

FICHES UE
MASTER Sciences de la Terre
et des Planètes, Environnement (STPE)

M1	p.2
M2	p.52



FICHES UE M1

MASTER STPE



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23 Aléas et géostatistiques

Nom du responsable de l'UE Bonilla Fabian

Equipe pédagogique Risques Naturels

Cycle Master

Résumé du programme

Ce cours traite sur l'évaluation quantitative de l'aléa sismique. Cela implique la prediction du mouvement sismique produit par une source sismique localisée à une distance donnée d'un site. Compte tenu les incertitudes des différents processus comme la taille de la source, l'activité sismique et l'amplitude du mouvement sismique, ce calcul est réalisé avec une approximation statistique. Les étudiants verront les concepts basiques de la Sismologie pour l'ingénieur et le calcul probabiliste du mouvement sismique.

Compétences visées

Notions d'un calcul probabiliste de l'aléa sismique
Calcul du taux de recurrence des séismes d'une magnitude donnée
Prediction du mouvement sismique à partir des équations prédictives empiriques
Concepts du spectre de réponse

Pré-requis

Sismologie et géophysique
Connaissances des méthodes numériques (intégration numérique)
Programmation en Python, mais MATLAB est aussi OK

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 21

Volume horaire TD 0

Volume horaire TP/Terrain 0

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 21

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

% ET

100

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Analyse des données en sciences de la Terre
Nom du responsable de l'UE	GAYER Eric
Equipe pédagogique	E. GAYER, M. LANDEAU
Cycle	Master

Résumé du programme

- (1) Cours : Initiation avancée à la programmation avec Python (traitement de données, traitement de données géographiques...)
- (2) Cours : Méthodes mathématiques pour l'analyse des données (intégration, dérivation, régression et incertitudes)
- (3) Cours : Application des méthodes mathématiques avec un langage de programmation pour l'analyse de données sur des exemples concrets des Sciences de la Terre.

- (1) Class : Python for beginners (Data processing, geographical data processing)
- (2) Class : Math techniques for data science (integration, derivation, regression et uncertainties)
- (3) Class : Applying these techniques with Python for mathematical analysis of Earth and Planetary Science data sets.

Compétences visées

Ce cours est focalisé sur l'apprentissage d'une méthode de travail pour la résolution de problèmes scientifiques, le traitement automatique et l'analyse de grandes quantités de données. Cette méthode est ensuite mise en œuvre en utilisant un langage de programmation pour résoudre des exemples concrets rencontrés en Science de la Terre.

A la fin de ce cours l'étudiant saura manipuler des fichiers de données, traiter mathématiquement ces données et visualiser les résultats, avec le langage de programmation Python.

This class is focused on how to learn a new method to solve scientific problems, to process big data sets and for data analysis. This method is then used with Python to actually process Earth Sciences problems.

Pré-requis

Initiation à la programmation

Nombre ECTS 4

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 24

Volume horaire TD 16

TOTAL Volume horaire de l'UE / 40

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% ET	NON
% CC	20
% ET	80

Session 2

% ET de session 2	100
-------------------	-----



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Analyse numérique
Nom du responsable de l'UE	JACQUEMOUD Stéphane
Equipe pédagogique	Antonin PIERRON
Cycle	Master

Résumé du programme

- (1) Introduction aux différences finies : rappels sur le développement de Taylor, notion de différence finie, équations aux dérivées partielles du second ordre, linéaires, à deux variables indépendantes.
- (2) Résolution numérique des équations différentielles : équation différentielle ordinaire du premier ordre (Euler, Euler modifié, Runge-Kutta), système d'équations différentielles ordinaires du premier ordre (linéaires, non linéaires), équation différentielle ordinaire linéaires du second ordre (avec conditions initiales, avec conditions aux limites).
- (3) Résolution d'équations par des méthodes itératives : racines d'un polynôme, racines d'une fonction quelconque (bissection, fausse position, Newton-Raphson), systèmes d'équations non-linéaires.
- (4) Régression par la méthode des moindres carrés : modélisation, méthodes d'optimisation, ajustement à un polynôme, ajustement à une fonction quelconque (gradient, quasi-Newton, simplexe), application au modèle PROSPECT.
- (5) Cinq séances de travaux dirigés visant à traiter de problèmes concrets de physique.

Compétences visées

Le but de ce module d'analyse numérique est de fournir aux étudiant des outils leur permettant de résoudre des équations algébriques ou différentielles n'admettant pas de solution analytique, ou dont le calcul est complexe. L'accent est mis sur les méthodes d'inversion des modèles analytiques. Le module aborde la programmation informatique (Matlab ou Python) de ces méthodes et leur application pratique sur quelques problèmes de physique, chimie ou biologie.

Pré-requis

Cours d'analyse numérique de L3, calcul matriciel, maîtrise d'un langage de programmation scientifique orienté calcul numérique (Matlab, Python, Fortran, etc.)

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	18
Volume horaire TD	15
Volume horaire TP/Terrain	0

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	33
--	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2

% ET de session 2

100



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Anglais M

Nom du responsable de l'UE

Guineau

Cycle

Master

Résumé du programme

Compréhension et réutilisation de documents spécialisés à visée professionnelle et de recherche (écrit, audio, vidéo) portant sur les phénomènes géophysiques ; connaissance des débats et enjeux portant sur l'environnement, la remédiation, la prospection des ressources et l'exploration géologique dans le monde anglophone.

