

Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de la Terre

Master of Science (Msc) in Earth Sciences

Règlement

Plans d'études

Descriptifs de cours

École Lémanique des Sciences de la Terre

2021/2022

Sommaire

• Présentation du Master ès Sciences de la Terre	4
• Structure	5
• Règlement	6
• Plan d'études	14
• Orientation SERG	15
• Orientation GATO	26
• Orientation RGEOL	37
• Descriptif des enseignements	45
• Contact	80

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

Master ès Sciences en sciences de la Terre

Master of Science (MSc) in Earth Sciences

La Maîtrise universitaire en sciences de la Terre / Master of Science in Earth Sciences (ci-après Master en sciences de la Terre) est délivrée conjointement par l'Université de Genève et l'Université de Lausanne, au travers de l'École Lémanique des Sciences de la Terre (ci-après ELSTE). De niveau 2ème cycle, ce cursus de 120 crédits ECTS a une durée prévue de quatre semestres. Les enseignements sont donnés en français et en anglais mais peuvent être intégralement dispensés en anglais.

Le Master en sciences de la Terre s'articule autour de trois orientations :

- Géologie sédimentaire, environnementale et des réservoirs (Sedimentary, Environmental, and Reservoir Geology) → SERG
- Géochimie, Tectonique Alpine, Gîtes métallifères (Geochemistry, Alpine Tectonics, Ore Deposits) → GATO
- Risques géologiques (Geological Risks) → RGEOL

Dès le début du Master, l'étudiant choisit une des trois orientations proposées. Le cursus de chaque orientation comprend :

- Une partie de quatre modules obligatoires (24 crédits ECTS)
- Une partie de quatre modules à choisir dans une liste prédéfinie (24 crédits ECTS)
- Une partie à choix libre (12 crédits ECTS)
- Une partie mémoire de Master de 60 crédits ECTS. Ce mémoire de Master est un travail personnel de recherche placé sous la responsabilité d'un enseignant de l'ELSTE.

Partie A: 24 crédits ECTS obligatoires répartis en 4 modules

Module: 9 crédits ECTS

Module: 6 crédits ECTS

Module: 6 crédits ECTS

Module: 3 crédits ECTS

Partie B: 24 crédits ECTS à choix

4 modules de 6 crédits ECTS à choisir dans une liste prédéfinie

Partie C: 12 crédits ECTS à choix libre

Partie Mémoire: 60 crédits ECTS

Projet de Master: 10 crédits ECTS

Mémoire et soutenance du mémoire de Master: 50 crédits ECTS

Dans la mesure du possible, les enseignements doivent être suivis durant la première année du Master. Durant la première année du Master, l'étudiant commence également à travailler sur son mémoire de Master afin de présenter avant le début de la deuxième année du cursus, son projet de mémoire de Master. La deuxième année du Master est essentiellement consacrée au mémoire de Master.

Structure

Master ès Sciences en sciences de la Terre ELSTE - 2021/2022

Orientation	Géologie sédimentaire, environnementale et des réservoirs - SERG SERG	Géochimie, tectonique alpine, gîtes métallifères - GATO GATO	Risques géologiques RGEOL RGEOL
<i>la couleur de chaque module se retrouve dans les feuilles présentant les horaires</i>			
Partie A : obligatoire 24 crédits ECTS	<p>Sedimentary rock and processes from source-to-sink S. Castellort</p> <p>Life evolving iwith Earth - A. Daley et E. Samankassou</p> <p>Basin Research G. Simpson</p> <p>Geophysics across scales for geologists G. Hetényi</p>	<p>Petrological processes in geodynamic environments U. Schaltegger - O. Müntener</p> <p>Quantitative tectonics and rock deformation - S. Schmalholz</p> <p>Field trips L. Caricchi et L. Baumgartner</p> <p>Geophysics across scales for geologists G. Hetényi</p>	<p>Petrological processes in geodynamic environments U. Schaltegger - O. Müntener</p> <p>Fundamentals of numerical modelling and data analysis - Y. Podladchikov</p> <p>Spatial analysis applied to geology and risk - M. Sartori</p> <p>Geophysics across scales for geologists G. Hetényi</p>
Partie B : 4 modules à choix - 24 crédits ECTS	<p>Pratique de la géologie environnementale</p> <p>Fluid flow for geologists M. Lupi</p> <p>Advanced structural geology JL Epard</p> <p>Fundamentals of numerical modelling and data analysis - Y. Podladchikov</p> <p>Spatial analysis applied to geology and risk - M. Sartori</p> <p>2D and 3D seismic interpretation A. MoscarIELlo</p> <p>Borehole logging and rock physics B. Quintal</p> <p>Integrated Basin analysis A. MoscarIELlo</p> <p>Reservoir geology I A. MoscarIELlo</p> <p>Reservoir geology II A. MoscarIELlo</p> <p>Biostratigraphy and micropaleontology - R. Martini</p>	<p>Pratique de la géologie environnementale</p> <p>Fluid flow for geologists M. Lupi</p> <p>Advanced structural geology JL Epard</p> <p>Fundamentals of numerical modelling and data analysis - Y. Podladchikov</p> <p>Spatial analysis applied to geology and risk - M. Sartori</p> <p>Ore deposits K. Kouzmanov</p> <p>Advanced petrology and volcanology L. Caricchi</p> <p>Applied and environmental mineralogy O. Müntener</p> <p>Stable and radiogenic isotope geochemistry - M. Charadía</p> <p>Petrology and fluids in the Earth's crust Z. Zajacz</p> <p>Mineral exploration R. Moritz</p>	<p>Pratique de la géologie environnementale</p> <p>Fluid flow for geologists M. Lupi</p> <p>Volcanic and seismic risks C. Bonadonna</p> <p>Hazard and risk of slope movements M. Jaboyedoff</p> <p>Advanced risk M. Jaboyedoff</p> <p>2D and 3D seismic interpretation A. MoscarIELlo</p> <p>Advanced petrology and volcanology L. Caricchi</p> <p>Risk management S. Menoni</p>
Partie C : crédits libres	Crédits libres 12 ECTS	Crédits libres 12 ECTS	Crédits libres 12 ECTS
Mémoire de Master 60 crédits ECTS			

60 crédits ECTS

Règlement d'études

*Le règlement est disponible dans cette brochure à titre informatif uniquement.
Le règlement original signé prévaut. Il est téléchargeable sur geoleman.ch*

Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de la Terre

Master of Science (MSc) in Earth Sciences

Préambule

La Convention sur l'Ecole Lémanique des Sciences de la Terre (ELSTE) a été signée le 7 juillet 1999, puis renouvelée pour la dernière fois le 11 janvier 2018. Elle implique :

- Le Département des sciences de la Terre, rattaché à la Section des sciences de la Terre et de l'environnement de la Faculté des sciences de l'UNIGE;
- l'Institut des Sciences de la Terre, rattaché à la Faculté des géosciences et de l'environnement de l'UNIL.

Chapitre 1 – Dispositions générales

Article 1
Objet

¹ Les Universités de Genève et Lausanne (ci-après « les universités partenaires ») délivrent conjointement une Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de la Terre /Master of Sciences (Msc) in Earth Sciences faisant partie de la formation universitaire de base conformément à la Convention-cadre entre les Universités de Fribourg, Genève, Lausanne et Neuchâtel relative à la création de bachelors et de masters communs du 27 mars 2009 et dans le respect des dispositions de swissuniversities.

² Les subdivisions concernées (ci-après les facultés partenaires) sont :

- La Faculté des sciences de l'UNIGE
- La Faculté des géosciences et de l'environnement de l'UNIL.

Article 2
Gestion et organisation

¹ Le cursus et la gestion de la Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de la Terre (ci-après Master en sciences de la Terre) sont placés sous la responsabilité du Comité de direction de l'ELSTE dont les compétences sont définies dans la Convention citée en préambule.

² La Faculté du lieu d'immatriculation est définie comme la Faculté responsable de la gestion du cursus d'un étudiant (ci-après : Faculté responsable de la gestion du cursus).

³ Le Directeur de l'ELSTE est chargé de l'exécution (communication) des préavis du comité aux instances compétentes des universités partenaires.

⁴ Le Comité de direction de l'ELSTE a notamment les tâches suivantes :

- Elaborer le règlement et le plan d'études du Master en sciences de la Terre compatibles avec les lois et règlements propres à chaque université et les soumettre à l'approbation des autorités compétentes de chaque université partenaire ;
- préavis, à l'intention des instances compétentes de chaque université partenaire, l'admission des candidats et les équivalences ;
- coordonner les cours et autres activités prévus dans le plan d'études ainsi que le déroulement des évaluations ;
- favoriser la promotion commune du Master en sciences de la Terre;
- désigner un conseiller aux études sur chacun des deux sites.

Article 3
Objectifs de formation

Le Master en sciences de la Terre offre une formation qui combine science fondamentale et applications pratiques dans la perspective d'aborder les problèmes géologiques de la planète. Il a pour objectif de doter les étudiants des outils nécessaires à la gestion de domaines gouvernant les sciences de la Terre selon un axe pluridisciplinaire : la géodynamique des chaînes de montagnes et les processus physiques sous-jacents, la géochimie du manteau et de la croûte terrestre, l'évolution de la vie, des océans et du paléoclimat à travers l'étude des roches

sédimentaires, le monitoring et la modélisation des processus géophysiques de surface, la géologie des réservoirs et l'analyse des bassins, les ressources minérales, ainsi que les risques géologiques. Les étudiants utilisent des méthodes et des laboratoires analytiques et sont impliqués dans des études de terrain, en collaboration avec des partenaires académiques, de recherche et industriels. Les compétences acquises durant cette formation préparent de manière concrète à des fonctions professionnelles et des secteurs d'insertion très variés dans la sphère des sciences de la Terre.

Dans ce contexte, à la fin du Master les étudiants sont capables :

- D'analyser les enjeux dans le domaine des sciences de la Terre.
- De faire preuve d'esprit critique, d'analyse et de synthèse dans la gestion de problèmes contemporains liés aux sciences de la Terre.
- De proposer des solutions à des problèmes complexes en géologie sur la base de connaissances techniques, de mesures sur le terrain, de traitement de données quantitatives et de méthodes de modélisation.
- D'utiliser des outils pointus en sciences de la Terre (équipements et techniques analytiques, laboratoires).
- De mener un travail de recherche indépendant et innovant en intégrant des aspects à la fois théoriques, expérimentaux ou acquis sur le terrain au niveau national ou international.
- De travailler aussi bien de manière autonome qu'en groupe.
- De communiquer de façon exhaustive à l'oral et à l'écrit, y compris en anglais
- D'argumenter à partir de bases solides et cohérentes dans le domaine des sciences de la Terre; de démontrer une thèse scientifique de manière logique et de convaincre un public varié tout en étant ouverts à de nouvelles idées.

Chapitre 2 – Immatriculation et admission

- Article 4**
Admission en général
- ¹ Sont admis au Master en sciences de la Terre
- a. les titulaires d'un Baccalauréat universitaire en sciences de la Terre et de l'environnement décerné par la Faculté des sciences de l'Université de Genève
 - b. les titulaires d'un Baccalauréat universitaire ès Sciences en géosciences de l'environnement mention géologie décerné par l'Université de Lausanne sur proposition de sa Faculté des géosciences de l'environnement
 - c. les titulaires d'un Baccalauréat universitaire (ci-après Bachelor) d'une université suisse rattaché à la branche d'études (swissuniversities) « sciences de la Terre »
 - d. les titulaires d'un titre, considéré équivalent par les instances compétentes de chaque université sur préavis du Comité de direction.
- ² Par ailleurs les candidats doivent remplir les conditions d'immatriculation de l'université au sein de laquelle ils souhaitent s'immatriculer.

- Article 5**
Admission avec exigences supplémentaires
- ¹ Si le Bachelor n'a pas été obtenu dans l'une des branches d'études mentionnées à l'article 4.1, le Comité de direction peut proposer l'admission avec exigences supplémentaires, sous réserve de l'article 7 ci-après. Celles-ci ne doivent pas dépasser 18 crédits ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System).
- ² Les modalités de réalisation du programme de mise à niveau ainsi que les délais sont indiqués par écrit à l'étudiant par la faculté responsable de la gestion de son cursus.
- ³ Si les exigences supplémentaires ne sont pas réalisées dans les délais impartis, l'étudiant est éliminé du cursus conformément à l'article 19 ci-après.

- Article 6**
Admission avec
- ¹ Si le Bachelor n'a pas été obtenu dans l'une des branches d'études mentionnées à l'article 4.1, le Comité de direction peut proposer l'admission avec conditions préalables qui ne doivent pas dépasser 60 crédits ECTS.

conditions préalables	<p>² Les modalités de réalisation du programme de mise à niveau ainsi que les délais sont indiqués par écrit à l'étudiant par la faculté responsable de la gestion de son cursus.</p> <p>³ Si les conditions préalables ne sont pas réalisées dans les délais impartis, la décision d'admission est révoquée.</p>
Article 7 Immatri-culation et droits d'inscription	<p>¹ L'immatri-culation et l'admission sont prononcées par les instances compétentes de l'université d'immatri-culation, sur préavis du Comité de direction.</p> <p>² Chaque étudiant est immatriculé, à son choix, auprès de l'une des universités partenaires, et inscrit dans la Faculté correspondante. Il s'acquiesce des droits fixés par cette seule université.</p> <p>³ Le lieu d'immatri-culation ne peut en principe être modifié en cours de cursus.</p> <p>⁴ Les étudiants sont soumis aux lois et règlements de leur Université pour tout ce qui n'est pas expressément stipulé dans le présent règlement.</p>
Article 8 Équivalences	<p>¹ Un étudiant ayant antérieurement reçu une formation de niveau Master reconnue dans un domaine d'études proche du cursus du Master en sciences de la Terre, ou étant titulaire, dans un autre domaine d'études, d'un grade universitaire reconnu, peut obtenir des équivalences.</p> <p>² Dans tous les cas, au moins 80 crédits ECTS sur les 120 requis, doivent être acquis dans le cadre du cursus du Master en sciences de la Terre, dont les crédits liés au mémoire.</p> <p>⁴ Le Comité de direction de l'ELSTE préavise les demandes d'équivalence à l'attention de la Faculté responsable de la gestion du cursus.</p>
Article 9 Conditions d'admission suite à un échec définitif	<p>L'étudiant qui a subi un échec définitif au niveau master dans une autre faculté, université ou haute école et qui est admis à s'inscrire au Master en sciences de la Terre ne bénéficie que d'une seule tentative à l'évaluation du module de 9 crédits ECTS de la partie obligatoire défini dans le plan d'études du Master en sciences de la Terre. Il est en échec définitif et est éliminé s'il échoue à cette évaluation.</p>

Chapitre 3 – Programme d'études

Article 10 Durée des études et crédits ECTS	<p>¹ Les plans d'études sont organisés de manière à permettre l'obtention de 60 crédits ECTS par année d'études à plein temps.</p> <p>² Pour l'obtention du Master en sciences de la Terre, l'étudiant doit acquiesce un total de 120 crédits ECTS prévus au plan d'études. La durée normale des études est de 4 semestres ; la durée maximale, sauf dérogation accordée par le Décanat de la Faculté responsable en cas de force majeure ou pour de justes motifs, est de 6 semestres.</p> <p>³ La durée maximale des études peut être réduite proportionnellement pour les étudiants au bénéfice d'équivalences. Elle est allongée proportionnellement si des mises à niveau à réaliser au cours du cursus (exigences supplémentaires) ont été imposées (art. 5).</p>
Article 11 Congé	<p>Les étudiants qui souhaitent interrompre momentanément leurs études peuvent demander un congé conformément aux règles prévalant au sein de l'Université dans laquelle ils sont immatriculés.</p>
Article 12 Plan d'études	<p>¹ Le plan d'études précise sous quelle forme sont dispensés les enseignements (cours, séminaires, travaux pratiques, etc.) et selon quel mode ils sont évalués (examen, contrôle continu, pratique, etc.). Il précise également si un stage est prévu durant le cursus.</p> <p>² Le plan d'études précise si les enseignements sont obligatoires ou à option.</p> <p>³ Il prévoit les enseignements qui sont validés isolément et ceux qui le sont de manière regroupée (modules).</p> <p>⁴ La répartition des crédits ECTS rattachés à chaque enseignement et au travail de fin d'études, figure dans le plan d'études.</p> <p>⁵ Le cursus est organisé selon plusieurs orientations. Chacune des orientations comprend :</p> <ul style="list-style-type: none">- Une partie obligatoire de 24 crédits ECTS, répartis en quatre modules

- Une partie de 24 crédits ECTS, répartis en quatre modules à choisir parmi ceux proposés dans l'orientation suivie
- Une partie de 12 crédits ECTS à choix libre (enseignements, stage...)
- Une partie mémoire de 60 crédits ECTS, dont 10 crédits ECTS relèvent du projet de Master et 50 crédits ECTS relèvent du manuscrit et de la soutenance du mémoire.

⁶ Au début des études de Master, l'étudiant choisit une orientation parmi celles proposées dans le plan d'études du Master en sciences de la Terre. Le responsable de son travail de mémoire (le cas échéant, le conseiller aux études) approuve par écrit la liste des enseignements choisis par l'étudiant.

⁷ Au plus tard à la fin du premier semestre du cursus de Master, l'étudiant doit avoir choisi le responsable et le sujet de son travail de mémoire.

⁸ Le plan d'études est approuvé par les instances compétentes de chacune des deux universités partenaires.

⁹ Des enseignants en provenance d'autres Hautes écoles ou instituts qui dispensent des enseignements dans le cadre du plan d'études du Master en sciences de la Terre ont le statut de membres associés.

Chapitre 4 – Contrôle des connaissances

Article 13

Généralités

¹ L'évaluation se fait de la manière suivante : examen ou validation.

² Les examens se déroulent pendant les sessions et donnent lieu dans tous les cas à l'attribution d'une note. Les examens peuvent notamment être oraux ou écrits, combiner plusieurs modes d'interrogation, intégrer la vérification de l'acquisition d'objectifs de formation de plusieurs enseignements.

³ Les validations s'effectuent pendant les périodes de cours et peuvent être sanctionnées par une note ou une appréciation (acquis/non acquis...). Les validations peuvent notamment être obtenues suite à un contrôle continu, un travail personnel oral ou écrit, un test de fin de semestre.

⁴ Les modalités de contrôle des connaissances sont définies dans le plan d'études.

⁵ Les prestations faisant l'objet d'une évaluation notée reçoivent une note allant de 0 à 6, la note minimale de réussite étant 4, la meilleure note étant 6. Les $\frac{1}{4}$ de points sont autorisés. La note 0 est réservée pour les absences non justifiées aux examens, pour les cas de fraude ou de tentative de fraude et peut être, dans ce cas-là, également attribuée en lieu et place d'une validation. La note 0 entraîne l'échec au module dont elle fait partie. Pour le surplus, les règles applicables en matière de fraude et de plagiat de l'université d'immatriculation et de la Faculté responsable de la gestion du cursus s'appliquent.

