



Master (Maîtrise universitaire)

- en géologie

- d'ingénieur géologue

Description des enseignements

1571 Analyse de données

Enseignant :	E. Davaud - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Ce cours-exercice vise à familiariser les étudiants avec les techniques les plus courantes d'analyse statistique et graphique de données numériques. L'enseignement est entièrement organisé autour de la résolution de deux problèmes-type qui se présentent fréquemment en Sciences de la Terre:

- l'analyse de données multivariées réparties dans l'espace (prospection géochimique, p.ex.)
- l'analyse de données multivariées réparties dans le temps (contrôle de qualité, surveillance de paramètres environnementaux).

Les techniques abordées au cours de cet exercice sont les suivantes : cartographie automatique, analyse multivariée (analyse factorielle, cluster analysis), analyse de séries temporelles (autocorrélation, pouvoir spectral).

Les participants seront amenés à utiliser les logiciels SURFER, SPSS/STATISTICA et devront élaborer un rapport illustré concis qui servira à valider le cours-bloc.

Nombre de participants limité à 20 personnes.

1585 Analyse de la fracturation

Enseignant :	M. Sartori - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine ; Risques et environnement

But du cours :

Comment aborder l'étude de la fracturation dans le cadre d'un projet académique ou appliqué?

Programme :

Importance du cadre structural, acquisition des données sur le terrain (failles, joints, veines d'extension), traitement et représentation informatique des données (programme Tectonics FP), analyse de failles, sismotectonique. Cas traité : faille du Vuache et séisme d'Annecy (1996) avec une journée de terrain.

Nombre de participants limité à 14 personnes.

14T01 Analyse des isotopes stables

Enseignant :	T. Vennemann - UNIL
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères Géologie sédimentaire

Objectifs du module : Ce cours fournit les connaissances théoriques et pratiques des différentes méthodes analytiques qui sont utilisées pour faire des mesures des isotopes stables (H, C, N, S, O). Il s'appuie sur des exposés théoriques, exercices et de travaux pratiques de laboratoire.

Contenu du module : Traitement des échantillons pour l'analyse des isotopes stables ; purification des échantillons et minéraux. Introduction aux méthodes d'analyses et aux principes d'un spectromètre de masse. Les analyses des D/H et 18O/16O d'eau et du D/H de minéraux. Les analyses des rapports 13C/12C et 15N/14N (34S/32S) de matériaux organiques. Les analyses des rapports 13C/12C et 18O/16O de carbonates et 13C/12C du carbonate dissoudre. Les analyses des rapports 17O/16O et 18O/16O des silicates et des oxydes. Les analyses du 34S/32S des sulfures et sulfates. Les corrections des mesures (p.e. 17O-correction et H3-facteur). L'étalonnage et la normalisation des mesures. Les traitements statistiques et l'évaluation des erreurs analytiques ; l'exactitude et la précision des mesures. Les traitements statistiques et l'évaluation des erreurs analytiques ; l'exactitude et la précision des mesures.

Ce cours est obligatoire pour tous les étudiants qui devront utiliser les analyses des isotopes stables au cours de leur travail de Master.

Prérequis : Le suivi des cours « Introduction à la Géochimie » et « Traitement des données analytiques ».

14T21 Analyse des roches en fluorescence X

Enseignant :	Pfeifer H.R. - UNIL
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	contrôle continu (min. 2 évaluations durant le cours)
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Introduction (présentation du CAM, modes opératoires et règlements de labo, propriétés des matériaux), sécurité du labo, aspects compositionnels de roches et minéraux. Identification de roches via analyse, diagrammes utiles avec Sigmaplot. Echantillonnage sur le terrain, préparation au laboratoire : concassage/broyage. Analyse chimique de roche totale en générale, génération et détection de rayons X. Principes de la fluorescence des RX. Spectromètre PW 2400, méthodes complémentaires (perte au feu par calcination, CO2 par coulométrie, FeO par voie humide et photométrie, H2O par calcul). Détermination de la perte au feu, fabrication de pastilles pressées et fondues, sécurité au labo et conditionnement des déchets de labo. Analyse qualitative de monnaies : pièces de CHF. 5.-. Analyse quantitative par FRX : étude des spectres, optimisation des paramètres de mesures, étalonnage, correction des effets de matrice. Limite de la méthode (précision, exactitude, limites de détermination). Analyse FRX d'un échantillon d'argile contaminé par Pb, inclus étalonnage. Réponses aux questions, discussions de projets d'analyses personnelles.

En 2007, ce cours sera donné par B. Dold et J.-C. Lavanchy.

1708 Analyse systémique et modélisation de l'environnement

Enseignant :	J.-L. Loizeau - UNIGE
Durée :	30 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
	Risques et environnement

1. Introduction

Systèmes et modèles - La typologie des systèmes - Le système dans l'espace et le temps - Les transferts de matière et d'énergie entre les différents systèmes - Exemples de systèmes, de cycles et transferts à différentes échelles (de globale ou transfrontière à microscopique).

2. La modélisation

Les buts de la modélisation: compréhension des processus, analyse de sensibilité, prédiction - Les différents types de modèles: physique, conceptuel, mathématique - Les étapes de la modélisation: conception, rédaction, calibration, validation, utilisation - Les modèles mathématiques: déterministe, empirique, stochastique - Rappels mathématiques: algèbre, équations différentielles, intégrales - Les outils de la modélisation: graphisme, langages informatiques, progiciel.

3. Exemples et exercices de modélisation

Modèles de transport en milieu aquatique - Modèles de réactions: à l'équilibre ou en conditions dynamiques - Modèles d'écosystèmes.

1623 Camp de géodynamique

Enseignant :	G. Stampfli - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
	Géologie structurale et alpine

Ce camp d'une semaine est centré sur le lever de coupes détaillées dans les Alpes illustrant des domaines sédimentologiques et géodynamiques particuliers: transition prérift synrift à la base de la nappe de la Brèche; séries carbonatées de plate-forme interne, de pente et de bassin (Préalpes) illustrant la paléogéographie complexe de la marge nord de la Téthys Alpine au Jurassique ; séries syn et post collisionnelles (flysch et molasse). Ces coupes sont levées de façon systématique en utilisant la même méthodologie et sont mises au net sur ordinateur en utilisant des programmes de dessin (Canvas, CorelDraw, etc.).

Ce camp permet d'illustrer certains des principes présentés durant le cours de dynamique des bassins.

Nombre de participants limité à 8 personnes.

Prérequis : Module « Dynamique des bassins ».

1410 Cartographie géologique du Quaternaire alpin

Enseignant :	M. Marthaler - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	travail personnel
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine
	Risques et environnement

Ce camp de 3 jours aura lieu dans le val d'Anniviers ou le val d'Hérens.

Buts du camp:

- savoir dessiner judicieusement les limites des roches en place – Quaternaire - savoir distinguer les formes glaciaires des formes périglaciaires (cordons morainiques, glaciers rocheux actifs ou fossiles) - savoir reconnaître les formes et les limites d'un glissement de terrain (y compris les zones rocheuses dites tassées), et ainsi, savoir distinguer des « failles » gravitaires des accidents tectoniques, les replats de tassement des terrasses glaciaires, p. ex.

Bref, de lever une carte géologique avec un Quaternaire bien dessiné et compris qui, bien que le recouvrant, aide aussi à comprendre la géométrie du substratum rocheux.

Ce camp permet aussi une approche globale sur le terrain de la géologie alpine. Les panoramas des Alpes valaisannes sont de magnifiques révélateurs de l'histoire géologique de la formation des Alpes.

Nombre de participants limité à 20 personnes

Coût : environ Fr. 200.-

Prérequis : avoir des notions et une pratique de base en cartographie géologique.

1652 Cartographie minière

Enseignant :	L. Fontboté - UNIGE
Durée :	3 jours + rapport
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Cartographie minière de détail (p.ex. 1:500) d'une mine ou prospection minière avec accent sur la représentation de l'altération hydrothermale et la structure. Peut être en liaison avec le travail de terrain pour le master.

1547 Croûtes océaniques récentes et anciennes

Enseignant :	O. Müntener - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères Géologie structurale et alpine

Informations fournies ultérieurement.

1507 Diagraphies environnementales et pétrolières

Enseignant :	K. Holliger
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	travaux pratiques
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

Informations fournies ultérieurement.

1510 Diagraphies, camp

Enseignant :	K. Holliger - UNIL
Durée :	2 jours
Total crédits ECTS :	1
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Informations fournies ultérieurement.

Prérequis : Cours-exercices, soit « Diagraphies environnementales et pétrolières »

1722 Droit de l'environnement

Enseignant :	A. Petitpierre - UNIGE
Durée :	28 heures
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement

- Examen des principales institutions juridiques utilisées pour la protection de l'environnement.
- Examen de jurisprudence.
- 1. Introduction générale:
 - Aperçu de l'ensemble de la législation en cette matière - Application du droit par la Confédération et par les cantons - Participation des citoyens - Application du droit dans des procédures complexes
- 2. Les principaux instruments juridiques:
 - Les plans dans l'aménagement du territoire - Les plans de mesures - Les valeurs limites d'immission et d'émission - Les études d'impact : procédure et conséquences juridiques - Les inventaires : paysages, sites et biotopes protégés
- 3. Les interventions de l'Etat:
 - Mesures de protection - Assainissement
- 4. Responsabilité civile et pénale:
 - Rapports de voisinage - Pollution des eaux - Déchets.

1587 Dynamique des bassins

Enseignant :	G. Stampfli - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
	Géologie structurale et alpine

L'étude des paléomarges est envisagée sous le biais de la comparaison avec des données actualistes. Des données de sismiques réflexion, de terrain et de la littérature sont utilisées pour définir la géométrie de la déformation et l'évolution géodynamique des marges continentales divergentes ou convergentes.

Les méthodes quantitatives suivantes sont introduites :

- Flexuration: L'évolution des marges actives et la reconstruction géométrique des plaques subductantes est approchée par l'étude des données de terrain sur l'accrétion continentale et océanique. L'analyse de la flexuration liée à la fosse du Pérou permet une introduction aux différents modèles et paramètres physiques en jeu lors de la modélisation. Les différents modèles de flexuration sont ensuite utilisés pour quantifier l'évolution des bassins sédimentaires liés à la convergence continentale alpine durant le Crétacé et le Tertiaire.
- Courbes de subsidence: Des modélisations quantitatives de la subsidence sont utilisées pour définir l'évolution thermique des marges passives. Différentes courbes de subsidences sont à établir pour le domaine Briançonnais sur la base de données stratigraphiques. Ces différents modèles sont ensuite analysés et liés au développement géodynamique du domaine téthysien.

