



UNIL | Université de Lausanne

Faculté des géosciences
et de l'environnement

Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de
l'environnement
Master of Science (MSc) in Environmental Science

| Faculté des géosciences et de l'environnement
| Université de Lausanne

Plan d'études

Entrée en vigueur | 17 septembre 2024



Faculté des géosciences et de l'environnement | www.unil.ch/gse

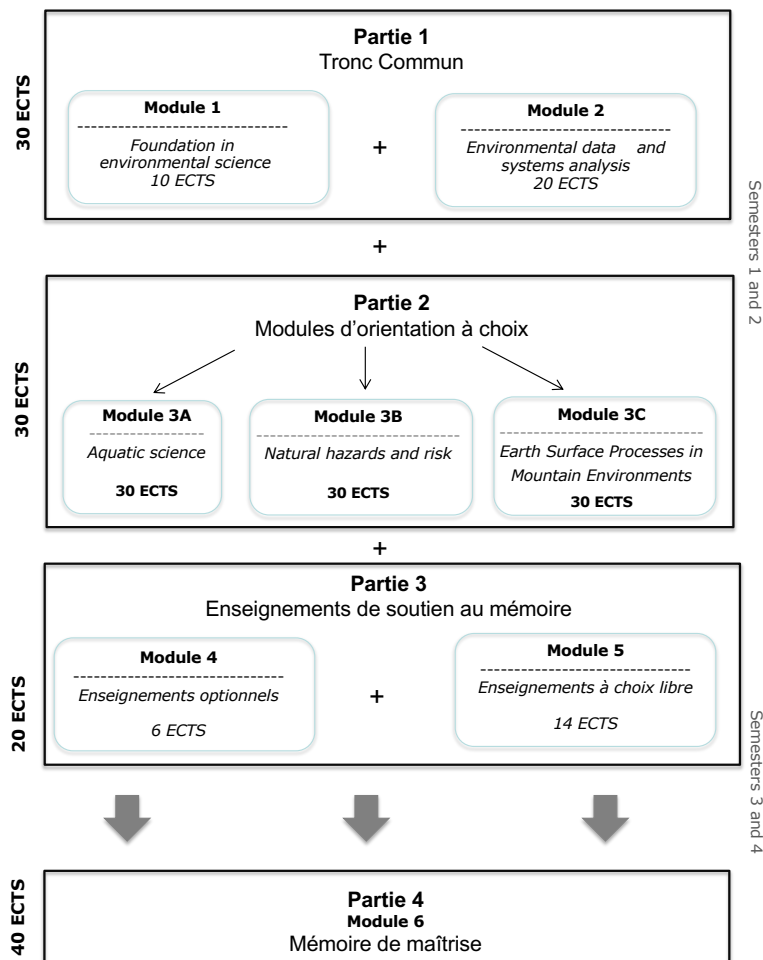
Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de l'environnement Master of Science (MSc) in Environmental Science

2024- 2025

Plan d'études

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

De niveau 2^{ème} cycle, ce cursus de 120 crédits ECTS a une durée prévue de 4 semestres. Les enseignements obligatoires sont donnés en anglais. Si l'anglais est utilisé, l'enseignant-e concerné veillera à respecter la Directive 3.4 de la Direction de l'Université.



Cadre général

Le Plan d'études de la Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de l'environnement s'articule en quatre parties :

Première année :

Partie 1 : un tronc commun de 30 ECTS, composé de deux modules

Module 1 « *Foundations in environmental science* » (10 crédits ECTS)

Module 2 « *Environmental data and systems analysis* » (20 crédits ECTS)

Partie 2 : une partie d'orientation de 30 ECTS

Orientation A « *Aquatic science* » (30 ECTS), composée d'un module

Orientation B « *Natural hazards and risk* » (30 ECTS), composée d'un module

Orientation C « *Earth surface processes in mountain environments* » (30 ECTS), composée d'un module

Deuxième année :

Partie 3 : deux modules d'enseignements en soutien au mémoire pour un total de 20 crédits ECTS. L'étudiant·e peut réaliser un stage en entreprise ou en administration.