⁶ Les résultats des évaluations sont notifiés par l'administratrice ou l'administrateur de l'ELSTE aux étudiants et aux doyens des facultés partenaires.

Article 14

Inscription, retrait et défaut aux évaluations

¹ Les modalités et les délais d'inscription aux enseignements et aux évaluations du Master en sciences de la Terre sont propres à chaque université partenaire. Ils sont publiés sur le site de l'ELSTE au début de chaque année académique par le Comité de direction.

² Une inscription aux évaluations ne peut être retirée sans raison de force majeure. Une demande de retrait doit être adressée par écrit à la direction de l'ELSTE.

³ Le candidat qui ne se présente pas à une évaluation pour laquelle il est inscrit obtient la note 0 à moins que l'absence ne soit due à un juste motif. Sont notamment considérés comme de justes motifs, les cas de maladies et accidents. L'étudiant doit en aviser le Doyen de la Faculté responsable de la gestion de son cursus, par écrit immédiatement, soit en principe dans les 3 jours au maximum qui suivent l'évaluation à laquelle l'étudiant ne s'est pas présenté. Pour les cas de maladie ou d'accident, un certificat médical pertinent doit être remis.

Article 15
Conditions de réussite des évaluations et des modules

- ¹ L'enseignement évalué isolément est validé si la note minimale de l'évaluation est de 4 ou si l'appréciation est "acquis" Les crédits ECTS rattachés à cet enseignement sont alors attribués.
- ² Les crédits pour les enseignements validés de manière regroupée (module) sont attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si au moins 80% du total des crédits du module correspondent à des validations acquises.
- ³ En cas d'échec d'un module, l'étudiant présente à nouveau, conformément à l'alinéa 4 ci-après, les examens échoués ainsi que les validations non-acquises; les notes égales ou supérieures à 4.0 et les appréciations « acquis » obtenues aux validations restent acquises pour ce module. Pour les évaluations répétées seules les notes ou appréciations obtenues en seconde tentative sont conservées.
- ⁴ Pour chaque évaluation, le nombre maximal de tentatives est de deux, le second échec est éliminatoire s'il s'agit d'un enseignement ou d'un module obligatoire.
- ⁵ En cas de second échec à un enseignement isolé ou à un module à choix, l'étudiant est autorisé à suivre et à faire valider un autre enseignement isolé, respectivement un autre module à choix. Si l'étudiant échoue à ce nouvel enseignement ou à ce nouveau module après la deuxième tentative, il est en situation d'échec définitif et éliminé.
- ⁶ Un stage d'une durée minimale d'un mois peut être validé au sein de la partie des crédits à choix libre. L'évaluation de ce stage se fait par le directeur du travail de mémoire sur la base d'un rapport écrit produit par l'étudiant et d'une attestation produite par le responsable du stage dans l'entreprise hôte.

Article 16
Procédure et condition de réussite du travail de mémoire

- ¹ Le travail de mémoire est un travail de recherche personnel, placé sous la responsabilité d'un enseignant de l'ELSTE (professeur, MER, ou avec l'autorisation du Comité de direction, privat-docent, chargé de cours, chargé d'enseignement, maître-assistant ou autre scientifique agrégé).
- ² Un enseignant d'une autre Haute Ecole peut diriger un travail de mémoire, avec l'accord du Comité de direction de l'ELSTE. Dans ce cas, un professeur de l'ELSTE est nommé répondant par le Comité de direction.
- ³ Le travail de mémoire fait l'objet d'un projet de Master, d'un travail écrit et d'une soutenance orale.
- ⁴ Avant le début de la deuxième année du cursus, l'étudiant doit rédiger et présenter son projet de Master selon les modalités décrites dans le plan d'études.
- ⁵ Pour être admis à défendre son mémoire de Master, l'étudiant doit avoir réussi les évaluations des enseignements prévus dans son plan d'études, excepté la partie à choix libre (12 crédits ECTS) ainsi que les enseignements biannuels du semestre de printemps qui peuvent être validés lors de la même session d'examens que le mémoire de Master. Il doit en outre avoir présenté avec succès son projet de Master.
- ⁶ Pour l'évaluation du projet de Master et l'évaluation du mémoire, le jury est composé au moins du directeur du mémoire et d'un autre enseignant (rapporteur, titulaire du grade de docteur) d'une des composantes de l'ELSTE. Si nécessaire, un second rapporteur peut être choisi hors de l'ELSTE.
- ⁷ Les soutenances du mémoire de Master ont lieu lors de journées, communes entre les deux sites, organisées par le Comité de direction de l'ELSTE durant les sessions d'examens de juin et de janvier. La session d'examen d'août est réservée aux 2^{es} tentatives et aux cas exceptionnels dûment justifiés. La présence de chaque directeur de mémoire de Master est obligatoire lors de ces journées.
- ⁸ Le mémoire de Master est jugé sur la base du travail écrit déposé et de la qualité de la soutenance orale. Cette évaluation, pondérée selon les « Directives sur le mémoire de Master », fait l'objet d'une seule note. Le mémoire de Master est réussi et les crédits ECTS y afférents obtenus lorsque cette note est égale ou supérieure à 4 et que l'évaluation du travail écrit est égale ou supérieure à 4.
- ⁹ En cas d'échec, l'étudiant dispose d'une seconde tentative pour remanier son travail écrit, le cas échéant, et se représenter à la soutenance orale ; seconde tentative qui doit avoir lieu avant la fin du semestre suivant.

¹⁰ Les modalités de validation du mémoire de Master ainsi que les détails concernant sa réalisation sont précisées dans les « Directives sur le mémoire de Master » élaborées par le comité de direction de l'ELSTE et publiées sur le site internet de la formation.

Article 17
Déontologie et sécurité

¹ L'étudiant inscrit dans le Master en sciences de la Terre remplit et signe, au début de son cursus, un document relatif au respect de la déontologie en matière d'emprunts, de citation et d'exploitation de sources diverses. Ce document est déposé au dossier de l'étudiant à l'ELSTE.

² Il signe également, dans chaque université, un document relatif à la sécurité au laboratoire / terrain.

Chapitre 5 – Dispositions finales

Article 18
Délivrance du diplôme et du supplément au diplôme

¹ La Maîtrise universitaire ès Sciences en sciences de la Terre / Master of Science (MSc) in Earth Sciences est décernée lorsque le candidat a satisfait aux exigences du règlement et du plan d'études.

² Le Doyen de la Faculté responsable de la gestion du cursus demande l'émission du diplôme et du supplément au diplôme aux instances administratives concernées.

³ Le diplôme est signé par les doyens des facultés partenaires et les recteurs des universités partenaires.

Article 19
Elimination

¹ Est éliminé du cursus l'étudiant qui ne peut plus remplir les conditions d'acquisition de crédits selon le règlement et le plan d'études, suite notamment :

- a) à un échec éliminatoire à une évaluation;
- b) au dépassement de la durée maximale des études prévue par le présent règlement.
- c) est également éliminé l'étudiant qui n'a pas obtenu les 18 crédits au maximum des exigences supplémentaires fixées lors de son admission conformément à l'article 5, dans les délais prescrits.

² La décision d'élimination est prise par le Doyen de la Faculté responsable de la gestion du cursus de l'étudiant concerné.

³ Le Doyen de la Faculté responsable de la gestion du cursus de l'étudiant concerné peut tenir compte des situations exceptionnelles.

Article 20
Procédures de recours, voire d'opposition

¹ Les décisions prises en application du présent règlement émanent du Doyen de la Faculté responsable de la gestion du cursus sauf si le présent règlement le prévoit autrement.

² Dans tous les cas, les décisions prises en application du présent règlement indiquent clairement les délais et les voies de recours ou d'opposition en vigueur dans l'université concernée.

Article 21
Entrée en vigueur

¹ Le présent règlement entre en vigueur avec effet au 16 septembre 2019.

² Il s'applique à tous les nouveaux étudiants dès son entrée en vigueur.

³ Il abroge et remplace le règlement d'études de la Maîtrise universitaire ès sciences en sciences de la terre de l'Université de Genève et de l'Université de Lausanne du 17 septembre 2018, sous réserve de l'alinéa suivant.

⁴ Le règlement du 17 septembre 2018 reste applicable, à titre transitoire, aux étudiants déjà inscrits dans le cursus avant la rentrée académique de septembre 2019, mais au plus tard jusqu'à l'expiration de la durée maximale réglementairement prévue pour obtenir le Master, ou jusqu'à l'expiration de la prolongation d'études accordée, le cas échéant.

Plan d'études

*Le Plan d'études est disponible dans cette brochure à titre informatif uniquement.
Le Plan d'études original signé prévaut. Il est téléchargeable sur geoleman.ch*

Orientation SERG

Géologie sédimentaire, environnementale et des réservoirs

Coordinateurs: Rossana Martini – Thierry Adatte

La couverture sédimentaire de la Terre est le résultat de l'interaction entre la tectonique, l'altération et l'érosion, le transport de sédiments et les processus biologiques et géochimiques. Les sédiments et les roches sédimentaires contiennent de ce fait des informations fondamentales sur l'histoire de la Terre, l'environnement, le climat et la vie. En outre, les sédiments et les roches sédimentaires constituent le plus important réservoir des principales ressources naturelles telles que l'eau, les hydrocarbures fossiles, les métaux et les matières premières. L'orientation Géologie sédimentaire, environnementale et des réservoirs offre une formation large et approfondie axée sur la sédimentologie, la stratigraphie, la paléontologie, l'analyse de bassins, la géologie des réservoirs, la géologie de l'environnement et la géophysique.

L'enseignement est dispensé sous forme de cours ex-cathedra, séminaires, excursions et de recherche indépendante. Cette orientation est unique en Suisse et en Europe Centrale en général de par son focus sur les processus de surface actuels et fossiles, son approche interdisciplinaire, l'accès à un laboratoire naturel que sont le Jura Suisse et les Alpes, le nombre d'experts impliqués, internes aux Universités de Genève et Lausanne et externes invités.

Le cursus proposé dans ce Master constitue une préparation optimale à la poursuite d'une formation académique (thèse de doctorat) ainsi qu'aux métiers de l'environnement, de la géologie appliquée et de l'industrie des réservoirs et géo-énergies.

PARTIE A1 obligatoire : 24 crédits ECTS

La partie A1 obligatoire comprend quatre modules :

- Sedimentary rocks and processes from source-to-sink
- Life evolving with Earth
- Basin research
- Geophysics across scales for geologists

Module Sedimentary rocks and processes from source-to-sink - 9 ECTS

Enseignant responsable: S. Castelltort

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Carbonates / Carbonates	E. Samankassou	Automne 2jT, 2.5 j C TP S	Rapport, Séminaires, Examen oral ou écrit	2
Clastics / Clastiques	<u>S. Castelltort</u> , D. Ariztegui, A. Moscariello, T. Adatte	Automne -5j C TP S	Rapport, Séminaires, Examen oral ou écrit	2
Sedimentary rocks in the field / Les roches sédimentaires sur le terrain	S. Castelltort	Printemps 8j T	Pratique, Rapport, Séminaires, Examen oral ou écrit	4
Weathering processes and soils formation / Processus d'altération et formation des sols	E. Verrecchia	Automne 2j C TP	Pratique	1
Pré-requis: cours de sédimentologie (BSc)				
Ce module doit être suivi durant les deux premiers semestres du Master puis validé lors de la session d'examens qui suit.				
Les enseignements de ce module sont validés et les 9 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Life evolving with Earth – 6 ECTS

Enseignants responsables : A. Daley et E. Samankassou

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Life evolving with Earth / Évolution de la vie avec la Terre	A. Daley, E. Samankassou, T. Adatte, D. Ariztegui, J. Spangenberg, T. Vennemann	Automne 10j C TP S	Rapport, Séminaires, Examen oral ou écrit	6

Module Basin research – 6ECTS

Enseignant responsable : S. Castelltort

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Basin research / Dynamique sédimentaire	S. Castelltort, G. Simpson, R. Spiking, et collaborateurs	Automne 10j C TP S	Rapport, Séminaires, Examen oral ou écrit	6

Module Geophysics across scales for geologists – 3 ECTS

Enseignant responsable : G. Hetényi

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Geophysics across scales for geologists / Géophysique à différentes échelles pour géologues	G. Hetényi, B. Quintal, M. Lupi, A. Moscariello	Automne 4j C TP	Pratique	3

La partie A1 est validée si chacun des quatre modules est validé.

PARTIE B1 : 24 crédits ECTS à choix

L'étudiant doit choisir quatre modules parmi ceux proposés dans cette liste :

- Integrated basin analysis
- Reservoir geology I
- Reservoir geology II
- Biostratigraphy and micropaleontology
- 2D and 3D seismic interpretations
- Borehole logging and rock physics
- Fluid flow for geologists
- Spatial analysis applied to geology and risk
- Fundamentals of numerical modelling and data analysis
- Advanced structural geology
- Pratique de la géologie environnementale

Module Integrated basin analysis – 6 ECTS

Enseignant responsable : A. Moscariello

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Integrated basin analysis / Analyse de bassin intégrée	<u>A. Moscariello</u> , E. Samankassou, et collègues	Printemps 10j T S	Exercices Rapport	6
Pré-requis: "From play evaluation to field development".				

Module Biostratigraphy and micropaleontology – 6 ECTS

Enseignantes responsables : R. Martini et A. Daley

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Biostratigraphy and micropaleontology / Biostratigraphie et Micropaléontologie	<u>R. Martini</u> , S. Feist-Burkhardt, E. Samankassou, A. Daley	Automne 7j C E Printemps 7 j T	Exercices Rapport	6

Module Fundamentals of numerical modelling and data analysis – 6 ECTS

Enseignant responsable : Y. Podladchikov

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Introduction to data analysis with MATLAB / Introduction à l'analyse de données avec Matlab	G. Simpson	Automne 3j C	Pratique (Rapport)	1
MATLAB as a language of scientific computing / Matlab comme langage de calcul scientifique	Y. Podladchikov	Automne 42h CE	Pratique (Rapport)	3
Physics as a basis for modeling / La physique comme base de modélisation	Y. Podladchikov	Automne 28h CE	Pratique (Rapport)	2
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Reservoir geology I – 6 ECTS

Enseignant responsable : A. Moscariello

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Clastic reservoirs / Réservoirs clastiques	A. Moscariello	Printemps 5j C TP S	Examen oral ou écrit	3
Carbonate reservoirs / Réservoirs carbonatés	A. Moscariello et collaborateurs	Printemps 5j C TP S	Examen oral ou écrit	3
Les cours de ce module ne peuvent être pris individuellement.				
Pré-requis : modules Basin research, Borehole logging and rock physics et 2D and 3D seismic interpretation.				
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Reservoir geology II – 6 ECTS

Enseignant responsable : A. Moscariello

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
3D static and geological modelling - Petrel and Eclipse / Modélisation géologique statique et dynamique en 3D - Petrel et Eclipse	A. Moscariello et collaborateurs	Printemps 5j C TP S	Examen oral ou écrit	3
From play evaluation to field development / De l'évaluation du «play» au développement	A. Moscariello	Printemps 5j C TP S	Examen oral ou écrit	3
Les cours de ce module ne peuvent être pris individuellement.				
Pré-requis : priorité aux étudiants qui ont suivi les modules Reservoir geology I, Basin research, Borehole logging and rock physics 2D and 3D seismic interpretation.				
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Advanced structural geology - 6 ECTS

Enseignant responsable : JL Epard

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Alpine Structural Geology / Géologie structurale alpine	JL. Epard	Automne 24h C TP	Pratique	3
Alpine tectonics, field camp / Camp de tectonique alpine	JL. Epard	Printemps 6j T	Pratique (Rapport)	3
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module 2D and 3D seismic interpretation – 6 ECTS

Enseignant responsable : A. Moscariello

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
2D and 3D seismic interpretation / Interprétation sismique 2D et 3D	A. Moscariello	Automne 6j C TP et travail personnel	Pratique	6

Module Borehole logging and rock physics - 6 ECTS

Enseignante responsable : B. Quintal

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Borehole logging and rock physics / Diagraphie de puits et physique des roches	<u>B. Quintal</u> , A. Moscariello	Automne 6j C E + travail personnel	Pratique	6

Module Pratique de la géologie environnementale – 6 ECTS (en français)

Enseignant responsable : S. Girardclos

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Sites contaminés : application géologique et environnementale	<u>S. Girardclos</u> , J. Poté	Printemps 5j C TP	Pratique	3
Les déchets : gestion environnementale et contraintes géologiques	<u>J. Poté</u> , S. Girardclos, G. Giuliani, M. Patel.	Printemps 5j C TP	Pratique	3
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Fluid flow for geologists – 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Lupi

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Fluid flow for geologists / L'écoulements des fluides pour géologues	M. Lupi	Printemps 5j C 5j T	Pratique	6

Module Spatial analysis applied to geology and risk - 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Sartori

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Cartographic data management and landslide susceptibility assessment / Structuration des données géologiques et analyses spa ales appliquées aux instabilités de versant	<u>M. Sartori</u> , C. Frischknecht	Printemps 5j CE	Pratique (Rapport)	3
Spatial risk assessment / L'évaluation spatiale du risque	<u>C. Frischknecht</u> , P. Peduzzi	Printemps 5j CE	Pratique (Rapport)	3
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				
Les cours de ce module peuvent être pris séparément pour les étudiants hors de l'orientation RGEOL.				

PARTIE C1 : 12 Crédits à choix libre

L'étudiant complète son cursus en choisissant des enseignements parmi ceux proposés dans le Master en sciences de la Terre ou dans d'autres cursus de Master (par exemple : Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement, UNIGE ; Maîtrise universitaire en géosciences de l'environnement, UNIL ; Maîtrise en biogéosciences, UNIL/UNINE).

La liste des enseignements peut contenir des enseignements de niveau Bachelor, pour un maximum de 5 crédits ECTS. Un stage en entreprise peut être validé au sein de cette partie, tel que prévu par le règlement (art 15, al. 6).