1703 Echanges et cycles globaux

Enseignant :	J. Dominik - UNIGE
Durée :	30 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientation :
Master en géologie	Risques et environnement

1. Introduction
Place de la Terre dans l'Univers - Le soleil et la Terre - Réservoirs terrestres : leurs caractéristiques générales - Echelles de temps
2. Bilans des masses
Principe des bilans - Méthodes de mesures et d'estimations - Programme de recherche IGBP - Bilans des éléments dans l'océan : Eléments majeurs - Eléments traces
3. Cycles globaux des éléments
L'eau, hydrogène, oxygène – Carbone – Azote – Phosphore – Soufre – Fer - Métaux lourds (plomb, mercure)
4. Impact humain sur les cycles globaux
Modifications des cycles naturels - Substances anthropogènes
5. Applications des isotopes dans l'étude des cycles géochimiques
6. Cyclicité et évolution au cours des temps géologiques
Changements progressifs - Changements catastrophiques – Changements cycliques – Qui préside aux changements globaux ? (Enigme de la poule et de l'oeuf, théorie de Gaïa) – Perspectives : Changements globaux : sont-ils prévisibles ? – Echelles du temps et de l'espace dans les prévisions (scénarios).

1719 Economie de l'environnement

Enseignant :	A. Baranzini - UNIGE
Durée :	30 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientation :
Master en géologie	Risques et environnement

Partie I : Economie de l'environnement

1. Le système économique et l'environnement naturel
2. Les causes économiques des problèmes environnementaux
3. L'analyse économique de la pollution
4. Analyse des applications de politique environnementale
5. Etudes de cas: la taxe CO2 et la politique environnementale dans l'entreprise

Partie II : Economie de l'énergie

1. Structures de marché
2. Le marché de l'électricité
3. Les investissements dans l'économie électrique
4. Etude de cas : la réorganisation du marché de l'électricité en Angleterre.

1508 Electricité

Enseignant :	K. Holliger - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	travaux pratiques
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Informations fournies ultérieurement.

1508 Electricité, camp

Enseignant :	K. Holliger - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Informations fournies ultérieurement.

Prérequis : Cours-exercices Electricité du semestre d'hiver.

1509 Electromagnétisme

Enseignant :	P. Gex - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

1) Méthodes électromagnétiques:

Les méthodes électromagnétiques sont fondées sur l'utilisation de courants alternatifs, artificiels ou naturels, qui permettent d'induire un champ secondaire dans les corps conducteurs du sous-sol. La détection et la mesure, à partir de la surface, de certaines caractéristiques de ces champs secondaires ou résultants fournissent des informations sur la présence, la géométrie et, dans certains cas, la résistivité ou la nature de ces conducteurs. Suivant les méthodes, les profondeurs d'investigation vont du mètre à quelques dizaines de mètres, mais jusqu'à plusieurs centaines dans le cas de la méthode audio-magnétotellurique (AMT).

2) Polarisation spontanée:

La « polarisation spontanée » regroupe les méthodes fondées sur l'étude des courants électriques naturels continus créés spontanément dans le sous-sol, soit par certains minerais conducteurs ou le graphite (PS minière), soit par la circulation de l'eau dans les terrains poreux et perméables (PS d'électrofiltration).

1509 Electromagnétisme, camp

Enseignant :	P. Gex - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	pratique
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Sur le même site, toutes les méthodes électromagnétiques vues au cours seront appliquées. Le but géophysique sera en relation avec la recherche d'un réservoir aquifère ou d'un gisement minier et la structure géologique associée et sous-jacente.

Les étudiants prennent en charge la prospection de l'exposition des objectifs sur la base de documents fournis, jusqu'à la présentation d'un rapport, en passant par l'acquisition, l'élaboration des résultats et leur interprétation.

En électromagnétisme, les méthodes appliquées seront principalement le VLF (EM 16 et WADI), le VLF-R (EM 16-R), la conductivité du sous-sol (EM 31, EM 34, EM 38). On tentera également l'étude de la profondeur de substratum par la méthode audio-magnétotellurique (AMT).

Le levé de terrain est d'une durée de 5 à 6 jours selon l'éloignement de Lausanne.

Prérequis : cours-exercices « Electromagnétisme » du semestre d'hiver.

1712 Energie I

Enseignants :	B. Lachal, F. Romerio - UNIGE
Durée :	40 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientation :
Master en géologie	Risques et environnement

1. L'énergie, rappels

Quelques formes de l'énergie : mécanique, électrique et thermique - Les grandeurs liées à l'énergie, unités et ordre de grandeur

2. Les flux globaux de l'énergie dans l'environnement

Le soleil et l'équilibre thermique de la Terre et l'effet de serre "naturel" - L'énergie solaire incidente: géométrie solaire, mesure du rayonnement - Le rayonnement infrarouge et ses conséquences - L'évaporation/évapotranspiration et le cycle de l'eau - L'effet de l'homme sur ces flux : - échelle globale : effet de serre - échelle régionale : îlot de chaleur, urbain - échelle locale : architecture vernaculaire,...

3. L'énergie, base du développement

Energie et Exergie, le second principe de la thermodynamique - Quelques définitions (énergie primaire, utile, grise,...) - Le point de la situation actuelle sur la production et l'utilisation de l'énergie (ressources, technologies et les problèmes environnementaux liés) - Les scénarios du futur : utilisation rationnelle de l'énergie, énergie renouvelable et technologies futures (charbon, nucléaire,...).

1705 Evaluation d'impact sur l'environnement

Enseignant :	P. Arrizabalaga - UNIGE
Durée :	78 heures
Total crédits ECTS :	7
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientation :
Master en géologie	Risques et environnement

1. Introduction et notions de base

Définitions et objectifs. Evaluation de l'impact sur l'environnement - d'une politique - d'une installation existante - d'un projet - d'un accident - d'une catastrophe "naturelle" - Concept de développement durable - les principaux outils dans le domaine de la protection de l'environnement - Le cas particulier de l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE), son rôle dans la gestion de l'environnement : un outil institutionnalisé du développement durable.

La législation – Historique - La loi sur la protection de l'environnement et les principales ordonnances - L'ordonnance relative à l'Etude de l'Impact sur l'Environnement (OEIE) - Comparaison avec les législations étrangères - Les outils d'évaluation et de planification - Evaluation environnementale - Le rôle des experts scientifiques et techniques - Le cas lors d'une procédure décisive lors de la réalisation d'un EIE – Planification - Aménagement du territoire - Plans d'assainissement - L'aide à la décision multicritère - Historique des méthodes d'évaluation - Quelques méthodes simples et répandues... et leurs biais.

2. Etudes des cas (I) : Installations nucléaires (surveillance, déchets, accidents, visite d'installation).

3. Surveillance de l'environnement - à une échelle globale - à une échelle régionale.

1417 Excursion minière (bisannuel)

Enseignants :	L. Fontboté, R. Moritz - UNIGE
Durée :	8 – 10 jours
Total crédits ECTS :	4
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Une liste des excursions proposées sera diffusée en début d'année.

Dates communiquées ultérieurement.

1559 Excursion (pétrologie, géochimie et gîtologie)

Enseignants :	Dép. Minéralogie – UNIGE, IMG - UNIL
Durée :	8 – 10 jours + séminaire ou rapport
Total crédits ECTS :	6
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

A choisir parmi les excursions suivantes :

- Pétrologie et géochimie – UNIL
- Camp de volcanologie et gîtes métallifères – UNIGE
- Grande excursion de gîtes métallifères (bisanuelle) – UNIGE
- Excursion proposée par les responsables de l'orientation

Des détails seront fournis en cours d'année.

1607 Géochimie des isotopes stables (environnementale et paléoclimatique)

Enseignant :	T. Vennemann - UNIL
Durée :	4 jours
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères ; Géologie sédimentaire ;
Master d'ingénieur géologue	Risques et environnement Géologie de l'ingénieur

Objectifs du module : Le cours introduit la géochimie des isotopes stables et explique les principes qui régissent le fractionnement des isotopes stables dans les systèmes de l'hydrosphère, l'atmosphère, la biosphère et la géosphère superficielle. Des exemples d'utilisation des méthodes isotopiques pour H, C, N, O, S et d'autres méthodes (Li, B, Si, Ca) dans ces systèmes seront illustrés. Le cours constitue une introduction générale à l'application des isotopes pour mieux connaître les processus qui contrôlent les changements climatiques aujourd'hui et pendant l'histoire de la Terre, autant que les processus environnementaux.

Contenu du module : Introduction à la géochimie des isotopes stables et à la composition chimique et isotopique de l'atmosphère, l'hydrosphère et la géosphère. Les principes de thermodynamique et cinétique pendant un échange isotopique à basses températures et pression. Les principes de la thermométrie isotopique dans les systèmes homogènes et hétérogènes. Les variations isotopiques dans l'atmosphère ; les processus naturels par rapport aux processus anthropiques ; effet de serre ; ozone. Les différents fluides de la Terre et leur évolution chimique et isotopique pendant l'histoire de la Terre. Paléocéanographie et paléoclimatologie : l'utilisation des fossiles carbonatés et phosphatés, ainsi que les carottes de glace, les argiles et les anneaux de croissance des arbres. Les isotopes comme traceurs hydrogéologiques et environnementales. Les systèmes hydrothermaux et géothermaux. La diagenèse et l'alteration des roches ; échanges chimiques et isotopiques entre fluides et roches à basses températures.

Prérequis : Cours « Introduction à la Géochimie » et les cours en minéralogie et sédimentologie.

1607 Géochimie des isotopes stables (roches cristallines et gîtologie)

Enseignant :	T. Vennemann - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères ; Géol. structurale et alpine

Le cours introduit la géochimie des isotopes stables et explique les principes qui régissent le fractionnement des isotopes stables dans les systèmes magmatiques, métamorphiques et la gîtologie. Des exemples de l'utilisation des méthodes isotopiques pour H, C, O, S et d'autres méthodes (Li, B, Si, Ca) dans ces systèmes seront illustrés. Le cours constitue une introduction générale à cette discipline grâce à une présentation unifiée des principes du fractionnement des isotopes stables qui sont importants pour connaître la composition isotopique des magmas et des roches, mais aussi leurs interactions avec les fluides pendant et après leur formation.

