

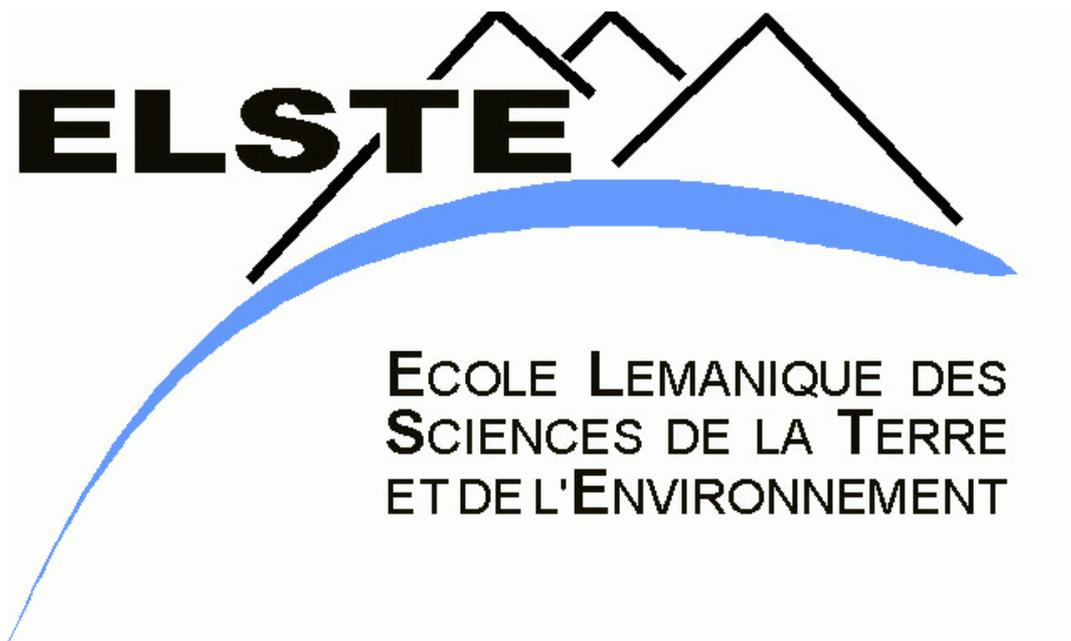


## LISTE ET DATES DES ENSEIGNEMENTS DE L'ELSTE

No du cours	Crédits Titre du cours	Enseignants	Dates du cours	ECTS
1571	Analyse de données	E. Davaud	11-13 avril 06	1.5
1585	Analyse de la fracturation	M. Sartori	05-07 avril 06	1.5
14T01	Analyse des isotopes stables	T. Vennemann	13-17 mars 06	2.5
14T21	Analyse des roches en fluorescence X	H.R. Pfeifer	02-03 février 06	1.0
1708	Analyse systémique et modélisation de l'environnement	J.-L. Loizeau	30 h. semestre hiver	3.0
1410	Cartographie du Quaternaire alpin	M. Marthaler	19-21 juin 06	1.5
1652	Cartographie minière	L. Fontboté	Dates à fixer	1.5
1547	Croûtes océaniques récentes et anciennes	O. Müntener, J. Hernandez	22-24 mars 06	1.5
1538	Diagraphies en environnement	Holliger K.	11-13 janvier 06	1.5
1538	Diagraphies, camp	Holliger K.	04-05 mai 06	1.0
1507	Diagraphies pétrolières	Holliger K.	14-16, 21-23 déc. 05	3.0
1507	Diagraphies, camp	Holliger K.	04-05 mai 06	1.0
1722	Droit de l'environnement	A. Petitpierre	28 h. semestre hiver	2.5
1587	Dynamique des bassins	G. Stampfli	18-20 janvier 06	1.5
1703	Echanges et cycles globaux	J. Dominik	30 h. semestre hiver	3.0
1719	Economie de l'environnement	A. Baranzini	30 h. semestre hiver	3.0
1508	Electricité	Holliger K.	18-20, 25-27 janv. 06	3.0
1508	Electricité, camp	Holliger K.	03-07 avril 06	2.5
1509	Electromagnétisme	P. Gex	09-11 novembre 05	1.5
1509	Electromagnétisme, camp	P. Gex	10-13 avril 06	2.5
1712	Energie, économie et environnement	B. Lachal, F. Romerio	40 h. semestre hiver	3.0
1705	Evaluation d'impact sur l'environnement	P. Arrizabalaga	78 h. / année	7.0
1417	Excursion minière (bisannuel)	L. Fontboté, R. Moritz	8 – 10 jours	4.0
1559	Excursion (pétrologie, géochimie et gîtologie)	IMG Unil - Dép. Min. Unige	Dates à fixer	4.0
1607	Géochimie des isotopes stables (environnementale et paléoclimatique)	T. Vennemann	10-13 avril 06	2.0
1607	Géochimie des isotopes stables (roches cristallines et gîtologie)	T. Vennemann	24-28 avril 06	2.5
14T06	Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine (excursion)	L. Baumgartner, F. Bussy, U. Schaltegger	Dates à fixer	2.5
14T06	Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine (sémin.) (groupé av. Géol. des Alpes en 05-06)	L. Baumgartner, NN, F. Bussy, P. Thélin	mardi (sem. hiver) : 16h.15-18h.00	3.0
14T07	Géochimie organique appliquée	J.Spangenberg, T.Vennemann	24-28 avril 06	2.5
14T08	Géochimie organique moléculaire et isotopique	J.Spangenberg, T.Vennemann	08-12 mai 06	2.5
14T09	Géochronologie	U. Schaltegger	6 jours sem. hiver	3.0
1623	Géodynamique II	G. Stampfli	19-23 juin 06	2.5
1562	Géologie de la matière organique	G. Gorin	08-10 février 06	1.5
1636	Géologie de l'ingénieur, camp	A.Parriaux	06-09 juin 06	2.5
1659	Géologie des Alpes (groupé avec Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine en 05/06)	L. Baumgartner, NN, F. Bussy, P. Thélin	mardi (sem. hiver) : 16h.15-18h.00	3.0
14T10	Géologie des déchets	W. Wildi, A. Parriaux	19-23 juin 06	2.5
1605	Géologie des réservoirs d'hydrocarbures	B. Caline	20-24 mars 06	2.5