L'étudiant doit établir la liste des enseignements choisis en accord avec le responsable de son mémoire de Master. Voici quelques propositions d'enseignements supplémentaires qui ne figurent pas dans les autres parties du plan d'études :

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Geology of clays / Géologie des argiles)	T. Adatte	Printemps 3j CE	Pratique	1.5
SPACE-GEOENERGY: Geomatics and geo-energy / Géomatique et géo-énergies	A. Moscariello, J. Simantov et collègues	Printemps 5j C	Pratique	3
Imperial Barrel Award (AAPG) <i>Réservé en priorité aux étudiants de deuxième année. Prérequis : From play evaluation to field development</i>	A. Moscariello (coordinateur)	Printemps 6 semaines	Pratique	6
Scanning Electron Microscopy / Microscopie électronique à balayage	R. Martini pour l'UNIGE P. Vonlanthen pour l'UNIL	Automne 2j C TP	Validation sans note	1
Optical cathodoluminescence / Cathodoluminescence optique	R. Martini	Printemps 1j C TP	Validation sans note	0.5
Initiation to the ion probe / Initiation à la sonde ionique	A.S. Bouvier, A. Meibom	Printemps 1j C TP	Validation sans note	0.5
Electron probe microanalyzer / Microsonde électronique	M. Robyr	Automne 2j C TP	Pratique (TP)	1
PorPerm and QemScan	A. Moscariello	Automne 1j C TP	Validation sans note	0.5
Inductively-coupled plasma mass- spectrometry / Introduction à la spectrométrie de masse à source plasma à couplage inductif	A. Ulianov	Automne 2j C E	Validation sans note	1

Marine seismic acquisition, interpretation and data integration / Acquisition, interprétation et intégration de données sismiques marines.	D. Ariztegui	Printemps 8j T S	Pratique	3
Model parameter estimation and uncertainty quantification	N. Linde	Printemps 56h C TP	Rapport / Exposé oral	5
Dates and Rates of Mountains Evolution / Datation et taux d'évolution des montagne	G. King	Automne, 20h TP, 21h T	Pratique	3
Organic geochemistry / Géochimie organique	J. Spangenberg (Master BGS)	Automne 30h C et E	Examen écrit	3
Biomineralization / Biominéralisation	A. Meibom	Automne 42h C TP	Rapport / Exposé oral	4
Introduction to geothermics / Introduction à la géothermie ET Introduction to hydrogeology and hydrology / Introduction à l'hydrogéologie et à l'hydrologie*	S. Miller (UNINE), Ph. Brunner (UNINE)	Automne 4j 10j CE	Pratique	5
Geothermal Field trip	S. Miller (UNINE)	Automne 4j T	Validation	2
Advanced geothermics and earth energy resources	B. Valley et L. Gugliemetti (Prof. S. Miller) (UNINE)	Printemps 30h C	Pratique	3
Internship in a company / <i>Stage en entreprise</i> (validé par le responsable du mémoire de Master)				6
Modules ou enseignements issus du plan d'études du Master en sciences de la Terre				
Enseignements proposés par le MUSE (UNIGE), MSc Environnement (UNIL), MSc Biogéosciences (UNIL-UNINE)**				
Enseignements proposés par une autre institution universitaire**				
Enseignements de niveau Bachelor**			5 crédits ECTS, au maximum	

Total de crédits à valider	12 crédits ECTS
* : Sous réserve de modifications de l'Université d'accueil	
** : pour ces enseignements, l'évaluation et le nombre de crédits ECTS attribués sont ceux qui figurent dans le plan d'études dont ils sont issus.	

Dans la partie C1, les enseignements sont validés individuellement si leur note est égale ou supérieure à 4.0/6 ou si l'attestation est acquise.

Partie Mémoire du Master en sciences de la Terre – 60 crédits ECTS

Ce mémoire de Master est un travail de recherche personnel, placé sous la responsabilité d'un enseignant de l'ELSTE.

Au plus tard à la fin du premier semestre du Master, l'étudiant doit choisir un sujet de mémoire de Master. Avant le début de la deuxième année du cursus, l'étudiant doit rédiger et présenter son projet de master. Les crédits ECTS du projet de master sont acquis lorsque sa note est égale ou supérieure à 4.

Le mémoire de Master est jugé sur la base du manuscrit déposé et de la qualité de la soutenance orale. Cette évaluation, pondérée selon la directive interne du mémoire de Master, fait l'objet d'une seule note. Le mémoire de Master est réussi et les crédits ECTS du mémoire de Master acquis lorsque cette note, ainsi que celle du travail écrit déposé, sont toutes les deux égales ou supérieures à 4. La procédure régissant la réalisation du mémoire de Master figure dans les directives sur le mémoire de Master en sciences de la Terre.

Mémoire de Master	Semestre	Année 1	Année 2	Évaluation	60
Projet de Master	Printemps	*		Rapport (Master proposal) et Examen oral	10
Mémoire de Master	Printemps		*	Manuscrit et Soutenance orale	50

Orientation GATO

Géochimie, Tectonique alpine, Gîtes métallifères

Coordinateurs : Othmar Müntener - Robert Moritz - Stefan Schmalholz

La lithosphère terrestre est constamment remodelée par des processus magmatiques, métamorphiques et tectoniques fortement engendrés par des transferts de masse et de chaleur. Les chaînes de montagne sont les sites d'intense activité volcanique, tectonique et/ou sismique situées parfois dans des parties du monde fortement peuplées et industrialisées. L'étude des phénomènes qui forment notre planète est également cruciale pour des questions sociales et économiques. Depuis longtemps, les Alpes ont constitué le terrain idéal pour tester des idées révolutionnaires en géodynamique comme la théorie des nappes, la géométrie des marges passives continentales, la tectonique des plaques, le métamorphisme régional ou de contact, jusqu'au débat récent sur l'exhumation des roches formées sous ultra hautes pressions. Les Alpes permettent également d'étudier les relations entre climat, érosion et orogénèses.

Le travail de terrain et les analyses de données sont la première étape dans la compréhension de la formation des chaînes de montagne et des processus physiques et chimiques qui les accompagnent. Il est ensuite nécessaire de développer des modèles qui confrontent les processus pétrologiques et thermomécaniques aux données acquises.

La formation acquise durant les deux années d'études de l'orientation Géochimie, Tectonique alpine, Gîtes métallifères donne les outils nécessaires pour élucider la chronologie des événements enregistrés dans les roches de notre planète, localiser des zones propices pour l'exploitation de matières premières, ou encore étudier et expliquer les processus dynamiques affectant les parties externes de notre Terre, tel que la formation et la destruction des chaînes de montagnes, les éruptions volcaniques ou la genèse de magmas. Les enseignements théoriques et pratiques couvrent les domaines comme la pétrologie, la géochimie isotopique, la tectonique, la géodynamique, la géologie structurale, les gisements métallifères, le continuum mécanique, la modélisation numérique, ainsi que les méthodes analytiques en laboratoires et bien sûr le travail sur le terrain. Au long de leur cursus dans le Master en sciences de la Terre, les étudiants acquièrent des connaissances théoriques mais ont également l'opportunité de travailler dans une série de laboratoires analytiques de pointe. Les enseignements sont dispensés sous formes de cours, TP, séminaires, camp de terrain. L'orientation Géochimie, Tectonique alpine, Gîtes métallifères propose un cursus unique en Suisse et en Europe grâce son approche interdisciplinaire, ainsi que la proximité du laboratoire naturel que sont le Jura Suisse et les Alpes, le nombre d'experts impliqués, internes aux Universités de Genève et Lausanne et externes invités. L'offre de cours très vaste et éclectique de cette orientation permet aux étudiants de façonner un

cursus universitaire personnel, répondant à leurs besoins pour s'orienter, selon leur plan de carrière, aussi bien vers une voie académique, que vers le monde professionnel, leur permettant de viser des emplois dans l'industrie minière, dans des bureaux d'études d'impact géologique et environnemental ou encore des organismes gouvernementaux.

PARTIE A2 obligatoire : 24 crédits ECTS

La partie A2 obligatoire comprend quatre modules :

- Petrological processes in geodynamic environments
- Quantitative tectonics and rocks deformation
- Geophysics across scales for geologists
- Field trips

Module Petrological processes in geodynamic environments – 9 ECTS

Enseignants responsables : U. Schaltegger et O. Müntener

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Petrological processes in geodynamic environments / Processus pétrologiques dans les environnements géodynamiques	<u>U. Schaltegger,</u> <u>O. Müntener,</u> S. Pilet, L. Caricchi, L. Baumgartner, S. Schmalholz, J. Marin-Carbonne, Z. Zajacz	Automne 70h C T P E S	Séminaires, Rapport	9
Ce module doit être suivi durant les deux premiers semestres du Master puis validé lors de la session d'examen qui suit. Il est validé et les 9 crédits ECTS attribués si la note de l'évaluation est de 4 au moins.				

Module Quantitative tectonics and rock deformation – 6 ECTS

Enseignant responsable : S: Schmalholz

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Quantitative tectonics / Tectonique quantitative	S. Schmalholz	Automne 42h C TP	Pratique	4
Microtectonics / Microtectonique	M. Robyr, S. Schmalholz	Printemps 27h C T	Pratique	2

Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.

Module Geophysics across scales for geologists – 3 ECTS

Enseignant responsable : G. Hetényi

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Geophysics across scales for geologists / Géophysique à différentes échelles pour géologues	<u>G. Hetényi</u> , B. Quintal, M. Lupi, A. Moscariello	Automne 4j C TP	Pratique	3

Module Field trips - 6 ECTS

Enseignant responsable : L. Baumgartner

Enseignement	<u>Enseignement responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Field trips UNIGE / Camp de terrain UNIGE	<u>L. Caricchi</u> , Z. Zajacz	Printemps 8j T	Pratique	6
Field trips UNIL / Camp de terrain UNIL	<u>L. Baumgartner</u>	Printemps 8j T	Pratique	6
Ore deposit field camp / Camp des gîtes métallifères <i>Pré-requis : Module « Ore deposit » ou équivalent</i>	R. Moritz, K. Kouzmanov, Z. Zajacz	Printemps 8j T	Pratique (rapport)	6

L'étudiant choisit un des-trois enseignements. L'enseignement de ce module est validé et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si l'étudiant obtient une note égale ou supérieure à 4 à l'enseignement choisi.

La partie A2 est validée si chacun des quatre modules est validé.

PARTIE B2 : 24 crédits ECTS à choix

L'étudiant doit choisir quatre modules parmi ceux proposés dans cette liste :

- Stable and radiogenic isotope geochemistry
- Petrology and fluids in the Earth's crust
- Advanced petrology and volcanology
- Advanced structural geology
- Fundamentals of numerical modelling and data analysis
- Ore deposits
- Mineral exploration
- Applied and environmental mineralogy
- Pratique de la géologie environnementale
- Fluid flow for geologists
- Spatial analysis applied to geology and risk

Module Stable and radiogenic isotope geochemistry – 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Chiaradia

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Stable and radiogenic isotope geochemistry (bisannual) / Géochimie des isotopes stables et radiogéniques (bisannuel)	<u>M. Chiaradia</u> , E. Samankassou, U. Schaltegger, R. Spikings, T. Vennemann, J. Marin-Carbone	Tous les semestres impairs, Printemps 84h C TP S	Examen écrit	6

Module Advanced petrology and volcanology – 6 ECTS

Enseignants responsables : L. Caricchi, C. Bonadonna, S. Pilet

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Modelling volcanic processes/ Modélisation des processus volcaniques	<u>C. Bonadonna</u> et collaborateurs	Automne 28h C	Séminaire	2
Volcano petrology / Pétrologie volcanique	<u>L. Caricchi</u> , S. Pilet	Printemps 28h C	Séminaire	2
Volcano fieldtrip / Excursion volcanique	<u>L. Caricchi</u> , C. Bonadonna, S. Pilet	Printemps 5j T	Pratique (Rapport)	2

Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.

Les cours de ce module ne peuvent être pris individuellement.

Module Petrology and fluids in the Earth's crust - 6 ECTS

Enseignant responsable : Z. Zajacz

Enseignement	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Fluids in the Earth crust / Fluides dans la croûte terrestre	L. Baumgartner	Printemps 28h C TP	Validation sans note	2
Experimental petrology and hydrothermal fluids / Pétrologie expérimentale et fluides hydrothermaux	Z. Zajacz	Printemps 3j C TP	Validation sans note	1.5
Fluid inclusions / Inclusions fluides	R. Moritz	Automne 3j C TP	Validation sans note	1.5
Reading rocks – Rock textures and fluids / Lecture des roches - textures de roches et fluides	K. Kouzmanov	Printemps 2j C TP	Validation sans note	1
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Advanced structural geology - 6 ECTS

Enseignant responsable : JL Epard

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Alpine Structural Geology / Géologie structurale alpine	JL. Epard	Automne 24h C TP	Pratique	3
Alpine tectonics, field camp / Camp de tectonique alpine	JL. Epard	Printemps 6j T	Pratique (Rapport)	3

Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.

Module Fundamentals of numerical modelling and data analysis – 6 ECTS

Enseignant responsable : Y. Podladchikov

Enseignements	Enseignant responsable/ Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Introduction to data analysis with MATLAB / Introduction à l'analyse de données avec Matlab	G. Simpson	Automne 3j C	Pratique (Rapport)	1
MATLAB as a language of scientific computing / Matlab comme langage de calcul scientifique	Y. Podladchikov	Automne 42h CE	Pratique (Rapport)	3
Physics as a basis for modeling / La physique comme base de modélisation	Y. Podladchikov	Automne 28h CE	Pratique (Rapport)	2
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Ore deposits – 6 ECTS

Enseignant responsable : K. Kouzmanov

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Advanced ore deposits / Gîtes métallifères - avancé <i>Pré-requis : cours « Ore microscopy » ou équivalent</i>	K. Kouzmanov, M. Chiaradia, R. Moritz, Z. Zajacz	Automne 10j C TP + travail personnel	Pratique (rapport, séminaire) Examen écrit	4
Ore microscopy / Microscopie des minerais	K. Kouzmanov	Automne 6j C TP	Examen écrit	2
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Mineral exploration – 6 ECTS

Enseignant responsable : R. Moritz

Enseignement	<u>Enseignement responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Methods of exploration (bisannual) / Méthodes d'exploration (bisannuel) <i>Pré-requis : « Basic geological and mineral deposit knowledge »</i>	G. Beaudoin	Tous les semestres impairs Automne 10j CE	Pratique (Rapport)	4
Mining geophysics / Géophysique minière <i>Pré-requis : Introduction à la géophysique</i>	J. Irving	Printemps 4j C TP	Pratique	2
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Applied and environmental mineralogy – 6 ECTS

Enseignant responsable : O. Müntener

Enseignement	<u>Enseignement responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Gemmology / Gemmologie	L. Cartier	Printemps 6j CE T	Pratique (Exercices)	2
Gemmology - field / Gemmologie – terrain <i>Pré-requis : « Gemmology »</i>	L. Cartier	Automne 2j T	Validation sans note	1
Applied mineralogy / Minéralogie appliquée	<u>T. Vennemann</u> , B. Putlitz	Printemps 4j C T	Pratique (Rapport)	2
Physics and structure of minerals / Physique et structure des minéraux	O. Müntener	Printemps 14h C	Pratique	1
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Pratique de la géologie environnementale – 6 ECTS (en français)

Enseignante responsable : S. Girardclos

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Sites contaminés: application géologique et environnementale	<u>S. Girardclos</u> , J. Poté	Printemps 5j C TP	Pratique	3
Les déchets: gestion environnementale et contraintes géologiques	<u>J. Poté</u> , S. Girardclos, G. Giuliani, M. Patel.	Printemps 5j C TP	Pratique	3
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Fluid flow for geologists – 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Lupi

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Fluid flow for geologists / L'écoulements des fluides pour géologues	<u>M. Lupi</u>	Printemps 5j C 5j T	Pratique	6

Module Spatial analysis applied to geology and risk - 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Sartori

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Cartographic data management and landslide susceptibility assessment / Structuration des données géologiques et analyses spa ales appliquées aux instabilités de versant	<u>M. Sartori</u> , C. Frischknecht	Printemps 5j CE	Pratique (Rapport)	3
Spatial risk assessment / L'évaluation spatiale du risque	<u>C. Frischknecht</u> , P. Peduzzi	Printemps 5j CE	Pratique (Rapport)	3

Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.

Les cours de ce module peuvent être pris séparément pour les étudiants hors de l'orientation RGEOL.

PARTIE C2 : 12 Crédits à choix libre

L'étudiant complète son cursus en choisissant des enseignements parmi ceux proposés dans le Master en sciences de la Terre ou dans d'autres cursus de Master (par exemple : Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement, UNIGE ; Maîtrise universitaire en géosciences de l'environnement, UNIL ; Maîtrise en biogéosciences, UNIL/UNINE).

La liste des enseignements peut contenir des enseignements de niveau Bachelor, pour un maximum de 5 crédits ECTS. Un stage en entreprise peut être validé au sein de cette partie, tel que prévu par le règlement (art 15, al. 6).

L'étudiant doit établir la liste des enseignements choisis en accord avec le responsable de son mémoire de Master. Voici quelques propositions d'enseignements supplémentaires qui ne figurent pas dans les autres parties du plan d'études :

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Syn-tectonic granite emplacement and vein formation – Cévennes, France (bisannual) / Mise en place de granites syn-tecto- niques et veines hydrothermales - Cévennes, France (bisannuel)	<u>K. Kouzmanov</u> , A. Chauvet	Tous les semestres impairs Printemps 6j T	Pratique	3
Scanning Electron Microscopy / Microscopie électronique à balayage	R. Martini pour l'UNIGE P. Vonlanthen pour l'UNIL	Automne 2j C TP	Validation sans note	1
Optical cathodoluminescence / Cathodoluminescence optique	R. Martini	Printemps 1j C TP	Validation sans note	0.5
Initiation to the ion probe / Initiation à la sonde ionique	<u>A.S. Bouvier</u> , A. Meibom	Printemps 1j C TP	Validation sans note	0.5
Electron probe microanalyzer / Microsonde électronique	M. Robyr	Automne 2j C TP	Pratique (TP)	1
PoroPerm and QemScan	A. Moscariello	Automne 1j C TP	Validation sans note	0.5

Inductively-coupled plasma mass-spectrometry / Introduction à la spectrométrie de masse à source plasma à couplage inductif	A. Ulianov	Automne 2j C E	Validation sans note	1
Microtomography / Microtomographie	L. Baumgartner	Printemps 1j C TP	Validation sans note	0.5
Laboratory techniques in geochemistry / Techniques de laboratoire en géochimie	M. Ovtcharova	Automne 1j C TP	Validation sans note	0.5
Environmental biogeochemistry / Biogéochimie environnementale. <i>Pré-requis : « General geochemistry, aquatic chemistry, introductory chemistry and physics »</i>	N.N	Printemps 30h C E	Examen écrit	3
Biom mineralization / <i>Bio minéralisation</i>	A. Meibom	Automne 42h C TP	Rapport / Exposé oral	4
Internship in a comp any / <i>Stage en entreprise</i> (validé par le responsable du Mémoire de Master)				6
Modules ou enseignements issus du plan d'études du Master en sciences de la Terre				
Enseignements proposés par le MUSE (UNIGE), MSc Environnement (UNIL), MSc Biogéosciences (UNIL-UNINE)*				
Enseignements proposés par une autre institution universitaire*				
Enseignements de niveau Bachelor*			5 crédits ECTS, au maximum	
Total de crédits à valider			12 crédits ECTS	
*: pour ces enseignements, l'évaluation et le nombre de crédits ECTS attribués sont ceux qui figurent dans le plan d'études dont ils sont issus.				

Dans la partie C2, les enseignements sont validés individuellement si leur note est égale ou supérieure à 4.0/6 ou si l'attestation est acquise.