Contenu du module :

Introduction à la géochimie des isotopes stables et aux fluides de la géosphère, roches intrusives et extrusives, roches métamorphiques et roches sédimentaires. Les principes de thermodynamique et cinétique pendant un échange isotopique à hautes températures et pression. Les principes de la thermométrie isotopique dans les systèmes homogènes ; les systèmes ouverts ou fermés ; les processus de diffusion. Les différents fluides de la Terre et leur évolution. Variations isotopiques dans le manteau et roches dérivées du manteau : métasomatisme ; altération de la croûte océanique ; processus de subduction. Variations isotopiques en systèmes intrusifs et les interactions fluides-roches ; formation des skarns. Les systèmes métamorphiques : régional et de contact ; processus des dévolatilisation. Les systèmes hydrothermaux et géothermaux. Utilisation de la géochimie des isotopes stables dans les domaines de la gîtologie (gîtes magmatiques, hydrothermaux, skarns, MVT). Prérequis : cours « Introduction à la Géochimie » et les cours en minéralogie et sédimentologie.

14T06 Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine

Enseignants :	P.Thélin, F.Bussy - UNIL
Durée :	14 heures
Total crédits ECTS :	1
Forme de l'enseignement :	séminaires
Mode évaluation :	exposé oral
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères Géologie structurale et alpine

Préparation et présentation orale d'un séminaire portant sur un ou deux articles scientifiques choisis en début de semestre parmi une liste et relatifs à la pétrologie sensu lato (métamorphique, magmatique, géochimique, isotopique...) de lithologies de la chaîne alpine.

Ces séminaires sont regroupés avec le cours de « Géologie des Alpes ».

Ces deux enseignements donneront lieu à une seule note.

14T07 Géochimie organique appliquée

Enseignants :	J. Spangenberg, T. Vennemann - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices, écrit
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Introduction : Généralités sur l'origine et le destin de la matière organique, les cycles du carbone et de l'azote et l'accouplage des cycles biogéochimiques. Production de matière organique. Chaînes biologiques marines et terrestres. Photosynthèse et isotopes stables. Rappel de chimie organique et des structures moléculaires. Composantes organiques naturelles: carbohydrates, protéines, lipides. Propriétés physiques et chimiques. Préservation et transformations sélectives des composantes organiques. Aperçu des outils de géochimie organique : carbone organique total (COT), Pyrolyse Rock-Eval, réflectance de la vitrintite, index d'altération thermique, analyse élémentaire, chromatographie de gaz, marqueurs biologiques (biomarqueurs), isotopes stables. Géochimie du pétrole. Corrélations pétrole-pétrole, bitume-bitume, et pétrole/bitume-roche en utilisant des biomarqueurs et les isotopes. Géochimie organique des eaux naturelles. Géochimie organique des systèmes hydrothermaux et métamorphiques, interactions composantes organiques/minérales. Applications environnementales. Composantes organiques anthropiques. Applications aux gîtes métallifères.

Des études récentes seront utilisées pour expliquer la prise des données, les choix des méthodes analytiques, et l'interprétation des données. Les exposés théoriques seront la base des lectures et des discussions de la bibliographie actuelle sur la géochimie organique.

Le contrôle des connaissances de ce module reposera sur un examen final écrit (50%), ainsi que sur la participation active et des exercices en classe (50%).

14T08 Géochimie organique moléculaire et isotopique

Enseignants :	J. Spangenberg, T. Vennemann - UNIL
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Exposés théoriques: Méthodes de terrain et traitement des échantillons pour analyse géochimique organique. Méthodes d'extraction de la matière organique dans des échantillons géologiques ou environnementaux (reflux total, Soxhlet, ultrason, liquide-liquide, espace de tête (HS), extraction en phase fluide supercritique, micro-extraction en phase solide (SPME). Purification des extraits organiques et chromatographie liquide. Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse (biomarqueurs et paramètres moléculaires). Analyse des isotopes stables du carbone, azote, oxygène et hydrogène des molécules organiques.

Travaux pratiques: Les étudiants vont choisir un domaine d'intérêt (qui peut être en rapport avec un travail de Master), obtenir un nombre représentatif d'échantillons (p.ex. roche, sédiment, sol, eaux, ou autre matériel environnemental ou biologique) et les caractériser en utilisant les techniques susmentionnées. L'étudiant fera lui-même le travail de laboratoire et effectuera l'interprétation des résultats obtenus.

Les étudiants traiteront et interpréteront les résultats obtenus sur l'instrumentation des laboratoires de géochimie organique et isotopique de l'IMG, à l'aide de l'information fournie/discutée pendant le cours, et d'une recherche bibliographique complémentaire. Confirmation d'inscription auprès de Jorge.Spangenberg@img.unil.ch.

Prérequis : cours "Géochimie organique appliquée" et "Traitement de données analytiques" ou posséder des connaissances équivalentes.

14T09 Géochronologie

Enseignant :	U. Schaltegger - UNIGE
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport, travail personnel
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères Géologie structurale et alpine

Ce cours vise des étudiants qui aimeraient effectuer des analyses d'isotopes ou des datations dans le laboratoire d'isotopes radiogéniques du Département de Minéralogie à Genève dans le cadre de leur travail de master. L'objectif de ce module est l'acquisition de connaissances nécessaires à un travail le plus autonome possible dans le laboratoire et lors de l'interprétation des données. Le cours est focalisé sur les différents systèmes isotopiques qui sont utilisés pour la datation des roches cristallines (avec une concentration importante sur le système U-Pb) et sur les techniques de spectrométrie de masse. Le cours est donné sous forme de travail individuel de bibliographie et de travail de laboratoire, suivi par des séminaires avec des présentations orales et de l'enseignement frontal. Ces travaux seront supervisés individuellement par l'enseignant.

Prérequis : avoir suivi des cours équivalents au cours "Géochimie" de la 2ème année et du cours "Géochimie isotopique" de la 3ème année de l'Université de Genève.

1562 Géologie de la matière organique

Enseignant :	G. Gorin
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Importance de la matière organique (MO) en géologie.

Le carbone organique dans la nature et composition chimique de la biomasse.

Rappel de chimie organique.

Fossiles géochimiques.

Kérogène, composition et classification.

Sédimentation de la matière organique, palynofaciès et applications géologiques (TP).

Environnements sédimentaires et MO.

Transformation du kérogène, notion de maturité thermique, génération des hydrocarbures et prospectivité pétrolière (cours et TP).

Migration et accumulation des hydrocarbures.

Nombre de participants limité à 25 personnes.

1636 Géologie de l'ingénieur, camp

Enseignants :	A. Parriaux – EPFL, M. Jaboyedoff - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientations :
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur Géophysique appliquée

Projet de barrage hydroélectrique.
Chantier de fouilles en subsurface.
Chantier de tunnel.
Laboratoire souterrain.
Stabilité de versants en rocher (Prof. Jaboyedoff).
Cartographie de dangers naturels.

14T10 Géologie des déchets

Enseignants :	W. Wildi – UNIGE, A. Parriaux - EPFL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	rapport, exposé oral
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Introduction: historique, principes de gestion, traitement et stockage des déchets.
Analyse de la législation suisse en matière de gestion des déchets urbains (en groupes). Evaluation préliminaire d'anciennes décharges, sélection de sites (en groupes).
Rédaction et présentation du rapport (en groupes).

1605 Géologie des réservoirs d'hydrocarbures

Enseignant :	B. Caline - UNIGE
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

Généralités sur les hydrocarbures (notions d'accumulation et de réserve, répartition géographique, stratigraphique et structurale dans le monde).

Rôle du géologue au cours des différentes phases de la vie d'un gisement (prospection, appréciation, développement).

Présentation et application des outils et méthodes géophysiques, pétrophysiques, géologiques et de caractérisation des fluides aux échelles bassin et réservoir.

Travaux pratiques orientés vers une approche intégrée des nouvelles méthodes et concepts récents utilisés en géologie pétrolière.

Prérequis : avoir suivi le cours de « Géologie de la matière organique » de G.Gorin.

1537 Géologie glaciaire

Enseignants :	W. Wildi, D. Ariztegui - UNIGE
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine
Master d'ingénieur géologue	Risques et environnement Géophysique appliquée

Jour 1: Cours et exercices en salle, rappel des principes de la géologie glaciaire, méthodes d'analyse

Jour 2: Levé de terrain: séquences et morphologies glaciaires du Plateau

Jour 3: Levé de terrain: analyse d'un ancien bassin glaciaire au front des Alpes

Jour 4: Levé de terrain: cartographie d'un système glaciaire actuel (Valais)

Jour 5: Levé de terrain: mouvements de terrain, glissements (Valais).

Validation: cartes et rapport fournis par les étudiants.

1591 Géologie structurale IV

Enseignants :	C. Teyssier, J.L. Epard - UNIL
Durée :	42 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	contrôle continu (min. 2 évaluations durant le cours)
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Rappels de notions de contraintes et de déformation
Analyse de la déformation progressive : géométrie, cinématique et dynamique
Quantification de la déformation incrémentale et finie
Interférences de plissement
Mécanismes de déformation à l'échelle des grains
Mécanismes de déformation à l'échelle de la lithosphère Modèles numériques
Illustration des concepts sur exemples tirés des Alpes et d'autres orogènes.
Objectifs :
Comprendre les principes de la géologie structurale
Savoir mesurer les déformations
Élucider les déformations complexes et les phases superposées
Tirer partie des observations structurales et microstructurales pour comprendre la mécanique de la déformation à plusieurs échelles.

1656 Géologie structurale Va, camp

Enseignants :	C. Teyssier, J.L. Epard - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Objectifs :
Apporter une composante appliquée à la carte géologique et structurale.
Cartographier la géomorphologie et la géologie des terrains alpins afin d'identifier le milieu rocheux, sa composition, et sa structure.
Contenu :
Levé géologique détaillé de terrains montagneux
Reconnaissance de la stratigraphie régionale
Etude structurale des formations alpines
Etude géomorphologique

1656 Géologie structurale Vb, camp

Enseignants :	C. Teyssier, J.L. Epard - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

Objectifs :

Application de la géologie structurale en contexte de déformations complexes en zones métamorphiques dans les Alpes ou autres orogènes. Reconnaître et mesurer les paramètres géométriques (foliations, linéations, etc.) et cinématiques (sens de cisaillement, vorticité) de la déformation.

Contenu :

Cartographie et levés de coupes dans des zones orogéniques importantes. Suivant les années, ce stage s'effectuera dans des domaines de nappes, de zones d'extension, de transpression ou de transtension, et de complexes plutoniques et migmatitiques.

1606 Géomatique II

Enseignant :	NN
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
	Risques et environnement

Informations données dès la nomination de l'enseignant.

