



UNIL | Université de Lausanne



UNIVERSITÉ DE  
NEUCHÂTEL

Maîtrise universitaire ès Sciences en biogéosciences

Master of Science (MSc) in Biogeosciences

---

Faculté des géosciences et de l'environnement  
Université de Lausanne

Faculté des sciences  
Université de Neuchâtel

# Plan d'études

Entrée en vigueur | 18 septembre 2018



Site internet de la maîtrise universitaire : [www.biogeosciences.ch](http://www.biogeosciences.ch)

UNIL – Faculté des géosciences et de l'environnement | [www.unil.ch/gse](http://www.unil.ch/gse)

UNINE – Faculté des sciences | [www2.unine.ch/sciences](http://www2.unine.ch/sciences)

## **Maîtrise universitaire ès Sciences en biogéosciences**

### **Master of Sciences (MSc) in Biogeosciences**

**2018 - 2019**

Dans ce document, le masculin est utilisé à titre générique,  
tous les titres et fonctions doivent être entendus comme masculins et féminins.

La *Maîtrise universitaire ès Sciences en biogéosciences / Master of Sciences (MSc) in Biogeosciences* [ci-après *Maîtrise universitaire en biogéosciences*] est organisée conjointement par la Faculté des géosciences et de l'environnement de l'Université de Lausanne et la Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel.

De niveau 2<sup>ème</sup> cycle, ce programme de formation de 120 crédits ECTS a une durée prévue de quatre semestres après le Baccalauréat universitaire. Il est donné en français.

#### **Cadre général**

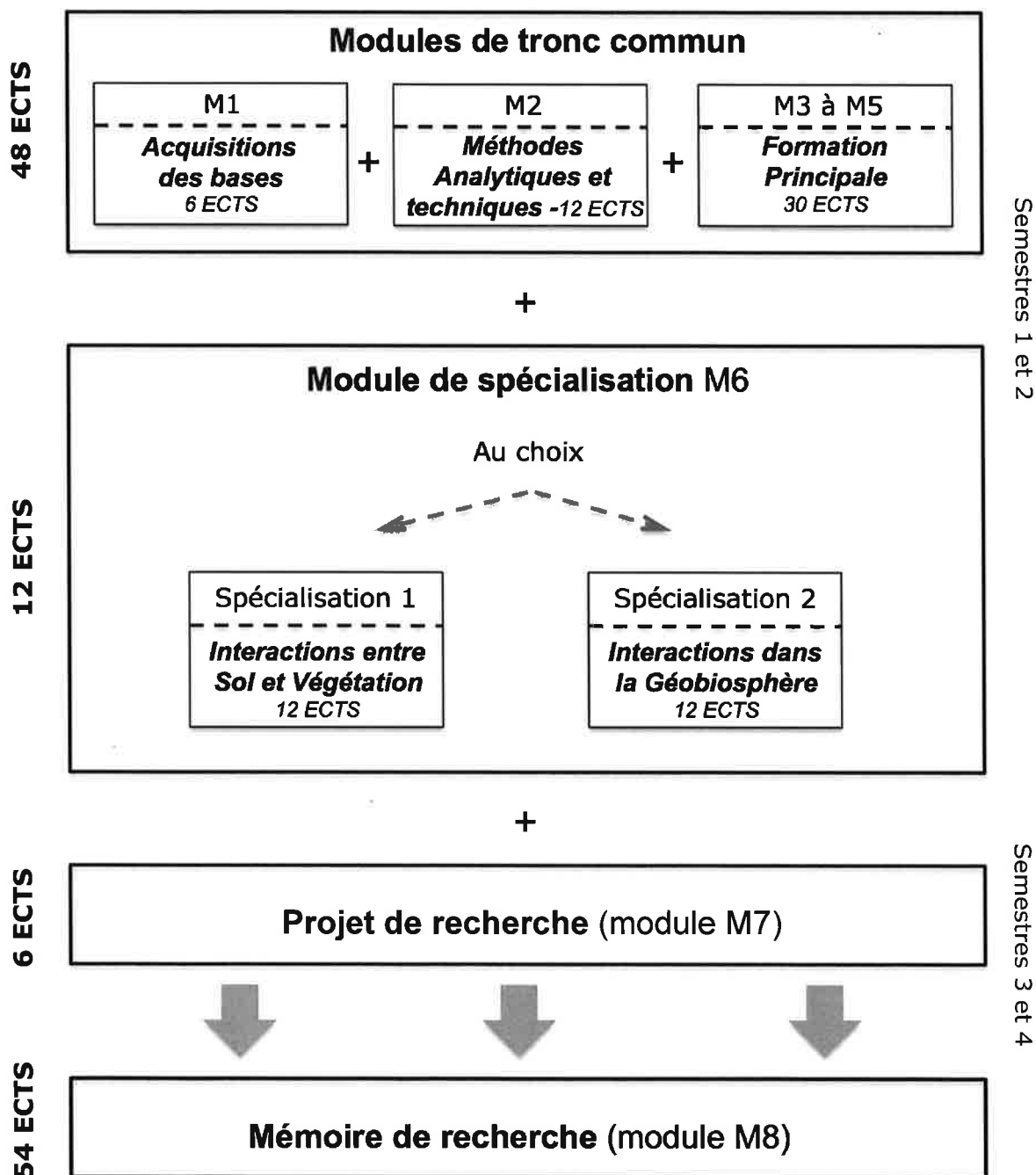
La Maîtrise universitaire en biogéosciences représente le fruit de l'intégration de deux domaines des sciences naturelles : la biologie et la géologie. Il repose sur l'émergence de nouveaux champs de recherche aux frontières multiples de ces deux disciplines. Son objectif principal est la préparation des étudiant-e-s à de nouvelles disciplines trans-thématiques fondées sur une approche intégrée de l'environnement naturel et anthropisé.