1537	Géologie glaciaire	W. Wildi, D. Ariztegui	26-30 juin 06	2.5
1591	Géologie structurale IV	C. Sue	lundi, sem.hiver : 14h.15-17h.00	3.0
1656	Géologie structurale Va, camp	NN, J.-L. Epard	29 mai–03 juin 06	3.0
1656	Géologie structurale Vb, camp	NN, J.-L. Epard	05-10 juin 06	3.0
1606	Géomatique II	J.-M. Jaquet, M. Sartori	13-17 mars 06	2.5
1650	Géophysique minière	R.Olivier, P.Gex	17-18 novembre 05	1.0
1650	Géophysique minière, camp	R.Olivier, P.Gex	08-12 mai 06	2.5
1651	Géoradar	F. Marillier, M.Beres	01-03 février 06	1.5
1651	Géoradar, camp	F. Marillier, M.Beres	01-03 mai 06	1.5
1522	Géotraverse alpine	NN	03-08 juillet 06	3.0
1416	Gîtologie avancée	L. Fontboté, R. Moritz	23-25 novembre 05, 11-13 janvier 06	3.0
1511	Gravimétrie	R. Olivier	30 nov. – 01 déc., et 07-09 décembre 05	3.0
1511	Gravimétrie, camp	R. Olivier	24-28 avril 06	2.5
1500	Hydrochimie et circulations profondes	D. Hunkeler, F. Vuataz	08-10 février 06	1.5
1637	Hydrogéologie opérationnelle et quantitative	F. Zwahlen, P. Perrochet	14-16 décembre 05	1.5
1626	Hydrologie générale et appliquée	A. Musy	07-09 décembre 05	1.5
1627	Inclusions fluides et microsonde Raman	R. Moritz	07-09 décembre 05	1.5
1425	Infographie en Sciences de la Terre	J. Metzger	31 mai – 02 juin 06	1.5
1622	Initiation à ArcView	J.-M. Jaquet	09-10 mars 06	1.0
1628	Instabilité des falaises	J.-D. Rouiller	13-16 juin 06	2.0
14T13	Introduction à la géochimie marine	T. Vennemann	01-04 mai 06	2.0
1653	Introduction à l'utilisation de logiciels de modélisation	IMG Unil - Dép.Min. Unige	dates seront fixées entre ens. et participants	2.5
1512	Magnétisme et aéromagnétisme	R. Olivier	23-25 novembre 05	1.5
1512	Magnétisme et aéromagnétisme, camp	R. Olivier	13-17 mars 06	2.5
1638	Mécanique des roches	V. Labiouse	15-18 mai 06	1.5
1639	Mécanique des solides	T. Zimmermann	22-24 mars 06	1.5
1640	Mécanique des sols	L. Vulliet	26-28 avril 06	1.5
1660	Métamorphisme basse température	S. Schmidt	13-15 février 06	1.5
14T14	Météorologie générale	J. Sesiano	09-12 mai 06	1.5
1641	Méthodes de reconnaissance in situ	A. Parriaux	10-12 mai 06	1.5
1419	Méthodes d'exploration et notions d'économie minière	C. Bauchau, L. Fontboté	18-20 janvier 06	1.5
14T18	Méthodes et applic. de la géochronologie et de la thermochronologie $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	M. Cosca, L. Baumgartner	01-05 mai 06	2.5
1629	Microanalyse quantitative des éléments	F. Bussy	02-04 novembre, et 30 nov. – 01 déc. 05	2.5
14T15	Microgravimétrie	R. Olivier	09-10 février 06	1.0
14T15	Microgravimétrie, camp	R. Olivier	15-16 mai 06	1.0
1569	Micropaléontologie – foraminifères benthiques	R. Martini, R. Wernli	30 nov.–2 déc.05 (RM) 29-31 mars 06 (RW)	3.0
1567	Micropaléontologie – foraminif. planctoniques	R. Wernli	29 mai – 02 juin 06	2.5
1568	Micropaléontologie - radiolaires	P. Baumgartner	6 mardi, 13h.15-17h., 01 nov. – 06 déc. 05	1.5
1579	Microscopie des minéraux opaques	L. Fontboté et collab.	26-28 oct, 9-10 nov.05	2.5

