

# Table des matières

<b>TRONC COMMUN</b> .....	<b>4</b>
TC1 - Sciences de la nature et de l'Homme : histoire des idées _____	4
TC2 - Anglais scientifique _____	5
TC3 - Statistiques (semestre 1) _____	6
TC3 - Statistiques (semestre 2) _____	7
TC4 - Introduction au droit et au droit de l'environnement _____	8
<b>UNITÉS D'ENSEIGNEMENT D'OUVERTURE</b> .....	<b>10</b>
Dessin scientifique _____	10
Développer mon projet Professionnel et personnel (D3P) _____	11
<b>MASTER 1 – SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION, PALÉONTOLOGIE</b> .....	<b>13</b>
Taxonomie et Phylogénie (SEP1-02–TAXOPHYLO) _____	13
Anatomie Comparée (SEP1-01–ANAT) _____	14
Adaptation et phylogénie (SEP1-06–ADAPHYL) _____	15
Anatomie Comparée des Vertébrés (SEP1-17–ACV) _____	16
Arbres et bois (SEP1-03–ARBO) _____	17
Archives Paléontologiques (SEP1-15–ARCHPAL) _____	18
Bases de données – modèles de données et langage d'accès (SEP1-12–BDD) _____	19
Initiation aux recueils de données de terrain en milieu littoral (SEP1-10–CHAUSSEY) _____	20
Conception, Représentation, Analyse et Programmation à Objets (SEP1-16–CRAPO) _____	21
Dessin Scientifique (SEP1-05–DESSIN1) _____	22
Méthodes de discrimination et d'identification taxinomique (SEP1-08–METHODO) _____	23
Les météorites, briques des planètes et de la vie (SEP1-11–METEOR) _____	24
Paléontologie (SEP1-04–PALEO) _____	25
Du terrain à l'analyse en paléontologie (SEP1-07–TERPAL) _____	26
Collections d'histoire naturelle, Us et Usages (MSNH 103 / SEP 13 – COLL) _____	27
Bases de morphologie fonctionnelle _____	28
<b>MASTER 2 – SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION, PALÉONTOLOGIE</b> .....	<b>1</b>
Biodiversity Informatics _____	1
Dessin scientifique M2 _____	2
Diversité anatomo-morphologique et histoire des lignées chlorophylliennes - DIVEG _____	3
Exploration et Description de la Biodiversité _____	4
Floristique tropicale - FLORATROP _____	5
Formalisation des connaissances en systématique et introduction à l'analyse à trois éléments _____	6
Morphologie fonctionnelle : Mouvements _____	7
Morphologie cladistique _____	8
Morphométrie et Analyse des Formes _____	9
Origines de la vie (UE hors contrat pédagogique) _____	10
Paléo-Biogéographie et Paléo-Biodiversité _____	11
Paléohistologie _____	12
Apport des fossiles dans la phylogénie des grands clades de métazoaires _____	13
Phylogénie des Métazoaires : évolution des plans d'organisation _____	14
Phylogénie moléculaire et phylogénomique _____	15
Initiation aux techniques de collectes et d'inventaires systématiques (UE projet obligatoire SEP) _____	16
Statistiques multivariées et analyse de données _____	17
Principes et méthodes en Taphonomie _____	18
Taxinomie & Nomenclature _____	19
Méthodes phylogénétiques comparées (UE SEP2-51) _____	20
BIOMAR - « Du terrain à la collection : comment appréhender l'organisme et son environnement » - Station marine de Concarneau (MNHN) _____	21





**MASTER BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION**

# **MASTER 1**

**TRONC COMMUN**



## TRONC COMMUN

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours:** tous

**Finalité :**

**Titre du module :**

TC1 - Sciences de la nature et de l'Homme : histoire des idées

**Responsable(s) :** Delphine Depoix, Jean-Jacques Bahain

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	6	43	3	14 (visites)	2	30	150

**Objectifs de l'UE :**

- Apprendre à mieux connaître l'établissement et ses particularités
- Mieux appréhender la diversité des recherches qui y sont menées
- Acquérir une culture épistémologique
- Apprendre à travailler en groupe sur un projet transdisciplinaire
- Favoriser une approche pluri-disciplinaire
- Favoriser un échange de connaissances

**Mots-clés :**

Histoire des sciences ; muséologie, philosophie des sciences, Sciences de la nature, Sciences de l'Homme, Muséum, collections,

**Compétences visées :**

- Capacité à travailler en groupe transdisciplinaire
- Capacité à mener à bien un projet
- Collecter, synthétiser et présenter des données scientifiques

**Pré-Requis :**

Licence

**Evaluation :**

Préparation d'un projet transdisciplinaire en groupes de 5 étudiants. Ce travail sera suivi et encadré par des enseignants au cours du semestre 1 (2 TD). Ce suivi donnera lieu à une note de travail continu (30%). La présentation orale du projet en groupe devant jury, en janvier, donnera lieu à une note (70% de la note finale). Les notations sont individuelles.

**Contact(s) :**

Anne-Gabrielle Heslot (heslot@mnhn.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie, Evolution**

**Parcours : Tous parcours**

**Titre du module :**

**TC2 - Anglais scientifique**

**Responsable:** Jill BARGIEL (coordinateur)

**Enseignants:** Vincent DEBAT  
Martin FRIESS  
Lauréline ROGER  
Linda KOHL  
Clement JAUVION

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	3	0	30	0	10	3	120

**Objectifs de l'UE :**

Les étudiants suivent deux cours par semaine. Pendant le premier cours, assuré par un chercheur du Muséum, les étudiants, en utilisant une méthodologie scientifique, s'entraînent à la communication scientifique en anglais afin de présenter des articles de recherche et d'élaborer un poster scientifique. Le second cours, assuré par un professeur d'anglais, est par groupe de niveau et est consacré à l'étude de la langue elle-même. Les étudiants abordent la structure d'un article de recherche, la communication professionnelle avec ses pairs et le public, les pièges grammaticaux de l'expression écrite en anglais. Ils s'entraînent également à l'amélioration de leurs compétences en expression orale et en compréhension, dans un contexte scientifique.

**Mots-clés :**

anglais scientifique ; présentations orales ; compétences linguistiques professionnelles

**Compétences visées :**

Amélioration des compétences orales et écrites, dans un contexte scientifique.

**Pré-Requis :**

Les cours concernent tous les étudiants quelque soit leur niveau d'anglais

**Mode de validation :**

Contrôle continu (présentations orales, devoirs écrits, présence, et participation)  
Participation à une conférence (poster scientifique, présence)  
Devoir sur table en fin de premier semestre

**Contact(s) :**

Jill Bargiel ([jill.bargiel@mnhn.fr](mailto:jill.bargiel@mnhn.fr))

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : SEP, ES, EEVEF et ECIRE**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**TC3 - Statistiques (semestre 1)**

**Responsable(s) : Loïc Ponger**

**Organisation**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD/TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	3	13h30	13h30	9	3	60

**Objectifs**

- S'initier à l'utilisation du logiciel libre R
- Savoir interpréter des graphiques de statistiques
- Savoir décrire des données
- Comprendre les principes de la statistique inférentielle
- Apprendre les principales techniques des tests de statistique descriptive univariée et bivariée

**Mots-clés**

statistique inférentielle ; logiciel R

**Compétences visées**

- Acquérir des bases en analyse de données
- Savoir interpréter et faire des analyses avec l'environnement R

**Prérequis**

Des connaissances de base en mathématiques et en probabilités (cf. unité d'enseignement initiation aux statistiques) ; une envie de comprendre les données des autres et de faire parler ses propres données

**Modalités de l'évaluation**

Ecrit  TP  Contrôle continu  Oral

**Contact(s)**

Loïc Ponger ([ponger@mnhn.fr](mailto:ponger@mnhn.fr))

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : SeB et QPB**

**Finalité : toutes [hors contrat pour ERASMUS+]**

**Titre du module :**

**TC3 - Statistiques (semestre 2)**

**Responsable(s) : Sandrine Pavoine**

**Organisation**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	13h30	13h30	0	2	13h30	

**Objectifs**

- S'initier à l'utilisation du logiciel libre R
- Savoir interpréter des graphiques de statistiques
- Savoir décrire des données
- Comprendre les principes de la statistique inférentielle
- Apprendre les principales techniques des tests de statistique descriptive univariée et bivariée

**Mots-clés**

statistique inférentielle ; logiciel R

**Compétences visées**

- Acquérir des bases en analyse de données
- Savoir interpréter et faire des analyses avec l'environnement R

**Prérequis**

Des connaissances de base en mathématiques et en probabilités (cf. unité d'enseignement initiation aux statistiques) ; une envie de comprendre les données des autres et de faire parler ses propres données

**Modalités de l'évaluation**

Ecrit  TP  Contrôle continu  Oral

**Contact(s)**

Sandrine Pavoine : [sandrine.pavoine@mnhn.fr](mailto:sandrine.pavoine@mnhn.fr)

## Mention Biodiversité, Ecologie et Evolution

**Parcours** : tous parcours

**Titre du module** :

**TC4 - Introduction au droit et au droit de l'environnement**

**Responsable(s)** : Aurelien Bouayad

**Organisation de l'UE** :

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	30	27	0	3	10	3	100

**Objectifs de l'UE** :

Cet enseignement de droit ambitionne de fournir aux étudiants les outils et les connaissances juridiques nécessaires à l'appréhension des problèmes relatifs à la gestion du patrimoine naturel et culturel. Il se subdivise en deux grandes parties. La première, sous la forme d'une introduction aux droits, présentera les principaux concepts juridiques, les méthodes et les moyens nécessaires à l'analyse des instruments juridiques, ainsi qu'à l'identification de leur portée en droit français, européen et international. La seconde partie, propose une introduction au droit de l'environnement. Celle-ci permettra aux étudiants de disposer d'une vision générale des acteurs et des grands principes du droit de l'environnement ainsi que des principaux textes réglementant la protection de la biodiversité et du patrimoine culturel. Concrètement, l'enseignement se déroulera au cours de 10 semaines au premier semestre à raison de 3h par semaine, tous les mercredis (pour un total de 30h).