Partie Mémoire de Master du Master en sciences de la Terre – 60 crédits ECTS

Ce mémoire de Master est un travail de recherche personnel, placé sous la responsabilité d'un enseignant de l'ELSTE.

Au plus tard à la fin du premier semestre du Master, l'étudiant doit choisir un sujet de mémoire de Master. Avant le début de la deuxième année du cursus, l'étudiant doit rédiger et présenter son projet de master. Les crédits ECTS du projet de master sont acquis lorsque sa note est égale ou supérieure à 4.

Le mémoire est jugé sur la base du manuscrit déposé et de la qualité de la soutenance orale. Cette évaluation, pondérée selon la directive interne du mémoire de Master, fait l'objet d'une seule note. Le mémoire de Master est réussi et les crédits ECTS du mémoire de Master acquis lorsque cette note ainsi que celle du travail écrit déposé, sont toutes les deux égales ou supérieures à 4. La procédure régissant la réalisation du mémoire de Master figure dans les directives sur le mémoire de master en sciences de la Terre.

Mémoire de Master	Semestre	Année 1	Année 2	Évaluation	60
Projet de Master	Printemps	*		Rapport (Master proposal) et Examen oral	10
Mémoire de Master	Printemps		*	Manuscrit et Soutenance orale	50

Orientation RGEOL

Risques Géologiques

Coordinateur : Costanza Bonadonna

Les processus géologiques tels que les glissements de terrain, tremblements de terre et les éruptions volcaniques sont des phénomènes fascinants mais complexes avec des impacts potentiellement importants sur la société. Ces impacts peuvent se produire à différentes échelles, locales, régionales et mondiales.

L'orientation risques géologiques se penche sur les défis dynamiques auxquels les sociétés à travers le monde se trouvent confrontées lors de l'élaboration de mesures de réduction des risques. Cette orientation forme sur les processus de profondeur et de surface qui génèrent les aléas géologiques et sur les méthodes d'évaluation de l'exposition et de la vulnérabilité des personnes et de l'environnement construit. L'évaluation de l'aléa et de la vulnérabilité sont ensuite combinées pour mener à bien l'analyse des impacts et des risques associés. A travers cette orientation, les étudiants ont accès à des professeurs à la pointe de la recherche, aux outils d'acquisition de données spécifiques, ainsi qu'à différentes approches pour la modélisation et l'analyse des risques. Des travaux de terrain permettent d'intégrer divers aspects de la gestion des risques. Cette orientation multi disciplinaire offre aux étudiants l'opportunité d'acquérir des compétences qui les rendent aptes à travailler dans les bureaux de conseil géologiques et géotechniques, les organisations internationales et non gouvernementales, ainsi que les offices fédéraux.

PARTIE A3 obligatoire : 24 crédits ECTS

La partie A3 obligatoire comprend quatre modules :

- Petrological processes in geodynamic environments
- Fundamentals of numerical modelling and data analysis
- Spatial analysis applied to geology and risk
- Geophysics across scales for geologists

Module Petrological processes in geodynamic environments – 9 ECTS

Enseignant

responsable : U. Schaltegger et O. Müntener

Enseignements	Enseignant responsable/ Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Petrological processes in geodynamic environments / Processus pétrologiques dans les environnements géodynamiques	U. Schaltegger, O. Müntener S. Pilet, L. Caricchi L. Baumgartner, S. Schmalholz, N. N, J. Marin-Carbonne	Automne 70h C TP E S	Séminaires	9
Un crédit ECTS équivaut à 25-30 heures de travail effectif				
C: cours – TP: Travaux pratiques – E: Exercices – S: Séminaires – T : Terrain – J : jours (cours blocs) – h: heures (cours hebdomadaires)				
Ce module doit être suivi durant les deux premiers semestres du Master puis validé lors de la session d'examen qui suit. Il est validé et les 9 crédits ECTS attribués si la note de l'évaluation est de 4 au moins.				

Module Fundamentals of numerical modelling and data analysis – 6 ECTS

Enseignant responsable : Y. Podladchikov

Enseignements	Enseignant responsable/ Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Introduction to data analysis with MATLAB / Introduction à l'analyse de données avec Matlab	G. Simpson	Automne 3j C	Pratique (Rapport)	1
MATLAB as a language of scientific computing / Matlab comme langage de calcul scientifique	Y. Podladchikov	Automne 42h CE	Pratique (Rapport)	3
Physics as a basis for modeling / La physique comme base de modélisation	Y. Podladchikov	Automne 28h CE	Pratique (Rapport)	2
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Spatial analysis applied to geology and risk - 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Sartori

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Cartographic data management and landslide susceptibility assessment / Structuration des données géologiques et analyses spatiales a les appliquées aux instabilités de versant	<u>M. Sartori</u> , C. Frischknecht	Printemps 5j CE	Pratique (Rapport)	3
Spatial risk assessment / L'évaluation spatiale du risque	<u>C. Frischknecht</u> , P. Peduzzi	Printemps 5j CE	Pratique (Rapport)	3
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				
Les cours de ce module peuvent être pris séparément pour les étudiants hors de l'orientation RGEOL.				

Module Geophysics across scales for geologists – 3 ECTS

Enseignant responsable : G. Hetényi

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Geophysics across scales for geologists / Géophysique à différentes échelles pour géologues	<u>G. Hetényi</u> , B. Quintal, M. Lupi, A. Moscarillo	Automne 4j C TP	Pratique	3

La partie A3 est validée si chacun des quatre modules est validé.

PARTIE B3 : 24 crédits ECTS à choix

L'étudiant doit choisir quatre modules parmi ceux proposés dans cette liste:

- Advanced petrology and volcanology
- Risk Management
- Volcanic and seismic risk
- Hazards and risks of slope movements
- Advanced risks
- Pratique de la géologie environnementale
- Fluid flow for geologists

Module Advanced petrology and volcanology – 6 ECTS

Enseignants responsables : L. Caricchi, C. Bonadonna, S. Pilet

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Modelling volcanic processes / Modélisation des processus volcaniques	<u>C. Bonadonna</u> et collaborateurs	Automne 28h C	Séminaire	2
Volcano petrology / Pétrologie volcanique	<u>L. Caricchi</u> , S. Pilet	Printemps 28h C	Séminaire	2
Volcano fieldtrip / Excursion volcanique	<u>L. Caricchi</u> , C. Bonadonna, S. Pilet	Printemps 5j T	Pratique (Rapport)	2
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				
Les cours de ce module ne peuvent être pris individuellement.				

Module Risk Management – 6 ECTS

Enseignant responsable : S. Menoni

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Risk management / Gestion des risques	<u>S. Menoni</u> , C. Gregg et enseignants du CERG-C	Printemps 84h C	Examen écrit	6

Dans ce module, les enseignements sont dispensés en anglais.

Module Volcanic and seismic risk – 6 ECTS

Enseignante responsable : C. Bonadonna

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Volcanic risk <i>Pré-requis : « Risk Management »</i>	<u>C. Bonadonna</u> et enseignants du CERG-C	Printemps 6j C T	Examen écrit Pratique (Rapport)	3
Seismic risk	<u>D. Fäh</u> , B. Duvernay	Printemps 6j CE	Examen écrit	3
Dans ce module, les enseignements sont dispensés en anglais.				

Module Hazards and risks of slope movements - 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Jaboyedoff

Enseignements	Enseignant responsable / Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Erosion and slope movements / Erosion et mouvements de versants	M. Jaboyedoff	Printemps 56h CE	Examen écrit	4
Hazards and risks of slope movements : field camp I / Risques et dangers liés aux mouvements de versants: terrain I – Obligation de suivre « Hazards and risks of slope mass movements: field camp II » dans la partie des crédits à choix libre	<u>MH Derron</u> , M. Jaboyedoff	Printemps 5j T	Examen écrit	2
Pré-requis : Risques et dangers naturels (BSc) – Modélisation numérique (BSc) ou équivalent.				
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Advanced risks – 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Jaboyedoff

Enseignement	<u>Enseignement responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Advanced quantitative risk and vulnerability / Risques avancés quantitatifs et la vulnérabilité	<u>M. Jaboyedoff</u>	Automne 28h C 14h E	Examen écrit Contrôle continu	3
Communication on environmental risks / Communication sur les risques environnementaux	M. Jaboyedoff, K. Südmeier-Rieux, S. Rondic	Automne 16h C 16h E	Pratique (Rapport)	3
Pré-requis : Risques environnementaux (BSc) ou équivalent				
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Pratique de la géologie environnementale – 6 ECTS (en français)

Enseignante responsable : S. Girardclos

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Sites contaminés : application géologique et environnementale	<u>S. Girardclos</u> , J. Poté	Printemps 5j C TP	Pratique	3
Les déchets : gestion environnementale et contraintes géologiques	<u>J. Poté</u> , S. Girardclos, G. Giuiani, M. Patel.	Printemps 5j C TP	Pratique	3
Les enseignements de ce module sont validés et les 6 crédits ECTS attribués en bloc, si la moyenne (pondérée par les crédits) de leurs notes est de 4 au moins et si les attestations sont obtenues.				

Module Fluid flow for geologists – 6 ECTS

Enseignant responsable : M. Lupi

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
---------------	---	----------------------	------------	-----------------

Fluid flow for geologists / L'écoulements des fluides pour géologues	<u>M. Lupi</u>	Printemps 5j C 5j T	Pratique	6
---	----------------	------------------------	----------	---

PARTIE C3 : 12 Crédits à choix libre

L'étudiant complète son cursus en choisissant des enseignements parmi ceux proposés dans le Master en sciences de la Terre ou dans d'autres cursus de Master (par exemple : Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement, UNIGE ; Maîtrise universitaire en géosciences de l'environnement, UNIL ; Maîtrise en biogéosciences, UNIL/UNINE).

La liste des enseignements peut contenir des enseignements de niveau Bachelor, pour un maximum de 5 crédits ECTS.

Un stage en entreprise peut être validé au sein de cette partie, tel que prévu par le règlement (art 15, al. 6).

L'étudiant doit établir la liste des enseignements choisis en accord avec le responsable de son mémoire de Master. Voici quelques propositions d'enseignements supplémentaires qui ne figurent pas dans les autres parties du plan d'études.

Enseignements	<u>Enseignant responsable /</u> Intervenant(s)	Semestre Modalité	Évaluation	Crédits ECTS
Hazards and risks of slope movements : field camp II La partie I du camp dans le module « Hazards and risks of slope movement » est obligatoire	M. H. Derron, M. Jaboyedoff	Printemps 5j T	Pratique (Rapport)	3
Marine seismic acquisition, interpretation and data integration / Acquisition, interprétation et intégration de données sismiques marines	D. Ariztegui	Printemps 8j T S	Pratique	3
Model parameter estimation and uncertainty quantification	N. Linde	Printemps 56h C TP	Rapport Exposé oral	5
Dates and Rates of Mountain evolution / Datation et taux d'évolution des montagne	G. King	Automne, 20h TP, 21h T	Pratique	3
Biominalization / Biominéralisation	A. Meibom	Automne 42h C TP	Rapport Exposé oral	4
Internship in a company / <i>Stage en entreprise</i> (validé par le responsable du Mémoire de Master)				6

Modules ou enseignements issus du plan d'études du Master en sciences de la Terre	
Enseignements proposés par le MUSE (UNIGE), MSc Environnement (UNIL), MSc Biogéosciences (UNIL-UNINE)*	
Enseignements proposés par une autre institution universitaire*	
Enseignements de niveau Bachelor*	5 crédits ECTS, au maximum
Total de crédits à valider	12 crédits ECTS
*: pour ces enseignements, l'évaluation et le nombre de crédits ECTS attribués sont ceux qui figurent dans le plan d'études dont ils sont issus.	

Dans la partie C3, les enseignements sont validés individuellement si leur note est égale ou supérieure à 4.0/6 ou si l'attestation est acquise.

Partie Mémoire de Master du Master en sciences de la Terre – 60 crédits ECTS

Ce mémoire de Master est un travail de recherche personnel, placé sous la responsabilité d'un enseignant de l'ELSTE.

Au plus tard à la fin du premier semestre du Master, l'étudiant doit choisir un sujet de mémoire de Master. Avant le début de la deuxième année du cursus, l'étudiant doit rédiger et présenter son projet de master. Les crédits ECTS du projet de master sont acquis lorsque sa note est égale ou supérieure à 4.

Le mémoire de Master est jugé sur la base du manuscrit déposé et de la qualité de la soutenance orale. Cette évaluation, pondérée selon la directive interne du mémoire de Master, fait l'objet d'une seule note. Le mémoire de Master est réussi et les crédits ECTS du mémoire de Master acquis lorsque cette note ainsi que celle du travail écrit déposé, sont toutes les deux égales ou supérieures à 4. La procédure régissant la réalisation du mémoire de Master figure dans les directives sur le mémoire de Master en sciences de la Terre.

Mémoire de mémoire	Semestre	Année 1	Année 2	Évaluation	60
Projet de Master	Printemps	*		Rapport (Master proposal) et Examen oral	10
Mémoire de Master	Printemps		*	Manuscrit et Soutenance orale	50

Descriptif des enseignements

2D and 3D seismic interpretation /

Interprétations sismiques 2D et 3D

Module 2D and 3D seismic interpretation

Enseignant·e·s : Moscariello A.

Proposé aux orientations : SERG - RGEOL

6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Automne, 6j C TP & travail personnel

Évaluation : Pratique

Descriptif : Le cours fournit les connaissances nécessaires pour effectuer l'interprétation géologique de données sismiques de réflexion 2D et 3D, un outil essentiel pour les études d'analyse de bassin et de l'évaluation des ressources naturelles associées.

Pendant le cours, une expérience sur l'interprétation sismique géologique des différents types de données (2D et 3D), dans une variété de contextes géologiques en utilisant des logiciels spécifiques tels que Petrel et Kingdom seront acquises. Pour l'achèvement du programme du cours, les participants devront réaliser et compléter une interprétation géologique des données de sous-sol en utilisant des données réelles 3D sismiques provenant de la Mer du Nord.

Prérequis :

3D static geological modelling - Petrel and Eclipse/Modélisation géologique statique en 3D -

Petrel et Eclipse

Module Reservoir geology II

Enseignant·e·s : Moscariello A. et collaborateurs

Proposé aux orientations : SERG

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 5j C TP S

Évaluation : Examen oral ou écrit

Descriptif : During this course students will apply the learnings acquired during the previous Basin Research and Reservoir Geology I modules by developing their own conceptual geological model starting from a real-case subsurface data set from industry. The course will provide an intense and realistic software hands-on experience where students will develop their own software-based 3D-geological model and will learn how to evaluate the reservoir characteristics of their own model.

Prérequis : priorité aux étudiants qui ont suivi les modules Reservoir geology I, Basin research, Borehole logging and rock physics et 2D and 3D seismic interpretation

Advanced geothermics and earth energy resources

Free choice credits

Enseignant·e·s : B. Valley et L. Gugliemetti (Prof. S. Miller)
(UNINE)

Proposé aux orientations : SERG

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNINE

Printemps, 30h C

Évaluation : Pratique

Descriptif : voir unine

Prérequis :

Advanced ore deposits / Gîtes métallifères - avancé

Module Ore deposits

Enseignant·e·s : K. Kouzmanov, M. Chiaradia, R. Moritz, Z.

Cours donné à l'UNIGE

Zajacz

Proposé aux orientations : GATO

Automne, 10j C TP + Travail personnel

4 crédits ECTS

Évaluation : Pratique et examen écrit

Descriptif : The program includes

1) Deepening general metallogeny topics (mineralizing fluids, transport of fluids and ore forming components in fluids, precipitation mechanisms, retrieving transport and precipitation conditions through hydrothermal alteration and mineral assemblages, classifications)

2) Relatively detailed presentation of important ore deposit types, in particular the porphyry system

Each participant will orally present a topic on some basic aspect of point 1 and prepare a written report and an oral presentation on polished ± thin sections on a typical ore deposit

The evaluation will be based on the oral and written presentations (40%) and a written exam on the topics dealt with in the course (60%).

Prérequis : "Ore microscopy" ou posséder des connaissances équivalentes.

Advanced quantitative risk and vulnerability / Risques avancés quantitatifs et la vulnérabilité

Module Advanced risks

Enseignant·e·s : Jaboyedoff M.

Cours donné à l'UNIL

Proposé aux orientations : RGEOL

Automne, 28h C, 14h E

3 crédits ECTS

Évaluation : Examen écrit, contrôle continu

Descriptif : Ce cours est dédié à l'approfondissement des notions de risques. Le calcul de risque pour les dangers naturels est plus approfondi que dans les cours précédents, il présente entre autre les méthodes de la Confédération Suisse.

Il intègre aussi des approches d'experts notamment au travers des matrices probabilité-impact.

La notion de vulnérabilité est approfondie et l'intégration des courbes de dommages et de vulnérabilité sont discutées. Ce qui amène aux notions probabilistes en matière de risque, ce qui débouche finalement sur la notion de simulation de catastrophes par approches stochastiques.

Plusieurs exercices relatifs aux calculs de risque illustre le propos tant dans le domaine des risques naturels, en matière de projets, qu'industriels. Il s'agit notamment de :

- La probabilité qu'un objectif soit atteint dans un forage
- Le risque individuel le long d'une route
- Le risque dû à un panache de fumée
- Les risques climatiques globaux
- Etc...

Enfin l'impact de la complexification de la société est présenté comme une source de risque.

Prérequis : Risques environnementaux (BSc) ou équivalent

Alpine Structural Geology / Géologie structurale alpine

Module Advanced structural geology

Enseignant·e·s : Epard J.L.

Cours donné à l'UNIL

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

Automne, 24h C TP

3 crédits ECTS

Évaluation : Pratique

Descriptif : Savoir analyser et interpréter les structures complexes les plus fréquemment rencontrées dans les chaînes de montagnes. Savoir en déduire les conséquences tectoniques.

Cours théorique et exercices sur :

- analyse des figures d'interférences complexes entre plusieurs phases de plissement ;
- méthodes avancées de restauration de coupes équilibrées (méthode des surfaces en excès, ...), déformation requise et discussion sur la cinématique des plis de décollement ;
- les structures préexistantes (par ex. failles listriques synsédimentaires) et leurs conséquences sur la géométrie actuelle des nappes ;
- élaboration de coupes géologiques dans des secteurs complexes de la chaîne des Alpes ;
- autres sujets à définir.

Prérequis :

Alpine tectonics, field camp / Camp de tectonique alpine

Module Advanced structural geology

Enseignant-e-s : Epard J.L.

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 6j T

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : Savoir analyser et interpréter les structures complexes les plus fréquemment rencontrées dans les chaînes de montagnes. Savoir en déduire les conséquences tectoniques.

Le camp vise à illustrer et à appliquer sur le terrain les notions abordées dans la partie théorique du cours. Discussion des implications tectoniques pour la chaîne alpine.