1566	Microscopie électronique et cathodoluminescence	R.Martini, P.Baumgartner	03-05 avril 06	1.5
1642	Minéralogie des argiles	P. Thélin	14-16 décembre 05	1.5
1529	Minéralogie industrielle	P. Thélin	01-05 mai 06	2.5
1644	Modélisation géologique	Tacher,Perroch.,Epard,Olivier	20-23 décembre 05	2.0
1412	Modélisation gravimétrique	R. Olivier	16-24 février 06	3.0
1557	Modélisation magmatique (bisannuel)	M. Dungan	donné en 06-07	1.5
1432	Modélisation sismique	F. Marillier	13-15 février 06	1.5
1619	Paléocéanologie et paléoclimatologie	P. Baumgartner	22-24 mai 06	1.5
1593	Palynologie	R. Jan du Chêne	23-25 novembre 05	1.5
1584	Plateformes carbonatées	P. Kindler	15-19 mai 06	2.5
1565	Principes de sismostratigraphie	G. Gorin	09-11 novembre 05	1.5
14T16	Processus pétrologiques, géochimiques et gîtologiques	M. Dungan, F. Bussy, M. Cosca	mardi, 9h.15-16h. 25 octobre – 07 février	7.0
1423	Prospection minière, exercice de simulation	C. Bauchau, L. Fontboté	Dates à fixer, sem. été	3.0
1517	Ressources naturelles, introduction	J.-M. Jaquet	lundi 14h.-16h., hiver	2.0
1517	Ressources naturelles, séminaire	J.-M. Jaquet	à fixer début sem. été	2.0
1645	Risques géologiques II	NN, A. Parriaux	03-04 avril, et 22-24 mai 06	1.0 1.5
1574	Sédimentologie dépôts continentaux / littoraux	E. Davaud, G. Gorin	04-12 juin 06	3.0
1564	Sédimentologie du domaine pélagique	P. Baumgartner	25-27 janvier 06	1.5
1594	Séminaires en pétrologie métamorphique	L. Baumgartner	1 h/sem., hiver et été	2.0
1434	Sismique réfraction et réflexion	F. Marillier	26-28 oct., 2-4 nov.05	3.0
1434	Sismique réfraction et réflexion. camp	F. Marillier	27 mars – 01 avril 06	3.0
1563	Sismostratigraphie avancée	G. Stampfli	01-03 février 06	1.5
1646	Sites contaminés	A.Parriaux, W.Wildi	30 nov. – 02 déc. 05	1.5
1658	Stage en entreprise	Directeur maîtrise univ.	min. 1 mois	7.0
1647	Statistiques directionnelles et échantillonnage	L. Tacher	17-18 novembre 05	1.0
1675	Statistiques spatiales	M. Maignan	9-11 novembre 05	1.5
14T05	Traitement de données analytiques	T. Vennemann	24, 31 oct., 7, 14 nov.	2.0
1655	Traitement de minerais et problèmes environnementaux (bisannuel)	R.Lehne, L.Fontboté, B.Dold	10-12 avril 06	1.5
1426	Traitement de sismique réflexion	F. Marillier	16-18 novembre 05	1.5
14T19	Transport de masse et d'énergie par les fluides et les magmas	L.Baumgartner, NN	21, 28 nov., 5 déc. 05, 12, 19 déc., 9, 16, 23, 30 janv., 06 fév. 06	7.0 06



*Maîtrise universitaire (Master)*

*- en géologie*

*- d'ingénieur géologue*

☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆

*Description des enseignements*

☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆

## **1571 Analyse de données**

Davaud E. - UNIGE

1.5 ECTS

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 22 personnes.

## **1585 Analyse de la fracturation**

Sartori M. - UNIGE

1.5 ECTS

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**

Vennemann T. - UNIL

2.5 ECTS

1a) 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). Ce cours s'appuie sur des exposés théoriques, exercices et de travaux pratiques de laboratoire.

1b) 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.

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

## **14T21 Analyse des roches en fluorescence X**

Pfeifer H.R. – UNIL

1.0 ECTS

Descriptif fourni ultérieurement.

## **1708 Analyse systémique et modélisation de l'environnement**

Loizeau J.-L. - UNIGE

3.0 ECTS

### 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.

## **1410 Cartographie du Quaternaire alpin**

Marthaler M. - UNIL

1.5 ECTS

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

Participation financière de CHF 50.- à CHF 70.-.

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

## **1652 Cartographie minière**

Fontboté L. - UNIGE

1.5 ECTS

Cartographie minière de détail (p.ex. 1:500) d'une mine ou « prospect » minier avec accent sur la représentation de l'altération hydrothermale et la structure. Possible liaison avec le travail de terrain pour la maîtrise universitaire.

Dates à fixer avec l'enseignant.

## **1547 Croûtes océaniques récentes et anciennes**

Müntener O., Hernandez J. - UNIL

1.5 ECTS

Informations fournies ultérieurement.

### **1538**                    **Diagraphies, camp**

Holliger K. - UNIL

1.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur.

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

Mise en œuvre sur le terrain de l'équipement de diagraphies. Acquisition des données avec les diverses sondes disponibles à l'Institut : logs électriques, logs radioactifs, log sonique, log de température, log de résistivité du fluide, log Gamma ray, etc. Traitement des données et interprétation.

Un rapport est exigé, ainsi qu'une interrogation orale.

Prérequis : Cours-exercices, soit Diagraphies en environnement, soit Diagraphies pétrolières du semestre d'hiver.

### **1538**                    **Diagraphies en environnement**

Holliger K. - UNIL

1.5 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur.

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

Techniques développées dans l'industrie pétrolière, les diagraphies sont maintenant fréquemment utilisées dans la recherche hydrogéologique. Elles permettent en effet de localiser les niveaux imperméables, les couches poreuses ou fracturées, d'évaluer la porosité des roches et la qualité chimique des eaux. Dans certains cas, il est possible de déterminer les potentiels hydrauliques des aquifères. Le but de ce cours est de familiariser l'étudiant avec ces techniques nouvelles, à la fois rapides et fiables.