**Mots-clés** :

système juridique ; patrimoine naturel et culturel ; droit de l'environnement ; droit des collections publiques ; biodiversité

**Compétences visées** :

Les étudiants devront être capables de comprendre et analyser un texte juridique et d'en identifier les points de Droit. Ils devront également connaître les règles essentielles de la protection des ressources naturelles et à la gestion des collections d'histoire naturelle.

**Pré-Requis** :

Aucun

**Mode de validation** :

Une épreuve orale ou rendu d'un devoir maison.

Une épreuve écrite : commentaire, cas pratique ou dissertation.

**Contact(s)** :

Aurelien Bouayad: [aurelien.bouayad@mnhn.fr](mailto:aurelien.bouayad@mnhn.fr)





**MASTER BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION**

# **MASTER 1 & 2**

**UNITÉS D'ENSEIGNEMENT  
D'OUVERTURE**



## UNITÉS D'ENSEIGNEMENT D'OUVERTURE

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : UE d'Ouverture**

**Finalité :**

**Titre du module :**

**Dessin scientifique**

**Responsable(s) :** Pascal Le Roc'h, professeur de dessin, DIREF

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2 sessions (S1 et S2)	3	0	15h	15h	10	3h	10

**Calendrier :**

Horaires: les mardis soirs de 17h à 20h

RDV devant l'entrée du PC de la GGE, les cours auront lieu au R+4 de la GGE.

**Note:** La présence aux cours est indispensable à la validation.

**Objectifs de l'UE :**

Appréhender les bases essentielles du dessin scientifique: mesure, proportion, biométrie, volume, matière et mise en valeur de l'objet.

Les travaux se réaliseront d'un point de vue descriptif et analytique.

- sur le terrain par des prises de croquis pour mise en valeur rapide (perspective, profondeur et forme) à la Ménagerie et dans les parcs et jardins du Muséum ;

- en salle de dessin pour exécution documentaire (syntaxe plastique).

Les exercices et techniques auront comme support des collections ostéologiques (vertébrés), de squelettes d'invertébrés, botaniques, minéralogiques ou ethno-préhistoriques.

**Mots-clés :**

Dessin scientifique, mise en valeur esthétique et scientifique, syntaxe plastique

**Compétences visées :**

- Acquisition d'une autonomie graphique tant sur le terrain qu'en laboratoire.
- Savoir associer la vision esthétique à l'exactitude scientifique.
- Savoir utiliser le dessin scientifique (qui n'utilise pas le langage) dans une perspective de communication internationale (publication, mémoire, mise en exposition)

**Pré-Requis :**

Inscription en Master (M1 ou M2)

**Mode de validation :**

- Contrôle continu et Evaluation des acquis TD (exécution d'un sujet avec technique imposée) : 60%
- Evaluation du rendu graphique final : 40%

**Contact(s) :**

Monsieur Pascal Le Roc'h, DIREF [pascal.le-roch@mnhn.fr](mailto:pascal.le-roch@mnhn.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours:** tous M1

**Finalité :**

**Titre du module :**

**Développer mon projet Professionnel et personnel (D3P)**

**Responsable(s) :** Anne-Laure Guieysse-Peugeot – Dalila Campo

**Organisation de l'UE : UE hybride distanciel/présentiel**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	21 h En distanciel	3x3h		20		8-10 par groupe

**Objectifs de l'UE :**

Ce module a pour objectif d'identifier son projet professionnel en adéquation avec ses talents et envies personnelles. Il permettra aux participants de reconnaître leurs compétences et de déterminer les axes et étapes de développement pour concrétiser et réussir leur projet professionnel avec la création d'un e-portfolio et la réalisation d'entretiens métiers. Essentiellement à distance composé de 4 modules : Me connaître – Me projeter – Me lancer – Projet et ePortfolio

**Mots-clés :**

Projet professionnel et personnel – Valeurs, talents, compétences – Réseau professionnel – Entretiens métiers – ePortfolio

**Compétences visées**

Valoriser ses spécificités -Se présenter et présenter son projet de façon impactante – Construire des pistes de projet professionnel et personnel en adéquation avec sa personnalité et avec le monde professionnel – Définir une stratégie pour développer les compétences manquantes – Développer son réseau professionnel

**Pré-Requis :**

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : tout au long du module

Modalités de l'évaluation et barème :  Contrôle Continu,  Oral présentation eportfolio

**Contact(s) :**

[guieysse@mnhn.fr](mailto:guieysse@mnhn.fr)

[dalila.campo@mnhn.fr](mailto:dalila.campo@mnhn.fr)



**MASTER BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION**

# **MASTER 1**

Parcours

**SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION,  
PALÉONTOLOGIE**



## MASTER 1 – SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION, PALÉONTOLOGIE

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : Commun**

**Titre du module :**

Taxonomie et Phylogénie (SEP1-02–TAXOPHYLO)

**Responsable(s) :** Régine Vignes-Lebbe & Véronique Barriél

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs max
1	9	49	49	0	7	14	50

**Objectifs de l'UE :**

Exposer des idées, principes et méthodes propres à la systématique et présentation des étapes du travail taxonomique, de la collecte des spécimens, à l'identification et la classification.

Expliquer ce qu'est la phylogénétique. Donner les bases des différentes méthodes de construction des arbres phylogénétiques.

**Mots-clés :**

Taxon, systématique, collecte, collection, nomenclature, caractère, identification.

Arbre, phylogénie, phylogénétique.

**Compétences visées :**

Acquisition des concepts clés de la taxonomie.

Maîtrise des concepts phylogénétiques de base et savoir les appliquer, à toutes fins biologiques nécessitant un contexte de pattern évolutif.

**Pré-Requis :**

Base de biologie générale, Licence de biologie (ou de géologie).

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème : contrôle continu et examen final écrit.

**Contact(s) :**

Régine Vignes-Lebbe : [regine.vignes\\_lebbe@sorbonne-universite.fr](mailto:regine.vignes_lebbe@sorbonne-universite.fr)

Véronique Barriél : [veronique.barriél@mnhn.fr](mailto:veronique.barriél@mnhn.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : Toutes, UE obligatoire**

**Titre du module :**

**Anatomie Comparée (SEP1-01–ANAT)**

**Responsable(s) :** Pr Vincent Bels, Muséum national d'Histoire naturelle

**Organisation de l'UE :**

Semestr e	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	3	20	10		5	4	45

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif du module est d'aborder, au travers de différents cas d'étude, les concepts et méthodologies utilisés en Anatomie Comparée. Ces cas d'études sont sélectionnés dans l'ensemble des organismes vivants, uni et pluricellulaires, peuvent varier d'une année à l'autre. Chaque cours, en intégrant des approches de disciplines complémentaires telles que l'anatomie, la physiologie, l'embryologie, la phylogénie, la systématique, la biogéographie, la génétique, la physique, l'écologie et l'écologie comportementale par exemple, développe pour des organismes modèles ou non modèles des questions liées aux mécanismes de l'évolution et de l'adaptation. L'ensemble des cours est complété par des travaux personnels.

**Mots-clés :**

Anatomie, Evolution, Adaptation, Biologie comparative

**Compétences visées :**

Les compétences sont :

- Approches intégratives des structures des organismes vivants
- Réflexion sur les mécanismes à l'origine des structures et de leur évolution
- Compréhension de mécanismes en biologie évolutive
- 

**Pré-Requis :**

Connaissances de la biologie générale des organismes.

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème : X Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Pr Vincent Bels, Muséum national d'Histoire naturelle, Institut de Systématique Evolution Biodiversité, UMR 7205 CNRS/MNHN/UPMC/EPHE, Station de Biologie Marine CRESCO, 38 rue du Port Blanc, F - 35800 - DINARD (BP 70134), France

[Vincent.bels@mnhn.fr](mailto:Vincent.bels@mnhn.fr)



**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Adaptation et phylogénie (SEP1-06–ADAPHYL)**

**Responsable(s) :** Yves Desdevises & Sophie Sanchez-Brosseau

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	6	20	37	3	2	30	25

**Objectifs de l'UE :**

Revue des concepts et techniques de reconstruction phylogénétique, et initiation aux applications que l'on peut faire des phylogénies : méthodes comparatives phylogénétiques, datation moléculaire, reconstruction de caractères ancestraux, cophylogénie. A travers l'étude d'une famille de téléostéens et de données récupérée sur des bases en ligne, les étudiants construisent des phylogénies utilisées pour tester différentes hypothèses à l'aide des méthodes présentées.

Cet enseignement est délivré de manière hybride avec Moodle. A distance : cours vidéos, interview, QCM, lecture, exercice de synthèse. En présentiel : collecte de données ; TD sur ordinateur ; conférences ; analyse d'articles ; projet personnel.

**Mots-clés :**

Reconstruction phylogénétique, Sélection de modèle d'évolution, Méthode comparative phylogénétique, Datation moléculaire, Cophylogénie, Logiciels

**Compétences visées :**

- Choisir et mettre en œuvre une méthode de reconstruction phylogénétique
- Explorer les bases de données moléculaires en ligne
- Utiliser différentes approches pour étudier patrons et processus évolutifs
- Définir une question scientifique et les étapes pour y répondre

**Pré-Requis :**

Bases en biologie, en biologie de l'évolution et en statistiques

**Evaluation :**

Présentations orales en binômes : analyse d'article (oral) et projet (CC) (étude de cas concret)

Critères d'évaluation pris en compte : maîtrise des concepts, rigueur dans la démarche scientifique, clarté dans l'exposé des résultats

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu 50,  Oral 50

**Contact(s) :**

Yves Desdevises, PR, [desdevises@obs-banyuls.fr](mailto:desdevises@obs-banyuls.fr)

Sophie Sanchez-Brosseau, MCF, sophie.sanchez- [brosseau@obs-banyuls.fr](mailto:brosseau@obs-banyuls.fr)

Observatoire Océanologique de Banyuls (OOB) 66650 Banyuls-sur-Mer

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Anatomie Comparée des Vertébrés (SEP1-17-ACV)**

**Responsable(s) : Géraldine Veron & Sandrine Grouard**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	3	19	12	2	17	15

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif est de donner aux étudiants une formation élémentaire en ostéologie comparée, dans une perspective évolutive. L'architecture du squelette, du crâne et des dents, suivie sur la longue durée des ères géologiques et inscrite dans son contexte fonctionnel (musculature, notamment), sera détaillée pour les différents groupes de vertébrés. Les enseignements, essentiellement pratiques, s'appuieront sur les collections du Muséum.