Capacité à expliciter après lecture/écoute rapide et/ou approfondie ; capacité à rendre compte, à résumer ou synthétiser à l'oral et à l'écrit. Entraînement à la prise de notes pour remise en forme syntaxique correcte.

Capacité à mobiliser des compétences de spécialité en anglais. Exemples de thématiques utilisées : stockage géologique des déchets nucléaires ; interfaces géo-biologie (fumeurs noirs, cyanobactéries) ; accidents géologiques et notion de 'catastrophe naturelle' . Expression orale technique avec exposé collectif comprenant visuels, extraits audio et/ou vidéo, explication de processus. Capacité à vulgariser.

Mise en situation par jeux de rôle et débats structurés. Exemples de sujets proposés : la résistance à la science (platisme, mouvement anti-vaccin, créationnisme) ; l'uberisation ; le tout-numérique ; liberté d'expression et règne de la majorité ; lanceurs d'alerte...etc.

Repérage d'erreurs en syntaxe et grammaire ; entraînement sur phonétique. Introduction au format et aux attentes du TOEFL (l'essay, la synthèse de document...etc).

NB le Td d'anglais M1 étant ouvert aux diverses spécialités du Master 1 STEP, il vise à mettre l'étudiant.e en situation d'utiliser des ressources qu'il/elle aura pu acquérir par ailleurs, notamment dans sa fréquentation de documents de travail en anglais pour d'autres UE. Cependant, chaque spécialité requiert un apprentissage personnel du lexique propre qui ne peut être envisagé dans le TD commun de langue.

NB: l'assiduité au Td est de rigueur; une note de participation vient pondérer celle de CC, laquelle comprend au minimum un exposé, deux tests en classe et des préparations maison

Compétences visées

B2 à C1. Utilisation efficace de l'anglais comme langue de travail. Précision du lexique et du registre, correction des structures grammaticales et syntaxiques, réduction des obstacles à la compréhension en production écrite et orale. Correction dans l'expression orale spontanée et préparée. Aisance à l'interaction orale.

Nombre ECTS

2

Volume horaire / étudiant

Volume horaire TD	20+ DST final
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	22

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
---------	-----

100% ET	NON
---------	-----

% CC	50
------	----

% ET	50
------	----

Session 2

% ET de session 2	100%
-------------------	------



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23 Bassins sédimentaires

Nom du responsable de l'UE Barrier Laurie

Cycle M1

Résumé du programme

Rappels et connaissances plus avancées axées sur :

- (1) la structure et dynamique des bassins sédimentaires (notions de tectonique),
- (2) le remplissage sédimentaire de ces bassins (notions de géomorphologie, sédimentologie et stratigraphie séquentielle).

Compétences visées

Acquisition des bases théoriques et pratiques nécessaires à toute étude de bassin en géologie fondamentale et appliquée. Aperçu des méthodes et techniques d'études modernes de ces objets.

Pré-requis

Bases (niveau L3) de géologie générale, géologie de bassin et d'imagerie sismique.

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 16

Volume horaire TD 16

Volume horaire TP/Terrain 0

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 32

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET NON

% CC 50

% ET 50

Session 2

% ET de session 2 100



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Caractérisation de la matière

Nom du responsable de l'UE

Neuville Daniel

Equipe pédagogique

Neuville, Busigny, Le Losq, Moynier, Cartigny, Borensztain

Cycle

Master

Résumé du programme

Le but de cette UE est de fournir aux étudiants une base sur comment analyser un matériau quelque soit son état (solide, liquide ou gazeux) et en fonction de ce que l'on veut obtenir : composition chimique, isotopique, structure globale ou structure d'un composé, redox...qu'elle est la meilleure technique analytique ?

Compétences visées

Compétences analytiques sur les outils modernes d'analyse de la matière sensus lato.
Acquisitions de techniques en diffraction de rayon X, spectrométrie IR, Raman, spectrométrie de masse et ICPMS.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% ET

OUI

Session 2



Intitulé de l'UE 2022-23	Contraintes et déformations
Nom du responsable de l'UE	FOURNIER Alexandre
Equipe pédagogique	FOURNIER Alexandre
Cycle	M1

Résumé du programme

Tenez une feuille de papier à deux mains. Rapprochez vos mains. La feuille se déforme et plisse. Comme notre feuille de papier, les enveloppes de la Terre se déforment sous l'effet de contraintes. Par exemple, au niveau d'une zone de subduction, la plaque océanique, plus dense que la plaque continentale, se plisse et plonge sous l'effet de la gravité. Peut-on alors prédire la forme de la lithosphère plongeante ? De même, peut-on prédire la forme de la lithosphère sous une calotte glaciaire ? Dans ce cours, nous introduirons les outils mathématiques et physiques pour prédire la déformation d'un matériau soumis à des contraintes.

Compétences visées

Objectifs du cours :

- Etre capable de résoudre un problème de géophysique mettant en jeu des contraintes et déformations. Exemple : prédire la forme d'une lithosphère élastique sous un glacier.
- Etre capable de manipuler les tenseurs des contraintes et des déformations, et d'expliquer leur signification.
- Etre capable d'écrire des bilans de force, d'énergie et de quantité de mouvement.