Remarques : le camp de géologie structurale se déroulera probablement dans le secteur du col du Simplon (logement à l'Hospice). Une contribution de 20.- environ par jour et par personne sera demandée à chaque étudiant pour couvrir partiellement les frais de logement et de demi-pension.

Prérequis :

Applied mineralogy / Minéralogie appliquée

Module Applied and environmental mineralogy

Enseignant-e-s : Vennemann T., B. Putlitz

Proposé aux orientations : GATO

2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 4j C TP

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : This course should provide a short introduction into the mineralogy and geology of technical respectively industrial materials.

We will cover diverse topics such as ceramics, cement & concrete, glass & melts, zeolithes, asbestos, construction & decoration stones. Economical, ecological and/or medical aspects can also be discussed. This course includes practical exercises using in-house equipment (e.g. SEM, tomography, XRD).

Prérequis :

Basin research / Dynamique sédimentaire

Module Basin research

Enseignant·e·s : S. Castelltort, G. Simpson, R. Spiking et collaborateurs

Proposé aux orientations : SERG
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Automne, 10j C TP S
Évaluation : Rapport, séminaires, Examen oral ou écrit

Descriptif : In this course, students will be introduced to various aspects of basin research via the reading, analysis and discussion of various classic published papers. The aims of this course are (1) to introduce students to different fundamental aspects of basin analysis and/or modern controversies in this subject area and (2) to give students practice in analysing and discussing scientific manuscripts.

Basin analysis is the integrated study of sedimentary basins. It includes investigating the geodynamic processes responsible for forming sedimentary basins, mechanisms driving sediment supply, controls on stratigraphic patterns, and how one can study sedimentary sequences to derive information concerning the thermal and subsidence history of a basin. In this course, students will be introduced to various aspects of basin research via the reading, analysis and discussion of various classic published papers. The aims of this course are (1) to introduce students to different fundamental aspects of basin analysis and/or modern controversies in this subject area and (2) to give students practice in analysing and discussing scientific manuscripts.

Prérequis :

Biomineralization / Biominéralisation

Free choice credits

Enseignant·e·s : Meibom A.

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL
4 crédits ECTS

Cours donné à l'EPFL

Automne, 42h C TP
Évaluation : Rapport, exposé oral

Descriptif : Compréhension des processus et rôles de la biominéralisation (formation de minéraux par des organismes vivants) dans le contexte global de l'évolution de la Terre, des cycles biogéochimiques, de l'assainissement des sols ainsi qu'en tant que source d'inspiration pour la synthèse de nouveaux matériaux. Le terme biominéralisation réfère au processus par lequel les organismes vivants produisent des minéraux (ou biominéraux). Par définition, la biominéralisation est un domaine multidisciplinaire qui recouvre le monde organique et inorganique. Les processus de biominéralisation s'étendent à la fois aux Sciences de la vie, de la Terre et de l'Environnement, des immenses écosystèmes récifaux et cycles de vie marins jusqu'aux microscopiques communautés bactériennes et ce sur une très large échelle de temps géologique. Malgré son impact majeur sur l'environnement et son importance scientifique fondamentale, aucun consensus n'a encore pu être atteint sur les mécanismes de bases impliqués dans la biominéralisation.

Ce cours a pour but de donner à l'étudiant un aperçu des concepts fondamentaux de biominéralisation décrits à ce jour, permettant d'expliquer les caractéristiques exceptionnelles des biominéraux telles que leur forme et leur composition chimique et isotopique. En particulier, seront abordés les différents processus physiologiques mis en œuvre par les diverses organismes calcifiant, telles que les bactéries, les foraminifères, les coraux ou encore les éponges, pour contrôler les différentes étapes de la formation des biominéraux à l'interface cellule/squelette (contrôle des flux d'ions, production de matrices organiques spécifiques, etc.). De plus, la distribution des biominéraux dans les archives géologiques ainsi que leur utilisation dans les reconstructions paléo-climatiques seront discutées à la lumière des modèles de biominéralisation les plus récents. Le cas particulier de la biominéralisation biologiquement induite par les bactéries ainsi que son implication sur les formations de minerais et sur l'assainissement des sites contaminés seront également présentés.

Prérequis :

Biostratigraphy and micropaleontology /

Biostratigraphie et Micropaléontologie

Module Biostratigraphy and Micropaleontology

Enseignant-e-s : Martini R., E. Samankassou,
S. Feist-Burkhardt, A. Daley.

Proposé aux orientations : SERG
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Automne, 7j C E

Évaluation : Exercices, Rapport

Descriptif : This module introduces the main group of micro-fossils demonstrating their biostratigraphic importance: benthic foraminifers and calcareous algae in relation to platform carbonates; radiolarians for basin sediments and palynomorphs and palynofacies for continental to pelagic deposits.

The course begins with the main group of Tethyan benthic foraminifers which are of stratigraphic interest and for the period from Lower Carboniferous to Upper Triassic (this does not include fusulines). It gives students the opportunity to acquire basic knowledge required for recognizing and giving a date to previously mentioned periods during the petrographic and biostratigraphic analyses of thin sections in order to characterize the depositional paleoenvironments.

The study follows on with calcareous algae which play an important determining role in the analysis of present day carbonate platforms and are also frequently found in fossil records. The module focuses on acquiring general determining criteria and includes practical work aimed at consolidating knowledge. The evolution of main groups in geological periods will also be included and the importance of algae in biostratigraphy and paleoecology as well as in paleogeographic reconstruction will be examined.

Then, "Fossil Lagerstätten" - fossil sites with exceptional preservation of quality or quantity - will be examined. These are important sources of information, owing to the preservation of an impressive abundance of fossils, or fossils with incredible preservation of soft tissues and anatomical features that do not normally preserve. We will explore the types of Lagerstätten, the different mode of preservation, and undertake several case studies examining the evolutionary and ecological importance of particular Lagerstätten, including the Burgess Shale, Fezouata Biota, Rhynie Chert, Solnhofen, Holzmaden, Crato Formation, Messel Oil Shale, and Dominican Amber.

The module finishes with a palynological approach: the composition and classification of palynological residue and the importance of organic matter (kerogene). A study of the morphology and biostratigraphy of pollen and spores, dinoflagelles, acritarches, green algae and chitonozoaires will be undertaken. The end of the course deals with the sedimentation of organic matter and palynofacies in relation to the importance of their role in the reconstruction of sedimentary paleoenvironments.

An on site practical training course (max 5 days fieldwork in Spring semester) completes this course.

Prérequis :

Borehole logging and rock physics / Diagraphie de puits et physique des roches

Module Borehole logging and rock physics

Enseignant-e-s : Quintal B, A. Moscariello
Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL/UNIGE
Automne, 6j C E & travail personnel
Évaluation : Pratique

Descriptif :

Cours avancé couvrant les méthodes essentielles utilisées dans le pétrole et dans l'environnement; fondations pétrophysiques; interprétations quantitatives des données par rapport à la lithologie, la porosité, la saturation (eau, pétrole, gaz/air).

Prérequis :

Carbonate reservoirs / Réservoirs carbonatés

Module Reservoir geology I

Enseignant·e·s : Moscariello A. et collaborateurs
Proposé aux orientations : SERG
3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 5j C TP S
Évaluation : Examen oral ou écrit

Descriptif : This course will provide an overview of the key aspects of reservoirs formed in carbonate depositional environments ranging from carbonate platforms to reefs complexes, with their primary characteristics and secondary modifications such as karst processes. The course will focus on the key aspects which characterise the reservoirs development such as rock texture (e.g. primary, secondary porosity), composition, internal architecture, connectivity and reservoir property distribution. Specifically, the students will learn to identify and recognise the key parameters which determine the reservoir properties of a carbonate depositional sequence by using and integrating multiple data such as seismic, core data (e.g. sedimentology and petrophysical data), outcrops examples and wireline data.

This course will be given in English.

Prérequis : modules Basin research, Borehole logging and rock physics et 2D and 3D seismic interpretation

Carbonates / Carbonates

Module Sedimentary rocks and processes from Source-to-Sink

Enseignant·e·s : E. Samankassou
Proposé aux orientations : SERG
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Automne, 2j T, 2.5j C TP S
Évaluation : Rapport, séminaire, examen oral ou écrit

Descriptif : The 2-days fieldtrip takes students to outcrops in the Jura Mountains (mainly carbonate platform deposits) and the Alps (slope and basinal deposits). The main aim of the course is to provide a general introduction to carbonate sedimentology. Topics will include a review carbonate grains, rock classification, facies models and depositional environments.

The in-room part of the course consists of lectures introducing fundamental concepts of carbonate sedimentology, covering depositional systems ranging from tidal flats to basinal settings. Case studies and oral presentations will help the students to develop a deep understanding of carbonates, along with a critical evaluation of the concepts and open questions.

Prérequis :

Cartographic data management and landslide susceptibility assessment / Structuration des données géologiques et analyses spatiales appliquées aux instabilités de versant

Module Spatial analysis applied to geology and risk

Enseignant·e·s : Sartori M., C. Frischknecht
Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 5j C E

3 crédits ECTS

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : Classiquement les données géologiques sont reportées sous forme de cartes sur un support papier. Il est possible d'implémenter ces données dans un SIG comprenant un modèle de données et une structure multi-couche pseudo-3D. La richesse sémantique et spatiale des données est révélée par cette opération. Le SIG permet d'effectuer des analyses spatiales pour les exploiter efficacement.

Cours:

- Notions de base en SIG
- Les cartes géologiques vues sous l'aspect « modèle de données »
- Les étapes d'un projet de cartographie géologique sous SIG
- Exemple de gestion des données géologiques au niveau suisse
- Techniques de construction du SIG avec la « méthode Sion »

Exercices:

1) Réalisation d'un SIG à partir d'une minute de terrain levée pour l'Atlas géologique de la Suisse au 1 :25'000. La structure du SIG est conforme au modèle de données géologique suisse. La méthode assure une parfaite propreté topologique de toutes les couches d'information.

- Inventaire des données
- Conception du modèle spatial et pseudo-logique
- Implémentation du modèle de données avec le logiciel ToolMap2 (open source)
- Construction du SIG avec le logiciel ToolMap2

2) Exploration du potentiel des outils SIG par une étude de susceptibilité aux instabilités de versant utilisant des paramètres géologiques et topographiques.

- Extraction des paramètres géologiques et topographiques
- Analyses spatiales en mode raster avec ArcGIS

Prérequis :

Clastic reservoirs / Réservoirs clastiques

Module Reservoir geology I

Enseignant-e-s : Moscarillo A.
Proposé aux orientations : SERG
3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 5j C TP S
Évaluation : Examen oral ou écrit

Descriptif : This course will provide an overview of the key aspects of reservoirs formed in clastic depositional environments ranging from alluvial fans, glacial, fluvial, marginal to deep marine. The course focuses on the key aspects characterizing the reservoirs development such as rock texture, composition, architecture, connectivity and reservoir property distribution. Specifically, the students will learn to identify and recognise the key parameters which determine the reservoir properties of a clastic depositional sequence by using and integrating multiple data such as seismic, core data (e.g. sedimentology and petrophysical data), wireline log data and outcrops. The course will provide software hands-on experience where students will learn how to handle 2D and 3D digital data sets and develop their own conceptual geological reservoir model.

This course will be given in English.

Prérequis : modules Basin research, Borehole logging and rock physics et 2D and 3D seismic interpretation

Clastics / Clastiques

Module Sedimentary rocks and processes from Source-to-Sink

Cours donné à l'UNIL/UNIGE

Enseignant-e-s : S. Castelltort, D. Arztegui, A. Moscariello, T.

Adatte

Proposé aux orientations : SERG

2 crédits ECTS

Automne, 5j C TP S

Évaluation : Rapport, séminaires, Examen oral ou écrit

Description: Overview of the sedimentary environments and processes recorded in archives of clastic sedimentary rocks along the source-to-sink sedimentary system. The students get state-of-the-art knowledge of fundamental concepts and papers related to the different segments of the source-to-sink system, from proximal alluvial systems down to deep sea fan deposition, along with sequence stratigraphy.

Prérequis :

Communication on environmental risks / Communication sur les risques environnementaux

Module Advanced risks

Enseignant-e-s : Jaboyedoff M.

Proposé aux orientations : RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 16h C, 16h E

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : Le premier objectif de ce cours est de sensibiliser les personnes aux problèmes de la communication en général et ce qui la régit, notamment au travers d'exemples provenant de l'étude des comportements humains. Quelles médias pour quels objectifs ?

Plus spécifiquement, le principe de la communication des risques, ses écueils et ses biais sont illustrés, notamment en matière de risques industriels. L'impact de la représentation des risques sur les personnes concernées est analysé.

L'aspect relationnel est souligné ; il importe de choisir le bon moyen de communication et de comprendre ce qu'attendent les interlocuteurs.

Les étudiants sont invités à, d'une part faire des exercices entre eux, afin de comprendre le problème des émetteurs et des récepteurs et d'autre part, ils sont aussi appelés à créer des documents de communication des risques. Ceci représente d'ailleurs la base de l'évaluation du cours.

Prérequis :

Dates and Rates of Mountains evolution /datation et taux d'évolution des montagnes

Free choice of credits

Enseignant-e-s : G. King

Proposé aux orientations : SERG -RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 10h C, 20h TP, 21h T

Évaluation : Pratique

Descriptif : Au cours de ce module pratique, les étudiant-e-s acquerront une expérience du processus de recherche complet, de la conception du projet à la rédaction d'un court papier, en abordant la question «Quelle est la cause du retrait glaciaire au Val d'Hérens depuis le petit âge glaciaire». Durant deux jours de terrain, les étudiant-e-s développeront et appliqueront une stratégie d'échantillonnage pour déterminer la chronologie du retrait glaciaire. Ces échantillons seront ensuite préparés et mesurés dans les laboratoires de luminescence de l'UNIL. Les données seront ensuite analysées pour en extraire les âges. Finalement, les étudiant-e-s développeront un modèle numérique simple liant l'étendue d'un glacier aux changements de précipitations et/ou de température afin d'expliquer leurs résultats de laboratoire. L'évaluation reposera sur un rapport de 3000 mots, rédigé en anglais à la manière d'un article scientifique.

Prérequis : pour les 2ème année

Electron probe microanalyzer / Microsonde électronique

Free choice of credits

Enseignant-e-s : M. Robyr

Proposé aux orientations : SERG - GATO

1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 2j C TP

Évaluation : Pratique

Descriptif : Le but du cours est de fournir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à l'utilisation de notre microsonde électronique. Le programme consistera en une approche théorique et mécanique de l'instrument, au développement de stratégies, puis de programmes d'analyse, à l'identification des sources d'erreur et aux moyens de les minimiser. Le traitement et l'interprétation des données brutes, ainsi que l'évaluation des incertitudes seront également abordés.

Les exercices auront lieu par demi-journées et porteront sur le traitement des résultats bruts. Des démonstrations auront lieu sur l'instrument. Il n'y aura pas de véritables travaux pratiques sur machine, les étudiants seront formés individuellement durant les séances de mesures liées à leur travail de Master.

Prérequis :

Environmental biogeochemistry / Biogéochimie environnementale

Free choice credits

Enseignant-e-s : N.N.

Proposé aux orientations : GATO, SERG

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 30h C E

Évaluation : Examen écrit

Descriptif : Reactions occurring at mineral and microbial surfaces govern the attenuation, release and cycling of the elements in aquatic and soil environments. This course draws on the fields of surface chemistry, mineralogy and environmental microbiology to develop an understanding of key (bio)geochemical reactions in natural environments, particularly those impacted by anthropogenic activities.

LEARNING OBJECTIVES

- To understand interfacial processes and the application of empirical and thermodynamic-based models to describe sorption processes
- To gain a molecular-scale perspective of chemical reactions occurring at water-mineral, water-microbe, and microbe-mineral interfaces
- To become familiar with microscopic and spectroscopic techniques used to characterize natural particles and detect surface species
- To gain experience with the critical reading of the scientific literature

The course will be given in English.

Prérequis : General Geochemistry, Aquatic Chemistry, Introductory Chemistry & Physics

Erosion and slope movements / Érosion et mouvements de versants

Module Hazards and risks of slope movements

Enseignant·e·s : Jaboyedoff M.
Proposé aux orientations : RGEOL
4 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL
Printemps, 56h CE
Évaluation : Examen écrit

Descriptif : Ce cours fait un tour d'horizon des mouvements de versant par des exemples, les classifie et donne les éléments de caractérisation. Puis la physique de chaque type est décrite. Les éboulements, les chutes de blocs, les glissements de terrain, les laves torrentielles, ainsi que des aspects liés aux inondations sont abordés. Tant la stabilité que la propagation de ces phénomènes sont étudiées. Une introduction à la modélisation de chaque phénomène est proposée.

Chaque partie du cours est illustrée par des exemples, des applications et certains éléments de modélisation sont pratiqués.

Tout au long du cours, la caractérisation de l'aléa, ainsi que les principes de mitigation sont illustrés, ce qui fournit les éléments nécessaires à la gestion des risques.

Prérequis : Risques et dangers naturels (BSc), Modélisation numérique (BSc) ou équivalent

Experimental petrology and hydrothermal fluids / Pétrologie expérimentale et fluides hydrothermaux

Module Petrology and Fluids in the Earth's Crust

Enseignant·e·s : Zajacz, Z.
Proposé aux orientations : GATO
1.5 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 3j C TP
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : -

Prérequis :

Fieldtrips / Terrains principaux UNIGE

Module Field trips

Enseignant·e·s : Caricchi L., Zajacz, Z
Proposé aux orientations : GATO
6 crédits ECTS

Cours donné à UNIGE
Printemps, 8j T
Évaluation : Pratique

Descriptif : -

Prérequis :

Fieldtrips / Terrains principaux UNIL

Module Field trips

Enseignant·e·s : Baumgartner L., T. Vennemann
Proposé aux orientations : GATO
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL
Printemps, 8j T
Évaluation : Pratique

Descriptif : -

Prérequis :

Fluid flow for geologists L'écoulements fluides pour géologues

Module Fluid flow for geologists

Enseignant-e-s : Lupi M. et collègue
Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 5j C 5j T
Évaluation : Pratique

Descriptif : Content:

- 1) Introduction to fluids in the crust
- 2) Darcy's law and groundwater flow
- 3) Heat transport
- 4) Regional scale flow and transport
- 5) Ore deposits and hydrocarbons
- 6) Geothermal systems
- 7) Earthquakes and fluid-driven seismic sequences
- 8) Numerical lab: academic and industrial softwares
- 9) Field trip

Prérequis :

Fluid inclusions / Inclusions fluides

Module Petrology and Fluids in the Earth's Crust

Enseignant-e-s : Moritz R.
Proposé aux orientations : GATO
1.5 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Automne, 3j C TP
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Principes de base-terminologie : types d'inclusions fluides, description des inclusions fluides, relation pression - volume - température - composition (PVTX), isochores, etc.
Modification des inclusions à la suite de leur piégeage: concepts sur le rééquilibrage, "stretching", "necking down" et "leakage" des inclusions fluides.
Introduction aux principales méthodes d'étude des inclusions fluides, avec exercices pratiques sur la platine réfrigérante et chauffante. Démonstration de l'étude des inclusions fluides dans les minéraux opaques par infrarouge et de la détermination des gaz dissous par spectrométrie Raman. Introduction au logiciel Macklinear pour le calcul d'isochores.
Généralités sur les principaux fluides dans différents environnements géologiques (bassins sédimentaires, divers faciès métamorphiques, gisements métallifères, etc.).
Généralités sur les relations entre les observations-mesures micro-thermométriques des inclusions fluides et différents processus géologiques.
Estimation des paléopressions et des paléotempératures à partir des inclusions fluides.