Le programme de la Maîtrise universitaire en biogéosciences assure une approche trans-disciplinaire. Il s'articule autour de champs disciplinaires présents au sein de la Faculté des géosciences et de l'environnement de l'Université de Lausanne et de la Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel :

1. *Disciplines liées à l'étude géologique et biogéochimique des environnements naturels et anthropisés.*  
Ces disciplines concernent la dynamique des sédiments de surface et leur histoire, les transferts d'éléments entre les divers réservoirs de la géobiosphère et leur caractérisation à des échelles de temps et d'espace variables.
2. *Disciplines liées à la connaissance des mécanismes fondamentaux de l'interface biologie-géologie que constitue le sol.*  
Ces disciplines reposent sur les concepts de l'écologie végétale, de la science du sol, de la biologie des sols et de leur biogéochimie. Elles traitent des mécanismes de la pédogenèse et de leur répartition spatiale, ainsi que du rôle essentiel de la végétation sur le sol et, inversement, de l'influence de ce dernier sur les plantes.
3. *Disciplines liées à la connaissance des interactions entre le minéral et le vivant à l'échelle des microorganismes.*  
Ces disciplines renvoient aux problématiques relatives au rôle des microorganismes dans le façonnement de l'épiderme terrestre et des échanges d'énergie et de matière qui s'y manifestent.

Le programme de formation est organisé autour de modules d'enseignements. Il permet une spécialisation dans deux orientations spécifiques (formation spécialisée). Les informations qui suivent en présentent succinctement la structure. Le programme est ensuite décrit d'une manière détaillée dans le présent Plan d'études.

### Maîtrise universitaire en biogéosciences



# Plan d'études

Le Plan d'études en vue de l'obtention de la Maîtrise universitaire en biogéosciences s'articule en quatre groupes de modules respectivement de 48, 12, 6 et 54 crédits ECTS:

1. **Des modules de tronc commun** de 48 crédits ECTS
2. **Des modules de spécialisation** de 12 crédits ECTS à choix dans l'un des deux domaines proposés :  
**Spécialisation 1** : Interactions entre Sol et Végétation  
**Spécialisation 2** : Interactions dans la Géobiosphère
3. **Un projet de recherche** de 6 crédits ECTS
4. **Un mémoire de recherche** de 54 crédits ECTS, réalisé, de préférence, en interdisciplinarité entre les spécialisations.