Pré-requis

Mécanique et lois de Newton, analyse vectorielle (produit scalaire, vectoriel, divergence, etc) et manipulation de matrices.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	16
Volume horaire TD	16
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	32

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET NON

% CC 50

% ET 50

Session 2

% ET de session 2 100



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Formation et Structure des planètes

Nom du responsable de l'UE

CHARNOZ Sébastien

Equipe pédagogique

Sébastien Charnoz et Taichi Kawamura

Cycle

Master

Résumé du programme

Formation des planètes et structure interne des planètes

Compétences visées

Mieux comprendre la formation des planètes et la structure interne des planètes

Pré-requis

Math, physique

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2

% ET de session 2

100



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23

Géosciences marines

Nom du responsable de l'UE

CANNAT Mathilde

Cycle

M1

Résumé du programme

The class focuses on the techniques of marine geosciences (mapping, seafloor exploration and sampling, seismic, magnetic and gravimetric methods). These techniques are taught in class, then demonstrated in several topical study cases, using actual data (volcanic and seismic hazard in Mayotte, hydrothermal and tectonic processes at the Mid-Atlantic Ridge, structure and age of the Wharton Basin, submarine landslides in the Antilles....). The class can be taught in english if non-french speaking students register. Students will have two homework assignments based on the case studies.

Compétences visées

A general understanding and basic grasp of the techniques used by marine geoscientist... and a better knowledge of current concepts regarding the topics addressed in the case studies.

Pré-requis

Students should have a basic knowledge of plate tectonics processes in the oceanic domain. Guidance will be provided to students who would lack this knowledge but are ready to do some home learning to catch up.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

15

Volume horaire TD

11

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant

26

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

NON

% CC 50

% ET 50

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2

% ET de session 2 100

% de la note finale de CC de session 1 0
pour le calcul de la note finale de l'UE
en session 2.

% de la note finale de TP de session 1 0
pour le calcul de la note finale de l'UE
en session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Imageries Géophysiques 1
Nom du responsable de l'UE	CARTON Hélène
Equipe pédagogique	Gwendoline PAJOT-METIVIER, Frédéric GIRAULT
Cycle	Master

Résumé du programme

Imagerie sismique : ondes sismiques, acquisition en domaine marin et terrestre, principe de la sismique réflexion multi-traces, étapes de base du traitement de données, principe de la sismique réfraction, interprétation sismique

Cours : 7h, TD : 6h

Imagerie électrique : conductivité électrique, tomographies électriques, imageries électro-magnétiques passives et actives

Cours : 8h, TD : 3h

Imagerie gravimétrique : rappels sur le champ de pesanteur, mesures absolues et relatives, anomalies gravimétriques, effets de corps simples, traitements et interprétation de cartes

Cours : 4h, TD : 4h

Compétences visées

Bases théoriques pour aider à l'interprétation de sondages sismiques, électriques et gravimétriques, qui fournissent des éléments essentiels à la compréhension des processus géologiques au sens large.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	19
--------------------------	----

Volume horaire TD	13
--------------------------	----

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	32
--	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
----------------	-----

100% ET

NON

% CC

67

% ET

33

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2

% ET de session 2

100



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Ingénierie spatiale : projet Nanosat

Nom du responsable de l'UE

Coïsson Pierdavide

Equipe pédagogique

Sébastien Durand

Cycle

Master

Résumé du programme

Introduction à l'ingénierie spatiale et développement d'un projet en lien avec le développement du nanosatellite IGOSat.

Historique sur les développements théoriques et technologiques qui ont permis l'accès à l'espace et l'observation de la Terre depuis l'espace. Environnement spatial. Agences spatiales.

Plateformes satellitaires, sous-systèmes d'un satellite.

Phases d'une mission spatiale depuis sa conception jusqu'à son exploitation en orbite et analyse des données scientifiques.

Télécommunications satellitaires, gestion du spectre radio, protocoles de communication radio numérique, bilan de liaison. Systèmes GNSS, caractéristiques des signaux de navigation, observables GNSS. Antennes yagi et patch, diagrammes de rayonnement. Fonctionnement d'un récepteur GNSS.

Présentation de la mission de satellite étudiant IGOSat : objectifs scientifiques, charges utiles, plateforme, sous-systèmes, station sol, profil mission.

Propagation radio dans l'ionosphère, Contenu électronique total, mesure par GNSS bi-fréquence, technique de l'occultation radio appliquée aux signaux GNSS, inversion de profils ionosphériques.

TP d'acquisition et traitement des données d'observables GNSS.

Projet individuel où en binôme sur les développements en cours dans la phase actuelle de la mission (p.ex. tests sur les équipements, développements d'algorithmes, acquisition de données de satellites avec la station sol...)

Rédaction d'un rapport technique de présentation des résultats du projet.

Compétences visées

Acquérir des connaissances sur déroulement d'une mission spatiale de type nano-satellite, des contraintes techniques associées, expériences en laboratoire et rédaction d'une documentation technique.