Partie 4 : un mémoire de maîtrise (40 crédits ECTS)

L'évaluation des enseignements peut se faire sous l'une des formes suivantes :

- examen écrit (entre 2 et 4 heures, pendant une session d'examen)
- examen oral (entre 15 et 30 minutes, pendant une session d'examen)
- validation: contrôle continu (au minimum deux validations), pratique (rapport, séminaire, etc.) fourni dans le cadre des études.

Pré-requis : Les enseignements signalés comme pré-requis sont considérés comme les bases permettant de suivre des enseignements du programme de la Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de l'environnement.

Etudes à temps partiel : Les étudiant·e·s inscrit·e·s dans le cursus d'études à temps partiel (voir Directive de la Direction 3.12) doivent respecter les indications relatives au semestre et à l'année auxquels chaque enseignement doit être suivi. Ces recommandations figurent dans la dernière colonne des tableaux détaillant le Plan d'études (SA = semestre d'automne, SP = semestre de printemps, suivi d'un chiffre indiquant le numéro du semestre).

Légende du tableau des enseignements

1. **Enseignants** : N.N. = enseignant à désigner

2. **Type d'enseignement** : C = cours ex cathedra, T = terrain, TP = travaux pratiques, S = séminaires

3. **Heures** : les heures réelles totales correspondant à la durée des enseignements; jb = enseignement donné en jour-bloc ; djb = demi-journée-bloc

4. **Crédits ECTS** : un crédit ECTS équivaut à 25-30h de travail effectif

5. **Evaluation** : chaque enseignement est évalué au moyen d'un examen écrit ou oral ou d'une validation (contrôle continu, pratique, etc.). Les examens sont organisés pendant les sessions d'examens, les validations se déroulent pendant le semestre.

Partie 1 : Tronc commun (30 ECTS)

Les enseignements du tronc commun concernent tous les étudiant-e-s inscrits au cursus. La partie de tronc commun s'articule en deux modules. Pour les étudiant-e-s réalisant le cursus à temps partiel, il est demandé que les modules communs soient achevés à la fin de la deuxième année (SP4)¹.

Module 1 « Foundations in environmental science »

| Enseignements | Enseignants | Semestre | | Credits ECTS | Temps partiel |
|--|--|--|-------------------------|--------------|---------------|
| | | - | Nombre d'heures | | |
| Masters Project Preparation | P. de Anna (coord) G. Mariethoz | Automne 20 C,TP & Printemps 10 C,TP | Validation | 4 | SA3 SP4 |
| Applications of environmental science seminar series | N. Chèvre (coord) M.-H. Derron S. Lane intervenants | Automne 12 S | Pratique | 1 | SA1 |
| Statistical Analyses in Environmental Sciences | X. Dupla O. Broennimann | Printemps 27, C,TP | Examen Oral Pratique | 3 | SP2 |
| Introduction to Scientific Programming with Python | T. Beucler | Automne 16, C/TP | Pratique | 2 | SA3 |
| Total des crédits exigés pour ce module | | | Total | 10 | |

Evaluation :

Le module est réussi si la moyenne des notes pondérées par les crédits ECTS des évaluations notées est supérieure ou égale à 4.0 et si au moins 80% du total des crédits du module correspondent à des notes de 4.0 au moins ou à des validations « acquis ».