**Mots-clés :**

Vertébrés – adaptations – ostéologie – anatomie

**Compétences visées :**

Formation en ostéologie comparée, développement des compétences d'observation, obtention de bases en identification des structures, initiation à la comparaison et à l'identification des adaptations et à l'aspect fonctionnel

**Pré-Requis :**

Aucun

**Evaluation :**

Examen oral : trois spécimens, l'étudiant doit décrire et nommer les structures, replacer les taxons dans la classification, souligner les fonctions et adaptations

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

- Géraldine Veron - Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité, UMR 7205 CNRS MNHN SU EPHE UA, Muséum National d'Histoire Naturelle, CP 51, 55, rue Buffon 75005 Paris, Tel : 01 40 79 48 53, [geraldine.veron@mnhn.fr](mailto:geraldine.veron@mnhn.fr)

- Sandrine Grouard - UMR 7209 du CNRS, Archéozoologie, Archéobotanique : sociétés, pratiques et environnements, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 56, 55 rue Buffon 75005 Paris (France)

Tel. : 33(0)1 40 79 32 06, [grouard@mnhn.fr](mailto:grouard@mnhn.fr)



**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Arbres et bois (SEP1-03-ARBO)**

**Responsable(s) :** Dario De Franceschi & Anaïs Boura & CR2P-MNHN

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	6	31	3	26	2	30	15

**Objectifs de l'UE :**

Les enseignements proposés dans cette UE apportent aux étudiants une vision globale des arbres et de leur fonctionnement, à différents niveaux d'intégration : biomes, écosystèmes, organismes et structure anatomique. Une place importante est réservée aux enseignements pratiques et aux sorties sur le terrain.

**Mots-clés :**

Forêt, arbre, bois, sylviculture, télédétection, architecture végétale, dynamique forestière, biome, ennemis des arbres et dégradation du bois, feuillus, conifères, arboretum de Chèvreloup, forêt de Fontainebleau

**Compétences visées :**

Acquérir des connaissances en systématiques, biologie des arbres, écologie des forêts et gestion sylvicole indispensables à toutes études en sciences forestières et/ou en xylologie : principaux écosystèmes forestiers, conduite des arbres et principales techniques en sylviculture et arboriculture, production du bois et sa préservation.

**Pré-Requis :**

Connaissances de base en botanique (grands groupes végétaux) et anatomie végétale (tissus végétaux)

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Dario De Franceschi & Anaïs Boura (UMR7207), Muséum National d'Histoire Naturelle, 57 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05, tél. 01 40 79 34 49 / 01 40 79 80 59, mël : [dariodf@mnhn.fr](mailto:dariodf@mnhn.fr) / [anais.boura@upmc.fr](mailto:anais.boura@upmc.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Archives Paléontologiques (SEP1-15–ARHPAL)**

**Responsable(s) :** Delphine Desmares et Annachiara Bartolini

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	6	40		20	2	30	20

**Objectifs de l'UE :**

A l'issue de cette UE, les étudiants seront capables d'analyser les signaux paléoenvironnementaux et temporels des archives sédimentaires et paléontologiques.

**Mots-clés :**

Sédimentologie, Taphonomie, Diagenèse ; Stratigraphie, Biochronologie, Cyclostratigraphie, Stratigraphie séquentielle, Echelle des temps géologiques, Echelle chronologique globale ; Paléoécologie, Paléoenvironnement, Paléoclimatologie.

**Compétences visées :**

Cette UE permettra aux étudiants de renforcer leurs connaissances sur la stratigraphie et la géologie sédimentaire, disciplines indispensables pour tracer l'histoire de la vie et ses interactions avec l'évolution des paléoenvironnements et des paléoclimats.

La première partie de l'UE (3 ECTS) développera des questions fondamentales : sur la fiabilité de l'enregistrement sédimentaire et des archives paléontologiques, sur les indicateurs paléoclimatiques et paléoenvironnementaux dans les séries sédimentaires, et, enfin, sur l'aspect temporel (i.e. comment dater les sédiments, tracer des lignes temps pour établir des corrélations et estimer la durée des événements ayant laissé une trace dans les sédiments). La dernière journée de la semaine sera consacrée aux méthodologies conduisant à l'établissement de l'échelle chronologique globale.

La seconde partie de l'UE (3 ECTS) s'intéressera à l'application des concepts développés dans la première partie, particulièrement des méthodes de biochronologie et de reconstitutions paléoenvironnementales, en utilisant en grande partie les microfossiles. Ceux-ci sont généralement abondants dans les sédiments dont, ils peuvent être les principaux constituants. Une petite quantité de matériel peut fournir des centaines de spécimens et permettre d'en déduire des indices d'ordre temporel et environnemental. Cette caractéristique les a rendus très utilisés dans le monde industriel (pétroliers, génie-civil) et académiques (tectoniciens ou environnementalistes) et même dans le monde judiciaire. Le but est donc de fournir aux étudiants les connaissances de base sur les critères d'identification des microfossiles, leur nature (minéralogique ou organique), leur paléoécologie et aussi leur extension stratigraphique. La fin de la semaine s'ouvrira à d'autres groupes fossiles (mammifères et mollusques) également indicateurs biochronologiques ou paléoenvironnementaux.

**Pré-Requis :**

Pas de pré-requis particulier. Connaissances de base (niveau Licence) en sciences de la nature et de la vie et/ou géosciences.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

[delphine.desmares@upmc.fr](mailto:delphine.desmares@upmc.fr)  
[annachiara.bartolini@mnhn.fr](mailto:annachiara.bartolini@mnhn.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours: Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : Toutes**

**Titre du module :**

**Bases de données – modèles de données et langage d'accès (SEP1-12–BDD)**

**Responsable(s) :** Régine VIGNES LEBBE

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	8	14	Travail sur projet	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Les bases de données sont les outils incontournables de modélisation, de représentation et de gestion des connaissances. Au-delà de la simple consultation de données, tirer parti au mieux des bases de données nécessite d'en connaître les principes, les modèles, la conception, la mise en œuvre et les limites. Les SGBD (Systèmes de gestion de bases de données) sont aujourd'hui facilement accessibles et tout jeune naturaliste, chercheur et gestionnaire en environnement, trouveront dans l'utilisation de ces logiciels et la conception d'application, des méthodes puissantes de structuration et d'analyse des données.

Ce bagage conceptuel et pratique veut apporter à la formation des biologistes une ouverture vers un domaine de l'informatique omniprésent dans la pratique scientifique, et dans tout programme national ou international sur la biodiversité.

**Mots-clés :**

SGBD, MySQL, modèle relationnel, modèle entités-associations, SQL, modélisation.

**Compétences visées :**

Etre capable de concevoir, mettre en œuvre et utiliser une base de données.

- SGBD et niveaux d'abstraction. Modèles de données (modèles conceptuels entité-association, modèle logique relationnel)
- - Analyse et conception d'une base de données. Mise en œuvre relationnelle.
- - Langage d'accès et d'interrogation ( SQL).
- - Règles d'intégrité et de cohérence des données.
- - Standards internationaux d'échange de données de biodiversité. Bases de données et recherche scientifique.

**Pré-Requis :**

Aucun

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral sur projet personnel

**Contact(s) :**

Régine VIGNES LEBBE : [regine.vignes\\_lebbe@sorbonne-universite.fr](mailto:regine.vignes_lebbe@sorbonne-universite.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Initiation aux recueils de données de terrain en milieu littoral (SEP1-10-CHAUSSEY)**

**Responsable(s) :** Frédéric Olivier (PR MNHN)

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	8	12	8	1	30	12

**Objectifs de l'UE :**

Cette UE a pour objectif principal d'initier et de sensibiliser les étudiants à l'inventaire des organismes et populations des milieux littoraux avec un objectif d'évaluation de l'état de santé, de suivi et, si nécessaire, de préservation de ces populations et de leur environnement. Lors du stage terrain, ils échantillonneront (collecte et/ou observations) des communautés marines remarquables (algues, phanérogames, invertébrés...) lors de sorties encadrées par des spécialistes de ces biotopes. Les étudiants se familiariseront aux plans et techniques d'échantillonnages puis s'appuieront sur les caractéristiques taxinomiques, biologiques et écologiques des organismes pour leur identification et leurs inventaires.

**Mots-clés :**

Biodiversité benthique, systèmes côtiers, taxonomie, polychètes, bivalves, macroalgues, plan d'échantillonnage, visualisation et analyse des données, système eXpert, archipel de Chausey.

**Compétences visées :**

- Notion de communauté ;
- Distribution des espèces ;
- Identification morphologique, clés d'identification informatisées ;
- Standardisation et informatisation de données ;
- Analyse de données ;
- Notion de mesure conservatoire.