Pré-requis

Notions de bases en télédétection et observation de la Terre depuis l'espace. Familiarité avec des logiciels de traitement des données, python ou matlab.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

12

Volume horaire TD

0

Volume horaire TP/Terrain	12
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

Si 100% CC, combien de CC ? 3

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Instrumentation et surveillance des systèmes naturels
Nom du responsable de l'UE	Satriano Claudio
Equipe pédagogique	Jean-Bernard de Chabalier, Sylvie Vergniolle, Audrey Gailler
Cycle	Master

Résumé du programme

Introduction aux risques volcanique / sismique / tsunami.

Méthodes/outils de surveillance de l'activité sismique et volcanique régionale / Présentation des observatoires sismologiques et volcanologiques de l'IPGP.

Acquisition, archivage et distribution de données/métadonnées d'observatoire.

Sismologie : instrumentation / analyse des données / méthodes de localisation d'un séisme et calcul de la magnitude.

Déformations : instrumentation / analyse des données / interprétation et modélisation des déformations volcaniques.

Infrasons : instrumentation / analyse des données / interprétation et modélisation des signaux acoustiques associés aux explosions volcaniques.

Tsunami : instrumentation / analyse des données / interprétation et modélisation des mesures marégraphiques.

Compétences visées

Connaissance générale des principales techniques instrumentales utilisées pour la surveillance multi-paramètre dans les observatoires sismologiques et volcanologiques permanents ;

Connaissance des capteurs, instruments, mesures et incertitudes, artéfacts et traitements de données associés ;

Manipulation de données réelles issues des observatoires de l'IPGP ;

Pratique de quelques outils de traitement standard ;

Modélisation du premier ordre des phénomènes.

Pré-requis

Connaissance de l'environnement Linux / Connaissance de Matlab ou Python.

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 8h

Volume horaire TD 24h

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 32h

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

OUI

Si 100% CC, combien de CC ?

3

100% ET

NON

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23

Matière : de l'atome au matériau

Nom du responsable de l'UE

Prigent Cécile

Equipe pédagogique

Charle Le Losq, Bénédicte Menez, Frédéric Moynier, Cécile Prigent

Cycle

M1

Résumé du programme

Le but de cette UE est de faire un rappel :

- sur le tableau périodique des éléments,
- les liaisons chimiques,
- les isotopes,
- les systèmes cristallins
- les familles de minéraux et de roches

Compétences visées

Ce cours doit permettre à des étudiants venant de plusieurs horizons, chimie, physique, biologie, science de la terre de récupérer les mêmes compétences qui seront nécessaire pour suivre l'ensemble du parcours 3GE sans difficulté. Ce module est généralement un des premiers de l'année. Vérifier les bases permettant par la suite de tous parler le même langage géochimique.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

20

Volume horaire TP/Terrain

12

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant

32

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2

% ET de session 2

100



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Modélisation numérique

Nom du responsable de l'UE

GASTINE Thomas

Equipe pédagogique

FOURNIER Alexandre

Cycle

Master

Résumé du programme

La modélisation et la simulation numérique jouent un rôle de plus en plus important en géophysique. Dans le cadre de ce cours, on introduira la notion de modélisation numérique par la méthode des différences finies. On procédera à l'analyse numérique (consistance, stabilité, convergence) de différents schémas numériques. Ces notions seront illustrées à partir de systèmes physiques classiques: équation de la chaleur, équation de transport.

(1) Notions sur les équations aux dérivées partielles (EDP) : classification entre EDP paraboliques, elliptiques et hyperboliques

(2) Introduction de la méthode des différences finies en 1-D : développement de Taylor, dérivées de premier et second ordre, erreur de troncature

(3) Résolution des problèmes elliptiques linéaires 1-D avec les différences finies : équation de la chaleur, erreur globale et convergence, erreur d'arrondi

(4) Méthodes des différences finies pour les problèmes elliptiques linéaires 2-D et extension aux grill
Canonical physical problems such as the heat equation or the wave propagation equation

Ce cours a pour objectif de comprendre et d'analyser des méthodes de modélisation et de simulation numériques. Ces notions seront mises en œuvre en procédant à la résolution numérique de problèmes simples type équates non-uniformes

(5) Résolution des problèmes paraboliques linéaires 1-D : schémas de Euler explicite, implicite et theta schéma

(6) Résolution des problèmes paraboliques linéaires 2-D : schéma aux directions alternées

(7) Résolution des problèmes hyperboliques linéaires 1-D et équations de transport

Numerical modelling and numerical simulations play an increasing role in geosciences. This course aims to introduce students to the main themes of numerical modelling using the finite differences method : consistancy, stability and convergence of numerical schemes. Canonical physical problems such as the heat equation or the wave propagation equation will serve as illustrative examples throughout the course.

(1) Introduction of partial differential equations (PDE) : parabolic, elliptic and hyperbolic PDEs.

(2) Finite differences in 1-D : Taylor development, first and second order derivatives, truncature error

(3) Solving 1-D linear elliptic problems using finite differences : heat equation, global and convergence errors, round-off error

(4) Solving 2-D linear elliptic problems using finite difference and non-uniform mesh

(5) Solving 1-D linear parabolic equations: explicit and implicit Euler schemes, theta-scheme

(6) Solving 2-D linear parabolic equations: alternate direction implicit scheme

(7) Solving 1-D linear hyperbolic equations

Compétences visées

Ce cours a pour objectif de comprendre et d'analyser des méthodes de modélisation et de simulation numériques. Ces notions seront mises en œuvre en procédant à la résolution numérique de problèmes simples type équation de la chaleur ou équation de transport.