Chapitres:

Introduction: apport des diagraphies en hydrogéologie.

Les différents outils utilisés: le log P.S., les logs électriques, le gamma-ray, les logs radioactifs, le log sonique.

Interprétation qualitative. Interprétation quantitative.

Evaluation sous forme d'interprétation d'un jeu de logs.

### **1507**                    **Diagraphies pétrolières**

Holliger K. - UNIL

3.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur.

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

La phase ultime d'une recherche pétrolière consiste à vérifier à l'aide de forages que les réservoirs décelés par les prospections géologique et géophysique sont exploitables. Enregistrées dans ces forages, les diagraphies sont des mesures qui permettent de:

préciser la lithologie; connaître la nature des fluides; apprécier la saturation; localiser les intervalles intéressants où il est souhaitable de faire des essais de production; améliorer l'interprétation au niveau du champ pétrolier dans son ensemble, etc.

A la fin de ce cours, l'étudiant pourra décider, au moyen de techniques d'interprétation rapides, si le réservoir est exploitable ou non.

Chapitres:

Introduction: apport des diagraphies différées en exploration pétrolière.

Les différents outils utilisés: la P.S., les logs électriques, le gamma-ray, les logs de porosité, le log sonique.

Les différents niveaux d'interprétation: les méthodes de cross-plot, le quick look. Interprétation intégrée: étude de cas.

Evaluation sous forme d'interprétation d'un jeu de logs.

## **1722 Droit de l'environnement**

Petitpierre A. - UNIGE

2.5 ECTS

- 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**

Stampfli G. - UNIL

1.5 ECTS

L'étude des paléomarges est envisagée sous le biais de la comparaison avec des données actualistes. Des données de sismique 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**

Dominik J. - UNIGE

3.0 ECTS

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**

Baranzini A. - UNIGE

3.0 ECTS

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**

Holliger K. - UNIL

3.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur.

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

1) Résistivités électriques: basée sur l'étude de la propagation du courant électrique dans le sous-sol, la méthode des résistivités électriques est utilisée très fréquemment dans de nombreux domaines d'application de la géophysique. Qu'il s'agisse de recherches d'eau, de problèmes de génie civil, de protection de l'environnement ou encore de géologie structurale, la mesure des résistivités électriques permet souvent de répondre aux questions posées.

Chapitres: Rappel des principes de base: la résistivité électrique des roches, la loi d'Archie, les différentes méthodes de mesure.

Interprétation qualitative: les cartes de potentiel, la mise-à-la-masse, les profils de résistivité, les cartes de résistivité, les panneaux électriques, la tomographie électrique. Interprétation quantitative: l'interprétation des sondages électriques.

Etude intégrée: étude de cas.

2) Polarisation provoquée : la polarisation provoquée (PP) met en oeuvre l'injection dans le sol d'un courant électrique artificiel momentané destiné à charger les éventuelles particules de minerais conducteurs. A la coupure de ce courant, on peut mettre en évidence un faible courant résiduel transitoire dû à la décharge des grains de minerai qui se comportent comme de petites capacités ou encore de micro-accumulateurs. L'étude de cet effet de chargeabilité constitue le fondement de cette méthode applicable essentiellement à la prospection des minerais conducteurs disséminés.

Chapitres: Rappels théoriques. Exemples d'applications essentiellement minières.

Evaluation sous forme d'une étude de cas.

Prérequis : Cours-exercices Electricité de 3<sup>ème</sup> année.

## **1508 Electricité, camp**

Holliger K. - UNIL

2.5 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur.

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

Application sur le terrain de plusieurs méthodes de géophysique environnementale présentées lors du semestre d'hiver, spécialement résistivités. L'attention sera portée sur la comparaison de ces différentes méthodes en terme de profondeur d'investigation et de définition verticale. Des essais de pseudo-interprétation 3D en intégrant mesures de surface et mesures en forage se feront à partir de données acquises sur un site test. Finalement, un rapport est exigé, rassemblant tous les documents qui ont servi à des élaborations de résultats, ainsi qu'une interrogation orale.

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

## **1509 Electromagnétisme**

Gex P. - UNIL

1.5 ECTS

### 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**

Gex P. - UNIL

2.5 ECTS

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, économie et environnement**

Lachal B., Romerio F. - UNIGE

3.0 ECTS

### 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**

Arrizabalaga P. - UNIGE

7.0 ECTS

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**

Fontboté L., Moritz R. - UNIGE

Bisannuelle, 8 à 10 jours

4.0 ECTS

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

Dates communiquées ultérieurement.

### **1559 Excursion (pétrologie, géochimie et gîtologie)**

IMG – UNIL, Dép. Minér. UNIGE

4.0 ECTS

Informations et dates données ultérieurement.

## **1607 Géochimie des isotopes stables (environnementale et paléoclimatique)**

Vennemann T. - UNIL  
2.0 ECTS

### 1a) 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.

### 1b) 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'altération des roches; échanges chimiques et isotopiques entre fluides et roches à basses températures.

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

## **1607 Géochimie des isotopes stables (roches cristallines et gîtologie)**

Vennemann T. - UNIL  
2.5 ECTS

### 1a) 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 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.

### 1b) 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 et hétérogènes; 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 de dévolatilisation
- Les systèmes hydrothermaux et géothermaux

Prérequis : Le suivi de cours « Introduction à la Géochimie » et les cours en minéralogie et pétrologie.