Prérequis :

Fluids in the Earth crust / Fluides dans la croûte terrestre

Module Petrology and Fluids in the Earth's Crust

Enseignant-e-s : Baumgartner L.
Proposé aux orientations : GATO
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL
Printemps, 28h C TP
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Fluids are the most efficient transport agent in the earth's crust. They interact with rocks on all levels of the crust, from the surface to the mantle. As such an in-depth understanding of the fluid phase is important to petrology, ore genesis, and large scale material cycles. The course reviews the basic thermodynamics of aqueous (supercritical) fluids, touches the basis of silicate melt-aqueous fluid interaction, and explores the importance of fluid-rock interaction in as diverse fields as ore genesis, metasomatism during metamorphism, as well as fixation of CO₂ in reacting fluid-rock systems.

Prérequis :

From play evaluation to field development / De l'évaluation du "play" au développement

Module Reservoir geology II

Enseignant-e-s : Moscariello A.
Proposé aux orientations : SERG
3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 5j C TP S
Évaluation : Examen oral ou écrit

Descriptif : This course will provide an overview of the key techniques for exploration and evaluation of subsurface reservoirs which may contain or can store natural resources (e.g. groundwater, hydrocarbons, gas storage, carbon dioxide sequestration, etc.) . An overview of key principles of reservoir formation and natural resources accumulation will be presented and methods for the assessment of their potential using integrated exploration technology will be provided. The students will be confronted with practical examples of interpretation of a variety of data (e.g. geophysical, borehole, petrophysics outcrop, flow test, etc.) describing both large and microscopic aspects of the subsurface and learn how to identify prospects and calculate associated volumes of natural resources. Basic principle of economic evaluation of natural resources to will be also provided.

Prérequis : priorité aux étudiants qui ont suivi les modules Reservoir geology I, Basin research, Borehole logging and rock physics et 2D and 3D seismic interpretation

Gemmology - Field / Gemmologie - terrain

Module Applied and environmental mineralogy

Enseignant-e-s : Cartier L.
Proposé aux orientations : GATO
1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL
Automne, 2j T
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Excursions

Visite de centre de négoce et de taille de pierres précieuses (Idar Oberstein), visite d'entreprise de production de cristaux synthétiques, visite de la foire de bijoux & montres de Bâle (Baselworld)

Prérequis : Gemmology

Gemmology / Gemmologie

Module Applied and environmental mineralogy

Enseignant-e-s : Cartier L.
Proposé aux orientations : GATO
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL
Printemps, 6j CE T
Évaluation : Pratique (exercices)

Descriptif : Gemmologie générale

Formation et gisements de minéraux à intérêt gemmologique, méthodes de production de cristaux synthétiques. La taille des pierres, méthodes d'identification de gemmes: instruments simples et méthodes scientifiques.

Gemmologie de pierres particulières

Les caractéristiques de diamants, corindon, béryl, grenat, tourmaline, feldspath, spinelle, chrysobéryl, quartz, opale, jadéite, néphrite, péridot, topaze, zircon, zoïsite, matières organiques y compris les perles.

Utilisation des instruments d'identification

Pierres isotropes, pierres biréfringentes, polariscope et conoscopie, réfractomètre, mesures hydrostatiques, détermination de la densité, spectroscopie, utilisation de la loupe et du microscope gemmologique, identification des pierres naturelles, synthétiques, traitées et imitations.

Application de tables et de littérature gemmologique.

Prérequis :

Geology of clays / Géologie des argiles

Free choice credits

Enseignant·e·s : Adatte T.

Proposé aux orientations : SERG

1.5 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 3j CE

Évaluation : Pratique

Descriptif : Ce cours est consacré à géologie des argiles et est structuré en trois parties. La première partie décrit les argiles en tant que minéraux (composition chimique, structure et leurs propriétés physico-chimiques spécifiques ainsi que les méthodes particulières d'identification. La seconde partie concerne l'étude des argiles au cours du cycle géologique (formation, transport sédimentation et évolution au cours de la diagenèse). Ensuite la troisième partie sera consacrée aux applications, tant fondamentale (pédogenèse, paléoclimats, géodynamique) qu'appliquées des argiles (sols, ingénierie, produits dérivés, exploration pétrolière).

Prérequis :

Geophysics across scales for geologists / Géophysique à différentes échelles pour géologues

Module Geophysics across scales for geologists

Enseignant·e·s : Hetényi G., B. Quintal, M. Lupi, A. Moscariello

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL/UNIGE

Automne, 4j C TP

Évaluation : Pratique

Descriptif : Les outils géophysiques sont indispensables pour résoudre des problèmes géologiques modernes à toute échelle. Ce cours a comme but de donner un aperçu de l'éventail des méthodes géophysiques en allant des investigations à l'échelle globale, via régionale, et jusqu'à locale, et d'illustrer l'utilité de la géophysique dans la caractérisation des structures et des processus géologiques. La quantité d'équations présentées sera limitée au (strict) minimum nécessaire pour comprendre les approches, et les travaux pratiques porteront sur de vrais exemples pris des divers domaines des géosciences.

Le cours sera enseigné en anglais ; les questions peuvent être posées en français.

Objectifs:

- Connaître les méthodes géophysiques existantes
 - Connaître l'utilisation, les avantages et les limites des méthodes
 - Savoir où trouver plus de détails quand vous appliquerez des outils géophysiques
-

Contenu:

- Histoire de la géophysique
 - Sismologie structurale
 - Séismes et produits dérivés
 - Méthodes de champ potentiel
 - Télédétection
 - Sismique réflexion – théorie et pratique
 - Caractérisation géophysique des réservoirs
 - Géophysique dans l’exploration géothermique (y.c. flux de chaleur)
 - Elimination de déchets nucléaires
 - Méthodes de forage – théorie et pratique
 - Sismique réfraction et propagation des ondes
-

Prérequis :

Geothermal field trip

Free choice credits

Enseignant·e·s : Miller, S.
Proposé aux orientations : SERG
2 crédits ECTS

Cours donné à l’UNINE
Automne, 4j T
Évaluation : Validation

Descriptif : voir unine

Prérequis :

Hazards and risks of slope mass movements: field camp I /

Risques et dangers liés aux mouvements de versants: terrain I

Module Hazards and risks of slope movements

Enseignant·e·s : Derron M.H., M. Jaboyedoff
Proposé aux orientations : RGEOL
2 crédits ECTS

Cours donné à l’UNIL
Printemps, 5j T
Évaluation : Examen écrit

Descriptif : Le camp permet de mettre en pratique les enseignements du cours « Risques et dangers liés aux mouvements de versant ». Un site d’étude d’un ou de plusieurs phénomènes particuliers (éboulements, chutes de blocs, glissements de terrain, laves torrentielles, inondations) ou une région est choisie afin de réaliser une étude complète qui intègre :

- La caractérisation des mouvements de versant
- La qualification de l’aléa
- La modélisation
- Les développements de scénarios
- L’analyse de risque
- Les propositions de solutions

Dans la mesure du possible, les phénomènes étudiés le seront en fonction des intérêts des étudiants du cours associé.

Prérequis : Risques et dangers naturels (BSc), Modélisation numérique (BSc) ou équivalent. Obligation de suivre « Hazards and risks of slope mass movements: field camp II » dans la partie des crédits à choix libre

Hazards and risks of slope mass movements: field camp II /

Risques et dangers liés aux mouvements de versants: terrain II

Free choice credits

Enseignant-e-s : Derron M.H., M. Jaboyedoff	Cours donné à l'UNIL
Proposé aux orientations : RGEOL	Printemps, 5j T
3 crédits ECTS	Évaluation : Pratique

Descriptif : Le camp permet de mettre en pratique les enseignements du cours « Erosion and slope mass movements ». Un site d'étude d'un ou de plusieurs phénomènes particuliers (éboulements, chutes de blocs, glissements de terrain, laves torrentielles, inondations) ou une région est choisie afin de réaliser une étude complète qui intègre :

- La caractérisation des mouvements de versant
- La qualification de l'aléa
- La modélisation
- Les développements de scénarios
- L'analyse de risque
- Les propositions de solutions

Dans la mesure du possible, les phénomènes étudiés le seront en fonction des intérêts des étudiants du cours associé.

Prérequis : Risques et dangers naturels (BSc), Modélisation numérique (BSc), partie I du camp dans le module "Hazards and risks of slope movements"

Imperial Barrel Award (AAPG)

Free choice credits

Enseignant-e-s : Moscariello A. (coordinateur)	Cours donné à l'UNIGE
Proposé aux orientations : SERG	Printemps, 6 semaines
6 crédits ECTS	Évaluation : Pratique

Descriptif : AAPG's Imperial Barrel Award Program (IBA) is an annual prospective basin evaluation competition for geoscience graduate students from universities around the world. University teams compete to win scholarship funds for their geoscience department and the international recognition that comes from competing or winning in the competition. The program is rigorous and contributes to AAPG's mission of promoting petroleum geoscience training and advancing the careers of geoscience students.

In this global competition, university teams analyze a dataset (geology, geophysics, land, production infrastructure, and other relevant materials) in the eight weeks prior to their local competition. Each team delivers their results in a 25 minute presentation to a panel of industry experts. Students have the chance to use state of the art technology on a real dataset, receive feedback from an industry panel, impress potential employers in the audience, and win cash awards for their school. The judges will select the winning team on the basis of the technical quality, clarity and originality of presentation.

The IBA is a hands-on opportunity for students to experience the creative process and the high-tech science that is the foundation of the Energy Industry today.

Prérequis : Réserve en priorité aux étudiants de deuxième année

Inductively-coupled plasma mass-spectrometry / Spectrométrie de masse à source plasma à couplage inductif

Free choice of credits

Enseignant-e-s : Ulyanov A.	Cours donné à l'UNIL
Proposé aux orientations : GATO - SERG	Automne, 2j C E
1 crédit ECTS	Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Les objectifs du cours :

- donner une base théorique sur le fonctionnement d'un spectromètre de masse à source plasma à couplage inductif ;
- apprendre comment préparer les échantillons et le protocole analytique pour l'analyse de solutions et de matériels solides ;
- apprendre comment optimiser les spectromètres ICP de notre laboratoire et comment les utiliser.

Le contenu du cours :

- (1) un spectromètre de masse à source ICP et ses systèmes majeurs : le générateur RF et la torche à plasma; l'interface ; l'optique ionique ; les spectromètres ICP quadripolaires, à champ magnétique, TOF ; les différents détecteurs ; le système de vide ;
- (2) les systèmes de mobilisation d'échantillon : nébuliseurs, spray-chambers; désolvateurs pour l'analyse de solutions, lasers (excimer, solid-state) pour l'analyse locale des échantillons solides ;
- (3) les solutions : la préparation d'échantillons et des standards, le protocole analytique, les différents modes d'analyse, y compris la standardisation externe/interne, l'addition du standard et la dilution isotopique ; la quantification de la concentration absolue et de la limite de détection ;
- (4) les échantillons solides : le phénomène d'ablation laser ; le transient signal, le fractionnement entre les éléments pendant l'ablation ; (b) la préparation d'échantillon et les standards disponibles, le protocole analytique, la quantification de la concentration absolue et de la limite de détection ; le protocole analytique pour l'analyse isotopique et pour la datation de minéraux riches en Th par U ; la quantification de l'âge.

Les exercices pratiques :

- (a) L'optimisation du spectromètre quadripolaire Elan 6100 DRC et du spectromètre à champ magnétique ELEMENT XR
- (b) L'analyse de solutions artificielles et naturelles et l'analyse de pastilles fondues en utilisant le spectromètre quadripolaire ELAN 6100 DRC
- (c) Les peaks de bas, moyen et haute résolution, la résolution de superpositions spectrales, l'analyse de minéraux et la datation sur le spectromètre ELEMENT XR

Ce cours est surtout recommandé aux étudiant·e·s en master et aux doctorant·e·s ayant l'intention d'utiliser les spectromètres du laboratoire ICPMS de notre Institut pour la préparation de ces diplômes et thèses.

Prérequis :

Initiation to the ion probe / Initiation à la sonde ionique

Free choice of credits

Enseignant·e·s : Bouvier A.S., A. Meibom
Proposé aux orientations : SERG - GATO
0.5 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL
Printemps, 1j C TP
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Initiation au fonctionnement et à l'utilisation de la sonde ionique Cameca IMS 1280-HR au sein de la plateforme CASA (Center for Advanced Surface Analysis)

Prérequis :

Integrated basin analysis / Analyse de bassin intégrée

Module Integrated basin analysis

Cours donné à l'UNIGE

Enseignant·e·s : Moscariello A., E. Samankassou, M. Lupi et collègues

Proposé aux orientations : SERG
6 crédits ECTS

Printemps, 10J TS

Évaluation : Exercices, Rapport

Descriptif : The field-based course is aimed to examine the stratigraphy, tectonic and evolution of depositional environments occurred during the Late Mesozoic-Early Tertiary in the Tremp sedimentary basin (Eastern Spain). Students will work with a variety of data ranging from seismic scale outcrops, large number of stratigraphical sections across the basin and biostratigraphical data which will be integrated and used to reconstruct the full history of the sedimentary basin. Aspect of applied geology specifically associated with reservoir development and hydrocarbon play evaluation, will be also examined in this course.

Prérequis : Modules Reservoir geology I et II, Borehole logging and rock physics et Practical seismic reflection

Internship in a company / Stage en entreprise

Free choice credits

Enseignant·e·s : Directeur du travail de Master
Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL
6 crédits ECTS

Cours donné à l'

Printemps,

Évaluation : Validation sans note

Descriptif :

Ce stage doit avoir une durée minimale d'un mois. Il revient à l'étudiant·e de trouver une place dans l'entreprise de son choix. Une convention de stage doit être signée entre l'étudiant, l'employeur et le directeur de Master. Le stage sera validé par l'institution d'accueil et la/le responsable du travail de fin d'études de Master.

A la fin du stage, l'étudiant·e devra fournir une attestation détaillée (durée du stage, type de travail effectué...) signée par la/le responsable du stage dans l'entreprise et contresignée par la/le responsable du travail de Master. Cette attestation devra être remise à l'administratrice de l'ELSTE.

Prérequis :

Introduction to data analysis with Matlab / Introduction à l'analyse de données avec Matlab

Module Fundamentals of numerical modelling and data analysis

Enseignant·e·s : Simpson G.
Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL
1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Automne, 3j C

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : The aim of this course is to familiarize students with several common techniques used to analyze numerical data sets commonly encountered in Earth Science. The course is based entirely around two one-day projects that the students will undertake independently. The first project involves multivariate data analysis with spatial data, while the second involves analysis of a time series and data modeling.

The techniques treated in this course include basic graphics, principal component and cluster analysis, autocorrelation, Fourier analysis and basic programming, all done with MATLAB.

Evaluation will be based on independent written reports based on the two projects, handed in after course has finished.

The number of participants is limited to 20 people.

Prérequis :

Introduction to geothermics / Introduction à la géothermie and Introduction to hydrogeology and hydrology / Introduction à l'hydrogéologie et à l'hydrologie

Free choice credits

Enseignant-e-s : Miller S. et Brunner Ph.
Proposé aux orientations : SERG
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNINE
Automne, 10j CE
Évaluation : Pratique

Introduction to geothermics : The objective of this course is to present global and local geothermal resources, how best to extract and utilize these resources, and the physics and thermodynamics that control these systems.

Contenu: Global and local heat flow, the heat equation, fluid flow, geothermal power plants, district heating, enhanced geothermal systems.

Introduction to hydrogeology and hydrology : The course will provide an overview of basic hydrological and hydrogeological processes and methods and discusses the importance of groundwater in the hydrologic cycle.

Contenu:

- Introduction to hydrology : Water balance approaches, rainfall runoff relations, measurement approaches for the key components of the hydrologic cycle

- Introduction to hydrogeology: Groundwater systems, hydraulic heads, porosity, groundwater flow equation

Prérequis :

Laboratory techniques in geochemistry / Techniques de laboratoires en géochimie

Free choice of credit

Enseignant-e-s : M. Ovtcharova
Proposé aux orientations : SERG - GATO
0.5 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Automne, 1j C TP
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : This course offers insights into theoretical and practical aspects of laboratory techniques needed to acquire geochemical and isotopic data: sample selection in the field, sample preparation, mineral separation, laboratory techniques for dissolution, element separation by column-based ion chromatography, distillations, clean-air laboratory techniques, manipulation of acids, elemental and isotopic analysis, data treatment, precision and accuracy.

Prérequis :

Les déchets: Gestion environnementale et contraintes géologiques

Module Pratique de la géologie environnementale

Enseignant-e-s : Poté-Wembonyama J., S. Girardclos, M. Patel,
G. Giuliani
Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL
3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 5j C TP
Évaluation : Pratique

Descriptif : Ce cours bloc de 5 jours propose de comprendre la gestion des déchets comme un concept intégral de la gestion des ressources naturelles et de la protection de l'environnement dans le cadre des objectifs du développement durable en Suisse. Il s'agit de :

- Connaître le cadre historique, économique et social de la gestion des déchets.

-
- Acquérir des connaissances sur le cadre légal de la gestion et du stockage des déchets.
 - Comprendre les technologies et les pratiques de valorisation des déchets organiques et leur optimisation énergétique.
 - Proposer une démarche méthodologique pour la mise en œuvre d'un système durable de gestion des déchets dans les pays en voie de développement.
 - Mettre en pratique les concepts de la gestion des déchets avec l'aménagement du territoire avec des données réelles.

Ce cours s'accompagne de plusieurs visites d'installations industrielles de gestion et traitement des déchets.

Programme :

- Histoire des déchets en Europe centrale.
- Législation de la gestion des déchets en Suisse et UE.
- Valorisation des déchets organiques et optimisation énergétique. Compostage et biométhanisation.
- Gestion intégrée des déchets «Life cycle et écobilan».
- Gestion des déchets solides urbains et assimilés dans les pays en voie de développement.
- La Voirie et présentation du programme de gestion des déchets en Ville de Genève (visite).
- Usine d'incinération des Cheneviers ou de Tridel. Tri, incinération et optimisation énergétiques dans la pratique industrielle (visite).
- Site de Châtillon. Tri des déchets, biométhanisation, compostage, la décharge cantonale (GE) et le traitement des percolats (visite).
- Gestion spatiale des déchets en lien avec l'aménagement du territoire. Exercice pratique de sélection de sites de décharges dans le Canton de Genève sur la base de données réelles et géoréférencées.