Pré-requis

Physique, mathématiques, éléments de programmation en python

Nombre ECTS	3
-------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	15
-------------------	----

Volume horaire TD	17
-------------------	----

Volume horaire TP/Terrain	0
---------------------------	---

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	32
---	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
---------	-----

100% ET	OUI
---------	-----

Session 2

% ET de session 2	100
-------------------	-----



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Observation de la Terre par satellite
Nom du responsable de l'UE	DALAISON Manon
Equipe pédagogique	Manon DALAISON, Jean-Mathieu NOCQUET, Béatrice PINEL-PUYSEGUER, Véronique CARRERE, Isabelle PANET
Cycle	M1

Résumé du programme

Ce module propose un panorama des méthodes d'observation spatiale pour des applications en géophysique de surface et subsurface, terrestre et planétaire. Après une introduction générale de 6 h, le cours se décompose en quatre parties indépendantes de 5 h :

- (1) Géodésie spatiale : principe du GNSS, correction de pseudo-portée, analyse de séries temporelles, cinématique des plaques.
- (2) Gravimétrie spatiale : forme de la Terre et pesanteur, géoïde et ellipsoïde de référence, mesure de la pesanteur terrestre, corrections et anomalies gravimétriques (Bouguer, air-libre).
- (3) Télédétection radar : principe de l'imagerie SAR, propagation atmosphérique et interactions avec le sol; bases de l'interférométrie radar (InSAR), diffusiométrie, radiométrie microondes passives.
- (4) Télédétection hyperspectrale visible et proche infrarouge : principe et applications.

Compétences visées

Il est attendu que l'étudiant.e saisisse l'importance et l'utilité des observations satellites, comprenne les interactions ondes-matière et connaisse des applications en Geosciences (télédétection radar, visible et infrarouge), ainsi qu'il sache caractériser les mouvements de notre planète et de sa surface (initiation à la géodésie).

Pré-requis

Géophysique, rayonnement électromagnétique, télédétection.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	28
Volume horaire TD	0
Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	28

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

% ET

100

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2

% ET de session 2

100

% de la note finale de CC de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2.

0

% de la note finale de TP de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2

0



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Physique et chimie de la Terre profonde

Nom du responsable de l'UE

Landeau Maylis

Equipe pédagogique

James Badro, Julien Siebert

Cycle

Master

Résumé du programme

Bien que s'étendant à des milliers de kilomètres sous nos pieds, le manteau et le noyau terrestres contrôlent notre environnement à la surface du globe. Le mouvement des continents, les variations du champ magnétique, les éruptions volcaniques ou les fosses océaniques sont des conséquences de la dynamique de la Terre interne. Pour comprendre cette dynamique, nous avons besoin à la fois de la géochimie et de la géophysique. La géochimie contraint la composition et l'âge de formation du manteau et du noyau, alors que la sismologie et la géodynamique permettent de comprendre la structure et les mouvements de matière dans le manteau et le noyau. Dans ce cours, nous aborderons la Terre interne du point de vue de ces différentes disciplines.

Programme:

- (1) Processus de diffusion (Maylis Landeau).
- (2) Géochimie et composition globale de la Terre (Julien Siebert).
- (3) Formation de la Terre interne (Maylis Landeau).
- (4) Structure de la Terre interne et propriétés des matériaux (James Badro).

Compétences visées

Objectifs du cours :

- Comprendre l'importance de la physique et la chimie pour comprendre la Terre interne.
- Connaître la composition globale et la structure de la Terre interne, et être capable d'expliquer comment nous les déduisons des observations sismiques et géochimiques.
- Etre capable d'utiliser les principes de la mécanique pour comprendre la dynamique de la Terre interne.
- Etre capable d'énoncer les processus de la formation et de la différenciation de la Terre interne et savoir comment on connaît la durée de ces processus.

Pré-requis

Mécanique et lois de Newton, principes de la radioactivité, bases en sismologie, résolution d'équations différentielles.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	28
Volume horaire TD	0
Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	28

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
100% ET	NON
% CC	50%
% ET	50%

Session 2

% ET de session 2	100%
-------------------	------



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23 Risques et société

Nom du responsable de l'UE DEVES Maud

Equipe pédagogique Gilles Grandjean

Cycle M1

Résumé du programme

Ce cours est une introduction au champ de la réduction des risques de catastrophes (RRC en français, disaster risk reduction ou DRR en anglais). Il contient une présentation :

- des concepts, méthodes et questions clés de la réduction des risques de catastrophe tant du point de vue de la recherche que de l'action publique ;
- des principaux acteurs, jeux d'acteurs et dispositifs de la réduction des risques de catastrophe, notamment en France
- des outils et méthodes qui permettent de passer de l'étude du phénomène naturel à l'étude des risques associés.

Le cours sera illustré par de nombreux exemples et étayé par les enseignements tirés de catastrophes passées.