1650 Géophysique minière

Enseignants :	R. Olivier, P. Gex - UNIL
Durée :	2 jours
Total crédits ECTS :	1
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

De nombreuses méthodes géophysiques couramment utilisées aujourd'hui en environnement, génie civil ou en hydrogéologie ont été mises au point pour la recherche minière. Ces méthodes conservent donc toute leur actualité pour l'exploration et la délimitation des zones minéralisées d'importance économique. Le magnétisme et la gravimétrie, la polarisation spontanée et la mise à la masse, la radiométrie, ainsi que diverses méthodes électromagnétiques telles que le VLF, le Slingram, l'audiomagnétotellurique AMT pour des cibles profondes, permettent de se faire une idée sur la présence, le mode de gisement, la nature et l'étendue d'une zone prometteuse. Dans certains cas favorables, l'interprétation quantitative des données fournit des indications précieuses sur la valeur des minéralisations mises en évidence.

Chapitres: Ils comprennent de brefs rappels théoriques sur les méthodes présentées. Les appareillages et leur mise en oeuvre sur le terrain. Des exemples réels de prospections permettent d'illustrer les applications.

Un aperçu sur les possibilités offertes par les versions aéroportées de certaines méthodes, avec leurs avantages et leurs limites.

1650 Géophysique minière, camp

Enseignants :	R. Olivier, P. Gex - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

L'application sur le terrain de plusieurs méthodes de géophysique minière présentées lors des différents modules de géophysique minière; électromagnétisme, électricité et polarisation provoquée, gravimétrie et magnétisme.

Ce camp est uniquement orienté vers l'application minière sur un site minier. Il permettra aux étudiants de se familiariser avec le maniement de nombreux équipements et techniques de mesures.

1651 Géoradar

Enseignants :	F. Marillier - UNIL, M. Beres - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire, Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

L'intérêt du Géoradar réside dans son excellent pouvoir de résolution qui en fait une méthode de prospection détaillée de plus en plus utilisée pour les études de sub-surface jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Bien qu'elle fasse intervenir la propagation des ondes électromagnétiques, cette méthode se rapproche de la sismique par le principe de la réflexion des ondes sur des discontinuités du sous-sol et par les techniques de traitement des données. Evidemment, le géoradar utilise des propriétés physiques du sous-sol autres que celle de la sismique.

Ce cours donne les bases nécessaires pour la pratique du Géoradar. Après un rappel sur les ondes électromagnétiques, leur propagation dans le sous-sol, on décrira l'instrumentation, la technique d'acquisition sur le terrain, le traitement des données et leur interprétation.

1651 Géoradar, camp

Enseignants :	F. Marillier - UNIL, M. Beres - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire, Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Le terrain permet de se familiariser avec l'instrumentation et son utilisation pratique dans différents contextes géologiques. Sur le terrain, on pourra ainsi détecter une cavité souterraine, étudier détails de dépôts quaternaires ou encore déterminer l'épaisseur de la couverture sédimentaire au-dessus du substratum molassique. Les données seront ensuite traitées grâce à un logiciel spécifique et interprétées en termes géologiques.

Prérequis : Cours-exercices Géoradar du semestre d'hiver.

1522 Géotraverse alpine

Enseignants :	C. Teyssier, J.L. Epard - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine

Buts : tectonique des nappes, paléogéographie et synthèse géologique à l'échelle de la chaîne alpine, en s'appuyant sur la présentation d'études locales détaillées de stratigraphie, analyse structurale, métamorphisme et géochimie.

Traversée des Alpes, principalement à pied, par des cols à plus de 2000 m d'altitude, des Préalpes aux unités penniques ou austro-alines des Alpes italiennes.

1416 Gîtologie avancée I

Enseignants :	L.Fontboté, M.Chiaradia, K.Kouzmanov, R. Moritz - UNIGE
Durée :	6 jours + rapports
Total crédits ECTS :	5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et plusieurs rapport
Mode évaluation :	présentations orales et écrites
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Le programme comprend :

- 1) approfondissement de thèmes généraux de métallogénie (y compris les fluides minéralisateurs, le transport des fluides et des éléments d'intérêt économique, les mécanismes de précipitation des minerais, assemblage minéraux)
- 2) présentation approfondie de types importants de gisements métallifères
- 3) Travaux pratiques de description d'échantillons, lames minces et surfaces polies de gisements typiques.

Une partie significative du cours consiste en la préparation et présentation de thèmes par les participants.

Evaluation : Participation active et plusieurs présentations orales et écrites, y compris une sur un « milestone paper » en métallogénie, et l'autre à partir de description d'échantillons, lames minces et/ou surfaces polies d'un gisement typique.

Prérequis : avoir suivi le cours "Microscopie des minéraux opaques" ou posséder des connaissances équivalentes.

Dates : en principe un lundi sur deux.

1415 Gîtologie avancée II

Enseignants :	L.Fontboté, M.Chiaradia, K.Kouzmanov, R. Moritz - UNIGE
Durée :	Travail personnel + examen
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	travail personnel
Mode évaluation :	oral
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Il s'agit d'un enseignement basé sur le travail personnel et destiné surtout aux étudiants travaillant sur un sujet de Master en gisements métallifères.

1511 Gravimétrie

Enseignant :	R. Olivier - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientations :
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur Géophysique appliquée

Le cours de gravimétrie d'exploration est orienté vers la recherche hydrogéologique, la recherche minière, le génie civil, l'environnement et la géologie structurale. En gravimétrie d'exploration, le champ de la pesanteur mesuré sur le terrain avec une extrême précision, de l'ordre de sa 100 millionième partie à l'aide d'un gravimètre, permet de mettre les variations gravifiques en relation avec des variations de densité du sous-sol que forment les structures géologiques.

Chapitres: Rappel des principes théoriques de base du champ de la pesanteur. L'acquisition sur le terrain des mesures gravifiques. Elaboration des résultats de l'Anomalie de Bouguer sur le terrain à l'aide d'équipements informatiques de terrain appropriés. Cas particuliers de la correction topographique et des profils de Nettleton. Le positionnement par GPS et le relevé du relief. Présentation d'une prospection gravimétrique type sur la base de données réelles. Réalisation de toutes les étapes de l'élaboration des résultats. Interprétation qualitative et quantitative avec calage de l'anomalie régionale.

Rédaction d'un rapport type.

Travaux pratiques: Chaque étape du traitement de la prospection est réalisée par l'étudiant et à chaque fois une solution lui est fournie afin de constituer un dossier cohérent complet.

1511 Gravimétrie, camp

Enseignant :	R. Olivier - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientations :
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur
	Géophysique appliquée

Sur le même site, les méthodes gravimétriques et de topographie d'exploration, en particulier positionnement GPS, seront appliquées. Le but géophysique sera en relation avec la recherche d'un réservoir aquifère ou d'un gisement minier et la structure géologique associée et sous-jacente. Les étudiants prennent en charge la prospection de l'exposition des objectifs sur la base de documents fournis, jusqu'à la présentation d'un rapport, en passant par l'acquisition, l'élaboration des résultats et leur interprétation. Toutes ces opérations seront réalisées directement sur le terrain.

En gravimétrie, nos gravimètres Lacoste et Romberg, modèle G, seront utilisés conjointement avec nos équipements de positionnement par satellite LEICA 200. Les données gravimétriques, topographiques et de localisation seront acquises directement sur le terrain. En fin de journée, les résultats gravimétriques complets, y compris la correction topographique, seront calculés, et une première cartographie et interprétation seront alors élaborées sur des équipements informatiques appropriés.

Le levé de terrain est d'une durée de 5 à 6 jours selon l'éloignement de Lausanne.

Prérequis : Cours-exercices de Gravimétrie du semestre d'hiver.

1500 Hydrochimie et circulations profondes

Enseignants :	D. Hunkeler, F. Vuataz - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

1^{er} jour (Dir. de recherches D. Hunkeler)

Qualité et protection des eaux souterraines, gestion durable. Nature, origine et comportement des polluants des eaux souterraines. Evaluation des aquifères contaminés, assainissement, cartographie de la vulnérabilité. Législation et normes.

2^{ème} jour

Informations fournies ultérieurement.

3^{ème} jour (Dr. Vuataz)

Introduction : chaleur de la Terre et circulations profondes

Exemples de circulations thermales en Suisse

Energie géothermique: potentiel et développement

Méthodes de prospection des ressources

Utilisation de la géothermie en Suisse

Exemples d'application

Exercice.

1637 Hydrogéologie opérationnelle et quantitative

Enseignants :	F. Zwahlen, P. Perrochet - UNINE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

1^{er} et 2^{ème} jour : (Prof. Zwahlen et Dr. Goldscheider)

Implantation et réalisation d'ouvrages de captage. Implantation: Approches intégrées, méthodes directes et indirectes basées sur l'hydrodynamique souterraine, photos aériennes, télédétection, données géophysiques, etc... Réalisation: Ouvrages de reconnaissance, d'exploitation, test de pompes, gestion de la ressource...

Excursion d'un jour sur un site d'exploitation.

3^{ème} jour : (Prof. P. Perrochet)

Introduction à l'hydrodynamique souterraine et à la modélisation.

Prérequis : cours d'introduction à l'hydrogéologie.

1626 Hydrologie générale et appliquée

Enseignant :	M. Soutter – EPFL / HYDRAM
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	écrit
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Objectif: connaître et comprendre les principales composantes du cycle hydrologique, leur mesure, leurs interactions et leur importance. Comprendre le fonctionnement et le comportement hydrologique de divers systèmes (bassins versants).

Contenu: le cycle de l'eau et son importance. Le bilan hydrologique. Le bassin versant, ses composantes et ses réactions. Les composantes principales du cycle. Les aspects métrologiques. Le comportement hydrologique de systèmes. La description et les principes de modélisation.

Forme de l'enseignement: ex cathedra avec exercices, cours polycopié existant et d'éventuelles documentations annexes.

1627 Inclusions fluides

Enseignant :	R. Moritz - UNIGE
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	Travaux pratiques, exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères Géologie sédimentaire

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.

1425 Infographie en Sciences de la Terre

Enseignant :	J. Metzger - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	Travaux pratiques
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Ce cours est consacré à une approche d'un logiciel de dessin bitmap et à l'apprentissage d'un logiciel de dessin vectoriel. Une large place est donnée à la pratique de ce type de dessin.

Nombre de participants limité à 16 personnes.