Module 2 « Environmental data and systems analysis »

L'étudiant-e choisit des enseignements parmi ceux proposés pour un total de 20 ECTS.

| Enseignements | Enseignant-e-s | Semestre | | Credits ECTS | Temps partiel |
|---|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| | | - | Nombre d'heures | | |
| Model parameter estimation and uncertainty quantification | N. Linde (resp.) J. Hunziker | Printemps 48 C,TP | Pratique | 5 | SP2 |
| Laboratory methods: experiments, measurements and uncertainties | P. de Anna | Printemps 48 C,TP | Pratique et oral | 5 | SP4 |
| Environmental time-series analysis | J. Irving | Automne 48 C,TP | Pratique et examen écrit | 5 | SA1 |
| Remote sensing of Earth systems | G. Mariethoz G. Antoniazza | Automne 48 C,TP | Pratique | 5 | SA1 |
| Machine Learning for Earth and Environmental Sciences (Ce cours a lieu en 2ème année) | T. Beucler | Automne 48 C,TP | Pratique | 5 | SA5 |
| Scientific computing | Y. Podladchikov | Automne 48 C,TP | Pratique | 5 | SA3 |
| Advanced Geospatial Data Analysis – practical concepts and environmental applications | M. Tonini | Printemps 48 C, TP | Pratique | 5 | SP4 |
| Total des crédits offerts pour ce module | | | | 35 | |
| Total des crédits exigés pour ce module | | | Total | 20 | |

L'étudiant-e n'est pas autorisé à inscrire plus de crédits ECTS que le nombre exigé pour le module.

Evaluation :

Le module est réussi et les crédits ECTS accordés lorsque la moyenne pondérée par les crédits ECTS des évaluations des enseignements choisis dans le module est égale ou supérieure à 4.00.

¹ Dans les tableaux, les indications SA et SP signifient respectivement Semestre d'Automne et Semestre de Printemps.

Partie 2 : Orientation (30 ECTS)

L'étudiant.e choisit une orientation parmi les trois proposées. Chaque orientation est composée d'un module.

Orientation « Aquatic science » (30 ECTS)

L'orientation «Sciences aquatiques » vise à prodiguer des compétences pluridisciplinaires sur les enjeux relatifs aux eaux continentales. Elle a été créée et construite dans une perspective globale intégrant le continuum aquatique typique du paysage suisse pour lequel les montagnes jouent littéralement le rôle de « château d'eau ». Cette formation intègre explicitement le lien hydrologique entre les glaciers et environnements de haute altitude, et les sols et le sous-sol, vers les rivières et les lacs de piémont. Une telle perspective, unique dans le paysage des formations universitaires en Suisse, permet d'aborder les enjeux relatifs aux eaux de surface et subsurface à l'échelle des bassins versants, qui est l'unité à la fois de la gestion environnementale et de la compréhension fondamentale des impacts de l'Homme sur la quantité et la qualité des eaux.

A la fin du Master, les étudiant.e-s devraient être capables de :

1. Maîtriser les outils de base d'étude des écoulements d'eau, du traçage de leur origine et de leur temps de résidence dans le sol, les rivières et lacs, d'étude de leur qualité chimique et biologique, tant au laboratoire que sur le terrain.
2. Approcher les enjeux liés à la disponibilité et qualité des eaux de surface et subsurface de façon pluridisciplinaire.
3. Intégrer les notions des différentes échelles d'espaces et de temps imbriquées dans les enjeux des eaux.
4. Construire et mener des programmes de collecte de données liés à ces enjeux, incluant leur analyse numérique.
5. Identifier les enjeux de gouvernance et les politiques publiques sur les eaux en Suisse.

Module 3A « Orientation Aquatic science »

| Enseignements | Enseignant-e-s | Semestre | | Credits ECTS | Temps partiel |
|---|---|--------------------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| | | Nombre d'heures | Evaluation | | |
| Solute transport in watersheds | P. Benettin | Automne 26 C,TP | Examen pratique et oral | 3 | SA3 |
| Environmental toxicology | N. Chèvre | Automne 30 C,TP | Pratique | 3 | SA1 |
| Soil and Water Chemistry | M. Keiluweit | Automne 39 C, TP | Examen écrit Pratique | 4 | SA1 |
| Aquatic ecosystems: glaciers, rivers, and lakes | M.-E. Perga S. Lane G. Antoniazza | Printemps 48 C,TP | Pratique | 5 | SP2 |
| Aquatic ecosystems : consultancy proposals, analyses and reports | S. Lane | Automne 2ème année 40 T | Pratique | 4 | SA2 |
| Tracing biogeochemical processes and fluxes using isotope analysis | T. Vennemann | Automne 20 C,TP | Pratique | 2 | SA1 |
| Field and laboratory methods (I): The UNIL campus as a microcosm | J. Berg (resp) N. Chèvre T. Vennemann | Printemps 60 C, TP | Pratique | 5 | SP2 |
| Field and laboratory methods (II): Alpine catchments (Le terrain peut se dérouler en dehors des périodes de cours) | M.-E. Perga S. Lane | Printemps Automne 50 T,C | Pratique | 4 | SP4 |
| Total des crédits exigés pour ce module | | | Total | 30 | |

