquer des connaissances scientifiques de base ou spécialisées de manière approfondie en français et en anglais

Compétence transverse 3	Maîtriser les méthodes d'évaluation des habitats, d'inventaires de la biodiversité et d'analyse des données écologiques
AA1 CT3	Réaliser un inventaire faune/flore
AA2 CT3	Décrire un biotope, un habitat, analyser un paysage et étudier les facteurs pédo-climatiques et hydrologiques structurant la biodiversité
AA3 CT3	Définir et quantifier les fonctions écologiques et services écosystémiques
AA4 CT3	Caractériser, mesurer et analyser les variations spatio-temporelles d'abondance des populations et de richesse des communautés
AA5 CT3	Maîtriser les outils statistiques uni- et multivariés pour l'analyse et la modélisation des systèmes biologiques
AA6 CT3	Maîtriser les Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans leurs dimensions cartographique et analytique
AA7 CT3	Fournir une analyse numérique et graphique des données écologiques
Compétence transverse 4	Conduire et mener à bien, de façon individuelle ou collaborative, un projet scientifique dans le domaine de l'écologie.
AA1 CT4	Construire un projet dans le domaine de l'écologie
AA2 CT4	Identifier les ressources techniques et humaines disponibles pour conduire ce projet
AA3 CT4	Savoir organiser et gérer une mission de terrain avec les ressources identifiées
AA4 CT4	Animer les discussions, entreprendre pour assurer la progression et la finalisation du projet, gérer les conflits
AA5 CT4	Intégrer les aspects pluri- et transdisciplinaires de l'écologie globale
Compétence finalité Bioeffect	Décrire, analyser et mesurer la dynamique de la biodiversité, les fonctions écologiques et les services écosystémiques en concevant des projets scientifiques transdisciplinaires et intégrés
AA1 CF Bioeffect	Appliquer et intégrer les connaissances et concepts sur les théories sur la mise en place de la biodiversité et son évolution, et sur le fonctionnement des écosystèmes incluant la relation biodiversité-fonctionnement
AA2 CF Bioeffect	Connaître le paysage et les acteurs de la recherche française, européenne et internationale ainsi que les acteurs institutionnels de la gestion écologiques des espaces naturels.
AA3 CF Bioeffect	Posséder les outils et techniques numériques pour concevoir, réaliser et interpréter la structure et le fonctionnement des écosystèmes naturels et anthropisés.
AA4 CF Bioeffect	Mobiliser les outils de communication pour publier les connaissances scientifiques acquises.
AA5 CF Bioeffect	Appliquer les compétences acquises au cours du Master à un sujet de recherche original dans un environnement nouveau au sein d'une institution de recherche nationale ou internationale.