## Principes généraux

1. La Maîtrise universitaire en biogéosciences est une émanation commune des universités de Lausanne et de Neuchâtel. Certains enseignements seront donc répartis sur les deux sites universitaires. Sauf exception, les étudiants doivent se déplacer au moins un jour par semaine dans l'autre université que celle de leur immatriculation, en principe pour des cours du tronc commun. La semaine est partagée ainsi : 1 jour de tronc commun à l'Université de Lausanne (le mardi, en principe), 1 jour de tronc commun à l'Université de Neuchâtel (le lundi, en principe), 3 jours de travail personnel, de spécialisation ou encore de cours du tronc commun à effectuer sur le terrain.

2. Deux modules de spécialisation de 12 crédits ECTS sont proposés. La spécialisation est à choisir au plus tard à la fin de la 14<sup>ème</sup> semaine du semestre d'automne.

3. Tout examen peut être organisé à l'Université de Lausanne ou à l'Université de Neuchâtel. En principe la session d'hiver est organisée à l'Université de Lausanne, la session d'été est organisée à l'Université de Neuchâtel et la session de rattrapage d'automne à l'Université de Lausanne.

## Légende du tableau des cours

1. **Enseignants** : N.N. = enseignant à désigner
2. **Semestre** : A = semestre d'automne, P = semestre de printemps
3. **Type de cours** : C = cours ex cathedra, E = exercices, T = terrain, TP = travaux pratiques en laboratoire, S = séminaires
4. **Heures** : les heures réelles totales sont données ; jb = enseignement donné en jour-bloc ; djb = demi-journée-bloc
5. **Site** : LA = cours donné à Lausanne. NE = cours donné à Neuchâtel. AU = cours donné en un autre lieu (terrain). LA ou NE = cours donné sur chaque site (2 groupes en parallèle). LA, NE = cours intégrant des enseignants de LA et de NE, dont les heures sont partagées entre LA et NE (1 seul groupe d'étudiants)
6. **Evaluation** : le terme « Pratique » désigne un rapport écrit et/ou un exposé oral, indépendamment de la modalité de travail (travail individuel ou en groupe). Une telle évaluation a lieu dans le cadre du semestre, elle peut ou non faire l'objet d'une note.

## 1. Modules de tronc commun: 48 crédits ECTS

Les enseignements et activités pédagogiques des modules de tronc commun concernent tous les étudiants inscrits au programme. Le tronc commun s'articule autour de six modules qui forment un enseignement intégré donné par les enseignants impliqués dans l'ensemble du programme. Cet enseignement pose les fondements théoriques des biogéosciences et des approches méthodologiques associées. Ce tronc commun comprend des cours ex cathedra, des travaux pratiques, des conférences, des séminaires, des exercices et des excursions. Le programme de chaque année est actualisé avec l'aval du Comité scientifique.

Les enseignements s'articulent en trois ensembles de un ou plusieurs modules:

**Module M1** : Acquisitions des bases (6 crédits ECTS)

**Module M2** : Méthodes analytiques et techniques (12 crédits ECTS)

**Modules M3 à M5** : Enseignements liés à la formation principale en biogéosciences (30 crédits ECTS) soit :

**Module M3** : Cycles biogéochimiques (12 crédits ECTS)

**Module M4** : La vie et le sol (12 crédits ECTS)

**Module M5** : Campus virtuel et cours libres (6 crédits ECTS)

### 1.1. Module M1 d'acquisitions des bases (6 crédits ECTS)

Deux enseignements sur les cinq proposés doivent obligatoirement être choisis en accord avec le coordinateur ou le président du Comité scientifique de la Maîtrise universitaire en biogéosciences, et ce, en fonction de la formation initiale de l'étudiant et des éventuelles mises à niveau demandées.