### **14T06 Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine (excursion)**

Baumgartner L., Bussy F. – UNIL, Schaltegger U. - UNIGE

2.5 ECTS

Illustration sur le terrain du cours-séminaire de l'hiver. Analyse de terrain avancée de lithologies métamorphiques et/ou magmatiques avec levés de détail, intégration des observations de terrain et de données analytiques fournies aux étudiants, discussion des modèles possibles.

5 jours de terrain incluant du temps pour la rédaction du rapport, lieu variant d'une année à l'autre, fonction de la météo et de la disponibilité de chercheurs alpins externes disposés à accompagner le groupe sur leur terrain d'étude.

Les dates seront précisées ultérieurement après discussion entre les enseignants et les participants.

Prérequis : Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine (séminaires).

### **14T06 Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine (Séminaires) groupé avec « Géologie des Alpes » en 2005/2006**

Baumgartner L., NN, Bussy F., Thélin P. - UNIL

3.0 ECTS

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 deux enseignements donneront lieu à une seule note.

### **14T07 Géochimie organique appliquée**

Spangenberg J., Vennemann T. - UNIL

2.5 ECTS

Ce cours vise à familiariser les étudiants avec la géochimie organique et les processus qui contrôlent la formation, le transport et le destin des composants organiques dans différents systèmes terrestres et environnementaux. Le module donne une bonne introduction à la géochimie du pétrole, la géochimie organique des gîtes métallifères, celle des systèmes sols-sédiments-roche, des eaux naturelles et des polluants.

Contenu:

- 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**

Spangenberg J., Vennemann T. - UNIL

2.5 ECTS

Ce module a pour buts de fournir les connaissances théoriques sur les différentes techniques en géochimie organique moléculaire et isotopique et de familiariser l'étudiant avec la pratique de ces techniques de pointe.

Ce cours s'appuie sur des exposés théoriques, exercices et de travaux de laboratoire.

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 maîtrise universitaire), 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 sus-mentionnées. 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](mailto:Jorge.Spangenberg@img.unil.ch)

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

## **14T09 Géochronologie**

Schaltegger U. - UNIGE

3.0 ECTS

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 maîtrise universitaire. 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.

## **1623 Géodynamique II**

Stampfli G. - UNIL

2.5 ECTS

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 plateforme 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.

## **1562 Géologie de la matière organique**

Gorin G. - UNIGE

1.5 ECTS

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**

Parriaux A. - EPFL

2.5 ECTS

Projet de barrage hydroélectrique.

Chantier de fouilles en subsurface.

Chantier de tunnel.

Laboratoire souterrain.

Stabilité de versants en rocher (avec la collaboration de M. J.-D. Rouiller).

Cartographie de dangers naturels.

## **1659 Géologie des Alpes, groupé en 2005/2006 avec « Géochimie et pétrologie de l'orogénèse alpine » (séminaires)**

Baumgartner L., NN, Bussy F., Thélin P. - UNIL

mardi (semestre d'hiver) : 16h15-18h00

3.0 ECTS

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, etc.) de lithologies de la chaîne alpine.

Ces deux enseignements donneront lieu à une seule note.

## **14T10 Géologie des déchets**

Wildi W. - UNIGE , Parriaux A. - EPFL

2.5 ECTS

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**

Caline B. - UNIGE

2.5 ECTS

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**

Wildi W. - Ariztegui D. - UNIGE

2.5 ECTS

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**

(« Analyse multi-disciplinaire des processus de fracturation et applications néotectoniques » en 2005/06)

Sue C. - UNIL

lundi (semestre d'hiver) : 14h15-17h00

3.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

Théorie et exercices sur les sujets suivants:

- Exercices et compléments théoriques sur la déformation des roches
- Compléments sur la théorie de la fracturation
- Les mécanismes de plissement. Modèles géométriques et cinématiques. Equilibrage des coupes.
- Plis superposés. Méthodes d'analyse structurale des terrains à déformation complexe. Exemples dans les Alpes et dans les boucliers précambriens.

Prérequis : connaissances de base en géologie structurale.

### **1656 Géologie structurale Va, camp**

NN - Epard J.L. - UNIL

3.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

- Exercices de mesures structurales en tectonique cassante et ductile, projections stéréographiques et interprétations tectoniques
- Reconnaissance, interprétation et analyse cinématique des structures de déformation des roches: fractures, plis, schistosités, linéations, etc.
- Relations entre déformation des roches et tectonique des nappes
- Exemples dans les Alpes : géologie structurale dans la partie interne, fortement déformée mais faiblement métamorphique.

Prérequis : connaissances de base en géologie structurale.

### **1565 Géologie structurale Vb, camp**

NN - Epard J.L. - UNIL

3.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

- Exercices de mesures structurales, projections stéréographiques et interprétations tectoniques
- Reconnaissance, interprétation et analyse cinématique des structures de déformation des roches: fractures, plis, schistosités, linéations, mylonitisation, etc.
- Relations entre déformation des roches, métamorphisme et tectonique des nappes
- Exemples dans les Alpes: géologie structurale et analyse de la tectonique des nappes dans des terrains métamorphiques de la région du Simplon.

Prérequis : connaissances de base en géologie structurale et métamorphisme.

## **1606 Géomatique II**

Jaquet J.-M., Sartori M. - UNIGE

2.5 ECTS

Le sujet change chaque année.

Cartographie géologique par SIG : élaboration d'une carte géologique et d'aléas en Valais.

Il est obligatoire que les étudiants qui souhaitent s'inscrire à cet enseignement aient également suivi le module « Initiation à ArcView ».

Nombre de participants limité à 20 personnes.

Prérequis : Cours Géomatique I ou équivalent (cours de géostatistique, 3ème année UNIL) ; module ArcView.