Limitation

Ce cours multidisciplinaire, axé sur la pratique et le travail de groupe, est limité à 20 places. Pour des raisons d'organisation, il est **obligatoire de s'inscrire au préalable dans un formulaire en ligne** pour avoir accès au cours (choisir le cours concerné dans l'onglet)

<https://www.unige.ch/sciences/terre/fr/education/bachelor/formulaires-dinscription-aux-cours-sites-contamines-cours-dechets/>

Les personnes seront acceptées selon leur ordre d'inscription. Après réception de l'inscription, l'enseignante confirmera votre participation par un email. Cette procédure effectuée, vous pourrez inscrire ce cours auprès de votre programme de master selon l'usage administratif habituel.

Prérequis : cours également ouvert aux étudiants en sciences de l'environnement, en géographie, etc.

Life evolving with Earth

Module Life evolving with Earth

Enseignant-e-s : A. Daley, E. Samankassou,
T. Adatte, D. Ariztegui, J. Spangenberg, T. Vennemann
Proposé aux orientations : SERG
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL/UNIGE

Automne, 10j C TP S

Évaluation : Rapport, séminaires, Examen oral ou écrit

Descriptif : Ce cours couvre une sélection de thématiques et des outils actuellement utilisés dans l'analyse des paléoenvironnements géologiques. Il sera axé principalement sur les traceurs géochimiques, sédimentologiques et les données paléontologiques appliqués dans la reconstruction des changements globaux du passé. Les cas d'étude et intervalles de temps choisis traitent en particulier les extinctions de masse, la paléoclimatologie du Cénozoïque et des exemples de paléoécologie. Vu le caractère transversal de cette discipline, le cours offre un forum interdisciplinaire où les questions d'intérêt général seront discutées.

Contenu

T. Vennemann: l'utilisation de la géochimie isotopique, notamment la variation de la composition isotopique du carbone et de l'oxygène ainsi que celle du strontium et néodymium en tant que traceurs pour les paléoenvironnements, la paléocéanographie ainsi que la paléoclimatologie, sera discutée. La discussion se base

sur les études classiques et les principes de fractionnement qui expliquent les variations isotopiques naturelles. Cette introduction servira de base pour les séminaires suivants qui feront usage des variations isotopiques.

J. Spangenberg: les isotopes stables du carbone et de l'azote dans la matière organique sédimentaire ainsi que la distribution et la nature des marqueurs biologiques (biomarqueurs), qui sont des fossiles moléculaires dérivées de cellules d'organismes autrefois vivants, contribuent à la reconstruction des environnements modernes et fossiles. Les biomarqueurs (isoprénoïde par exemple, des alcanes, des alcools, alcénones ramifiés, les stérols et diglycérol tétraéther) sont utilisés comme substituts pour estimer la température et la salinité des eaux de surface de l'océan, la direction du vent, le type de végétation et la pression partielle de CO₂ dans les temps anciens.

T. Adatte: grands événements d'extinction et leur documentation dans des archives sédimentaires pour mieux comprendre les interactions entre la vie et l'environnement. Exemples des crises tardi ordoviciennes, tardi dévonienne, Permien -Trias, Trias-Jurassique, Crétacé – Paléocène et év Paléocène-Eocène.

D. Ariztegui: divers aspects du climat du Cénozoïque tels la transition l'Eocène-Oligocène, le Miocène et la crise de salinité ainsi que le début des glaciations pliocènes et pléistocènes. Cas d'étude et exemples couvrant les intervalles choisis.

E. Samankassou: base de paléoécologie : facteurs biologiques, physiques et chimiques. Interactions entre les organismes et relations organismes-environnement. Cas d'étude et exemples du Phanérozoïque.

Prérequis :

Marine seismic acquisition, interpretation and data integration / Acquisition, interprétation et intégration de données sismiques marines

Free choice of credits

Enseignant·e·s : Ariztegui D.

Proposé aux orientations : SERG - RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 8j T S

Évaluation : Pratique

Descriptif : Ce cours pratique vise à enseigner des techniques géophysiques sur le terrain ainsi qu'à utiliser les différents appareillages et techniques de l'échantillonnage des sédiments. Le cours inclut le traitement et l'interprétation des données acquises sur le terrain. Le cas échéant, les étudiants pourront travailler sur leurs propres données.

Prérequis :

MATLAB as a language of scientific computing / MATLAB comme langage de calcul scientifique

Module Fundamentals of Numerical Modelling and Data analysis

Enseignant·e·s : Podladchikov Y.

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 42h C E

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : To be able to model Earth processes on a computer using Matlab if equations are given. Philosophy: using simplest possible (intuitive) numerical approaches, emphasis on similarity of coding for very different processes (e.g. groundwater flow compared to pollutant diffusion and heat conduction), minimizing differences in coding for very different processes (such as wave propagation versus diffusion).

Prérequis :

Methods of exploration / Méthodes d'exploration

Module Mineral exploration

Enseignant-e-s : Beaudoin G., Fontboté L.
Proposé aux orientations : GATO
4 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Automne, 10j CE, biannuel, semestre impair
Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : Aim of course: Practical understanding of the procedure of exploring a mineral prospect, based on geological analysis, exploration by drilling, resource calculation of tonnage and grade as a basis for economic evaluation for reporting to investors.

Program and course structure: This practical course in mineral exploration will comprise 4 half-day lectures and a series of practical exercises from selection of a mineral property to discovery of mineral resources and their valuation. Teams are formed as Limited Partnership companies that have to select and bid for a mineral property offered during an auction. Each company has the same nominal budget. The highest bidder purchases the selected property, others need to purchase the remaining properties during an auction. Justification for selecting the property is justified in a report. The companies must interpret the geology of their mineral property to prepare a diamond drill program to discover and, eventually, delineate the mineral resources. This drill program is presented in a report prior to drilling. Drilling in the tri-dimensional matrix of the property is simulated using the software FOREUR, until budget lapse. The companies must select drill intervals for chemical analysis to document the extent and composition of the discovered mineralization. Portions of the mineral rights can be traded for capital between the companies. An estimate of the tonnage and grade of the discovered resource is prepared using geometric methods and GIS software (ex. Arc GIS). The ground value of the resource is estimated by a computation of the Net Smelter Return at current metal prices. The results of the exploration program are presented in a comprehensive report.

Prerequisite: Knowledge of mineral deposit-type characteristics is useful (orogenic gold, Cu-Zn VMS, Ni-Cu-PGE; at least Ressourcen der Erde at ETH or Gîtes Métallifères at ELSTE), but adequate knowledge of mineral deposits for the purpose of the course can be acquired by preparatory reading. Basic knowledge of ArcGIS software is important to produce maps and sections required in reports. Training exercises and tutorials will be provided in advance to prepare for the course.

Prérequis : basic geological and mineral deposit knowledge

Microtectonics / Microtectonique

Module Quantitative Tectonics and rock deformation

Enseignant-e-s : Robyr M., S. Schmalholz
Proposé aux orientations : GATO
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL
Printemps, 27h C T
Évaluation : Pratique

Descriptif : Objectives:

- Understanding the fundamental processes that occur during rock deformation on the mineral and crystal scale.
- Ability to describe microstructures in thin sections and to relate the observed structures to the responsible deformation process.

Content:

- Introduction to rock rheology: Diffusion creep, dislocation creep, low temperature plasticity
- Flow laws and deformation mechanism maps
- Description of deformation structures in thin sections
- Brittle microstructures.
- Ductile microstructures.

Recommended books:

- Passchier and Trouw: Microtectonics

Prérequis :

Microtomography / Microtomographie

Free choice of credits

Enseignant-e-s : Baumgartner L.

Proposé aux orientations : SERG - GATO

0.5 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 1j C TP

Évaluation : Validation sans note

Descriptif : X-ray microtomography provides 3-D images of rocks, composite materials like concrete or soils, as well as technical gadgets. It is used in material sciences and earth sciences to “map” the interior of solid samples. It is based on the fact, that different minerals attenuate X-ray differently, mainly based on their density and chemistry. This course will teach the principles of X-ray tomography, its use and limits. It will allow the participants to actually use the X-ray tomography laboratory. Some specific examples from petrology, sedimentology, and material sciences will be used.

Prérequis :

Mining geophysics / Géophysique minière

Module Mineral exploration

Enseignant-e-s : Irving J.

Proposé aux orientations : GATO

2 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 4j C TP

Évaluation : Pratique

Descriptif : L'objectif principal de la géophysique est de déduire les propriétés physiques du sous-sol à partir de phénomènes physiques qui leur sont associés, par exemple, la propagation des ondes sismiques, la force de pesanteur, etc. Ce cours se consacrera plus particulièrement aux méthodes géophysiques communément utilisées dans l'industrie minière. Ces méthodes comprennent la prospection gravimétrique, électrique, magnétique, électromagnétique, etc. L'acquisition des données en surface, en forage et aéroportée sera également discutée dans le cours. Pour chaque méthode géophysique, le cours adressera systématiquement (i) le principe fondamental avec les théories physiques, (ii) les propriétés physiques qui peuvent être estimées à partir des données géophysiques et leur relation avec les propriétés qui sont économiquement intéressantes, (iii) les instruments et la méthode d'acquisition utilisés pour mesurer les données et (iv) le traitement, l'inversion et l'interprétation des données. Une attention toute particulière va être donnée afin d'améliorer les connaissances quantitatives acquises durant le bachelor sur chaque méthode géophysique. Le cours comblera des cours magistraux avec des exercices pratiques qui impliqueront les techniques étudiées.

Le cours sera donné en anglais.

Prérequis : Avoir suivi et validé un cours d'introduction à la géophysique

Model parameter estimation and uncertainty quantification

Free choice of credits

Enseignant-e-s : N. Linde

Proposé aux orientations : SERG -RGEOL

5 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 56h C TP

Évaluation : Rapport, exposé oral

Descriptif : Many geoscientific problems consist of inferring system properties or to predict its response from a limited amount of noisy data. For example, what is the most likely permeability distribution of an aquifer or reservoir given a series of pumping tests? What is the maximum lateral extent of a geological body given geophysical data and surface observations? All such problems can be phrased as so-called inverse problem in which the data and its associated uncertainty is merged with a physical model that describes the relation between the model and its response under the constraint that any prior constraints about subsurface properties are honoured. This course starts by reviewing basic probability theory before introducing classical solutions to the inverse problem, such as least-squares and maximum likelihood, as well as probabilistic formulations. Through a series of examples from the geosciences, we review the main components of an inverse problem and investigate how different solutions affect the resulting models and model uncertainty assessments. The students will work with existing data sets and software to gain an intuitive and practical understanding of how to obtain models that bring the most out of the data without resorting to interpretation of noise and artefacts. The course also considers both pragmatic and more theoretically based approaches to assess the reliability of the models obtained.

Prérequis : A course in exploration or environmental geophysics / A course on scientific modeling
Working knowledge with Matlab

Modelling volcanic processes / Modélisation des processus volcaniques

Module Advanced petrology and volcanology

Enseignant·e·s : C. Bonadonna, P. Jarvis, E. Rossi
Proposé aux orientations : GATO - RGEOL
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Automne, 28h C
Évaluation : Séminaires

Descriptif : This course covers physical volcanology, from the physical and chemical properties of magma, to the dynamics of both effusive and explosive eruptions. Starting with the characterisation of magma as a multi-component, three-phase medium, we will develop a framework for understanding how its properties control processes of conduit flow and magma fragmentation, which govern eruption style. Then, using case studies and practical exercises, we will explore how theoretical, numerical and experimental modeling can be used to describe different eruptive process including volcanic plumes, tephra sedimentation, pyroclastic density currents and lava flow emplacement. A framework for the characterisation of eruptive parameters of explosive eruptions will also be discussed.

Prérequis :

Optical cathodoluminescence / Cathodoluminescence optique

Free choice of credits

Enseignant·e·s : Martini R.
Proposé aux orientations : SERG - GATO
0.5 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 1j C TP S
Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Le cours abordera les phénomènes physiques nécessaires à la compréhension de la microscopie optique en cathodoluminescence (CL). Des exemples concrets, tirés de l'étude des carbonates sédimentaires seront traités, de même que les différentes méthodes intervenant dans la préparation des échantillons. L'objectif principal vise à ce qu'à la fin du cours les étudiants soient capables d'interpréter les divers faciès de CL (i.e. couleurs) et d'établir la chronologie des phases diagénétiques. Le cours est donné en français. Selon les cas (provenance des participants), il peut également être dispensé en anglais.

Remarque : Cet enseignement est obligatoire pour les étudiants de master qui auront recours à la CL durant leurs travaux de recherche, dans les orientations : géologie sédimentaire ; géochimie, pétrologie et gîtes métallifères ; et géologie structurale et alpine, ainsi que pour les doctorants.

Prérequis :

Ore deposit field camp

Module Field trips

Enseignant-e-s : R. Moritz, K. Kouzmanov, Z. Zajacz
Proposé aux orientations : GATO
6 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Printemps, 8j T
Évaluation : Pratique

Descriptif : -

Prérequis : Module « Ore deposit » ou équivalent

Ore microscopy / Microscopie des minerais

Module Ore deposits

Enseignant-e-s : K.Kouzmanov
Proposé aux orientations : GATO
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE
Automne, 6j C TP
Évaluation : Examen écrit

Descriptif : Part I (Learning the method, days 1 and 2): Introduction to Ore Microscopy. Properties: Reflectivity, hardness, color, anisotropy effects (//N, and +N), internal reflections, textures. Use of determination tables. Part II: Mineral systematics (days 3 to 6): Native elements. Oxides. Sulfides and arsenides. Sulfosalts. Typical fabrics. Opaque minerals in "normal" magmatic and metamorphic rocks
Evaluation: Theoretical (20%) and practical test (80%).
Important note: MANDATORY CONFIRMATION OF REGISTRATION until September 18 per e-mail to Lluís.Fontboté@unige.ch (necessary because the number of microscopes is limited)

Prérequis :

Petrological processes in geodynamic environments / Processus pétrologiques dans les environnements géodynamiques

Module Petrological processes in geodynamic environments

Enseignant-e-s : U. Schaltegger, O. Müntener, S. Pilet, L. Caricchi, L. Baumgartner, S. Schmalholz, J. Marin-Carbonne, Z. Zajacz
Proposé aux orientations : GATO - RGEOL
9 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL/UNIGE
Automne, 70h C TP E S
Évaluation : Séminaires, rapport

Descriptif : Ce cours a pour objectif la synthèse des divers processus pétrologiques et tectoniques au sens large qui surviennent dans les différents contextes géologiques de la tectonique des plaques, au Phanérozoïque et au Précambrien. Il est divisé en cinq parties:
1) Evolution de la Terre primitive : Les stades précoces de l'évolution de la Terre ont été caractérisés par des conditions géologiques particulières et uniques, différentes de celles prévalant au Phanérozoïque, au niveau du

régime thermique, de l'atmosphère, de la nature de la croûte, etc. On passera donc en revue les questions liées à la formation de la Terre (accrétion), la proto-croûte, le développement de l'atmosphère et de l'hydrosphère, les débuts de la tectonique des plaques et d'autres événements, tels les épisodes de glaciation généralisée (snow-ball Earth). Les après-midis seront consacrés à des exercices et à des lectures personnelles. Premier séminaire (1 jour): chaque étudiant donnera un séminaire relatif à un article scientifique.

2) Manteau : Structure, composition et évolution du manteau.

3) Subduction : Les matinées seront dédiées à des cours relatifs à des aspects du métamorphisme, du magmatisme, de la géophysique, des processus thermo-mécaniques et de la pétrologie expérimentale. Les après-midis seront dédiés à des travaux pratiques. Deuxième séminaire (1 jour): chaque étudiant donnera un séminaire relatif à un article scientifique.

4) Rifting et croûte océanique : Seront abordés les processus liés à la dislocation des masses continentales, à l'évolution des marges passives et à la nature de la croûte océanique. Les différents modèles tectoniques (géologie et modèles quantitatifs) pour rifting et extension de la lithosphère seront discutés et expliqués.

5) Collision : Ce chapitre abordera les questions relatives au magmatisme crustal, au transport des magmas et à leur mise en place dans la croûte moyenne-supérieure, à la rhéologie de la lithosphère et aux structures qui se forment pendant une collision. Les différents processus tectoniques pendant une collision seront discutés et appliqués à l'orogénèse alpine.

Présentation du séminaire principal: Ce séminaire sera donné individuellement par chaque étudiant. Il sera relatif à un thème d'actualité choisi par l'étudiant, fera l'objet d'une recherche bibliographique, d'un exposé oral et d'un rapport écrit.

Prérequis :

Physics and structure of minerals / Physique et structure des minéraux

Module Applied and environmental mineralogy

Enseignant·e·s : Müntener O.

Proposé aux orientations : GATO

1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL

Printemps, 14h C

Évaluation : Pratique

Descriptif : This course addresses the fundamental chemical and physical properties (composition, chemical exchanges, electrical and elastic properties) of major rock forming silicates and oxides. Practical methods are discussed of how mineral analysis can be used to extract petrological and geophysical information.

Prérequis :

Physics as a basis for modeling / La physique comme base de modélisation

Module Fundamentals of numerical modelling and data analysis

Enseignant·e·s : Podladchikov Y.

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 28h C E

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : To be able to convert equations for Earth processes from a text book to Matlab and solve them numerically in 1 dimension. Philosophy: learning continuum physics by solving numerically in Matlab a set of classical one-dimensional problems having analytical solutions, skipping lengthy analytical derivations, but comparing the final results.

Prérequis :

PorPerm and QemScan

Free choice of credits

Enseignant·e·s : Moscariello A.

Proposé aux orientations : SERG - GATO

0.5 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Automne, 1j C TP

Évaluation : Validation sans note

Descriptif : During this module students will learn how to describe the reservoir properties of rocks including quantitative mineralogical and textural aspects, and measured 3D porosity and permeability. The course will offer practical hands-on experience on both Coretest and QEMSCAN QUANTA 650F equipments and a number of exercises aimed to learn how to use and interpret those data e.g. for sedimentological, reservoir geology and palaeo-environmental purposes. Applications to ore-geology and volcanology will be also demonstrated.

Prérequis :

Quantitative tectonics / Tectonique quantitative

Module Quantitative Tectonics and rock deformation

Enseignant·e·s : Schmalholz S.

Proposé aux orientations : GATO

4 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 42h C TP

Évaluation : Pratique

Descriptif : Objectives:

- Understanding the fundamental concept of continuum mechanics, that is, concept of conservation of mass, concept of force balance and concept of conservation of energy.
- Ability to apply mechanical concepts to quantify tectonic processes.
- Ability to perform basic quantifications of tectonic processes on a piece of paper and with the help of scientific programming (using Matlab).