1622 Initiation au logiciel ArcView

Enseignant :	NN - UNIGE
Durée :	2 jours
Total crédits ECTS :	1
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Informations données dès la nomination de l'enseignant.

1628 Instabilité des falaises

Enseignant :	M. Jaboyedoff - UNIL
Durée :	4 jours
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

L'enseignement, dispensé par le groupe "risques et dangers naturels" de l'IGAR-FGSE-UNIL porte en grande partie sur la méthodologie MATTEROCK. Développée par le CREALP dans le cadre du Programme National de Recherche PNR 31 "changements climatiques et catastrophes naturelles", la méthodologie postule qu'il n'y a pas d'instabilités rocheuses sans discontinuités. Elle consiste dans un premier temps à caractériser les discontinuités affectant les massifs rocheux, et à visualiser par l'intermédiaire d'un agencement structural, les relations géométriques tridimensionnelles qu'elles ont entre elles. La confrontation (visuelle ou informatique) de cet agencement structural et de la topographie locale permet la détection des secteurs potentiellement instables. Les instabilités ainsi mises en évidence sont ensuite décrites in situ pour certaines ou évaluée par méthodes informatiques. Les étapes principales de la démarche sont :

- Cartographies des instabilités et des phénomènes associés - sur le terrain - automatique (SIG).
- Caractérisation des mécanismes d'instabilités.
- Estimation de l'aléa des instabilités ou de leur fréquence.
- Délimitation des zones de propagation des blocs ou des éboulements.
- Etude détaillée d'une instabilité en particulier.
- Etablissement d'une carte de dangers selon les recommandations suisses.

Cette méthode utilise donc des outils modernes tout en préservant un aspect de terrain incontournable.

Coût : entre 20 à 30 CHF /jour

14T13 Introduction à la géochimie marine

Enseignant :	T. Vennemann - UNIL
Durée :	4 jours
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères ; Géologie sédimentaire ; Risques et environnement

Le cours introduit la géochimie marine, c'est-à-dire, il introduit les principes qui régissent la répartition des éléments, isotopes et composants et les lois de leur comportement chimique dans le milieu marin. L'interprétation de la partie des cycles géochimiques qui se déroulent dans l'océan et les cycles de l'eau douce est largement contrôlée par des équilibres chimiques en solution ou à l'interface eau-minéral. Les cycles eux-mêmes impliquent des transferts contrôlés essentiellement par les interactions eau-roche, comme l'érosion, la sédimentation et l'hydrothermalisme, et par l'activité biologique. Dans ce cours, les notions de géochimie seront appliquées pour mieux comprendre ces cycles dans le milieu marin. Des exemples d'utilisation des éléments ainsi que des isotopes (H, O, C, Sr, Nd, Pb, etc.) et composants (HCO₃²⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, etc.) comme traceurs des processus dans le milieu marin seront illustrés.

Contenu du module : Introduction aux cycles de l'eau de la Terre et aux concepts de l'océanographie. L'évolution chimique et isotopique de l'océan pendant l'histoire de la Terre. Les sources des éléments et composants et leur circulation; les transferts fluviaux, atmosphériques et hydrothermaux. Les processus biologiques et la matière organique ; les cycles des nutriments dans l'océan ; la productivité primaire dans l'eau de mer. Les éléments, composants et isotopes comme traceurs dans le cycle océanographique. Composition chimique et isotopique des sédiments marins et leur distribution en temps et place ; la diagenèse et l'altération des sédiments. Paléocéanographie et paléoclimatologie. L'influence de l'homme.

Prérequis: cours « Introduction à la Géochimie » et les cours en sédimentologie et minéralogie.

1653 Introduction à l'utilisation de logiciels de modélisation

Enseignants :	IMG – UNIL, Dép. Minéralogie, UNIGE
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travail personnel
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Initiation aux logiciels de modélisation que l'étudiant devra utiliser durant son travail de Master.

Cet enseignement est organisé par le directeur du travail de Master.

1512 Magnétisme et aéromagnétisme

Enseignant :	R. Olivier - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur Géophysique appliquée

Le cours de magnétisme d'exploration est orienté vers la recherche minière, l'environnement et la géologie structurale et plus particulièrement avec l'aéromagnétisme comme aide à la cartographie géologique. La présence d'une susceptibilité magnétique élevée des roches produit un champ magnétique induit provoqué par le champ magnétique terrestre. En d'autres termes, les structures géologiques formées d'éléments ferromagnésiens induisent une anomalie magnétique qui peut être mise en évidence par des mesures en champ total réalisées sur le terrain à l'aide d'un magnétomètre à protons. Très rapidement, de larges zones peuvent être ainsi levées au sol par une seule personne, voire deux. Installé dans un avion, de plus grandes zones seront mesurées, il s'agit alors de la méthode aéromagnétique, deuxième méthode géophysique utilisée dans le monde après la méthode sismique. Chapitres: Rappel des principes de base du champ magnétique terrestre. Notion d'anomalies magnétiques en prospection. La susceptibilité magnétique des roches. Les variations du champ magnétique mesuré. L'acquisition des mesures magnétiques sur le terrain, diverses méthodes. La réduction des données magnétiques. La cartographie des résultats magnétiques. L'interprétation qualitative et quantitative des résultats magnétiques, heurs et malheurs. Gestion d'une prospection type. L'aéromagnétisme, cas d'une prospection locale minière.

1512 Magnétisme et aéromagnétisme, camp

Enseignant :	R. Olivier - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport, travaux pratiques
Master :	Orientations :
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur Géophysique appliquée

L'application de la méthode magnétique en prospection exige une organisation adéquate pour un site donné en relation avec les contraintes de l'objectif à réaliser. Les mesures magnétiques de surface sont réalisées à l'aide de deux magnétomètres à protons GEOMETRICS 846 à mémoire, l'un enregistreur en permanence à une base de données, l'autre itinérant se déplaçant en chaque point de mesure. Après une acquisition du champ magnétique total sur un territoire donné et la réduction des données (correction diurne), l'étudiant réalise une cartographie des anomalies magnétiques et réalise une interprétation locale qui lui permettra d'orienter la poursuite de sa campagne en accord avec le ou les objectifs. Toutes ces opérations sont réalisées directement sur le terrain. Prérequis : Cours-exercices Magnétisme et aéromagnétisme du semestre d'hiver.

1638 Mécanique des roches

Enseignant :	V. Labiouse - EPFL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Contenu:

- Constitution des massifs rocheux: identification, classifications techniques.
 - Comportement mécanique des roches: critère de rupture: Griffith, Mohr-Coulomb, Hoek et Brown. Relations contrainte-déformation. Essais en laboratoire.
 - Résistance au cisaillement de discontinuités: définition et mesure de la rugosité. Critère de résistance d'un joint rugueux. Essais de cisaillement - effet d'échelle.
 - Comportement des massifs rocheux: Résistance orientée d'un massif (1 système de discontinuités). Déformabilité des massifs rocheux. Perméabilité des massifs rocheux (pression d'eau dans les fissures).
 - Applications: stabilité d'un versant rocheux: glissement et basculement. Stabilité des cavités souterraines: redistribution des contraintes. Principe de la méthode convergence -confinement.
- Prérequis : Mécanique des solides (Pr. Zimmermann) et Mécanique des sols (Dr. L. Laloui).

1639 Mécanique des solides

Enseignant :	T. Zimmermann - EPFL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	écrit
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Contenu :

- Etat de contrainte: composantes des contraintes, contraintes principales, équilibre, état plan, cercle de Mohr.
- Cinématique: déplacements, déformations, déformations principales, relations déformations-déplacements, état plan.
- Lois constitutives: Lois de Hooke 1D, 2D et 3D; modules E, ν , G et K ; élasticité plane (état plan de déformation). Elasticité et plasticité 1D. Critères de Tresca et von Mises. Courbe intrinsèque de Mohr. Critères de Mohr-Coulomb et Drucker-Prager.
- Problèmes classiques d'élasticité: cylindre épais (Lamé). Espace percé d'un trou circulaire (Kirsch). Demi-plan ou espace sous charge linéique ou concentrée (Flamant et Boussinesq). Cylindre sous forces concentrées (Herz, Michell, essai brésilien).

1640 Mécanique des sols

Enseignant :	L. Laloui - EPFL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	écrit
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie structurale et alpine ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Contenu:

- Constitution des sols
Nature triphasique, classification et identification, quelques notions physico-chimiques.
- Contraintes
Principe des contraintes effectives, rôle des écoulements souterrains, états de contrainte dans les massifs pesants saturés et sous charge répartie en surface.
- Problèmes de déformation
- L'essai oedométrique, calcul des tassements, (sous fondation, remblai, abaissement de nappe), notion de consolidation primaire.
- Problèmes de résistance
- Essais classiques en mécanique des sols (cisaillement direct et triaxial), notion de résistance à court et long terme, (non drainé, drainé), application à des cas types: poussée sur un mur (Rankine), stabilité des pentes (méthodes des tranches).

1660 Métamorphisme basse température

Enseignante :	S. Schmidt - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères
	Géologie structurale et alpine

Introduction au métamorphisme de bas degré avec différents exemples. Discussion des méthodes spécifiques pour l'étude des roches sédimentaires, magmatiques et métamorphiques de bas degré : série de réaction de phyllosilicates, cristallinité de l'illite et de la chlorite, réflexion de la matière organique, faciès métamorphiques de bas degré et assemblages métamorphiques (pyllosilicates et zéolites), modélisation des conditions du métamorphisme de bas degré, contexte tectonique.

14T14 Météorologie générale

Enseignant :	M. Beniston - UNIGE
Durée :	28 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	écrit

mardi (semestre hiver) : 14h00-16h00, salle 001

Ce cours est destiné à poser les bases scientifiques de la dynamique et de la thermodynamique liées à l'atmosphère et au climat. Divers processus à différentes échelles spatio-temporelles, depuis la turbulence jusqu'à la circulation générale atmosphérique seront passés en revue. Il sera également question des problèmes de pollution atmosphérique et des techniques d'observations et de simulation du climat de l'atmosphère. Cette première partie introductive permettra de faire le lien avec une deuxième partie dédiée à la problématique des changements climatiques, considérée comme l'un des thèmes environnementaux majeurs du 21^{ème} siècle. Cette thématique sera abordée sous l'angle des changements naturels, ainsi que de celui de l'effet de serre ; on passera en revue les différents modèles permettant de simuler l'évolution du climat, et on analysera en détail les incidences possibles des changements climatiques attendus dans les décennies à venir sur l'environnement naturel et socio-économique.