**Pré-Requis :**

Connaissances en biologie et intérêt pour les inventaires naturalistes de terrain

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Frédéric OLIVIER, Laboratoire 7208 BOREA MNHN/CNRS 2030/SU/IRD 207/UCN/UA, Station Marine de Concarneau  
Place de la Croix, BP 225, 29182 Concarneau cedex, France

Tél: +33 (02) 98 50 99 37 (Concarneau) / +33 (02) 98 49 86 00 (Brest) ; Courriel: [frederic.olivier@mnhn.fr](mailto:frederic.olivier@mnhn.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Conception, Représentation, Analyse et Programmation à Objets (SEP1-16–CRAPO)**

**Responsable(s) :** Bernard Billoud

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	6	12	24	24			20

**Objectifs de l'UE :**

Acquérir les méthodes et techniques permettant d'être autonome dans l'écriture de programmes informatiques scientifiques. L'accent est mis sur la programmation « Objets ».

- Notions générales d'analyse et programmation : variables, structures de données, algorithmes ;
- Méthodes spécifiques à la programmation d'objets : classes et instances, attributs, méthodes, encapsulation, héritage ;
- Programmation en langage Python sous environnement unix ;
- Écriture de programmes interactifs utilisant des classes usuelles : interface graphique, fichiers, bases de données (SQL).

**Mots-clés :**

Analyse, Programmation, Objet, Classe, Héritage, Interface, Simulation, Multi-agent, Python, Unix / linux.

**Compétences visées :**

- Représenter et traiter des connaissances biologiques sous forme d'un modèle « orienté objets » ;
- Réaliser des programmes informatiques en utilisant un langage à objets ;
- Utiliser des simulations informatiques pour traiter des problèmes multi-agents.

**Pré-Requis :**

L'UE mobilise les connaissances en Biologie acquises en Licence.  
Aucune connaissance préalable en informatique n'est requise.

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Écrit 50, q TP ,q Contrôle Continu,  Oral 50

**Contact(s) :**

[Bernard.Billoud@sorbonne-universite.fr](mailto:Bernard.Billoud@sorbonne-universite.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes (UE hors contrat pédagogique)**

**Titre du module :**

**Dessin Scientifique (SEP1-05–DESSIN1)**

**Responsable(s) : Didier Geffard-Kuriyama & Jean-François Dejouannet (UMS2700 2AD)**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	3	8	24	1	35	12

**Objectifs de l'UE :**

Transmettre les bases techniques nécessaires à l'autonomisation des participants dans leurs réalisations iconographiques corollaires à leurs études et à la recherche scientifique.

Après une introduction sur les techniques du dessin scientifique, les outils usuels du dessinateur sont mis à disposition des étudiants. Leur prise en main est facilitée par des exercices de dessin à vue et de mise en application de notions graphiques basiques (perspective, volume, éclairage...). L'expérimentation du dessin d'investigation est appliquée à la réalisation de travaux pratiques et dirigés, y compris sur stéréo-microscopes équipés de tubes à dessin (chambre claire) et sur ordinateurs. Un suivi personnalisé est assuré pour chacun.

**Mots-clés :**

Dessin scientifique, dessin au trait, dessin assisté, chambre claire, *camera lucida*, encrage, ombrages, pointillés, numérisation, logiciel de retouche d'images, outils vectoriels, mise en page, contraintes de publication pour les figures, lettrage, légendes, formats de fichiers, résolution.

**Compétences visées :**

Les exercices pratiques proposés permettront aux participants de s'approprier les principales techniques du dessin scientifique et de réaliser, étape par étape, une illustration conforme et adaptée aux besoins d'une finalité scientifique : mémoire, publication, poster ou présentation.

**Pré-Requis :**

Aucun pré-requis artistique, technique ou informatique n'est demandé.

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Didier Geffard-Kuriyama, [digef@mnhn.fr](mailto:digef@mnhn.fr), 01 4079 3012

Jean-François Dejouannet, [jfdejoua@mnhn.fr](mailto:jfdejoua@mnhn.fr), 01 4079 3585

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Méthodes de discrimination et d'identification taxinomique (SEP1-08–METHODO)**

**Responsable(s) :** Régine VIGNES LEBBE

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	8	14	Travail sur projet	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Cet enseignement a pour objectif de former les étudiants (futurs professionnels sur la biodiversité) à la connaissance, l'utilisation et la maîtrise des méthodes modernes, informatisées, d'aide à l'identification des spécimens. Une bonne connaissance de ces méthodes est aujourd'hui incontournable pour les taxonomistes qui doivent apprendre à les utiliser mais aussi à les mettre en œuvre sur leur propre groupe d'étude. Ces méthodes offrent aux études de terrain une aide précieuse.

- Clés informatisées, utilisation de la plateforme Xper3
- Barcoding, Metabarcoding
- Application de la morphométrie pour l'identification
- Utilisation des données acoustiques
- Analyse d'images, méthodes automatiques, deep learning
- Démarches d'identification en paléontologie
- Besoin d'identification et sciences participatives

**Mots-clés :**

Clés informatisées, barcoding, morphométrie, identification

**Compétences visées :**

Connaissances des différentes méthodes d'identification. Réalisation pratique d'une clé informatisée bien finalisée (utilisable par exemple pour un atelier de fête de la science) : informatisation des descriptions sur un groupe taxonomique, identification assistée par ordinateur sous forme de clés à accès libre et à accès fixe.

**Pré-Requis :**

Aucun, sauf bureautique classique

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral sur projet personnel

**Contact(s) :**

Régine VIGNES LEBBE : [regine.vignes\\_lebbe@sorbonne-universite.fr](mailto:regine.vignes_lebbe@sorbonne-universite.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Les météorites, briques des planètes et de la vie (SEP1-11–METEOR)**

**Responsable(s) :** Matthieu Gounelle, Professeur du Muséum

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
2	3	27		3	1	30	15

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif de ce cours est de retracer l'histoire de la Terre depuis sa formation à partir des météorites les plus primitives jusqu'à l'apparition des premiers organismes vivants et de la géodiversité. On se placera dans le contexte très général de la formation des étoiles et des planètes, ce qui nous permettra d'évoquer également les derniers travaux sur la planète Mars. Le rôle des impacts dans l'évolution de la vie sera également traité. Le cours s'appuie sur la forte expérience en recherche des chercheurs du Muséum sur les météorites.

**Mots-clés :**

Météorites, origine de la vie, impacts, géodiversité, étoiles, planètes

**Compétences visées :**

Le module a pour but de donner des connaissances sur les météorites et ce qu'elles nous apprennent sur la formation des planètes et des étoiles. Il donnera également un fort aperçu historique et une dimension spatiale forte.

**Pré-Requis :**

La formation initiale doit être scientifique (chimie, biologie, physique, géologie...). Aucune connaissance mathématique au-delà de la terminale S est requise.

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Matthieu Gounelle ; Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC), MNHN, CP 52, 57 rue Cuvier, 75 231 Paris, France ; [gounelle@mnhn.fr](mailto:gounelle@mnhn.fr)



**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Paléontologie (SEP1-04–PALEO)**

**Responsable(s) : Isabelle Kruta**

**Organisation de l'UE :**

Semestr e	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb Heures par semaine	Effectifs maximu m	Nbre de groupes TP
2	6	34	8	15	2	30	22	1

**Objectifs de l'UE :**

Exposer les grandes étapes de l'histoire évolutive des animaux et des plantes enregistrées dans les archives paléontologiques. L'emphase est mise sur les radiations évolutives qui ont durablement modifié la structure de la biodiversité des écosystèmes marins ou continentaux et qui ont mené à la structuration des écosystèmes actuels. Les exemples illustrés sont principalement la radiation Ordovicienne, les changements drastiques des écosystèmes terrestre et marin lors de la transition permien Trias, la révolution marine mésozoïque (céphalopodes, échinodermes), la conquête du milieu terrestre (arthropodes, végétaux, tétrapodes), émergences des lignées mammaliennes et des angiospermes.

**Mots-clés**

Evolution, systématique, radiations évolutives, innovations morphologiques, adaptations, paléoécologie.

**Compétences visées :**

Acquérir des repères chronologiques des grandes étapes de radiation évolutive et de modification des écosystèmes marins et continentaux au cours du Phanérozoïque. Comprendre les conséquences à long terme de phénomènes évolutifs très anciens sur la structure de la biodiversité et des écosystèmes actuels.

**Pré-Requis :**

Niveau de connaissance équivalent aux enseignements de Licence en paléontologie et/ou en biologie des organismes.

**Evaluation :**

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit (2,5h) 60%,  TP,  Contrôle Continu 40%,  Oral

**Contact(s) :**

Isabelle Kruta : [Isabelle.kruta@upmc.fr](mailto:Isabelle.kruta@upmc.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du module :**

**Du terrain à l'analyse en paléontologie (SEP1-07–TERPAL)**

**Responsable(s) :** Isabelle Rouget

**Organisation de l'UE :**

Semestr e	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb Heures par semaine	Effectifs maximu m	Nbre de groupes TP
2	3	3		27	1	30	10	1

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif de l'UE est de conduire un projet d'étude de la paléo-biodiversité depuis les investigations de terrain jusqu'aux analyses quantitatives. Durant le processus, toutes les étapes pratiques sont mises en œuvre : relevés géologiques sur le terrain, établissement d'un protocole d'échantillonnage, traitement au laboratoire (extraction mécanique ou chimique, tamisage, lavage, tri, identification, illustration des espèces). A chaque étape, l'influence des choix techniques sur les mesures et les estimations de la paléo-biodiversité sont discutés. Les outils analytiques sont choisis en fonction du type de fossile étudié et des questions scientifiques posées.

Le travail repose sur l'étude du gisement paléontologique de Grignon (Yvelines). Le Bassin de Paris est considéré comme un point chaud de biodiversité au Lutétien et les sédiments sableux permettent une étude aisée et approfondie des écosystèmes et une très grande diversité de taxons.

**Mots-clés**

Terrain, protocole d'échantillonnage, préparation, identification, paléobiodiversité.

**Compétences visées :**

Être capable de mener à bien l'étude de la biodiversité fossile d'un gisement paléontologique, depuis le questionnement scientifique jusqu'à l'acquisition et le traitement analytique des données.

**Pré-Requis :**

Aucun prérequis spécifique.