#### Évaluation

Le module est validé et les 6 crédits ECTS sont octroyés lorsque la moyenne des pratiques portant sur les deux cours inscrits au sein du module est égale ou supérieure à 4. Attention ce module doit obligatoirement être validé au plus tard en fin du semestre 2. Il constitue un préalable à l'inscription en semestre 3 conformément au règlement d'études de la Maîtrise universitaire en biogéosciences.

Coordinateurs : Prof. P. Junier, UNINE et Prof. T. Vennemann, UNIL

| <b>M1 Acquisitions des bases</b>                           |                                 |             |                    |                   |             | <b>6 ECTS</b>  |
|--|---------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|----------------|
| <b>Cours</b>   | <b>Enseignants responsables</b> | <b>Sem.</b> | <b>Type Heures</b> | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |
| Ecologie et écosystèmes<br>ou<br>Floristique<br>Biologie 1 | Mitchell, Rasmann<br>Suhner     | A           | C<br>10 djb        | Pratique          | 3           | NE<br>LA       |
| Microbiologie<br>Biologie 2                                | Junier, Bindschedler            | A           | C<br>10 djb        | Pratique          | 3           | NE             |
| Géologie de la surface<br>Géologie 1                       | Verrecchia,<br>Grand            | A           | C<br>10 djb        | Pratique          | 3           | LA             |
| Géochimie de la surface<br>Géologie 2                      | Vennemann,<br>Spangenberg       | A           | C<br>10 djb        | Pratique          | 3           | LA             |

Examen du M1 : Moyenne pondérée par les crédits ECTS des deux pratiques choisies

## 1.2. Module M2 de concepts et méthodes (12 crédits ECTS)

Ce module vise à fournir les techniques de base nécessaires pour l'acquisition et le traitement de données de terrain ou de laboratoire. Les enseignements de ce module sont divers. Ils peuvent porter sur des techniques descriptives de terrain, des méthodes analytiques de laboratoire, ou encore sur des aspects d'analyse quantitative. Seul un cours est au choix car il dépend de la formation initiale en Baccalauréat universitaire de l'étudiant (TP Techniques d'écologie moléculaire ou TP Techniques géochimiques).

### Évaluation

Le module est validé et les 12 crédits ECTS sont octroyés lorsque la moyenne des notes pondérées par le nombre de crédits ECTS est égale ou supérieure à 4.

| <b>M2 Méthodes analytiques et techniques</b>   |                                 |             |                    |                   |             | <b>12 ECTS</b> |  |
|--|---------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|----------------|--|
| <b>Cours</b>   | <b>Enseignants responsables</b> | <b>Sem.</b> | <b>Type Heures</b> | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |  |
| TP Description des sols et analyses pédologiques   | Rasmann, Verrecchia             | A           | TP<br>18 dj        | Pratique          | 6           | LA, NE         |  |
| Selon formation initiale :<br>TP Techniques d'écologie moléculaire (NE) ou<br>TP Techniques géochimiques | Junier ou Peña, Vennemann       | A           | TP<br>6 djb        | Pratique          | 2           | NE<br>ou<br>LA |  |
| Modélisation spatiale des espèces et de la biodiversité  | Guisan                          | A           | C, E<br>9 djb      | Pratique          | 2           | LA             |  |
| TP Analyses quantitatives des données  | Verrecchia                      | P           | TP<br>6 djb        | Pratique          | 2           | LA             |  |

Examen du M2 : Moyenne pondérée par les crédits ECTS des pratiques

## 1.3. Modules M3 à M5 d'enseignements liés à la formation principale en biogéosciences (30 crédits ECTS)

Les enseignements de cet ensemble de modules forment le cœur commun de la Maîtrise universitaire en biogéosciences. Ils reposent sur des cours intégrés, des séances de Campus Virtuel et des cours libres.

### Évaluation

L'enseignement principal est validé et les 30 crédits ECTS sont octroyés lorsque la moyenne (selon la description des examens de chaque module ci-dessous) des évaluations de chacun des modules est égale ou supérieure à 4.