1641 Méthodes de reconnaissance in situ

Enseignant :	A. Parriaux - EPFL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Chapitres: Les techniques de sondage. Quel problème - quelle technique de sondage? Les pénétromètres. Les fouilles à la pelle mécanique. Les sondages à la tarière. Les sondages battus. Les sondages par chasse d'eau. Les sondages carottés. Les sondages au rotary.

Relevés sur carottes. Identification géologique. Relevés de fracturation. RQD. Récupération. Essais de terrain. Artefacts provenant de la méthode de forage.

Equipement des sondages et essais in situ. Essais en cours de forage. Equipements. Essais après équipement.

Exercice sur le terrain.

1419 Méthodes d'exploration et notions d'économie minière

Enseignant :	L. Fontboté et collab. - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Méthodes et économie de l'exploration minérale, depuis la reconnaissance à grande échelle jusqu'à la faisabilité d'un gisement reconnu. Les diverses étapes et techniques mises en œuvre, avec insistance sur la géochimie d'exploration. Ce cours, appuyé dans la mesure du possible, sur des séminaires d'études de cas concrets (exploration, gîtologie, métallogénie, minéraux industriels, économie, traitement, production), est le support théorique de l'exercice de prospection simulée.

Ce cours a lieu si au moins 2 étudiants sont inscrits.

Prérequis : Avoir suivi un enseignement de gîtologie.

14T18 Méthodes et applications de la géochronologie et de la thermochronologie $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$

Enseignants :	M. Cosca, L. Baumgartner - UNIL
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exposé oral
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères Géologie structurale et alpine

This course will explore low temperature geochronological methods and their use in addressing fundamental problems in the Earth Sciences. We will discuss the theory, applications and limitations of selected methods including fission tracks, (U-Th)/He, and cosmogenic nuclide dating. We will explore methods of analysis, the influence and ways of determining such factors such as the compositional dependence of minerals on fission track annealing, helium retention, and the constancy of cosmogenic production rates over time. We will also explore and discuss recently published scientific literature utilizing these techniques and their applications with an emphasis on quantifying rates of near surface processes such as uplift and erosion. Detailed examination of quantitative models proposed to account for vertical and lateral variations in near surface cooling will be made. Students will participate with hands on (U-Th)/He data collection and data treatment. Readings, exercises, and a written final examination are required.

1629 Microanalyse quantitative des éléments

Enseignant :	F. Bussy - UNIL
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères
	Géologie structurale et alpine

Le but du cours est de fournir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à l'utilisation de nos appareillages de microanalyse quantitative que sont la microsonde électronique et la microsonde laser-ICPMS.

Le programme consistera en une approche théorique et mécanique des instruments, au développement de stratégies, puis de programmes d'analyse, à l'identification des sources d'erreur et aux moyens de les minimiser. Une large place sera faite aux travaux pratiques sur les instruments, occasion pour les étudiants de commencer à travailler sur leurs propres échantillons. Le traitement et l'interprétation des données brutes, ainsi que l'évaluation des incertitudes seront également abordés.

Les travaux pratiques auront lieu par demi-journées et porteront sur l'élaboration de programmes d'analyse (simulation sur ordinateur), sur le traitement des résultats bruts et sur la manipulation des instruments.

14T15 Microgravimétrie

Enseignant :	R. Olivier - UNIL
Durée :	2 jours cours, 2 jours terrain
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours et terrain
Mode évaluation :	rapport, exercices
Master :	Orientation :
Master en géologie	Risques et environnement

L'objectif est l'application de la microgravimétrie à la recherche et au dimensionnement des petites structures proches de la surface et apporter un grand détail de modélisation gravimétrique à des coupes géologiques et géotechniques si celles-ci sont étalonnées par des forages. La microgravimétrie trouve sa pleine application en région urbaine et d'effondrement causé par d'anciennes mines actuellement situées en zone habitée. Par ailleurs, les exemples types sont : les karsts, les cavités, les gisements miniers, les dykes, les galeries, les rejets de failles, les zones faillées, les zones d'instabilités et de glissement de terrain, le rabattement de nappes phréatiques, etc. dans le cadre d'application géologique, de génie civil, de recherche minière, d'hydrogéologie et environnementale.

Contenu du cours :

- Rappel de la méthode gravimétrique et la construction d'un modèle gravimétrique (AB) avec la notion des erreurs et les contraintes de la microgravimétrie sur les paramètres mesurés : la pesanteur, les densités, l'altitude et le positionnement, le relief et les bâtiments.
- Description de la mise en oeuvre des microgravimètres et de l'acquisition des données gravifiques avec deux équipements différents, l'un analogique Lacoste&Romberg no 476 avec un enregistrement digital via un Palm-GPS Garmin, l'autre un Scintrex CG3 entièrement digital.
- Etablissement des altitudes des stations de mesure avec précision Tachéomètre laser Leica TSP 400 et GPS Leica 1200.

1569 Micropaléontologie – Foraminifères benthiques

Enseignants :	R. Martini, R. Wernli - UNIGE
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport, travaux pratiques
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Cet enseignement est indispensable pour les diplômants et doctorants qui ont des analyses micropaléontologiques à effectuer au cours de leurs recherches.

1) Paléozoïque - Trias, R. Martini

Etude des principaux groupes de foraminifères téthysiens d'intérêt stratigraphique, dans l'intervalle du Carbonifère inférieur au Trias supérieur (à l'exclusion des fusulines).

2) Jurassique - Crétacé inférieur, R. Wernli

Etude des foraminifères benthiques marqueurs du Jurassique et du Crétacé inférieur pour la datation et la paléoécologie. « Petit benthos » dégagé, grands foraminifères complexes (exclu orbitolines), en bassins et plateformes carbonatées, en formes dégagées ou en lames minces. Biostratigraphie, phylogénèse.

1567 Micropaléontologie – Foraminifères planctoniques

Enseignant :	R. Wernli - UNIGE
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport, travaux pratiques, exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire Géologie structurale et alpine

Cet enseignement est essentiel pour les diplômants et doctorants qui ont des analyses micropaléontologiques à effectuer au cours de leurs recherches.

Les foraminifères planctoniques (Globigerinacea) comme outil efficace et pratique, pour la datation des séries marines du Crétacé et du Tertiaire. Taxinomie, détermination des genres et espèces marqueurs, biozonation et datation. Le travail pratique concerne les formes dégagées et en sections. Quoique le cours soit principalement axé sur la biostratigraphie, on aborde également des problèmes d'évolution et de phylogénèse, de variation, de paléoécologie et de paléobiogéographie.

1568 Micropaléontologie - Radiolaires

Enseignant :	P. Baumgartner - UNIL
Durée :	6 mardis de 13h.15 – 17h.00
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

- Biochronologie, paléoécologie des radiolaires.
- Sédimentation et diagenèse des sédiments siliceux/radiolarites.
- Signification paléogéographique/paléocéanographique des dépôts siliceux/radiolarites.

1579 Microscopie des minéraux opaques

Enseignants :	L. Fontboté, K. Kouzmanov – UNIGE
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	examen pratique
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Module 1: Introduction à la méthode. Les propriétés les plus importantes pour l'identification des minéraux opaques. Méthodes qualitatives: pouvoir réflecteur, couleur, biréflexion, dureté, réflexions internes, effets d'anisotropie avec polariseurs croisés. Usage de l'huile d'immersion. Utilisation des tables de détermination.

Module 2: Introduction aux mesures quantitatives: réflectivité et dureté. Systématique des minéraux: éléments natifs, oxydes, sulfures et arsenides, sulfosel. Textures typiques. Détermination de la paragenèse.

Voir programme actualisé et horaire sur http://www.unige.ch/sciences/terre/min_ore.html

Note importante: CONFIRMATION D'INSCRIPTION OBLIGATOIRE jusqu'au 15 octobre par e-mail à Lluis.Fontbote@terre.unige.ch (nécessaire, car le nombre de microscopes est limité).

1566 Microscopie électronique et cathodoluminescence appliquées à la géologie

Enseignante :	R. Martini - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Ce module est obligatoire pour les diplômants qui auront recours à ces appareils d'investigation et d'analyse au cours de leur travail de diplôme.

Pour la cathodoluminescence et la microscopie électronique: méthodes de préparation des échantillons, polissage, métallisation, attaques à l'acide et présentation des phénomènes physiques.

Pour la cathodoluminescence, le module traitera de l'application de la technique à l'étude des carbonates sédimentaires.

Pour le MEB, seront traités l'acquisition, le traitement et l'analyse d'images.

Seront également présentées les méthodes d'analyse des rayons-X couplées au MEB ainsi qu'en microfluorescence.

1642 Minéralogie des argiles

Enseignant :	P. Thélin - UNIL
Durée :	3 jours + travail personnel
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères ; Géologie sédimentaire, Géologie structurale et alpine ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Objectif : Détailler la structure cristalline des minéraux argileux (MA), présenter les outils analytiques (XRD et FT-IR) permettant de les caractériser et discuter de leurs occurrences géologiques en contexte d'agradation (diagenèse, faible métamorphisme) et en contexte de dégradation (altérations hydrothermale et météorique, pédogenèse). Une attention particulière sera dévolue aux propriétés des MA, notamment leur capacité d'échange.

1529 Minéralogie industrielle

Enseignant :	P. Thélin - UNIL
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	travail personnel
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Ce module entend familiariser les étudiants avec l'utilisation des minéraux dans les processus industriels. Le béton peut être assimilé à la diagenèse d'un conglomérat, le ciment et une brique au métamorphisme de contact subi respectivement par un calcaire et par une terre argileuse, le plâtre à l'hydratation d'un demi-hydrate de sulfate de Ca. On cristallise du corindon pour l'industrie horlogère, on utilise des minéraux comme pigments de base, on truffe les matériaux de notre vie quotidienne de minéraux divers.

On s'intéressera aussi bien aux processus pétrologiques, aux propriétés des géomatériaux et aux techniques industrielles, notamment à celle des fours (calcination). Une approche théorique et la présentation d'études de cas sera complétée par des visites d'entreprises spécialisées.

Les processus liés à l'altération météorique aux dépens de roches, de minéraux, de sols, de matériaux de construction tels que transformations minéralogiques et hydrolyse feront l'objet d'un enseignement complémentaire.

1644 Modélisation géologique

Enseignants :	L.Tacher – EPFL, P.Perrochet - UNINE, J.L.Epard, R.Olivier - UNIL
Durée :	4 jours
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine ;
	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Le module donne une introduction aux méthodes de modélisation géologique statique, cinématique et de modélisation numérique appliquée aux écoulements souterrains. Le but est d'exposer les notions de base, la terminologie spécifique, ainsi qu'un aperçu des possibilités et des utilisations de ces méthodes, pour la plupart mathématiques.