**Evaluation :**

Rapport écrit sur le projet développé au cours de la semaine de travaux pratiques

**Contact(s) :**

Isabelle Rouget : [Isabelle.rouget@mnhn.fr](mailto:Isabelle.rouget@mnhn.fr)

**Mention :** Biodiversité, Ecologie et Evolution

**Parcours :** Muséologie, sciences de la nature et de l'Homme  
Systématique, Evolution, Paléontologie

**Titre du module :**

**Collections d'histoire naturelle, Us et Usages (MSNH 103 / SEP 13 – COLL)**

**Responsables :** Amandine Péquignot (MSNH) et Adeline Soulier (SEP)

**Organisation de l'UE :**

Semestr e	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb Heures par semaine	Effectifs maximu m
2	3	24	6	-	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Les collections sont la pierre angulaire des activités du MNHN : une « bibliothèque scientifique » du vivant pour les chercheurs, un support permettant de promouvoir et de diffuser la culture scientifique à un large public et de former les jeunes chercheurs. Malgré ces implications multiples et incontournables, les collections d'histoire naturelle sont une thématique peu abordée dans le cursus universitaire, mais que le MNHN se propose d'enseigner. Ce module apportera un regard large et neuf sur les collections d'histoire naturelle en abordant leurs spécificités, leurs rôles dans les différentes thématiques scientifiques et muséologiques propres au Muséum, et les problèmes qu'elles subissent ou qu'elles engendrent afin que les étudiants qui sont ou seront des futures collecteurs, utilisateurs ou chargés de collections potentiels... puissent obtenir une formation réelle et globale.

**Mots-clés**

Collection ; Matériel d'étude ; Gestion ; Histoire ; Législation

**Compétences visées**

Connaissance de la diversité des collections d'histoire naturelle et des bases de données de collections ; Sensibiliser à l'importance des collections pour les différents domaines de recherche ; Comprendre le contexte historique et législatif du patrimoine scientifique au sein des institutions muséales ; Acquérir des notions de gestion et conservation préventive ; Développer une réflexion générale et critique sur le patrimoine scientifique.

**Prérequis**

Aucun

**Modalités de l'évaluation**

x Ecrit,  TP,  Contrôle continu,  Oral

**Contacts**

Amandine Péquignot : [apeg@mnhn.fr](mailto:apeg@mnhn.fr)

Adeline Soulier : [soulier@mnhn.fr](mailto:soulier@mnhn.fr)

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes/Pal**

**Titre du module :**

**Bases de morphologie fonctionnelle**

**Date de début :** fin mars- début avril

**Date de fin :**

**Responsable :** Rémi Hackert

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M1- S2	6	24	0	34	2	30	14

**Objectifs de l'UE :**

**Comprendre une structure musculo-squelettique** demande de prendre en compte son histoire, les interactions avec ses voisins, et ses constituants élémentaires.

**CM :** Ces interactions relèvent souvent d'un échange physique - mécanique (forces) ou gazeux (respiratoire)- que nous apprendrons à décrire. Nous abordons les propriétés mécaniques des tissus musculaires et osseux et les lois de la mécanique et du métabolisme indispensables à la description de ces échanges.

**TP :** Disséquer une structure permettra l'indispensable description anatomique et la mesure de paramètres nécessaires à l'estimation du potentiel de la structure. La mesure des forces, l'électromyographie, l'imagerie du mouvement permettent eux une mesure objective de la performance d'une structure.

Au cœur de la relation forme-fonction

**Mots-clés :**

Biomécanique, électromyographie, système musculo-squelettique, articulation, contrôle du mouvement, anatomie, performance, relation forme-fonction, métabolisme, écomorphologie, forces, mécanique des fluides, nage, vol, locomotion.

**Compétences visées :**

Apprendre à observer et décrire les interactions physiques d'une structure avec son environnement.

**Pré-Requis :**

Souhaitable : relire un peu les derniers cours de mécanique rencontrés au cours de sa formation antérieure.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : au choix du groupe, à la fin de l'UE ou après le retour des étudiants des stage de terrain

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Oral

**Contact(s) :**

[hackert@mnhn.fr](mailto:hackert@mnhn.fr), <http://edu.mnhn.fr/course/view.php?id=64>



**MASTER BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION**

# **MASTER 2**

Parcours

**SYSTEMATIQUE, ÉVOLUTION,  
PALÉONTOLOGIE**



## MASTER 2 – SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION, PALÉONTOLOGIE

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, Informatique Appliquée à la Biodiversité (IAB)**

**Titre du Module :**

**Biodiversity Informatics**

**Responsable(s) : Régine Vignes-Lebbe**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs max
M2-S3	6	15	30	10	2	30	15

**Objectifs de l'UE :**

Formation informatique orientée sur les langages du web et de la diffusion des données scientifiques. Présentation de l'actualité de ce domaine bioinformatique dédié aux données de biodiversité, programmes internationaux, standards, ressources en ligne.

Analyse, conception et programmation d'un projet de Biodiversité informatique accessible en ligne.

**Mots-clés :**

Web, diffusion des connaissances, programmation, mode projet

**Compétences visées :**

Acquérir l'autonomie pour la diffusion en ligne de données scientifiques, la réalisation d'un site web  
Capacité de dialogue avec des développeurs.

Manipulation de bases de données, SQL,

Langages du web HTML, CSS,

Programmation (PHP, javascript, python).

Organisation et gestion de projets.

Outil de modélisation (bases UML).

**Pré-Requis :**

Pas de pré-requis exigé mais une initiation préalable à la programmation et des compétences minimales sur les bases de données sont un plus facilitant l'acquisition des nouvelles compétences.

**Evaluation :**

Réalisation d'un projet collectif encadré durant l'UE et rendu 4 semaines après la fin de l'UE d'un projet personnel choisi parmi des thématiques proposées.

**Contact(s) :**

Régine Vignes-Lebbe : regine.vignes\_lebbe@sorbonne-universite.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes (UE hors contrat pédagogique)**

**Titre du Module :**

**Dessin scientifique M2**

**Responsable(s) :** Didier Geffard-Kuriyama (UMS2700 2AD)

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	3	8	24	1	35	12

**Objectifs de l'UE :**

Perfectionnement des participants dans leurs capacités techniques à réaliser l'iconographie corollaire à leurs études et à la recherche scientifique.

Entraînement à la conduite et à la réalisation en équipe d'un projet graphique en illustration scientifique.

Initiation à la recherche et à l'interrogation des sources et ressources iconographiques.

Sont notamment abordées :

. Le dessin scientifique assisté optiquement sur stéréo-microscope et assisté par ordinateur.

. Les techniques du dessin d'observation permettant de mieux comprendre et de savoir retranscrire.

. Les conventions d'usage, codifications internationales et instructions éditoriales aux auteurs pour les figures.

**Mots-clés :**

Normes et conventions en dessin scientifique, dessin au trait, dessin assisté, chambre claire, *camera lucida*, encrage, pointillés, numérisation, reconnaissance par l'image, retouche d'images, colorisation, mise en page, lettrage, légendes, formats de fichiers, résolution.

**Compétences visées :**

Les exercices proposés permettront aux participants de s'entraîner aux techniques spécifiques au dessin scientifique et de réaliser, étape par étape, une illustration conforme et adaptée aux besoins d'une finalité scientifique : mémoire, publication, poster ou présentation.

**Pré-Requis :**

Aucun pré-requis artistique, technique ou informatique n'est demandé. Une pratique, même occasionnelle, du dessin est néanmoins souhaitable.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : Sous huitaine après la fin de l'UE

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Didier Geffard-Kuriyama, [digef@mnhn.fr](mailto:digef@mnhn.fr), 01 4079 3012

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, BEVT**

**Titre du Module :**

**Diversité anatomo-morphologique et histoire des lignées chlorophylliennes - DIVEG**

**Responsable(s) :** D. de Franceschi & J.-Y. Dubuisson

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	6	36	3	21	2	30	25

**Objectifs de l'UE :**

Cette UE se propose de préciser dans un cadre historique et évolutif l'organisation des principaux phylums d'« algues » et de plantes terrestres (Embryophytes) et les événements clés qui ont caractérisé cette évolution. Dans un cadre épistémologique, les différentes classifications (systèmes artificiels, classifications naturelles traditionnelles, gradistes ou cladistiques) seront exposées et comparées. La formation pratique intégrera la recherche des homologues, la caractérisation des différents organes, les différentes méthodes d'identification des organismes végétaux et les bases de la floristique.

**Mots-clés :**

Cyanobactéries – « algues » - endosymbioses - ovule - Embryophytes - Monilophytes - Spermatophytes - floristique - angiospermes - analyse florale

**Compétences visées :**

Acquisition des connaissances de base des grands groupes de végétaux actuels et fossiles, de la diversité de leurs plans d'organisation, des critères et méthodes utilisées pour les regroupements en systématique.

**Pré-Requis :**

Pas de pré-requis, mais des connaissances de bases en biologie végétale sont recommandées.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : janvier

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Dario de Franceschi : [dario.de-franceschi@mnhn.fr](mailto:dario.de-franceschi@mnhn.fr)

Jean-Yves Dubuisson : [dubuisson@mnhn.fr](mailto:dubuisson@mnhn.fr)



**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du Module :**

**Exploration et Description de la Biodiversité**

**Responsable(s) :** Nicolas Puillandre et Philippe Bouchet

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	25		7	1	32	20

**Objectifs de l'UE :**

Le débat fait rage dans la communauté scientifique et dans toute la société sur le futur de la biodiversité. Mais où en est-on de l'inventaire des espèces d'animaux, de champignons, de plantes de la planète ? Que reste-t-il à découvrir, et où ? Où et comment sont publiées les descriptions de nouvelles espèces ? Que font les systématiciens pendant la "6ème extinction" ? L'apparition des approches moléculaires en taxonomie a-t-elle changé la donne ? Le module sera composé de cours/conférences relevant de la culture générale naturaliste et d'une journée de travaux pratiques sur ordinateur.