Coordinateur : Prof. T. Vennemann, UNIL

| <b>M3 Cycles biogéochimiques</b>                               |  |             |                    |                   |             | <b>12 ECTS</b> |  |
|--|--|-------------|--------------------|-------------------|-------------|----------------|--|
| <b>Cours</b>   | <b>Enseignants responsables</b>                    | <b>Sem.</b> | <b>Type Heures</b> | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |  |
| Géochimie organique et grands cycles élémentaires              | Perga, Verrecchia, Arnspurger, Föllmi, Spangenberg | A           | C, E<br>60         | Examen            | 6           | LA             |  |
| Isotopes stables comme traceurs environnementaux               | Vennemann  | P           | C<br>5 jb          | Examen            | 3           | LA             |  |
| Environmental biogeochemistry<br><i>Cours donné en Anglais</i> | Peña   | P           | C, E<br>30         |                   | 3           | LA             |  |

Examen du M3 : 2 écrits de 2 heures. Moyenne pondérée par les crédits ECTS des écrits.

Coordinateur : Dr C. Le Bayon, UNINE

| <b>M4 La vie et le sol</b>                   |                                     |             |                    |                   |             | <b>12 ECTS</b> |
|--|-------------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|----------------|
| <b>Cours</b>                                 | <b>Enseignants responsables</b>     | <b>Sem.</b> | <b>Type Heures</b> | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |
| Microbiologie des environnements naturels    | Junier, Bindschedler                | A           | C, S<br>9 djb      | Examen            | 3           | NE             |
| Les grands sols du monde                     | Adatte, Verrecchia, Grand, Le Bayon | A           | C<br>9 djb         |                   | 3           | LA, NE         |
| Biologie du sol                              | Mitchell                            | P           | C, S<br>18         | Examen            | 2           | NE             |
| Formes d'humus et ingénieurs de l'écosystème | Le Bayon                            | P           | C, S<br>18         |                   | 2           | NE             |
| TP Biologie du sol * ou TP Formes d'humus *  | Mitchell, Le Bayon                  | P           | TP<br>20           | Pratique          | 2           | NE             |

Examen du M4 : 2 écrits de 2 heures et une pratique. La moyenne du module est pondérée par les crédits ECTS.

\* Un des deux TP à choix. Max 12 étudiants pour le TP Formes d'humus.

| <b>M5 Campus virtuel, enseignements à choix</b>                 |                                 |             |                    |                   |             | <b>6 ECTS</b>  |
|---|---------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|----------------|
| <b>Cours</b>  | <b>Enseignants responsables</b> | <b>Sem.</b> | <b>Type Heures</b> | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |
| EXE Campus virtuel « Do It Your Soil » - Module de base         | Le Bayon                        | A           | E                  | Pratique          | 2           | AU             |
| EXE Campus virtuel « Do It Your Soil » - Module optionnel       | Le Bayon                        | A           | E                  | Pratique          | 1           | AU             |
| EXE Campus virtuel « Histoire de la vie »                       | Föllmi                          | A           | E                  | Pratique          | 2           | AU             |
| Stage Franco-Suisse * (2 <sup>ème</sup> année)                  | Mitchell                        | A           | C, S, TP<br>4 jb   | Pratique          | 2           | AU             |
| EXC Sols et végétation des Alpes<br><i>Maximum 15 étudiants</i> | Vittoz, Grand                   | P           | T<br>5 jb          | Pratique          | 2           | AU             |
| Stage en entreprise **<br>validation sans note                  | ---                             |             |                    | Pratique          | ---         | AU             |
| EXE Séminaires, colloques ou enseignements à choix libres       | ---                             |             | ---                | Selon choix       | ---         | AU             |

Examen du M5 : Evaluations à crédits

Les cours de langues et les enseignements de niveau bachelor ne peuvent pas être pris dans le cadre du module M5 Campus virtuel, enseignements à choix.

\* Le stage franco-suisse est proposé dans le cadre de la de la Fédération de masters franco-suisse en environnement. Il comporte des cours et des travaux pratiques donnés par des enseignants de la Maîtrise universitaire en biogéosciences, de l'HEPIA et des Maîtrises des universités partenaires en France, ainsi que des séminaires. Il se déroule en principe dans le Jura français à Bonnevaux (France).