1412 Modélisation gravimétrique

Enseignant :	R. Olivier - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

Le but du cours est d'initier les étudiants à la programmation d'un logiciel d'application interactif sur ordinateur IBM PC fondé sur la modélisation gravimétrique de structures simples. Chaque étudiant réalise son propre logiciel. A partir d'un langage évolué tel que FORTRAN 90, il est demandé aux étudiants de créer un logiciel interactif et graphique de modélisation gravimétrique basé sur le calcul de formes simples (sphère, cylindre, prisme, couche semi-infinie, etc.) pouvant être assimilées, en première analyse, à des structures géologiques schématiques (amas, dykes, couches, failles, etc.). En fin de module, un rapport avec un manuel d'utilisateur est exigé et une présentation du travail sont demandés.

1557 Modélisation magmatique (bisannuel)

Enseignant :	M. Dungan - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	oral et écrit
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Le but de ce cours est d'acquérir les connaissances nécessaires au traitement des données chimiques dans le domaine de l'évolution magmatique, telle que l'application des éléments majeurs et en traces des roches à la modélisation des tendances de différenciation, l'intégration des expériences en laboratoire (rôles de la pression, des volatils et de la fO_2), l'utilisation des tableurs et des modèles thermodynamiques (par ex. MELTS). De plus, on démontre l'importance des processus dynamiques (convection et mélange). Une partie de l'enseignement se fera sous forme de travaux pratiques (calculs par ordinateur, pétrographie, présentations orales).

Programme du cours: ce programme consistera en une combinaison de cours et de travaux pratiques. Travaux pratiques et personnels: Laboratoires de pétrographie et exercices de modélisation sur ordinateur et préparation d'un rapport (oral et écrit).

1619 Paléocéanologie et paléoclimatologie

Enseignant :	P. Baumgartner - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
	Risques et environnement

Océanologie physique: propriétés de l'eau, circulation océanique, transferts d'énergie atmosphère-hydrosphère-géosphère.

Océanologie chimique: cycles des matières dissoutes dans l'eau: nutriments, sels, O₂, CO₂, échanges atmosphère-hydrosphère-géosphère. Océanologie biologique et sédimentation: fertilité, productivité, précipitation et sédimentation planctique. Préservation ou recyclage des sédiments biogènes (organiques-C et anorganiques) en fonction des conditions physiques et chimiques des bassins.

Principes et méthodes d'études paléocéanographiques et paléoclimatologiques. Exemples d'applications : isotopes stables, éléments traces, analyses paléobiologiques.

Synthèse: Relations entre paléoclimat, paléocéanologie et variations eustatiques du niveau marin.

Il est vivement recommandé de suivre ce cours et le camp « Sédimentologie du domaine plagique ».

1593 Palynologie

Enseignant :	R. Jan du Chêne - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Méthodes palynologiques. Composition du résidu palynologique.

Pollen et spores: morphologie et biostratigraphie. Acritarches. Chitinozoaires. Dinoflagellés: morphologie et biostratigraphie.

Le nombre d'étudiants est limité à 15.

1584 Plateformes carbonatées

Enseignant :	P. Kindler - UNIGE
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices et terrain
Mode évaluation :	Travaux pratiques
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire
	Géologie structurale et alpine

Modèles de plateformes carbonatées.

Réponses des plateformes carbonatées aux variations du niveau marin.

Stratigraphie séquentielle dans les systèmes carbonatés et mixtes.

Travail sur le terrain : plateformes jurassienne et briançonnaise.

Prérequis : Cours de base en sédimentologie et stratigraphie.

1565 Principes de sismostratigraphie

Enseignant :	G. Gorin - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

But: étude de données sismiques de réflexion pour l'élaboration de modèles géologiques et sédimentologiques.

Principes de base: relation profondeur-temps (logs soniques) et lithologie-réponse sismique, calibration et séismogrammes synthétiques. Rappels sédimentologiques et principes de sismostratigraphie, interprétation chronostratigraphique, courbes de coastal onlap (modèle de Vail).

Exercices: interprétation sismostratigraphique de sismique pétrolière en faciès carbonaté et silicoclastique, interprétation sismostratigraphique de sismique haute résolution de faciès continentaux (molasse et sédiments glaciaires), atlas sismostratigraphique, exercice d'interprétation sismique 3D sur PC à l'aide du logiciel SEISVISION.

Nombre de participants limité à 20 personnes.

14T16 Processus pétrologiques, géochimiques et gîtologiques dans le cadre de la tectonique des plaques et de l'évolution de la Terre

Enseignants :	F. Bussy, M. Cosca - UNIL , M. Dungan – UNIGE
Durée :	84 heures + travail personnel
Total crédits ECTS :	10
Forme de l'enseignement :	cours/exercices, séminaire
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères ; Géol. structurale et alpine

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-midi seront consacrés à des exercices et à des lectures personnelles. L'une des matinées sera dédiée à un exposé donné par un scientifique invité.

Tectonique des plaques et processus crustaux : caractérisation de la croûte continentale normale (paramètres physiques et chimiques), causes et conséquences métamorphiques, magmatiques et gîtologiques des perturbations physico-chimiques liées à des contextes tectoniques de rifting, de marge continentale active et de collision continentale. Les après-midi seront consacrés à des travaux pratiques. La cinquième journée sera dédiée à un exposé donné par un scientifique invité, ainsi qu'à la présentation par chaque étudiant (rapport + oral) d'un sujet de séminaire choisi lors de la première séance de cette partie du cours.

Tectonique des plaques et processus mantelliques : Approche identique à la précédente, mais focalisée sur le manteau, avec pour thèmes hebdomadaires, les rides océaniques, les arcs insulaires, les îles océaniques et les plateaux océaniques. Cinquième semaine dédiée à des séminaires comme dans la partie précédente.

1423 Prospection minière, exercice de simulation

Enseignant :	L. Fontboté et coll. - UNIGE
Durée :	8 jours + rapport
Total crédits ECTS :	6
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Il s'agit d'un exercice de prospection simulée sur ordinateur. Les étudiants, travaillant par équipes de 3 (ou parfois 2), s'efforcent de découvrir et de décrire les minéralisations modélisées et d'en décrypter et comprendre le cadre géologique, structural et lithostratigraphique. Ils y parviennent grâce aux moyens mis à leur disposition: cartes géologiques et géochimiques (stream sediments), géochimie des sols, levé de cartes géologiques, divers types de sondeuses aux performances variées, tout en gérant un budget limité, mais suffisant. La stratégie générale suit de très près celle couramment adoptée dans l'industrie. Etude de la géologie régionale et locale et de ses rapports avec les minéralisations, puis investigation en détail du principal prospect découvert jusqu'à en faire un gisement géologique: évaluation des réserves par des méthodes géostatistiques (krigeage) et/ou classiques. Rapport final écrit indispensable. Le modèle couramment utilisé (VENTURE) simule des minéralisations stratiformes de Cu-Co dans des roches sédimentaires fortement plissées.

Ce cours a lieu si au moins 2 ou 3 étudiants sont inscrits.

Prérequis : avoir suivi le cours « Méthodes d'exploration et d'économie minière ».

1517 Ressources naturelles

Enseignants :	W.Wildi (coordination), D.Ariztegui, E.Davaud, L.Fontboté, D.Fontigie, G.Gorin, R.Moritz - UNIGE
Durée :	28 heures
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	écrit
Master :	Orientation :
Master en géologie	Risques et environnement

lundi (semestre hiver) : 14h00-16h00, salle 001

Ce cours est destiné à poser les principes généraux concernant la gestion des principales géoressources. Il partira d'un aperçu historique, de la définition et classification des ressources, des cycles vitaux de l'écobilan et du bilan économique, du droit minier et autres aspects de propriété. Les ressources suivantes seront ensuite examinées : Ressources énergétiques fossiles : hydrocarbures et charbon, ressources énergétiques renouvelables : géothermie et hydroélectricité, avenir énergétique et environnemental : hydrates de gaz et stockage de CO₂, ressources minières métallifères, uranium et autres, gemmes, matériaux industriels et de construction, ressources en eau, eau atmosphérique, eau de surface, eaux souterraines.

1645 Risques géologiques II

Enseignants :	A. Parriaux, M. Jaboyedoff – EPFL, C. Bonadonna – UNIGE
Durée :	5 jours
Total crédits ECTS :	2.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Partie Parriaux (2 jours) : Stabilité des versants. Typologie des phénomènes d'instabilité. Cartographie des dangers naturels. Méthodes de conformation.

Partie M. Jaboyedoff et C. Bonadonna (3 jours) :

Introduction à la modélisation et calculs de stabilité - Introduction aux risques volcaniques.

1574 Sédimentologie des dépôts continentaux et littoraux

Enseignants :	E. Davaud, G. Gorin - UNIGE
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	travaux pratiques
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Ce stage a pour but de donner aux participants les moyens d'identifier de manière détaillée les différents milieux de dépôts qu'ils sont appelés à rencontrer en domaine continental et marin et de comprendre leur évolution séquentielle et spatiale. Les systèmes sédimentaires suivants seront abordés: cônes alluviaux, systèmes fluviaux, deltaïques, cordons littoraux, estuaires, sebkha. Dans la mesure du possible, l'accent sera mis sur la géométrie et les structures internes de ces différents modèles, sur leur évolution latérale et sur leur réaction face aux variations eustatiques. Les dépôts étudiés sont d'âge crétacé, miocène, pliocène et pléistocène. Les trois derniers jours seront consacrés à l'étude de dépôts littoraux et lagunaires actuels et holocènes.

Ce stage aura lieu en Tunisie (9 jours). Le coût du stage est à la charge des participants. Ces derniers doivent avoir de bonnes connaissances en sédimentologie, en pétrographie sédimentaire et des notions de stratigraphie séquentielle.

Coût approximatif : CHF 900.- (vol inclus).

1564 Sédimentologie du domaine pélagique

Enseignant :	P. Baumgartner - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géologie sédimentaire

Introduction: définition du domaine pélagique, méthodes d'études. Origine des composantes de roches pélagiques. Evolution phanérozoïque du plancton. Argiles détritiques et autigènes et paléoclimats. Sédiments condensés, encroûtements et surfaces durcies: Rosso Ammonitico, stromatolites pélagiques, phosphates, nodules polymétalliques. Matière organique et dolomitisation profonde. Structures biogènes et sédimentaires. Origine du litage: sédimentation cyclique et diagenèse. Diagenèse d'enfouissement et processus d'accrétion dans les sédiments pélagiques. Il est vivement recommandé de suivre ce camp et le cours « Paléocéanologie et paléoclimatologie ».