**Mots-clés :**

Expédition naturaliste, espèce, crise de la biodiversité, taxonomie intégrative, description.

**Compétences visées :**

Acquérir une connaissance sur les enjeux liés à l'exploration, la description, l'évolution et le référencement de la biodiversité, dans le contexte actuel de crise d'extinction ; appliquer des méthodes de délimitations d'espèces et acquérir des connaissances de bases sur le travail du systématicien.

**Pré-Requis :**

Aucun

**Evaluation :**

Un examen écrit de 2 heures dans les semaines suivant le cours.

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

nicolas.puillandre@mnhn.fr, philippe.bouchet@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, BEVT, Tropimundo**

**Titre du Module :**

**Floristique tropicale - FLORATROP**

**Responsable(s) : J.-Y. Dubuisson & B. Riéra**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	22	4	4	1	30	25

**Objectifs de l'UE :**

Cette UE se propose d'exposer sous forme d'une série de conférences les grandes problématiques actuelles en biodiversité végétale et botanique tropicale, en incluant les principales méthodes d'investigation, de collection et d'analyse de cette biodiversité. Des spécialistes de divers groupes taxonomiques tropicaux représentatifs (« Cryptogames » et Spermatophytes) présenteront l'historique, les projets en cours et les perspectives de la recherche sur ces taxons afin d'illustrer les diverses approches qui sont développées actuellement en floristique tropicale. Des rappels sur les bases de la floristique seront également dispensés en début d'UE.

**Mots-clés :**

Floristique, botanique, écosystèmes tropicaux.

**Compétences visées :**

Acquisition du corpus de connaissances de base en diversité botanique tropicale, incluant la méthodologie et les divers niveaux d'étude et d'analyse de cette diversité.

**Pré-Requis :**

Bases en botanique et floristique.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : janvier

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu (via un mémoire à rendre) ,  Oral

**Contact(s) :**

Jean-Yves Dubuisson : dubuisson@mnhn.fr

Bernard Riéra : bernard.riera@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du Module :**

**Formalisation des connaissances en systématique et introduction à l'analyse à trois éléments**

**Responsable(s) : René Zaragüeta et Régine Vignes-Lebbe**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	15	15	-	1	30	∞

**Objectifs de l'UE :**

La formalisation des connaissances est au cœur de toute démarche méthodologique. Cet enseignement a pour objectif de présenter les objets mathématiques et informatiques au travers desquels sont ensuite présentés et discutés les concepts de la systématique, et des méthodes d'analyse phylogénétique.

L'UE présente aussi une application de la formalisation des connaissances en phylogénétique à l'interprétation théorique et à la méthodologie d'analyse dite "à trois éléments" qui l'implémente.

**Mots-clés :**

Formalisation, modèle, représentation informatique, caractère, homologie, analyse à trois éléments (3ia), cladistique.

**Compétences visées :**

Acquisition des bases formelles permettant de représenter un large éventail de problématiques.

Capacité d'identification de problèmes particuliers comme instances de classes de problèmes.

Capacité de synthèse

Capacité d'abstraction formelle et de représentation mathématique de problématiques scientifiques.

Capacité d'argumentation et de choix théoriques rationnels.

**Pré-Requis :**

Bases de biologie, concepts phylogénétiques.

**Evaluation :**

Présentation écrite et orale d'un travail personnel sur analyse bibliographique d'au moins 2 articles

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

René Zaragüeta : Rene.Zaragueta\_Bagils@sorbonne-universite.fr

Régine Vignes-Lebbe : regine.vignes\_lebbe@sorbonne-universite.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes / SE**

**Titre du Module :**

**Morphologie fonctionnelle : Mouvements**

**Responsable(s) :** Pr Vincent Bels, Muséum national d'Histoire naturelle

**Organisation de l'UE :**

Semestr e	ECT S	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximu m
M2-S3	3	20	10		1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif du module est d'aborder, au travers de différents cas d'étude, les concepts et méthodologies utilisés en Anatomie fonctionnelle des organismes. Ces cas d'études sélectionnés dans l'ensemble des animaux peuvent varier d'une année à l'autre. Les fonctions abordées sont principalement la locomotion, la prédation et la prise de nourriture, l'adhésion au substrat, la préhension des objets et substrats, la ventilation/respiration en milieux aquatiques, terrestres et aériens. Le contexte énergétique dans lequel ces fonctions sont réalisées est abordé dans un cadre de modélisation des interactions entre physiologie et fonction en lien avec la locomotion chez les animaux. Chaque cas d'étude vise à intégrer des approches de disciplines complémentaires telles que l'anatomie, la physiologie, l'embryologie, la phylogénie, la génétique, la physique, l'écologie et l'écologie comportementale par exemple. Les liens entre l'implication des structures dans différents comportements et leurs contraintes, liées à leur propre histoire, avec les caractéristiques fluctuantes du milieu permettent de développer, pour des espèces modèles ou non, des questions sur les mécanismes de l'évolution et de l'adaptation fonctionnelle des organismes. Les ouvertures sur les applications biomimétiques réelles et concrètes sont développées au sein de plusieurs cours (adhérence, robotique, etc.). L'ensemble des cours est complété par des travaux personnels discutés en séminaire.

**Mots-clés :**

Anatomie, fonctions, Comportements, Evolution, Adaptation

**Compétences visées :**

Les compétences sont :

- Approches intégratives des structures des organismes vivants et de leur fonctionnement
- Réflexion sur les mécanismes physiques et physiologiques sous-jacents aux structures et leur évolution
- Compréhension de mécanismes en biologie évolutive
- Réflexion sur l'approche biomimétique

**Pré-Requis :**

Connaissances de la biologie générales des organismes et en éthologie ou écologie comportementale (si possible).

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : janvier de chaque année académique

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Pr Vincent Bels, Muséum national d'Histoire naturelle, Institut de Systématique Evolution Biodiversité, UMR 7205 CNRS/MNHN/UPMC/EPHE, Station de Biologie Marine CRESCO, 38 rue du Port Blanc, F - 35800 - DINARD (BP 70134), France

Vincent.bels@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du Module :**

**Morphologie cladistique**

**Responsable(s) :** Véronique Barriel (MC MNHN)

**Organisation de l'UE :**

Semestr e	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs max
M2-S3	3	15	15	0	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif de ce module est d'assurer aux étudiants une formation sur la reconstruction phylogénétique assistée par ordinateur dans le cadre de la méthode cladistique (systématique phylogénétique). Les différents principes de la méthode sont présentés associés à une utilisation du logiciel PAUP. Les différentes étapes de la méthode cladistique sont abordées d'un point de vue théorique et pratique : établissement d'une matrice morphologique après observation de caractères anatomiques, analyse de la matrice, retour aux caractères sur l'arbre de parcimonie, mesures associées, discussion des relations de parenté, etc.

**Mots-clés :**

Cladistique, parcimonie, caractères, taxons, matrice, anatomie, arbres, consensus, homologie, homoplasie, indices, PAUP, TNT.

**Compétences visées :**

Savoir construire une matrice morphologique (choix de caractères, identification d'états de caractères, codage) et lire un arbre phylogénétique (transformations des caractères sur l'arbre, reconstruction des morphotypes ancestraux, ...) Maitrise de l'analyse cladistique et des logiciels dédiés.

**Pré-Requis :**

Des notions de reconstruction phylogénétique et des principes de la cladistique sont les bienvenues.

**Evaluation:**

Date de l'évaluation : un écrit de 3h en fin de semestre

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit / 20

**Contact(s) :**

**Véronique Barriel** : MNHN, Département "Origines et Evolution", UMR 7207 "CR2P", Case postale n°38, 57 rue Cuvier, 75005 Paris

Tel : 01 40 79 31 71 ; Mail : veronique.barriel@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du Module :**

**Morphométrie et Analyse des Formes**

**Responsable(s) : Sylvain GERBER (MC ISYEB)**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	10	10	10	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif de la formation est d'offrir aux étudiants un panorama général des concepts et des méthodes d'analyse des formes en biologie (morphométrie traditionnelle et géométrique, en 2D et 3D), et d'illustrer les diverses applications de la morphométrie aux sciences du vivant (systématique, écologie et évolution). Le module inclut des cours magistraux, des travaux dirigés et des travaux pratiques sur un jeu de données que les étudiants construisent et explorent à l'aide de divers outils morphométriques.

**Mots-clés :**

morphométrie, phénotype, forme, taille, allométrie, points repères, contours, espace morphologique

**Compétences visées :**

Compréhension des objectifs et principes de la morphométrie. Connaissance de la diversité des descripteurs morphométriques, de leurs valeurs et de leur limites. Capacité à implémenter une étude morphométrique : choix des descripteurs, acquisition des données, exploration et visualisation, discussion critique des résultats.

**Pré-Requis :**

Pas de prérequis particuliers, mais des connaissances en statistiques multivariées et dans l'utilisation du logiciel R peuvent être utiles.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : L'évaluation a lieu en fin de semaine et consiste en une restitution orale (PowerPoint) des analyses et des résultats obtenus lors des travaux pratiques

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Sylvain GERBER

Institut de Systématique Évolution Biodiversité

Email : sylvain.gerber@mnhn.fr

Tel : 01 40 79 39 98

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : M2 SEP-31**

**Titre du Module :**

**Origines de la vie (UE hors contrat pédagogique)**

**Responsable(s) :** Marie-Christine Maurel

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	15	15	0	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Initiation de niveau M2 aux thèmes liés aux Origines de la vie dans le Système Solaire et au-delà (exoplanètes). Les objectifs sont d'assurer une culture scientifique de base, de bon niveau et un regard critique sur ces sujets en rapport avec des enjeux très actuels sur la biologie de synthèse, l'origine et l'importance de la photosynthèse dans les problèmes liés à l'environnement et à l'écologie, les OGMs, la xénobiologie, etc. Manipuler, fabriquer la vie ? Est-ce possible ? est-ce souhaitable ? Planétologie et exploration spatiale seront également présentées dans le contexte environnemental.