Evaluation :

Le module est réussi et les crédits ECTS accordés lorsque la moyenne pondérée par les crédits ECTS des évaluations de l'ensemble des enseignements prévus dans le module est égale ou supérieure à 4.00.

Orientation « Natural hazards and risk » (30 ECTS)

L'orientation "Dangers naturels et risque" propose une formation en analyse des risques naturels, depuis l'étude des processus physiques jusqu'à leur gestion en passant par la quantification de leur probabilité d'occurrence (aléa).

Les principales composantes de cette orientation sont :

- 1) Etude des processus physiques : acquisition et analyse des données de base, cartographie, analyse et modélisation des mécanismes, techniques de monitoring. Dans cette partie, l'accent est mis sur les aléas gravitaires (glissement de terrain, éboulements, inondations, avalanches, ...).
- 2) Estimation du risque et de ses différents composants (aléas, vulnérabilité, résilience, « quantitative risk assessment: QRA », ...).
- 3) Gestion du risque, systèmes d'alerte, élaboration et évaluation des stratégies de réduction.
- 4) Communication du risque.

Cette orientation comprend des activités de terrain, du laboratoire et de la modélisation numérique. Elle inclut aussi des intervenants issus de la pratique dans la gestion des risques.

A la fin du Master, les étudiant.e-s devraient être capables de :

- Comprendre les processus à l'origine des principaux aléas naturels. Acquérir et analyser les données relatives à ces phénomènes sur le terrain et au laboratoire.
- Construire le modèle conceptuel d'un aléa. Maîtriser les outils de base de la modélisation numérique des phénomènes concernés.
- Procéder à une analyse quantitative du risque pour des phénomènes naturels.
- Proposer des mesures de réduction du risque
- Identifier plus largement les enjeux liés à la gestion du risque et à sa communication

Module 3B « Orientation Natural hazards and risk »

| Enseignements | Enseignant.e-s | Semestre | | Credits ECTS | Temps partiel |
|---|--|--------------------------|-------------------------|--------------|---------------|
| | | - | Nombre d'heures | | |
| | | | Evaluation | | |
| Communication on environmental risks | M. Jaboyedoff | Automne 32 C,TP | Pratique | 3 | SA1 |
| Advanced quantitative risk and vulnerability | M. Jaboyedoff | Automne 40 C,TP | Examen Oral | 3 | SA1 |
| Risk quantification and insurance | M. Jaboyedoff (resp) L. Marescot | Printemps 20 C, TP | Pratique | 2 | SP4 |
| Risk management (monitoring, early warning, post-disaster preparedness) | M. Jaboyedoff intervenants | Printemps 20 C, TP, T | Pratique et examen oral | 2 | SP2 |
| Erosion and slope movements | M. Jaboyedoff (resp) A. Abellan | Printemps 48 C,TP | Pratique et examen oral | 5 | SP2 |
| Monitoring techniques for slope dynamics | M.-H. Derron | Automne 48 C,TP | Pratique | 5 | SA3 |
| Hazards and risks of slope mass movements: field camp | M.-H. Derron M. Jaboyedoff | Printemps 80 T | Pratique | 5 | SP2 |
| Flood risk modeling | S. Lane G. Antoniazza Intervenants | Printemps 48 C,TP | Pratique | 5 | SP4 |
| Total des crédits exigés pour ce module | | | Total | 30 | |

Evaluation :

Le module est réussi et les crédits ECTS accordés lorsque la moyenne pondérée par les crédits ECTS des évaluations de l'ensemble des enseignements prévus dans le module est égale ou supérieure à 4.00.