## **1650 Géophysique minière**

Olivier R. - Gex P. - UNIL

3.5 ECTS

*Cours :*

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.

*Camp :*

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**

Marillier F. – UNIL, Beres M. - UNIGE

1.5 ECTS

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**

Marillier F. – UNIL, Beres M. - UNIGE

1.5 ECTS

Le terrain permettra de se familiariser avec l'instrumentation et son utilisation pratique dans différents contextes géologiques. On effectuera par exemple des profils au-dessus d'une cavité afin d'en étudier la réponse géoradar. Une autre acquisition permettra de détecter l'épaisseur de la couverture sédimentaire au-dessus du soubassement 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**

NN - UNIL

3.0 ECTS

Description définitive fournie en cours d'année, lors de l'arrivée du professeur

A titre indicatif, description du cours 2004/2005 :

Traversée des Alpes, principalement à pied, par des cols à plus de 2000 m d'altitude, des Préalpes aux unités penniques ou austro-alpines des Alpes italiennes. Accompagnement par des bus qui transportent le matériel (tentes, etc.) et parfois les participants le long des secteurs de moindre intérêt.

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.

Une bonne condition physique et un certain entraînement à la marche en montagne.

Prérequis : bonnes connaissances de base en tectonique, stratigraphie et métamorphisme.

## **1416 Gîtologie avancée**

Fontboté L. - Moritz R. - UNIGE

6 lundis (semestre d'hiver) : 9h15-12h en alternance avec Modélisation magmatique

3.0 ECTS

Le programme est réparti sur deux années et développe les thèmes de métallogénie d'intérêt général: les fluides minéralisateurs, le transport des fluides et des éléments d'intérêt économique, les mécanismes de précipitation des minerais, vision approfondie de certains types de gisements, synthèses régionales, questions méthodologiques.

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

Chaque année, les thèmes sont affichés sous:

[http://www.unige.ch/sciences/terre/min\\_ore.html](http://www.unige.ch/sciences/terre/min_ore.html)

Certificat: Participation active et plusieurs présentations orales et écrites pendant le cours.

Note importante: CONFIRMATION D'INSCRIPTION OBLIGATOIRE jusqu'à mi-octobre à [Lluis.Fontbote@terre.unige.ch](mailto:Lluis.Fontbote@terre.unige.ch)

Prérequis : Cours "Microscopie des minéraux opaques" ou posséder des connaissances équivalentes.

## **1511 Gravimétrie**

Olivier R. - UNIL

3.0 ECTS

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**

Olivier R. - UNIL

2.5 ECTS

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**

Hunkeler D., Vuataz F. - UNIL

1.5 ECTS

1<sup>er</sup> 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<sup>ème</sup> jour

Informations fournies ultérieurement.

3<sup>ème</sup> 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**

Zwahlen F., Perrochet P. - UNINE

1.5 ECTS

1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> 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 pompages, gestion de la ressource...

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

3<sup>ème</sup> 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**

Musy A. - EPFL  
1.5 ECTS

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 météorologiques. Le comportement hydrologique de systèmes. La description et les principes de modélisation.

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

## **1627 Inclusions fluides et microsonde Raman**

Moritz R. - UNIGE  
1.5 ECTS

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**

Metzger J. - UNIGE  
1.5 ECTS

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 à ArcView**

Jaquet J.M. - UNIGE  
1.0 ECTS

Initiation au logiciel ArcView.

Ce cours est conseillé aux étudiants qui souhaitent s'inscrire au module Géomatique II.

Nombre de participants limité à 20 personnes

Prérequis : Cours Géomatique I ou équivalent (Cours de géostatistique, 3ème année UNIL).

## **1628 Instabilité des falaises**

Rouiller J.-D., CREALP, Sion  
2.0 ECTS

L'enseignement, dispensé par des géologues travaillant au CREALP et dans divers bureaux d'études, porte essentiellement 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 d'auscultation des falaises MATTEROCK postule qu'il n'y a pas d'instabilités rocheuses sans discontinuités.

Elle consiste dans un premier temps à caractériser les discontinuités affectant le massif 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 compartiments (aléas) ainsi mis en évidence sont ensuite décrits in situ, et un indice qualifiant la probabilité de rupture (dangerosité), dépendant des facteurs intrinsèques à l'instabilité, de sa sensibilité aux processus d'évolution et aux situations déclenchantes, leur est attribué.

Finalement une carte de danger, tenant compte de la probabilité de rupture de l'instabilité, de la probabilité d'atteinte et de l'intensité du phénomène en un point donné du territoire est élaborée.

Cette méthode utilise donc des outils modernes tout en préservant un aspect de terrain incontournable, et est un plus non négligeable pour tout géologue désirant travailler en milieu alpin.

Nombre de participants limité à 18 personnes.

Coût approximatif : CHF 300.-.

### **14T13 Introduction à la géochimie marine**

Vennemann T. - UNIL

2.0 ECTS

1a) Objectifs du module :

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 (HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, etc.) comme traceurs des processus dans le milieu marin seront illustrés.

1b) 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.

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

### **1653 Introduction à l'utilisation de logiciels de modélisation**

IMG, UNIL – Dép. Minér. UNIGE

2.5 ECTS

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

### **1512 Magnétisme et aéromagnétisme**

Olivier R. - UNIL

1.5 ECTS

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**

Olivier R. - UNIL  
2.5 ECTS

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 enregistrant 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**

Labieuse V. - EPFL  
1.5 ECTS

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 (Pr. Vulliet).