Compétences visées

Ce cours vise à familiariser les étudiants avec les dimensions humaines et sociales des risques liés aux phénomènes naturels. Il devrait leur permettre de mieux comprendre la structuration et l'organisation du champ de la réduction des risques de catastrophes. À la fin de ce cours, les étudiants maîtriseront les concepts, les méthodes et les enjeux clés de la RRC. Ils auront une bonne connaissance des principaux acteurs et mécanismes de la RRC en France. Ils seront capables d'identifier les éléments qui, au-delà de l'aléa lui-même, construisent le risque.

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 30

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET

NON

% CC

50

% ET

50

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2

% ET de session 2

100



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Sismologie 1
Nom du responsable de l'UE	FARRA Véronique
Equipe pédagogique	FARRA (CM), STUTZMANN (TD)
Cycle	M1

Résumé du programme

- Rappels de mécanique des milieux continus
- Equations des ondes en milieu élastique
- Etude des solutions en milieu élastique, isotrope et homogène, sans discontinuité:
Ondes planes, Solution de Green (équation d'onde acoustique, équation d'onde en milieu solide), introduction de la source sismique (Force, double couple)
- Interaction des ondes avec une discontinuité
- Introduction à la théorie des rais et au calcul des temps de parcours des ondes de volume dans la terre
- Introduction aux ondes de surface

Les 2 derniers chapitres sont présentés au 2ème semestre en cours de Sismologie 2

Compétences visées

Acquisition des concepts de base de la Sismologie et des outils mathématiques sous-jacents.

Pré-requis

Notions de mécanique des milieux continus, opérateurs différentiels, transformée de Fourier

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	16
Volume horaire TD	8
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Sismologie 2
Nom du responsable de l'UE	FARRA Véronique
Equipe pédagogique	FARRA (CM), STUTZMANN (TD)
Cycle	M1

Résumé du programme

Suite du cours de Sismologie 1:

- Interaction des ondes avec une discontinuité
- Introduction à la théorie des rais et au calcul des temps de parcours des ondes de volume dans la terre
- Introduction aux ondes de surface

Compétences visées

Acquisition des concepts de base de la Sismologie et des outils mathématiques sous-jacents.

Pré-requis

Notions de mécanique des milieux continus, opérateurs différentiels, transformée de Fourier

Cours de Sismologie 1

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	18
--------------------------	----

Volume horaire TD	10
--------------------------	----

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	28
--	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
----------------	-----

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23 Stage de géologie 1

Nom du responsable de l'UE Carazzo Guillaume

Equipe pédagogique Charles Le Losq

Cycle Master

Résumé du programme

Stage de terrain se déroulant en Auvergne et composé de deux parties :

- 1) une première partie correspondant au stage transversal de rentrée de M1 (cf. fiche UE correspondante),
- 2) une deuxième partie correspondant à un stage de volcanologie plus avancée et axé sur l'étude des volcans d'Auvergne : Chaîne des Puys, Monts Dore, Sancy et Cantal. Plusieurs réalisations seront entreprises dans ce cadre :
 - Une étude de volcans monogéniques (Chaîne des Puys) et de stratovolcans (Monts Dore, Sancy, Cantal) : structure, évolution magmatologique, construction, destruction,
 - Une étude des styles éruptifs en relation avec la composition et la rhéologie des magmas,
 - Une étude stratigraphique de dépôts d'éruptions (plinien, stromboli, phréato-magmatiques, avalanches de débris),
 - Des levés de coupes géologiques et de logs stratigraphiques.

Compétences visées

Les objectifs de la première partie de ce stage sont les mêmes que ceux du stage transversal de rentrée de M1 (cf. fiche UE correspondante). Ceux de la deuxième partie sont :

- Apprendre à décrypter le fonctionnement de différents types de volcans à partir de l'étude des différents systèmes volcaniques bien représentés en Auvergne,
- Comprendre les différents styles éruptifs en intégrant les notions de magmatologie et de géochimie, de rhéologie des magmas et de comportement des éléments volatils lors de la remontée des magmas dans les conduits d'alimentation,
- Apprendre à étudier un affleurement ou une coupe géologique,
- Apprendre à reconstituer la chronologie des événements à partir des observations,
- Apprendre à effectuer des logs stratigraphiques et des cartes géologiques simplifiées.

Pré-requis

Bases de géologie générale (niveau L3)

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire TP/Terrain 6 jours

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 6 jours

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23

Stage de géologie 2

Nom du responsable de l'UE

DE CHABALIER Jean-Bernard

Equipe pédagogique

FEUILLET Nathalie, BARRIER Laurie

Cycle

M1

Résumé du programme

Ce stage de terrain vise à être capable d'intégrer des informations sur l'évolution tectonique (et les marqueurs de déformation et minéralogiques associés) le long d'une coupe dans le Nord des Alpes franco-italiennes. Le stage se divise en deux parties : une première partie visant à comprendre la déformation de la couverture sédimentaire de la plaque Européenne plissée pendant l'orogénèse Alpine et une seconde partie visant à comprendre la déformation profonde qui a eu lieu au cœur de la chaîne Alpine, ainsi que la séquence d'évènements tectoniques ayant abouti à l'empilement de nappes actuellement visible.