**Mots-clés :**

Origines de la vie, biologie de synthèse, xénobiologie, photosynthèse et environnement, OGMs, fabriquer la vie ?, système solaire; Mars.

**Compétences visées :**

Les objectifs de l'UE sont d'assurer une culture scientifique de base, de bon niveau et un regard critique sur des sujets en rapport avec des enjeux environnementaux et éthiques très actuels.

**Pré-Requis :**

Forte motivation et une curiosité scientifique aigüe pour acquérir de solides connaissances sur des thèmes peu abordés dans les cursus "classiques".

**Evaluation:**

Évaluation par un contrôle continu écrit et une présentation orale d'analyse d'articles.

Date de l'évaluation : Contrôle continu pendant et à la fin de l'UE

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Marie-Christine Maurel : marie-christine.maurel@mnhn.fr et marie-christine.maurel@sorbonne-universite.fr ISYEB - Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (UMR 7205, MNHN, UPMC, CNRS, EPHE) 45 rue Buffon 75005 Paris

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, Paléontologie**

**Titre du Module :**

**Paléo-Biogéographie et Paléo-Biodiversité**

**Responsable(s) :**

Loïc Villier, PR, SU et R. Zaragüeta, MCU, SU

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	15	15		2	15	-

**Objectifs de l'UE :**

Le premier objectif est d'acquérir les principes théoriques et méthodologiques employées en biogéographie par les biologistes et les paléontologues, notamment les outils de comparaison et de reconstitution de l'histoire biogéographique (indices de similitude des associations taxonomiques, approches historiques, méthodes cladistiques).

La distribution de la biodiversité à la surface du globe et son histoire sont intimement liées à l'histoire de la géographie physique et à l'écologie des espèces.

Le second objectif est d'illustrer cette relation (endémisme, relation surface/biodiversité, influence de la conformation des continents et des conditions environnementales, etc.) à travers les exemples d'organismes continentaux ou marins.

**Mots-clés :**

biogéographie, biodiversité, phylogénétique, paléontologie, environnements continentaux et océaniques

**Compétences visées :**

Connaissance des concepts et des méthodes d'analyse de la biogéographie.

Intégration de la paléo-biogéographie dans les modèles d'analyse de la biodiversité actuelle et fossile.

**Pré-Requis :**

Connaissances minimales (niveau Licence) en biodiversité, phylogénétique, et tectonique des plaques.

**Evaluation :**

Évaluation par examen écrit de 2h

Date de l'évaluation : Pendant la semaine d'examens prévue

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Loïc Villier, Sorbonne Université, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléo-environnements, UMR 7207, Tour 46-56, 5e étage, case 104, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05



**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes/Pal**

**Titre du Module :**

**Paléohistologie**

**Responsable :** Damien GERMAIN

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2 – S3	3	15	15		2	15	25

**Objectifs de l'UE :**

Effectuer des inférences paléobiologiques du milieu de vie, du taux métabolique, du taux de croissance, du type de locomotion, etc, chez les vertébrés disparus utilisant la paléohistologie osseuse et les méthodes phylogénétiques comparées. Inférer des traits d'histoire de vie, des stratégies de croissance et de développement, de données paléobiologiques et paléo-environnementales. Présenter une synthèse sur les relations structuro-fonctionnelles des tissus squelettiques des vertébrés actuels et fossiles et leur évolution.

**Mots-clés :**

Paléobiologie, milieu de vie, taux métabolique, taux de croissance, locomotion, méthodes phylogénétiques comparées, traits d'histoire de vie, stratégies de croissance et de développement, paléo-environnements, tissus squelettiques, vertébrés.

**Compétences visées :**

Effectuer des inférences paléobiologiques utilisant la paléohistologie osseuse et les méthodes phylogénétiques comparées.

**Pré-Requis :**

Notions en phylogénie et en diversité des vertébrés

**Evaluation :**

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Damien GERMAIN  
Centre de Recherche en Paléontologie – Paris (UMR 7207)  
damien.germain@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, Pal**

**Titre du Module :**

**Apport des fossiles dans la phylogénie des grands clades de métazoaires**

**Responsable(s) :** Olivier Béthoux

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	27	3	0	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Cette UE aborde la systématique et l'histoire évolutive des grands clades de métazoaires à la lumière du registre fossile, en mettant l'accent sur les caractères morphologiques qui leur sont associés. Cet objectif est atteint par l'étude de cas choisis de fossiles ayant un rôle clef dans les reconstitutions phylogénétiques et/ou la calibration temporelle de ces relations. La découverte de l'importance de ces fossiles est replacée dans le contexte scientifique historique quand celui-ci est pertinent. Les cas sélectionnés couvrent les différents niveaux d'inférence phylogénétique auxquels les fossiles peuvent jouer un rôle, à savoir l'homologie topologique et l'homologie primaire & secondaire.

**Mots-clés :**

Paléontologie, anatomie comparée, homologie, phylogénie, fossile clef, Metazoa, Vertebrata, Echinodermata, Mollusca, Arthropoda

**Compétences visées :**

Acquisition de connaissances générales sur :

- les caractères des grands clades de métazoaires et leur date d'apparition ;
- l'identification et la caractérisation d'un fossile clef.

Acquisition de connaissances fines sur :

- les systèmes de caractères couramment utilisés en anatomie comparée appliquée aux métazoaires fossiles.

**Pré-Requis :**

Bonnes notions de systématique animale, bases de l'inférence phylogénétique.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit (3h),  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

Olivier Béthoux : obethoux@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, SE**

**Titre du Module :**

**Phylogénie des Métazoaires : évolution des plans d'organisation**

**Responsable(s) :** Michaël Manuel

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	9	11	10	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Cette UE aborde la diversité et l'évolution des métazoaires à grande échelle taxonomique, en intégrant les données issues de la reconstruction phylogénétique, de l'embryologie et de la morpho-anatomie comparée, de la génomique et de l'évo-dévo : (i) perspective historique (cours), (ii) synthèse critique de la littérature récente sur la phylogénie des métazoaires (cours), (iii) éclairages thématiques (séances de TD : évolution des cavités liquidiennes ; apports de l'évo-dévo ; de la paléontologie) ; (iv) mise en lumière (en séances de TP) des embranchements dits « mineurs » (rarement abordés dans les enseignements universitaires) et de leur importance pour reconstituer l'évolution de caractères anatomiques-clés.

**Mots-clés :**

Anatomie comparée, embryologie, évolution, évo-dévo, métazoaires, phylogénie, plan d'organisation

**Compétences visées :**

Appréhender la diversité morphologique ; observer, décrire, comparer l'anatomie d'un organisme.  
Manier des concepts : définition, perspective historique, application empirique.  
Optimiser des caractères sur une phylogénie.  
Discuter des résultats de recherche (choix méthodologiques, interprétation...).

**Pré-Requis :**

Connaissances de base (niveau L1-L2) sur les plans d'organisation des grands embranchements (documents de mise à niveau fournis à l'inscription).

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : en janvier

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit (1<sup>ère</sup> session)     Oral (2<sup>ème</sup> session)

**Contact(s) :**

michael.manuel@upmc.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes, Systématique et Evolution**

**Titre du module :**

**Phylogénie moléculaire et phylogénomique**

**Responsable(s) : Alexandre Hassanin & Nicolas Vidal**

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	6	21	30	9	2	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Les cours de la 1<sup>ère</sup> semaine permettront de se familiariser avec les concepts, techniques et méthodes de phylogénie moléculaire.

Chaque étudiant aura à produire des séquences d'ADN (gènes nucléaires et génome mitochondrial) à partir d'un échantillon.

La 2<sup>ème</sup> semaine sera consacrée aux analyses : nettoyage des séquences Sanger ; assemblage du génome mitochondrial à partir d'un séquençage Illumina (NGS) ; extraction dans les bases de données ; alignement multiple ; BLAST ; reconstruction phylogénétique par différentes méthodes ; datation moléculaire.

Ces analyses permettront de comprendre les caractéristiques évolutives des marqueurs et de mieux appréhender les artefacts de reconstruction et les erreurs d'interprétation.

**Mots-clés :**

évolution ; arbres ; espèces ; gènes ; génomes ; classification ; taxons ; supermatrice ; superarbre ; réseaux ; partitions ; mutations ; modèles ; bootstrap ; probabilités ; saturation ; taux d'évolution ; coalescence ; horloges moléculaires ; hybridation ; introgression ; bio- et phylo-géographie.

**Compétences visées :**

Maîtrise des concepts évolutifs liés à l'approche phylogénétique ;  
Autonomie dans les analyses couramment utilisées en phylogénie moléculaire ;  
Capacité à interpréter et à critiquer les arbres phylogénétiques publiés ;  
Ouverture vers les approches de génomique et de transcriptomique.

**Pré-Requis :**

Aucun prérequis n'est nécessaire pour suivre cette UE. L'important est de s'intéresser à la phylogénie, l'évolution moléculaire et celle des taxons.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : une journée après l'UE (date à convenir avec le jury et les étudiants)

Modalités de l'évaluation et barème : Exposé oral des analyses (10 mn) + 10 mn de questions

Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

**Contact(s) :**

alexandre.hassanin@mnhn.fr

nicolas.vidal@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes (UE obligatoire)**

**Titre du Module :**

**Initiation aux techniques de collectes et d'inventaires systématiques (UE projet obligatoire SEP)**

**Responsable(s) :** J.-Y. Dubuisson & C. Rollard

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3		30		1	30	50

**Objectifs de l'UE :**

Stage de terrain : initiation aux différentes techniques de collectes et d'inventaires dans des milieux variés, ainsi qu'à l'identification à partir de matériel collecté.

**Mots-clés :**

Zoologie, paléontologie, géologie, botanique, écologie, inventaires, identification, systématique.