## **1639 Mécanique des solides**

Zimmermann T. - EPFL  
1.5 ECTS

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,  $\nu$ , 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).

Documents : Traité de génie civil (TGC) de l'EPFL, vol. 3, Mécanique des solides (en vente à la Librairie Polytechnique de l'EPFL, avec rabais étudiant) et quelques documents photocopiés (base du cours ; distribués en salle).

## **1640 Mécanique des sols**

Vulliet L. - EPFL

1.5 ECTS

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**

Schmidt S. - UNIGE

1.5 ECTS

Informations à demander à l'enseignante.

## **14T14 Météorologie générale**

Sesiano J. - UNIGE

1.5 ECTS

L'atmosphère. Les paramètres de l'atmosphère: pression, température, humidité. Thermodynamique de l'atmosphère. Les systèmes de pression. Les vents. La circulation générale. Les nuages. Les fronts. Les précipitations. Quelques phénomènes atmosphériques particuliers. Eléments de climatologie. Paléoclimatologie. Présentation de quelques théories sur les variations climatiques.

Une visite au Centre Météo Suisse est prévue dans le cadre de nos cours.

## **1641 Méthodes de reconnaissance in situ**

Parriaux A. - EPFL

1.5 ECTS

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**

Bauchau C. - UNIL, Fontboté L. - UNIGE

1.5 ECTS

Méthodes et économie de l'exploration minière, 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 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$**

Cosca M. – Baumgartner L. - UNIL

2.5 ECTS

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**

Bussy F. - UNIL

2.5 ECTS

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**

Olivier R. - UNIL

2.0 ECTS

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**

R. Martini – R. Wernli - UNIGE

3.0 ECTS

Cet enseignement est essentiel 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, Wernli R.

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**

Wernli R. - UNIGE

2.5 ECTS

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**

Baumgartner P. - UNIL

1.5 ECTS

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

### **1579 Microscopie des minéraux opaques**

Fontboté L. et collab. - UNIGE

2.5 ECTS

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.

Evaluation : examen pratique

Voir programme actualisé et horaire sur [http://www.unige.ch/sciences/terre/min\\_ore.html](http://www.unige.ch/sciences/terre/min_ore.html)

Note importante: CONFIRMATION D'INSCRIPTION OBLIGATOIRE jusqu'à mi-octobre par e-mail à [Lluis.Fontbote@terre.unige.ch](mailto:Lluis.Fontbote@terre.unige.ch) (nombre de microscopes limité).

### **1566 Microscopie électronique et cathodoluminescence**

Martini R. - UNIGE, Baumgartner P. - UNIL

1.5 ECTS

Ce module est obligatoire pour les diplômants qui pensent avoir 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 micro-fluorescence.

### **1642 Minéralogie des argiles**

Thélin P. - UNIL

1.5 ECTS

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 concurrences 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**

Thélin P. - UNIL

2.5 ECTS

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**

Tacher L. – EPFL, Perrochet P. - Epard J.L. Olivier R. - UNIL

2.0 ECTS

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**

Olivier R. - UNIL  
3.0 ECTS

Le but du cours est d'initier les étudiants à la programmation d'un logiciel d'application interactif sur ordinateur IMB 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**

Dungan M. - UNIGE  
bisannuel

6 lundis (semestre d'hiver) : 9h15-16h30 en alternance avec Gîtologie avancée  
1.5 ECTS

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).

## **1432 Modélisation sismique**

Marillier F. - UNIL  
1.5 ECTS

L'image du sous-sol (section sismique) obtenue par la sismique réflexion peut donner lieu à plusieurs interprétations. La modélisation permet de tester la validité de ces différentes hypothèses. Après avoir construit un modèle géologique en 2 ou 3 D, une prospection sismique est simulée et l'on obtient une section sismique synthétique. Cette approche permet d'ajuster de manière itérative le modèle géologique jusqu'à ce que la section synthétique soit conforme à la section réelle. La visualisation tridimensionnelle de la trajectoire des rayons sismiques apporte une meilleure compréhension des réflexions latérales.

Travaux pratiques: Effectués par groupe sur PC et avec utilisation d'un logiciel de modélisation sismique.

Chapitres: Section Stack et section migrée. Nécessité de la modélisation sismique. Construction d'un modèle synthétique. Modélisation structurale et stratigraphique.

Prérequis : Avoir suivi et réussi les modules de « Sismique réfraction et réflexion » et de « Traitement de sismique réflexion » du semestre d'hiver.

## **1619 Paléocéanologie et paléoclimatologie**

Baumgartner P. - UNIL  
1.5 ECTS

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,  $O_2$ ,  $CO_2$ , 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.

### **1593 Palynologie**

Jan du Chêne R. - UNIGE

1.5 ECTS

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**

Kindler P. - UNIGE

2.5 ECTS

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**

Gorin G. - UNIGE

1.5 ECTS

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**

Dungan M. – UNIGE, Bussy F., Cosca M. – UNIL

7.0 ECTS

Ce cours a pour objectif la synthèse des divers processus pétrologiques au sens large qui surviennent dans les différents contextes géologiques de la tectonique des plaques, au Phanérozoïque et au Précambrien. Il est divisé en trois parties, susceptibles d'être suivies indépendamment.

Evolution de la Terre primitive (4 mardis, 3 heures le matin et 3 heures l'après-midi)

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 (5 mardis, 3 heures le matin et 3 heures l'après-midi).