Orientation « Earth Surface Processes in Mountain Environments » (30 ECTS)

L'orientation "Processus de la surface terrestre en environnements de montagne" vise à former les étudiant.e-s à l'analyse des processus de surface actifs dans les environnements montagneux. L'accent est mis sur la caractérisation des processus, sur le traitement et l'analyse de données, sur l'apprentissage de méthodes d'étude et sur la modélisation des processus. La formation est donnée sous la forme de cours, de travaux pratiques et de mesures de terrain.

A la fin du master, les étudiant.e-s devraient être capables de :

1. Décrire et analyser les processus naturels dans les régions de montagne en mobilisant les outils méthodologiques adéquats.
2. Maîtriser l'utilisation pratique de différentes méthodes d'analyse (de terrain, de modélisation, de laboratoire, de cartographie et de télédétection).
3. Récolter, traiter et analyser des informations et des données de terrain.
4. Appréhender de manière critique la complexité des processus de surface en montagne et les enjeux d'aménagement des régions de montagne.
5. Communiquer les résultats de recherche en analyse des processus de surface en montagne par oral et par écrit à des publics diversifiés.

Module 3C « Earth surface processes in mountain Environments »

| Enseignements | Enseignant-e-s | Semestre | | Credits ECTS | Temps partiel |
|---|---|--------------------------------|-----------------|--------------|--------------------------------|
| | | | Nombre d'heures | | |
| Alpine periglacial environments | C. Lambiel | Automne | 40 C,TP,T | 4 | SA1 SA3 |
| Monitoring techniques for slope dynamics | M.-H. Derron | Automne | 48 C,TP | 5 | SA3 |
| Aquatic ecosystems: glaciers, rivers, and lakes | M.-E. Perga S. Lane G. Antoniazza | Printemps | 48 C,TP | 5 | SP2 |
| GIS-based analysis for mountain geomorphology | C. Lambiel | Printemps | 28 C,TP | 3 | SP2 SP4 |
| Aquatic ecosystems : consultancy proposals analyses and reports | S. Lane | Automne 2 ^{ème} année | 40 T | 4 | SA3 SA5 |
| Erosion and slope movements | M. Jaboyedoff | Printemps | 48 C,TP | 5 | Pratique et examen oral SP2 |
| Dates and rates of Mountain evolution | G. King | Automne | 40 C,TP,T | 4 | SA3 |
| Total des crédits exigés pour ce module | | | | Total | 30 |

Evaluation :

Le module est réussi et les crédits ECTS accordés lorsque la moyenne pondérée par les crédits ECTS des évaluations de l'ensemble des enseignements prévus dans le module est égale ou supérieure à 4.00.

Partie 3 : Enseignements de soutien au mémoire (20 crédits ECTS)

Les étudiant·e·s complètent leur cursus académique avec des cours à choix en accord avec le/la directeur·trice de mémoire de master : les cours doivent être choisis pour soutenir la préparation du projet de master. Cette troisième partie se compose de deux modules : 4 et 5. Pour le module 4, l'étudiant·e choisit dans la liste proposée ci-dessous un total de 6 ECTS.