1594 Séminaires en pétrologie métamorphique

Enseignant :	L. Baumgartner - UNIL
Durée :	4 jours
Total crédits ECTS :	2
Forme de l'enseignement :	séminaires
Mode évaluation :	séminaire
Master :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères
	Géologie structurale et alpine

Discussion sur des thèmes d'actualités dans le domaine du métamorphisme.
Les thèmes abordés seront déterminés en relation avec l'intérêt des participants.

1434 Sismique réfraction et réflexion

Enseignant :	F. Marillier - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	cours
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine
	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Objectifs:

- 1) Développer la connaissance de l'aspect pratique de la sismique réfraction à haute résolution, l'aspect théorique ayant été vu au cours des années précédentes.
- 2) Présenter la sismique réflexion multitrace et les différentes étapes qui aboutissent à la section de sismique (acquisition et traitement). Il est indispensable de bien connaître ces étapes pour faire une interprétation géologique correcte d'une section.

Cours :

Réfraction: Mise en oeuvre et interprétation des profils de réfraction. Les méthodes de sismique réfraction à haute résolution; ses problèmes particuliers et les pièges de l'interprétation.

Réflexion: Introduction à la sismique réflexion. Eléments de théorie du signal. L'acquisition. Le traitement. L'interprétation.

Travaux pratiques:

Une partie des travaux pratiques utilise des enregistrements de données permettant d'acquérir de l'expérience dans l'analyse et l'interprétation des sections sismiques.

1434 Sismique réfraction et réflexion, camp

Enseignant :	F. Marillier - UNIL
Durée :	6 jours
Total crédits ECTS :	3
Forme de l'enseignement :	terrain
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Ce camp fournit une expérience pratique de la sismique réflexion en faisant participer les étudiants à toutes les étapes que sont l'acquisition, le traitement et l'interprétation géologique. Sur le terrain, les étudiants installent le dispositif et obtiennent leurs propres données à l'aide d'une source sismique (fusil ou marteau), de capteurs (géophones) et d'un sismographe qui enregistre. Les données sont ensuite traitées avec le logiciel VisualSUNT auquel les étudiants ont été initiés au cours du module de "Traitement de sismique réflexion".

Bien que plus simple à maîtriser, ce logiciel est proche des logiciels de traitement couramment utilisés dans l'industrie pétrolière. Il permet donc d'acquérir une expérience intéressante du point de vue de la formation professionnelle. L'interprétation géologique, forcément limitée par le temps disponible, prévoit la reconnaissance des structures imagées et une estimation de la profondeur des réflecteurs. Prérequis : avoir suivi et réussi les modules de "Sismique réfraction et réflexion" et de "Traitement de sismique réflexion" du semestre d'hiver.

1563 Sismostratigraphie avancée

Enseignant :	G. Stampfli - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Géologie structurale et alpine
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

Cet enseignement est composé d'une introduction théorique et de travaux/exercices pratiques offrant une vision approfondie sur les méthodes d'interprétation et les potentiels de la sismique 2D et 3D.

Un rappel des bases de la sismostratigraphie séquentielle ainsi que plusieurs cas d'études sont présentés.

Une introduction aux travaux pratiques permet de se familiariser avec les stations de travail, le module interactif CHARISMA, les outils traditionnels et les attributs sismiques permettant l'analyse et l'interprétation de données 2D et 3D. Les données étudiées proviennent du golfe du Mexique où différents systèmes de dépôt Tertiaire sont à analyser. Ceci est réalisé grâce à l'intégration de données de puits, d'interprétation de profils sismiques et d'analyse de cartes d'attributs.

L'objectif étant d'offrir une introduction à une méthode de travail pour l'interpréteur sismique applicable aux domaines académiques et appliqués.

Nombre de participants limité à 9 personnes.

Prérequis : Cours « Principes de sismostratigraphie » de G. Gorin.

1646 Sites contaminés

Enseignants :	A. Parriaux – EPFL, W. Wildi - UNIGE
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Histoire et géographie des sites contaminés. Les grands cas. Les causes principales.
Bases légales en Suisse et à l'étranger.
Typologie des sites contaminés. Familles de polluants. Contextes géologiques typiques.
Processus contrôlant la mobilité et la dégradabilité des substances. Pédosphère. Géosphère.
Evaluation et gestion du risque. Potentiel de pollution. Potentiel de libération. Biens à protéger.
Scénarios d'ingestion. De l'émission à l'immission. Critères toxicologiques et écotoxicologiques.
Synthèse du risque et mesures de gestion.
Méthodes de reconnaissances spécifiques. Reconnaissances in situ. Essais en laboratoire.
Mesures de réduction du risque. Méthodes de confinement. Méthodes de décontamination.
Etude de site sur le terrain et en laboratoires.
NB: Ce module est en interaction avec les modules « Géologie des déchets » (W.Wildi) et « Méthodes de reconnaissance in situ » (A.Parriaux).

1658 Stage en entreprise

Responsable :	Directeur du travail de Master
Durée :	1 mois au minimum
Total crédits ECTS :	7
Forme de l'enseignement :	stage
Mode évaluation :	stage
Master :	Orientation :
Master d'ingénieur géologue	Géophysique appliquée

Ce stage doit avoir une durée minimale d'un mois.
Il sera validé par l'institution d'accueil.

1647 Statistiques directionnelles et échantillonnage

Enseignant:	L. Tacher - EPFL
Durée :	2 jours
Total crédits ECTS :	1
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Les données directionnelles sont fréquentes en Sciences de la Terre: surfaces de failles et de stratification, fractures, fissures, joints, stries glaciaires, allongement de grains ou de fossiles, paléomagnétisme, etc.

Des techniques statistiques particulières ont été développées pour décrire et tester des hypothèses sur ce type de données, qui ont la particularité d'être bornées et parfois munies d'un sens, outre leur orientation, en 2D et 3D.

1675 Statistiques spatiales

Enseignants :	M. Maignan, M. Kanevski - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur

Contenu :

- Rappel de géostatistique (variographie, krigeage)
- Simulations stochastiques spatiales (SGS simulations gaussiennes séquentielles)
- Cartographie de risques (krigeages des indicatrices, statistiques sur simulation)
- Interpolation et De-trending par MLP ANN Artificial Neural Networks (NNRK Neural Network Residual Kriging)
- Autres cartographies ANN (GRNN Generalised Regression Neural Network, PRNN Probabilistic Neural network)
- 2-dimensional Classification (SOM self Organising Maps, SVM Support Vector Machines)
- Transfert sur GIS (Arcview, Mapinfo)

Méthodes et T.P. informatiques avec les logiciels GSO Geostat Office, SOM/CTI-SVM

Case studies : Atlas du Radon en Suisse, Radionucléides dans les sols.

1655 Traitement de minerais et problèmes environnementaux

Enseignants :	B. Dold, R. Lehne – UNIL, L. Fontboté – UNIGE
Durée :	3 jours (bisannuel)
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	exercices
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Méthodes mécaniques, hydrométallurgiques et pyrométallurgiques. Problèmes environnementaux posés par les rejets miniers, en particulier par l'oxydation des bassins de rejets de flottation ("Acid mining drainage, AMD").

A) Ore dressing (Dr. Rainer Lehne, Lehne and Associates, Heidelberg, <http://www.isogyre.com>). Gold ores and their metallurgical treatment (gravity concentration, amalgamation, flotation, and leaching techniques). Microscopy of gold ores with regard to their treatment (practical exercises). Base metal ores and their beneficiation (principles and mechanisms of mineral flotation). Specific tasks of ore microscopy in mineral dressing. Microscopy of base metal ores and milling products (practical exercises).

B) Environmental Geochemistry of Mine Waste Management (Dr. Bernhard Dold, University of Lausanne)

http://www.sst.unil.ch/perso_pages/Bernhard_homepage/Frame%20Bernhard%20Homepage.html

The short course focuses on the geochemical reactions associated with the management of wastes from mining and milling operations. Topics will include a review of aquatic chemistry, a summary of the environmental geochemistry of ore deposits, chemical and biological transformations in mine and mine waste environments, and application of these principles to understanding water quality problems in tailings disposal facilities, pit lakes, waste rock piles, and mine drainage. Special attention will be directed towards addressing problems associated with acid solutions resulting from mining activities in sulfide formations.

Prérequis : Avoir suivi le cours « Microscopie des minéraux opaques » ou posséder des connaissances équivalentes.

1426 Traitement de sismique réflexion

Enseignant :	F. Marillier - UNIL
Durée :	3 jours
Total crédits ECTS :	1.5
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	rapport
Masters :	Orientations :
Master en géologie	Géologie sédimentaire ; Risques et environnement
Master d'ingénieur géologue	Géologie de l'ingénieur ; Géophysique appliquée

Les ondes sismiques qui se réfléchissent en profondeur et qui sont enregistrées à la surface ont des amplitudes très faibles. De plus, les ondes réfléchies se mélangent avec un ensemble de perturbations (ondes parasites, « bruit » sismique) qui gênent leur utilisation ou parfois même les rendent illisibles. Il faut donc effectuer un traitement sur ordinateur pour faire ressortir les ondes réfléchies. Ce module fournit aux étudiants une approche pratique de traitement sismique afin de les initier et leur faire mieux comprendre à quoi correspond une section de sismique réflexion. Les étapes principales du traitement de la sismique réflexion multi-trace sont abordées. Notamment la mise au format, l'application de la géométrie, les corrections statiques, le conditionnement de l'amplitude, le filtrage, l'analyse de vitesse, la correction dynamique, le stack et la migration. Le traitement est effectué à l'aide du logiciel VisualSUNT sur des données réelles.

Prérequis : avoir suivi et réussi le module de "Sismique réfraction et réflexion" du semestre d'hiver.

14T19 Transport de masse et d'énergie par les fluides et les magmas

Enseignant :	L. Baumgartner - UNIL
Durée :	48 heures
Total crédits ECTS :	4
Forme de l'enseignement :	cours/exercices
Mode évaluation :	travail personnel
Master :	Orientation :
Master en géologie	Géochimie, pétrologie et gîtes métallifères

Ce cours traite des principes de la thermodynamique et du transport de matériel par les fluides et les magmas dans la croûte terrestre. Seront également discutés les principes applicables à la surface ou à l'interface eau sous-sol/roches.