4 matinées seront dédiées à la caractérisation de la croûte continentale normale (paramètres physiques et chimiques), puis aux 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 correspondants 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 (5 mardis, 3 heures le matin et 3 heures l'après-midi)

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**

Bauchau C. – UNIL, Fontboté L. - UNIGE

3.0 ECTS

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 - Introduction**

Jaquet J.-M. - UNIGE

lundi (semestre hiver): 14h00-16h00

2.0 ECTS

Objectifs :

- Présenter la notion de ressource naturelle au sens large, incluant en particulier l'espace.
- Introduire brièvement les outils d'étude et de gestion des ressources que sont l'analyse systémique, la thermodynamique, et les Systèmes d'Information Géoréférencée (SIG).
- Présenter la typologie des principales ressources en espace, matière et énergie.
- Introduire les questions d'éthique environnementale.
- Proposer et discuter les concepts de gestion respectueuse de l'environnement et de développement durable.

Evaluation : Examen oral.

### **1517                    Ressources naturelles - Séminaire**

Jaquet J.-M. - UNIGE

horaire à fixer avec l'enseignant au début du semestre d'été

2.0 ECTS

Objectifs :

- Approfondir et compléter les notions acquises par le cours d'introduction.
- Apprendre à exploiter les ressources en information d'Internet.

Forme : Travail personnel de recherche et synthèse bibliographique sur Internet.

Evaluation : Travail écrit de synthèse avec liste des références bibliographiques.

Séance d'introduction (30 mn.) à fixer avec l'enseignant au début du semestre été, puis travail personnel équivalent à 10h.

Prérequis : Cours Ressources naturelles - Introduction.

## **1645 Risques géologiques II**

Parriaux A. – EPFL, NN - UNIGE

1.0 ECTS

Partie Parriaux: Stabilité des versants. Typologie des phénomènes d'instabilité. Cartographie des dangers naturels. Méthodes de confortation.

Le sujet de la deuxième partie du cours sera défini par l'enseignant responsable dès son entrée en fonction.

## **1574 Sédimentologie des dépôts continentaux et littoraux**

Davaud E. - Gorin G. - UNIGE

3.0 ECTS

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).

Prérequis : avoir suivi un cours de sédimentologie, pétrographie sédimentaire, stratigraphie séquentielle.

## **1564 Sédimentologie du domaine pélagique**

Baumgartner P. - UNIL

1.5 ECTS

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.

## **1594 Séminaires en pétrologie métamorphique**

Baumgartner L. - UNIL

2.0 ECTS

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**

Marillier F. - UNIL

3.0 ECTS

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**

Marillier F. - UNIL

3.0 ECTS

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 manient les instruments qui le composent, à savoir la source sismique (fusil ou marteau), les capteurs (géophones) et l'enregistreur (GEOMETRICS 24 traces ou BISON 96 traces). 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 aux étudiants 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 observés.

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**

Stampfli G. - UNIL

1.5 ECTS

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**

Parriaux A. – EPFL, Wildi W. - UNIGE

1.5 ECTS

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**

Directeur du travail de maîtrise universitaire

7.0 ECTS

Ce stage doit avoir une durée minimale d'un mois.

Il sera validé par l'institution d'accueil.

### **1647 Statistiques directionnelles et échantillonnage**

Tacher L. - EPFL

1.0 ECTS

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**

Maignan M., Kanevski M. - UNIL

1.5 ECTS

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.

### **14T05 Traitement de données analytiques**

Vennemann T., Bussy F. - UNIL

2.0 ECTS

La géochimie analytique a pour objet la séparation des constituants d'un échantillon de matière, leur identification et la détermination de leurs quantités respectives. Les méthodes d'analyse traditionnelles en géochimie sont nombreuses, mais produisent toutes un nombre souvent élevé de résultats, dont il convient d'évaluer la qualité et la représentativité. Ce cours consistera en exposés théoriques et exercices ; il inclura :

- une mise à niveau des étudiants (selon les besoins ressentis par ces derniers) dans les divers domaines de la pétrologie analytique (p.ex. isotopes stables ou radiogéniques) ;
- une présentation de quelques techniques récentes en géochimie analytique ;
- un rappel des notions de stratégie d'échantillonnage dans divers contextes géologiques ;
- le traitement statistique des données (évaluation des erreurs analytiques, exactitude et précision des mesures, dérive instrumentale, reproductibilité).

## **1655 Traitement de minerais et problèmes environnementaux**

Lehne R. - UNIL , Fontboté L. - UNIGE , Dold B. - UNIL

Cours bisannuel

1.5 ECTS

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>) One and half day.

- 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](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**

Marillier F. - UNIL

1.5 ECTS

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 pour faire ressortir les ondes qui nous intéressent. La sismique dite multi-trace, permettant de renforcer le signal, nécessite aussi des opérations spécifiques qui doivent se faire sur ordinateur. Ce module fournit aux étudiants une approche pratique du traitement sismique afin de leur faire mieux comprendre ce que contient une section de sismique réflexion.

Les étapes principales du traitement de la sismique réflexion multi-trace sont tout d'abord expliquées. Cela comprend notamment la mise au format, l'application de la géométrie, les corrections statiques, le conditionnement de l'amplitude, le filtrage, l'analyse de vitesse de stack, la correction dynamique, le stack et la migration. Ces différentes composantes du traitement sont ensuite mises en pratique en utilisant le logiciel VISUALSUNT sur PC sur des données réelles de sismique à haute résolution ainsi que pétrolière.

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**

Baumgartner L., NN (coordinateurs)

7.0 ECTS

Discussion de modèles conceptuels de l'interaction fluides – roches.

Case studies of energy and fluids interaction in orogenic environments fluid transport.