Partie (1) : Etude de la déformation d'une série d'avant-pays plissée (Savoie) : éléments de cartographie, mesure de la déformation finie, tectonique et réalisation de panoramas et coupes géologiques; intégration de données géophysiques et discussion à l'échelle crustale.

Partie (2) : Etude des roches métamorphiques formées profondément pendant l'orogénèse Alpine : identification minéralogique, étude de la déformation ductile, éléments de pétrologie métamorphique et reconstitutions tectoniques et géodynamiques

Compétences visées

l'étudiant devra être capable à la fin du stage d'intégrer les informations acquises pendant les deux parties du stage, et reconstituer l'évolution géodynamique ayant mené à la formation d'un système orogénique tel qu'on peut l'observer aujourd'hui, depuis le rifting Mésozoïque jusqu'à la déformation tardi-Cénozoïque.

Pré-requis

notions de minéralogie, notions de tectonique et géodynamique

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

OUI

Si 100% CC, combien de CC ?

1

100% ET

NON

% CC

0

% ET

0

Session 2

% ET de session 2

pas de session 2 pour les stages de terrain



Intitulé de l'UE 2022-23

Stage de terrain en géophysique

Nom du responsable de l'UE

JACQUES Eric

Equipe pédagogique

GIRAULT Frédéric, COISSON Pierdaveide

Cycle

M1

Résumé du programme

- Introduction aux bases théoriques et expérimentales de la géophysique de subsurface
- Mise en œuvre pratique sur le terrain de chaînes de mesures géophysiques (en moyenne une demi-journée par technique) : profils sismique, gravimétrique, magnétique, électrique et mesures topographiques (principalement nivellement).
- Rédaction, représentation, et interprétation des mesures effectuées
- Introduction to theoretical and experimental basis for subsurface geophysics
- Practical implementation of geophysical measurement chains in the field (half day per method on average): seismic, gravimetric, magnetic, electrical and leveling profiles
- Formulation, representation, and interpretation of the measurements carried out

Compétences visées

- Mise en œuvre de mesures géophysiques sur le terrain
- Manipulation d'instruments de mesures géophysiques
- Exploitation/analyse de données expérimentales
- Appréhension des limites expérimentales
- Mise en forme de données expérimentales
- Rédaction d'un rapport de stage de terrain
- Implementation of geophysical measurements in the field
- Handling of geophysical measuring instruments
- Processing/analysis of experimental data
- Understanding of experimental limitations
- Formatting/shaping of experimental data
- Writing of field measurement report

Volume horaire / étudiant

Volume horaire TP/Terrain

5 jours

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2

% ET de session 2

Pas session 2 pour les stages de terrain



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Stage transverse en géosciences
Nom du responsable de l'UE	Barrier Laurie
Equipe pédagogique	Laurie Barrier, Vincent Busigny, Charles Le Losq, Frédéric Girault, Éric Jacques, Bénédicte Ménez, Céline Pisapia, Éric Viollier, François Prévot
Cycle	M1

Résumé du programme

Stage de terrain se déroulant en Auvergne avec comme objectif : (1) la découverte et la mise en œuvre des approches et méthodes de terrain et de laboratoire de différentes disciplines des Sciences de la Terre (télédétection, géologie, géophysique et géochimie), (2) l'acquisition de connaissances de bases associées à chacune de ces disciplines, (3) le décloisonnement de ces connaissances et de leur mobilisation grâce à l'étude pluridisciplinaire d'objets géologiques communs (Chaîne des Puys et Bassin de la Limagne), et (4) l'expérience d'un travail en équipe.

Afin d'atteindre cet objectif multiple, ce stage se compose d'une excursion de présentation de la région et de trois ateliers disciplinaires (géologie, géophysique et géochimie) conduits sur des chantiers communs. Dans le cadre de ces ateliers, il s'agit de réaliser l'ensemble de la démarche scientifique allant de l'acquisition au traitement et à l'interprétation de données (observations et mesures) de terrain et de laboratoire, avant de les intégrer à l'échelle locale de chaque chantier et plus régionale de la zone d'étude. Afin de mener à bien ce travail, des notions de tectonique, volcanologie, pétrologie, géomorphologie, sédimentologie, télédétection, sismique, tomographie électrique et géochimie des roches et des fluides sont acquises ou revues et utilisées. De cette façon, l'histoire géologique de la Chaîne des Puys et du Bassin de la Limagne en particulier et de l'Auvergne en général peut finalement être reconstituée.

Compétences visées

Assimilation des bases pratiques et théoriques nécessaires à l'acquisition, au traitement, à l'interprétation et à la synthèse de données (observations et mesures) de terrain et de laboratoire en géologie, géophysique et géochimie. Mise en œuvre d'une étude pluridisciplinaire en équipe. Déploiement d'une démarche scientifique intégrée en Sciences de la Terre.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	0
Volume horaire TD	0
Volume horaire TP/Terrain	36
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	36

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
---------	-----

100% ET	OUI
---------	-----

Session 2

% ET de session 2	100
-------------------	-----



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Systèmes Volcaniques
Nom du responsable de l'UE	LE LOSQ Charles
Equipe pédagogique	Charles Le Losq, Élodie Lebas, Jean Christophe Komorowski
Cycle	Master