\*\* Merci de bien vouloir prendre connaissance des modalités de validation d'un stage en entreprise dans le Règlement sur les stages qui se trouve sur le site internet du master.

## 2. Module de spécialisation : 12 crédits ECTS

Dans le module M6 deux spécialisations sont proposées (M6.1 et M6.2). L'étudiant s'inscrit à l'un de ces deux modules de spécialisation et suit les 12 crédits ECTS proposés. Les enseignements et activités pédagogiques du module de spécialisation ont lieu principalement durant le semestre 2.

### **Spécialisation 1 – Module M6.1 « Interactions entre Sol et Végétation »**

Cette spécialisation traite de questions liées à la compréhension des interrelations fondamentales entre le sol et les communautés végétales, d'un point de vue tant descriptif que fonctionnel. La moitié de la formation se fait sur le terrain, au cours de nombreuses sorties consacrées à l'apprentissage de nouvelles connaissances, mais aussi par l'acquisition de techniques de travail. De solides bases théoriques sont fournies dans le domaine de l'étude de la végétation, de l'écologie et de l'anatomie des plantes supérieures.

### **Spécialisation 2 – Module M6.2 « Interactions dans la Géobiosphère »**

Cette spécialisation s'attache à étudier les interactions dans la géobiosphère (interactions à diverses échelles du paysage), en incluant certaines reconstitutions paléo-environnementales (paléoécologie). Elle propose l'acquisition de bases fondamentales et le perfectionnement dans l'étude des phénomènes physico-chimiques (méthodes d'études de la géobiosphère) et biogéochimiques (géomicrobiologie) associés aux eaux et aux sols, et leurs conséquences sur l'évolution des écosystèmes qu'ils soient naturels ou influencés par l'homme.

Les deux spécialisations se terminent par un enseignement commun sur le terrain « Analyse du paysage naturel – cartographie » permettant aux étudiants de faire la synthèse des notions acquises tant dans les parties communes que dans les spécialisations choisies.



## 2.1. Spécialisation 1 – Module M6.1

### « Interactions entre Sol et Végétation »

Coordinateurs : Prof. S. Rasmann, UNINE et Dr P. Vittoz, UNIL

**Évaluation :** Le module est validé et les 12 crédits ECTS sont octroyés lorsque la moyenne (selon la description des examens du M6.1) des évaluations du module est égale ou supérieure à 4. Les cours doivent être suivis afin de pouvoir participer aux excursions du module.

| <b>M6.1 Spécialisation 1 : Interactions Sol – Végétation</b> |                                 |                 |                            |                   |             | <b>12 ECTS</b> |  |
|--|---------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------|--|
| <b>Cours</b>   | <b>Enseignants responsables</b> | <b>Semestre</b> | <b>Type Heures</b>         | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |  |
| Méthodes d'étude de la végétation                            | Rasmann                         | P               | C<br>15                    | Examen            | 1.5         | NE             |  |
| Phytosociologie et synsystématique                           | Vittoz                          | P               | C<br>21                    |                   | 2           | LA             |  |
| EXC Relations sol – végétation                               | Vittoz, Le Bayon                | P               | Portant sur l'exc.         |                   | 1.5         | AU             |  |
| EXC Relations sol – végétation                               | Vittoz, Le Bayon                | P               | T<br>6 jb                  | Pratique          | 1           | AU             |  |
| TP Méthodes d'étude de la végétation                         | Béguin                          | P               | TP<br>5 jb                 | Pratique          | 2           | NE             |  |
| Anatomie fonctionnelle et écologie des plantes supérieures   | Vollenweider                    | P               | C 18<br>TP 5 dj<br>EXC 1jb | Pratique          | 2           | NE             |  |
| EXC Analyse du paysage naturel – cartographie                | Verrecchia, Vittoz, Grand       | P               | T<br>5 jb                  | Pratique          | 2           | AU             |  |

Examen du M6.1 : L'examen est un examen oral de 45 min. d'une valeur de 5 crédits ECTS. La moyenne du module est pondérée par le nombre de crédits ECTS.