Content:

- Introduction to continuum mechanics
- Dimensional analysis and dimensionless solutions
- Overthrusting
- Folding
- Boudinage and necking
- Ductile shear zones
- Flexure
- Introduction to fracture mechanics

Recommended books:

- Turcotte and Schubert: Geodynamics
- Pollard and Fletcher: Fundamentals of Structural Geology

Prérequis :

Reading rocks - Rock textures and fluids / Lecture des roches - textures de roches et fluides

Module Petrology and Fluids in the Earth's Crust

Enseignant·e·s : Kouzmanov K.

Proposé aux orientations : GATO

1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 2j C TP

Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Le cours est centré sur l'analyse des textures qui résultent de l'interaction entre fluides hydrothermaux et roches magmatiques, sédimentaires et métamorphiques. La description et l'interprétation correcte de la texture d'une roche altérée/minéralisée est fondamentale pour la compréhension du rôle des fluides crustaux, en particulier pour les processus minéralisateurs, et leur évolution dans le temps. Le cours théorique est suivi de travaux pratiques qui donnent un aperçu de diverses méthodes d'observation à différente échelle – macro à micro.

Prérequis :

Risk management / Gestion des risques

Module Risk Management

Enseignant-e-s : Menoni S., C. Gregg, F. Romerio et enseignants du CERG-C

Cours donné à l'UNIGE

Proposé aux orientations : RGEOL

Printemps, 84h C

6 crédits ECTS

Évaluation : Examen écrit

Descriptif : Objectives

At the end of the module participants should be able to:

- explain concepts around vulnerability, resilience, damage, event scenarios;
- describe main problems concerning socio-economic of disasters;
- apprehend economic and insurance aspects related to the field of risk mitigation;
- interact with journalists in case of post-disaster media communication;
- explain the functioning and dynamics of effective early warning systems; and
- recognize the role of public perception and education regarding hazard and risk

Content

The Risk Management module is the most multidisciplinary module of the CERG-C course. It includes several aspects of risk analysis. In particular, this module is focused on the best ways, according to literature, past experiences and lessons learnt, to make sound decisions in order to reduce damages and to mitigate the impact of hazards on society. Significant time and effort is devoted to understand risk assessment and risk management tools and methods used in a range of disciplines. The Risk Management module brings together a multidisciplinary team of experts representing fields such as physical and social sciences, communication, geography, land-use planning, statistics, modeling, insurance and economics.

Prérequis :

Scanning Electron Microscopy , MEB_UNIGE / Microscopie électronique à balayage

Free choice of credits

Enseignant-e-s : Martini R.

Cours donné à l'UNIGE

Proposé aux orientations : SERG - GATO

Automne, 2j C TP

1 crédit ECTS

Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Le cours aborde le fonctionnement et les principes de base d'un microscope électronique à balayage (MEB). Un accent particulier est mis sur les différentes techniques d'imagerie, de même que sur les analyses chimiques par spectrométrie à sélection d'énergie (EDS) et sur la cathodoluminescence intégrée au microscope électronique. Les méthodes spécifiques intervenant dans la préparation des échantillons sont également traitées. Le cours se compose d'une partie théorique et d'une partie pratique.

A la fin du cours, les étudiants devront être capables d'interpréter les images obtenues (aussi bien en électrons secondaires que rétrodiffusés et en cathodoluminescence) et les spectres issus des analyses EDS.

Remarque

Cet enseignement est vivement recommandé pour les étudiants qui auront recours à ce type d'analyses durant leurs travaux de master. Pour des raisons pratiques, le cours aura lieu sur les 2 sites (UNIGE: R. Martini; UNIL: P. Vonlanthen).

Prérequis :

Scanning Electron Microscopy, MEB_UNIL / Microscopie électronique à balayage

Free choice of credits

Enseignant-e-s : Vonlanthen P.

Proposé aux orientations : SERG - GATO

1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL

Automne, 2j C TP

Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Le cours aborde le fonctionnement et les principes de base d'un microscope électronique à balayage (MEB). Un accent particulier est mis sur les différentes techniques d'imagerie, de même que sur les analyses chimiques par spectrométrie à sélection d'énergie (EDS) et sur la cathodoluminescence intégrée au microscope électronique. Les méthodes spécifiques intervenant dans la préparation des échantillons sont également traitées. Le cours se compose d'une partie théorique et d'une partie pratique.

A la fin du cours, les étudiants devront être capables d'interpréter les images obtenues (aussi bien en électrons secondaires que rétrodiffusés et en cathodoluminescence) et les spectres issus des analyses EDS.

Remarque

Cet enseignement est vivement recommandé pour les étudiants qui auront recours à ce type d'analyses durant leurs travaux de master. Pour des raisons pratiques, le cours aura lieu sur les 2 sites (UNIGE: R. Martini; UNIL: P. Vonlanthen).

Prérequis :

Sedimentary rocks in the field / Les roches sédimentaires sur le terrain

Module Sedimentary rocks and processes from Source-to-Sink

Enseignant-e-s : Castellort S.

Proposé aux orientations : SERG

4 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 8j T

Évaluation : Pratique, rapport, séminaires, examen oral ou écrit

Descriptif : Overview of the sedimentary environments and processes recorded in archives of clastic, carbonate and chemical sedimentary rocks along the source-to sink sedimentary system. The students get state-of-the-art knowledge of fundamental concepts and papers related to the different segments of the source-to-sink system, from proximal alluvial systems down to deep sea fan deposition and carbonate environments in different geodynamic settings.

The students also use this course to develop a detailed understanding of the sedimentary rocks of their own master research area.

A first 2-days field trip takes place at the beginning of the fall-semester to introduce students to the Swiss Alps with world-class outcrops of passive margin to foreland basin sedimentary rocks and sequences (S. Castellort, K. Föllmi). During the following spring-semester the students are taken abroad on 5-6 days field course that takes place each year in a different basin: Sorbas in the South of Spain, Tremp-Ainsa in the Southern Pyrenees, or around the town of Gubbio in the Apennines of Italy.

Prérequis : undergraduate sedimentology course

Seismic risk / Risque sismique

Module Volcanic and seismic risk

Enseignant-e-s : Föh D., B. Duvernay

Proposé aux orientations : RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 6j CE

Évaluation : Examen écrit

Descriptif : At the end participants should be able to :

- understand seismic hazard products
- describe the required input data and the related uncertainties
- distinguish the main principles of good practice in seismic conceptual design
- develop an overview over seismic risk mitigation strategies
- communicate with experts from the fields of seismology and construction

This course is divided into seismic hazard assessment and seismic vulnerability and loss modelling. The seismic hazard assessment part is a general introduction to the methods of seismic hazard analysis. It provides an overview of the input data and the tools in deterministic and probabilistic seismic hazard assessment, and discusses the related uncertainties. It includes the discussion related to Intensity and macroseismic scales, historical seismicity and earthquake catalogues, ground motion parameters used in earthquake engineering, definitions of the seismic source, magnitude scales, ground motion prediction equations, site effects and microzonation, and the use of numerical tools to estimate ground motion parameters, both in a deterministic and probabilistic sense. Secondary effects such as liquefaction of soils, the triggering of landslides and tsunami generation will be discussed as well. The Seismic Vulnerability & Loss Modeling part provides an overview of the different factors affecting the seismic vulnerability of buildings and infrastructures and gives an insight in how earthquake loss models work. General principles for a good seismic design of buildings and examples of what happens if these principles are not followed will be discussed. Students will put their knowledge into practice through the evaluation of the seismic vulnerability of existing buildings based on architectural plans. They will also learn about the structure of earthquake loss models and use a simple generic earthquake loss model.

Prérequis :

Sites contaminés : application géologiques et environnementale

Module Pratique de la Géologie environnementale

Enseignant-e-s : Girardclos S., J. Poté-Wembonyama

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 5j C TP

Évaluation : Pratique

Descriptif : Objectifs

Ce cours bloc de 5 jours propose de comprendre la gestion des sites contaminés comme un concept intégral de la gestion des ressources naturelles et de la protection de l'environnement dans le cadre des objectifs du développement durable. Il s'agit de :

- Connaître les différentes sources des contaminants les plus importants et dangereux, leur persistance et leur diffusion dans les compartiments environnementaux.
- Acquérir des connaissances approfondies des techniques physico-chimiques et biologiques (bioremédiation) de remédiation des sites contaminés.
- Elaborer un programme d'investigation de sites pollués et évaluer les risques liés à la pollution à l'aide de données géologiques et hydrogéologiques.
- Mettre en pratique les concepts avec un plan de mise en œuvre des technologies pour réduire les charges, les risques et remédier aux pollutions.

Ce cours s'accompagne d'une visite d'installations de gestion d'un site contaminé.

Programme :

- Typologie de pollution et famille de micropolluants et macropolluants : pollutions minières, urbaines, industrielles en rapport avec les compartiments environnementaux associés.
- Lois et procédures liées à la gestion des sites contaminés en Suisse et UE.
- Les mesures techniques préventives et d'assainissement des sites ; approches physicochimiques et de bioremédiation.
- Visite sur le terrain d'un site contaminé du canton de Genève qui illustre les concepts et techniques présentés dans le cours.
- La gestion d'un site contaminé issu d'une décharge industrielle d'importance nationale.
- Exercices issus de la pratique en bureau d'ingénieur.

Limitation :

Ce cours multidisciplinaire, axé sur la pratique et le travail de groupe, est limité à 20 places. Pour des raisons d'organisation, il est **obligatoire de s'inscrire au préalable dans un formulaire en ligne** pour avoir accès au cours (choisir le cours concerné dans l'onglet)

<https://www.unige.ch/sciences/terre/fr/education/bachelor/formulaires-dinscription-aux-cours-sites-contamines-cours-dechets/>

Les personnes seront acceptées selon leur ordre d'inscription. Après réception de l'inscription, l'enseignante confirmera votre participation par un email. Cette procédure effectuée, vous pourrez inscrire ce cours auprès de votre programme de master selon l'usage administratif habituel.

Prérequis :

SPACE-GEOENERGY: Geomatics and geo-energy / Géomatique et géo-énergies

Free choice credits

Enseignant·e·s : Moscariello A., J. Simantov et collègues

Proposé aux orientations : SERG

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 5j C

Évaluation : Pratique

Descriptif : Apprendre un ensemble d'outils, de techniques et de méthodologies permettant d'évaluer le potentiel du sous-sol en ressources énergétiques.

Application à la géothermie et au processus de Play Fairway Analysis: compilation de données, intégration et interprétation, définition de zones d'intérêts, construction de cartes de probabilité, intégration des cartes et mise en évidence de prospects.

Prérequis : Notions de base en SIG, expérience utilisateur ArcGIS

Spatial risk assessment / L'évaluation spatiale du risque

Module Spatial analysis applied to geology and risk

Enseignant·e·s : Frischknecht C., P. Peduzzi, B. Chatenoux

Proposé aux orientations : SERG - GATO - RGEOL

3 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIGE

Printemps, 5j C E

Évaluation : Pratique (Rapport)

Descriptif : Objectifs:

- Appréhender les différentes démarches pour l'évaluation de l'exposition et de la vulnérabilité
 - Investiguer les différents outils SIG et mathématique pour l'évaluation du risque
-

Ce cours se concentre sur l'évaluation du risque. Il permettra de combiner les aspects de dangers (séismes, inondations, tsunamis, ouragans), d'exposition, de vulnérabilité physique et humaine, d'adaptation et le rôle des écosystèmes pour la réduction des risques en utilisant les différents outils proposés par ArcGIS, QGIS et Statistica qui permettront d'évaluer semi-qualitativement et quantitativement le risque.
Ce cours fait appel à ArcGIS, QGIS et Statistica.

Prérequis :

Stable and radiogenic isotope geochemistry / Géochimie des isotopes stables et radiogéniques

Module Stable and radiogenic isotope geochemistry

Enseignant-e-s : Chiaradia M., E. Samankassou, U. Schaltegger, R. Spikings, T. Vennemann, Marin-Carbone J. Proposé aux orientations : GATO 6 crédits ECTS	Cours donné à l'UNIL/UNIGE Printemps, 84h C TP S, biannuel, semestre impair Évaluation : Examen écrit
--	--

Descriptif : This module illustrates the wide range of applicability of stable (light and heavy) and radiogenic isotopes to an advanced understanding of magmatic, metamorphic, surface, tectonic and ore-forming processes. The course will consist of both lectures (50%) and practical exercises (50%).

Contents

1. Magmatic systems.
 - a. Stable isotopes for source fingerprinting and reconstructions of magmatic processes
 - b. Radiogenic isotopes for source fingerprinting and magmatic processes reconstruction
 - c. Dating magmatic rocks and magma chamber processes
 2. Metamorphic systems.
 - a. Metamorphic reactions and stable isotope compositions
 - b. Dating of metamorphic events
 3. Thermochronology.
 - a. Low temperature thermochronology (FT, U-Th-He)
 - b. The Ar/Ar thermochronometer
 - c. High temperature thermochronology (U-Pb)
 4. Sedimentary systems
 - a. Clastic systems: provenance through radiogenic and stable isotopes and zircon dating
 - b. Carbonate systems: C- and Sr-isotope chronostratigraphy, reconstruction of paleo-chemical and physical parameters and processes (e.g., B, Ca, Zn isotopes), U-series dating
 5. Surface systems
 - a. Tracing sources of pollutants in the environment and reconstructing surface processes with stable and radiogenic isotopes
 6. Ore systems
 - a. Signatures of stable light and heavy isotopes in ore systems
 - b. Tracing fluid and metal sources with radiogenic isotopes
 - c. Dating ore deposits
-

Prérequis : solid background in the basic principles of isotope geology acquired through the courses of the second and third years or equivalent.

Syn-tectonic granite emplacement and vein formation - Cévennes, France /
Mise en place de granites syn-tectoniques et veines hydrothermales - Cévennes, France
Free choice of credits

Enseignant·e·s : Kouzmanov K., A. Chauvet	Cours donné à l'UNIGE
Proposé aux orientations : GATO	Printemps, 6j T, biannuel, semestre impair
3 crédits ECTS	Évaluation : Validation sans note

Descriptif : Le camp de terrain est centré sur la caractérisation du contexte structural de mise en place des minéralisations filoniennes aurifères tardi-hercynienne, en insistant sur les processus de mise en place des manifestations magmatiques et hydrothermales associées. Les disciplines traitées au cours du camp de terrain seront essentiellement: i) l'analyse structurale des corps magmatiques et des veines hydrothermales, ii) l'étude des processus d'interaction fluide-roche, et iii) la caractérisation de la transition magmatique-hydrothermale. Les participants réaliseront, en groupes de travail de 2 à 3 personnes, des exercices de cartographie détaillée, des coupes géologiques et une analyse microstructurale détaillée. L'évaluation du camp de terrain sera essentiellement faite sur la correction du rapport de terrain fourni par chaque groupe.

Prérequis :

Volcanic risk / Risque volcanique

Module Volcanic and seismic risk

Enseignant·e·s : Bonadonna C. et enseignants du CERG-C	Cours donné à l'UNIGE
Proposé aux orientations : RGEOL	Printemps, 6j C T
3 crédits ECTS	Évaluation : Examen écrit, pratique (Rapport)

Descriptif : The objectives related to volcanic risk area :

- characterize different eruptive styles and volcanic phenomena
- distinguish main features of pyroclastic deposits
- describe key parameters of volcanic activity
- assess main volcanic hazards
- combine the evaluation of both volcanic hazard and vulnerability for the development of comprehensive models of risk assessment

This course presents an introduction to physical volcanology and volcanic risk. In particular, some basic concepts of main types of volcanoes, eruptive styles and associated deposits are discussed. Main volcanic hazards and examples of hazard assessment are described in greater detail. Main issues associated with the evaluation of volcanic risk and the management of volcanic crisis are also discussed.

Estimated expenses for the excursion: CHF 1'300.-

Prérequis : Avoir suivi le cours de Master "Risk management".

Volcano fieldtrip / Excursion volcanique

Module Advanced petrology and volcanology

Enseignant·e·s : Caricchi L., C. Bonadonna, S. Pilet	Cours donné à l'UNIL/UNIGE
Proposé aux orientations : GATO - RGEOL	Printemps, 5j T
2 crédits ECTS	Évaluation : Pratique

Descriptif : During this advanced course of Volcanology we will show how petrology can be applied to unravel the processes of magma transfer, accumulation and evolution in the Earth's crust and how these processes affect the eruptive dynamics of volcanoes. Petrology will be combined with the quantitative study of pyroclastic deposits to demonstrate how the chemical and physical characterization of volcanic products can be used to characterize the processes leading to the variety of volcanic eruptions we observe on our planet. We will apply

theoretical concepts of petrology and physical volcanology performing exercises to uncover the sequence of events leading to some of the best studied eruptions.

Estimation for the costs of the fieldtrip: travel expense to Catania (around CHF300) + food and lodging (€300)

Prérequis :

Volcano petrology / Pétrologie volcanique

Module Advanced petrology
and volcanology

Enseignant·e·s : Caricchi L., S. Pilet
Proposé aux orientations : GATO - RGEOL
2 crédits ECTS

Cours donné à l'UNIL/UNIGE
Printemps, 28h C
Évaluation : Séminaire

Descriptif : During this advanced course of Volcanology we will show how petrology can be applied to unravel the processes of magma transfer, accumulation and evolution in the Earth's crust and how these processes affect the eruptive dynamics of volcanoes. Petrology will be combined with the quantitative study of pyroclastic deposits to demonstrate how the chemical and physical characterization of volcanic products can be used to characterize the processes leading to the variety of volcanic eruptions we observe on our planet. We will apply theoretical concepts of petrology and physical volcanology performing exercises to uncover the sequence of events leading to some of the best studied eruptions.

Prérequis :

Weathering processes and soils formation / Processus d'altération et formation des sols

Module Sedimentary rocks and processes from Source-to-Sink

Enseignant·e·s : E. Verrechia
Proposé aux orientations : SERG
1 crédit ECTS

Cours donné à l'UNIL
Automne, 2j C TP
Évaluation : Pratique

Descriptif : Ce cours traite de la relation entre processus d'altération et formation des sols au cours des temps géologiques. Après une large introduction sur les processus d'altération à la surface des continents et une présentation des grands types de pédogenèse, le cours présentera la diversité des paléosols, montrera comment les paléosols peuvent être utilisés à des fins de reconstructions paléogéographiques, et comment altération et paléosols représentent les clés de la compréhension des cycles biogéochimiques élémentaires à la surface des continents au cours de l'Histoire de la Terre.
Ce cours fondamentalement ex-cathedra, sera aussi illustré par des observations de lames minces de paléo-altérites et paléosols.

Prérequis :

CONTACT

Fabienne Dietrich | Coordinatrice de l'ELSTE

Décanat FGSE - Géopolis - Bureau N°4614

CH - 1015 Lausanne | +41 21 692 43 40

fabienne.dietrich@unige.ch | fabienne.dietrich@unil.ch |

www.geoleman.ch

Présence : lundi, mardi et jeudi