Module 4 : enseignements optionnels

| Enseignements | Enseignant·e·s | Semestre | | Credits ECTS | Temps partiel |
|--|----------------|----------------------|------------------|--------------|---------------|
| | | Nombre d'heures | Evaluation | | |
| Watershed and river network modelling | N. Peleg | Printemps 24 C,TP | Pratique | 3 | SP4 |
| Weather and climate dynamics | D. Domeisen | Printemps 27 C,TP | Pratique | 3 | SP4 |
| Mountain ecosystems; ecology and evolution Cours | A. Guisan | Printemps 28 C | Pratique | 3 | SP2 SP4 |
| Mountain ecosystems ; ecology and evolution Terrain (cours est obligatoire pour faire le terrain) | A. Guisan | Printemps 52 T | Contrôle Continu | 4 | SP2 SP4 |
| Principle of scientific data acquisition | C. Schmidt | Automne 24 C, TP | Pratique | 3 | SA3 |
| Total des crédits exigés pour ce module | | | Total | 6 | |

Module 5 : enseignements à choix libre

Pour le module 5, l'étudiant·e peut choisir les cours de master donnés soit au sein de la Faculté ou de l'UNIL, soit dans des cursus de sciences de Hautes Ecoles universitaires Suisses où à l'étranger, en accord avec son directeur·trice de mémoire, pour un total de 14 ECTS. Des cours de niveau Bachelor peuvent être proposés pour un maximum de 6 crédits ECTS. Des « travaux dirigés » peuvent être reconnus à la hauteur de 5 crédits ECTS.

Après avoir fait son choix de cours pour les deux modules, l'étudiant·e remplit le "**Formulaire d'enseignements à choix**", le soumet au / à la directeur·trice du mémoire pour **validation** et signature puis le transmet au secrétariat du Master.

Il est également possible d'inscrire un stage dans le module 5, pour autant qu'il ait été approuvé auparavant par le comité scientifique du Master. Le nombre de crédits alloués au stage dépend de la durée du stage réalisé, avec un maximum de 14 ECTS pour un stage réalisé sur trois mois. L'évaluation du stage comprend la rédaction d'un rapport et d'une évaluation du/ de la superviseur·euse dans la structure d'accueil, ainsi qu'une présentation orale pour les stages reconnus à la hauteur de 10 ECTS ou plus.

Evaluation de la partie 3 :

Chaque module de la partie 3 (4 et 5) est réussi et les crédits ECTS octroyés (6 ECTS pour le module 4 et 14 ECTS pour le module 5) lorsque chaque évaluation est réussie indépendamment grâce à l'obtention d'une note minimale de 4.0 ou d'une appréciation « acquis ».

Partie 4 : Mémoire de Maîtrise » (40 crédits ECTS)

La dernière partie est réservée à un travail de recherche personnel, le mémoire, permettant l'acquisition de 40 crédits ECTS. Le mémoire est à rendre en principe à la fin du 4^{ème} semestre. Il constitue la suite logique des modules d'enseignements. Le mémoire doit être réalisé dans l'orientation choisie. Un·e enseignant·e des cours obligatoires de la première année est en principe nommé directeur·trice du mémoire. Un·e enseignant·e de la Faculté peut également diriger un mémoire, avec l'accord du Comité scientifique, qui nomme un de ses membres comme rapporteur·euse.

Le module de mémoire est réussi et les 40 crédits ECTS sont accordés si la note rendant compte de la qualité de la recherche, de la qualité rédactionnelle du mémoire et de la défense est égale ou supérieure à 4.00.

Addenda

INFORMATION IMPORTANTE

La pandémie nous a montré que des circonstances indépendantes de notre volonté peuvent nous amener à devoir apporter les adaptations suivantes aux plans d'études en cours de semestre :

- possibilité de passer d'un mode d'enseignement à un autre (présentiel <—> à distance, synchrone <—> asynchrone, passage à l'enseignement co-modal là où il n'était pas prévu au départ).
- modification des modalités d'évaluation, **sans induire de dérogation aux Règlements d'études** (oral <—> écrit, examen <—> validation, travail individuel <—> travail en groupe, travail pratique <—> travail théorique, évaluation en présence <—> évaluation en ligne, etc.)
- modalités alternatives ou décalées dans le temps pour les enseignements, stages, travaux pratiques, terrains et camps qui ne pourraient avoir lieu ou les enseignements qui ne pourraient plus avoir lieu dans la forme initialement prévue.

Réserve adoptée par la Direction de l'Université de Lausanne, le 1^{er} juillet 2022