## 2.2. Spécialisation 2 – Module M6.2

### « Interactions dans la Géobiosphère »

Coordinateurs : Prof. P. Junier, UNINE et Prof. E. Verrecchia, UNIL

**Évaluation :** Le module est validé et les 12 crédits ECTS sont octroyés lorsque la moyenne (selon la description des examens du M6.2) des évaluations du module est égale ou supérieure à 4.

| <b>M6.2 Spécialisation 2 : Interactions dans la Géobiosphère</b>                |                                 |                 |                    |                   |             | <b>12 ECTS</b> |  |
|---|---------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------|----------------|--|
| <b>Cours</b>  | <b>Enseignants responsables</b> | <b>Semestre</b> | <b>Type Heures</b> | <b>Evaluation</b> | <b>ECTS</b> | <b>Site(s)</b> |  |
| Bio-altérations et biominéralisations   | Junier, Bindschedler, Perga     | P               | C<br>6 djb         | Examen            | 2           | LA, NE         |  |
| Géomicrobiologie  | Junier, Bindschedler            | P               | C, S<br>18         |                   | 2           | NE             |  |
| Formations superficielles, micromorphologie des sols                            | Verrecchia                      | P               | C, TP<br>6 djb     | Pratique          | 2           | LA             |  |
| Paléoécologie   | Mitchell                        | P               | C, TP<br>6 djb     | Pratique          | 2           | NE             |  |
| Microscopie électronique à balayage (2 <sup>e</sup> année) validation sans note | Vonlanthen, Vennemann           | A               | 6C 8TP             | Pratique          | 1           | LA             |  |
| Application de la méthode Rock-Eval   | Sebag, Adatte, Verrecchia       | P               | 14CE               | Pratique          | 1           | LA             |  |
| EXC Analyse du paysage naturel – cartographie                                   | Verrecchia, Vittoz, Grand       | P               | T<br>5 jb          | Pratique          | 2           | AU             |  |

Examen du M6.2 : L'examen est un examen oral de 45 min. d'une valeur de 6 crédits ECTS. La moyenne du module est pondérée par le nombre de crédits ECTS.

### 3. Travail de maîtrise : 60 crédits ECTS

#### 3.1. Projet de recherche – Module M7 (6 ECTS)

| M7 Projet de recherche         |                          |      |             |            |      | 6 ECTS     |
|--------------------------------|--------------------------|------|-------------|------------|------|------------|
| Cours                          | Enseignants responsables | Sem. | Type Heures | Evaluation | ECTS | Site(s)    |
| Rédaction du projet de mémoire | ---                      | P    | ---         | Pratique   | 6    | LA, NE, AU |

Examen du M7 : 1 note sur le projet écrit pondéré par les crédits ECTS de la pratique

#### 3.2. Mémoire de recherche – Module M8 (54 ECTS)

Ce module peut être commencé seulement si tous les modules, à l'exception du module 5 « Campus virtuel - enseignements à choix » et de l'enseignement « EXC Analyse du paysage naturel – cartographie » du module 6, sont validés.

Le dernier module M8 est réservé à un travail de recherche personnel permettant l'acquisition de 54 crédits ECTS. Le travail de recherche est réalisé **en liaison ou non** avec le module de spécialisation choisi. En effet, les sujets transdisciplinaires entre laboratoires sont fortement encouragés. Des sujets en collaboration avec les laboratoires impliqués dans le cadre de la Fédération de masters franco-suisse en environnement sont également plus que bienvenus. La procédure régissant la réalisation du travail de recherche figure dans les directives sur le mémoire de recherche en biogéosciences.

Mode d'évaluation du M8 : 1 note sur le mémoire de recherche

\* \* \*

Conseil de Faculté du 14 décembre 2017



René Véron  
Doyen (FGSE UNIL)

Conseil de Faculté du 13 mars 2018



Redouan Bshary  
Doyen (FS UNINE)