**Compétences visées :**

Mettre en place un protocole d'inventaires et de collectes de données sur le terrain ; Collecter et conserver du matériel (botanique, zoologique, géologique) ; Utiliser les outils d'identification.

**Pré-Requis :**

Bases en biologie des organismes, systématique et/ou paléontologie.

**Evaluation :**

Date de l'évaluation : variable, voir ci-dessous

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit (projet à rendre sous forme d'un mémoire) ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

Jean-Yves Dubuisson : dubuisson@mnhn.fr

Christine Rollard : chroll@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du Module :**

**Statistiques multivariées et analyse de données**

**Responsable :** Sandrine Pavoine, Maître de conférences MNHN

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	18.5	10.5		1	29	20

**Objectifs de l'UE :**

L'objectif de l'UE est de fournir les connaissances et outils nécessaires à la pratique de l'analyse factorielle et d'autres approches d'analyse de données multivariées. L'UE inclut une introduction au logiciel R, environnement graphique et statistique largement utilisé en recherche et disponible gratuitement sur la plupart des plateformes informatiques. Les cours seront illustrés par de nombreux exemples.

**Mots-clés :**

Statistiques multivariées, analyses en composantes principales, analyse factorielle des correspondances, analyse des correspondances multiples, analyses discriminantes, classifications hiérarchiques, partitions, mélanges Gaussiens, analyses sur tableaux de distances, test de Mantel, langage R

**Compétences visées :**

Maîtriser les différentes techniques d'analyse, sélectionner les méthodes adaptées aux données, produire des graphiques adaptés et de qualité, résumer et synthétiser les résultats en vue de publication, maîtriser les fonctions ad hoc de R.

**Pré-Requis :**

Notions statistiques de base telles que la variance, la covariance, la corrélation

**Evaluation :**

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit,  TP,  Contrôle Continu,  Oral

(Analyse d'un jeu de données nouveau, rapport sous forme de diapositives et soutenance orale)

**Contact(s) :**

Sandrine Pavoine : sandrine.pavoine@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie (10 étudiants) / Quaternaire, Préhistoire, Bioarchéologie (10 étudiants)**

**Finalité : toutes, Paléontologie**

**Titre du Module :**

**Principes et méthodes en Taphonomie**

**Responsable(s) :** Ronan Allain & Stéphane Péan

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	6	30	4	4	2	19h	10+10

**Objectifs de l'UE :**

**Appréhender les principes et méthodes de la taphonomie en paléontologie et archéologie**

Ce module aborde les méthodes d'étude de la fossilisation et de la préservation de la diversité (biais de paléodiversité introduits par les facteurs de fossilisation, la prédation, la diagenèse, les actions humaines) au sein des sites archéologiques et paléontologiques. Les différentes techniques d'analyses permettant la reconnaissance de ces biais sont présentées par des spécialistes du domaine. Le module propose une initiation à la néo- et paléotaphonomie de différents organismes et matériaux (vertébrés, invertébrés, restes végétaux, molécules, outils, parois...) au moyen de cours et de TP/TD. Les implications paléo-écologiques, stratigraphiques et diagénétiques seront abordées. Dans le cadre de cet enseignement seront présentés les principaux facteurs jouant un rôle dans l'origine et les modifications des assemblages osseux et des surfaces osseuses.

**Mots-clés :**

Fossilisation – Diagenèse – Altération - Sites paléontologiques et archéologiques

**Compétences visées :**

Etre capable à l'issue du module de concevoir un projet de recherche incluant une étude taphonomique et appliquer les méthodes

**Pré-Requis :**

si possible avoir une formation en anatomie comparée

**Evaluation :**

examen écrit 3h, oral de rattrapage éventuellement

Date de l'évaluation : à l'issue du module

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

ronan.allain @mnhn.fr, stephane.pean@mnhn.fr

**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes**

**Titre du Module :**

**Taxinomie & Nomenclature**

**Responsable(s) :** Annemarie OHLER

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2-S3	3	24		6	1	30	20

**Objectifs de l'UE :**

Le module Taxinomie & Nomenclature tente de présenter les questions posées par la nomination des taxons et l'intégration des noms dans un système, en appliquant un cadre méthodologique et conceptuel en permanente évolution. Les solutions proposées par la nomenclature zoologique et botanique, et par le phylocode, ainsi que les réflexions actuelles sur les systèmes nomenclatureaux, sont présentées. Il s'agit de comprendre et d'appliquer les règles proposées dans les systèmes existants et de montrer qu'il y a des réponses multiples aux questions et problèmes rencontrés dans ce domaine.

**Mots-clés :**

Taxinomie, nomenclature, zoologie, botanique, codes

**Compétences visées :**

Comprendre et appliquer les règles des codes existants, comprendre les concepts régissant ces codes ; savoir résoudre des exemples en appliquant les principales règles des codes, afin de pouvoir appliquer ces apprentissages aux cas rencontrés pendant ses propres recherches systématiques.

**Pré-Requis :**

Goût de la systématique.

**Evaluation :**

Examen écrit sur des questions de cours et un exercice pratique.

Date de l'évaluation : Au plus tard 2 mois après le cours.

Modalités de l'évaluation et barème :  Ecrit ,  TP ,  Contrôle Continu ,  Oral

**Contact(s) :**

annemarie.ohelr@mnhn.fr



**Mention : Biodiversité, Ecologie et Evolution**

**Parcours : Systématique, Evolution, Paléontologie**

**Finalité : toutes/Pal**

**Titre du Module :**

**Méthodes phylogénétiques comparées (UE SEP2-51)**

**Date de début :**

**Date de fin :**

**Responsable :** Jorge CUBO

**Organisation de l'UE :**

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
M2 – S3	3	14	0	16	2	15	32

**Objectifs de l'UE :**

Acquérir les connaissances et compétences permettant d'effectuer des analyses statistiques qui incorporent la phylogénie pour contourner le problème de la non-indépendance des observations dans les études inter spécifiques. Le socle de l'inclut : la quantification du signal phylogénétique (Lambda de Page, K de Blomberg, etc) ; tests de modèles d'évolution de traits phénotypiques (Modèle Brownien, Modèle d'Ornstein-Uhlenbeck, etc) ; ANOVA phylogénétique ; ANCOVA phylogénétique ; régression linéaire phylogénétique (PGLS) ; régression logistique phylogénétique (PLR) ; inférence paléobiologique par « phylogenetic eigenvector maps » (PEM) et partition de la variation d'un trait phénotypique entre trois groupes de variables explicatives (fonctionnelles, structurales et phylogénétiques). Des méthodes plus spécifiques seront présentées par des intervenants ponctuels.

**Mots-clés :**

Signal phylogénétique ; modèle d'évolution ; ANOVA phylogénétique ; ANCOVA phylogénétique ; régression linéaire phylogénétique ; régression logistique phylogénétique ; inférence paléobiologique ; partition de la variation

**Compétences visées :**

Les étudiants acquièrent le savoir faire nécessaire pour pouvoir effectuer de façon autonome sous R les analyses statistiques qui incorporent la phylogénie citées ci-dessus en utilisant des bases de données issues de disciplines variées.

**Pré-Requis :**

Statistiques niveau M1

**Evaluation :**

Date de l'évaluation :

Modalités de l'évaluation et barème : 50 Ecrit, 50 TP  Oral

**Contact(s) :**

Jorge Cubo

Professeur à Sorbonne Université

Centre de Recherche en Paléontologie – Paris (UMR 7207)

jorge.cubo\_garcia@sorbonne-universite.fr

**Mention** : Biodiversité, Écologie et Évolution

**Parcours** : Systématique, Evolution et Paléontologie

**Finalité** : SEP

**Titre du Module** :

**BIOMAR - « Du terrain à la collection : comment appréhender l'organisme et son environnement » - Station marine de Concarneau (MNHN)**

**Responsable(s)** : Marc Eléaume, Cyril Gallut

**Organisation de l'UE** : UE hybride distanciell/présentiel

Semestre	ECTS	CM (h)	TD (h)	TP (h)	Nb de semaines	Nb heures par semaine	Effectifs maximum
1	3	6h	24h		1		16

#### Objectifs de l'UE

Cet atelier pratique, organisé à la station marine de Concarneau (MNHN), s'appuie sur des prélèvements *in situ* d'organismes marins et vise à permettre aux futur-e-s systématicien-ne-s d'appréhender les organismes dans leur milieu, tant sur les aspects biotiques qu'abiotiques, et leur offrir les outils nécessaires à l'organisation des échantillonnages sur le terrain. Pour ce faire seront abordées les stratégies d'échantillonnages, les méthodes de prélèvement d'organismes *in situ*, les méthodes de mesure des paramètres de l'environnement (T°, salinité, pH, O<sub>2</sub>, etc), les techniques liées au tri des organismes et leur mise en collection après identification. Les notions de base de données, de métadonnées, d'approche FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable), seront abordées afin de permettre la mise à disposition des données produites.

Les prélèvements *in situ* seront réalisés sur deux ou trois sites caractérisés par des habitats contrastés, et les paramètres abiotiques mesurés sur au moins un cycle de marée. Les communautés de chaque site seront caractérisées à la fois par leur composition faunique et leur environnement. Les compositions fauniques seront évaluées à travers la diversité spécifique et les abondances relatives de chaque espèce. Les habitats seront décrits par l'analyse des paramètres physico-chimiques mesurés.

#### Mots-clés

Communautés, identification, systématique, collection, paramètres environnementaux

#### Compétences visées

#### Pré-Requis

Aucun

#### Evaluation

Date de l'évaluation : tout au long du module

Modalités de l'évaluation et barème :

Écrit (Comptes-rendus de TP/TD)  TP  Contrôle continu  Oral

#### Contact

[marc.eleaume@mnhn.fr](mailto:marc.eleaume@mnhn.fr), [cyril.gallut@sorbonne-universite.fr](mailto:cyril.gallut@sorbonne-universite.fr)