Résumé du programme

With this course, we provide an overview of modern volcanology. The course will cover a broad range of topics, including magma generation and transfers, the parameters at the atomic scale that control their physical properties, and how this influences the dynamics of volcanic eruptions (eruptive styles). Magmatic, phreato-magmatic and phreatic eruptions will be over-viewed, as well as the evolution of volcanic edifices over time, through phases of construction and destruction. The assessment and management of volcanic hazards and risks will be discussed, using case studies on recent eruptions. Notions of hazards, issues, vulnerability will be introduced. The deterministic and the probabilistic approaches to risk assessment will be presented, as well as the notions of epistemic and random uncertainties, and eruptive scenarios. New tools to support scientific crisis management (e.g. alert levels, decision trees, Bayesian networks) will also be presented. The courses consists in 20 h of course, plus 10 hours of tutorials during which groups of students will present selected articles, each one allowing to discuss the different problems seen in the main course.

Compétences visées

Following this course, students will be able to:

- distinguish the different volcanic eruption styles;
- describe the physico-chemical processes occurring during volcanic eruptions, from the reservoir to the vent and beyond;
- recognize and interpret volcanic deposits, an essential skill for a future career as a geoscientist;
- assess hazards and risks for the different eruptive styles, and discuss management protocols, based on case studies of recent major eruptions representative of major eruptive styles.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	20
Volume horaire TD	10
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
100% ET	NON
% CC	50
% ET	50
En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)	NON

Session 2

% ET de session 2	50
% de la note finale de CC de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2.	50



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	TECTONIQUE
Nom du responsable de l'UE	FEUILLET NATHALIE
Equipe pédagogique	MARTINE SIMOES
Cycle	Master

Résumé du programme

Il s'agit de comprendre et de discuter les mécanismes la déformation de la lithosphère continentale à partir de l'étude d'objets géologiques à toutes les échelles spatiotemporelles.

Le cours s'appuie sur les articles fondateurs de la discipline, en particulier sur la formations des prismes orogéniques et l'extrusion des bloc continentaux.

Le cours comprend des TD qui permettent de travailler sur les articles en amont de présentations orales par les étudiants, de générer des modèles analogiques et de travailler sur des coupes géologiques.

Plus en détail le programme est le suivant:

- les principes de la tectonique des plaques
- les notions de mécanique de la lithosphère
- Les grands séismes , le cycle sismique et aléas induits
- la formation des prismes orogéniques avec un travail sur les modèles analogiques
- Tectonique continentale, déformation court terme (séismes)/long terme (millions d'années)

Compétences visées

Géologie, Géophysique

Pré-requis

Notions de géologie, de géophysique, de tectonique

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	18
--------------------------	----

Volume horaire TD	16
--------------------------	----

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	34
--	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
---------	------------------------------------

Si 100% CC, combien de CC ?	0
-----------------------------	---

100% ET	OUI
---------	------------------------------------

Session 2

% ET de session 2	100
-------------------	-----



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Traitement du signal
Nom du responsable de l'UE	FARRA Véronique
Equipe pédagogique	FARRA (CM), STUTZMANN (TD et TP)
Cycle	M1

Résumé du programme

- Rappels de la transformée de Fourier et de ses propriétés
- Transformée de Fourier de fonctions utiles pour le traitement du signal
- Notions de base de Traitement du signal: Fenêtrage, Echantillonnage, Fréquence de Nyquist, Transformée de Fourier discrète, Introduction aux filtrages
- Applications du traitement du signal à des enregistrements de stations sismologiques

Compétences visées

Maîtrise des concepts de base du Traitement du signal

Pré-requis

Notions sur les nombres complexes, la transformée de Fourier et la série de Fourier

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	14
--------------------------	----

Volume horaire TD	12
--------------------------	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
----------------	-----

100% ET	OUI
----------------	-----

Session 2



FICHES UE M2

MASTER STPE



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Advanced petrology

Nom du responsable de l'UE

PRIGENT Cécile

Cycle

Master

Résumé du programme

The aim is to learn how deciphering the dynamics of the Earth by studying rocks.

Petrology: Quantitative approaches (15 hours of lectures and tutorials)

- Observation and analysis techniques: Instruments (Microprobe, SEM, Raman)

- Stoichiometry, chemography: application of linear algebra

- P-T evolution of rocks, role of fluids: application of thermodynamics

Quantification of Pressure and Temperature (15 hours of lab practical)

- Individual research mini-projects on natural samples (thin sections)

- Characterization of mineralogy and mineral chemistry (Probe, SEM)

- Calculation of structural formulas

- Introduction to Pseudosection modeling and construction of a pressure-temperature path

Compétences visées

This formation aims at training future PhD students in hard-rock geology and petrology: it provides all the tools and the analytical procedure to reconstruct the history of a rock sample. It also provides the opportunity to all the participants to become familiar with standard analytical techniques such as electron probe and scanning electron microscopy.

Pré-requis

Knowledge in optical microscopy (mandatory), mineral chemistry, metamorphic petrology

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

12

Volume horaire TD

12

Volume horaire TP/Terrain

8

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant

32

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
100% ET	NON
% CC	50
% ET	50

Session 2

% ET de session 2	75
% de la note finale de CC de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2.	0
% de la note finale de TP de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2	0



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Advanced Rock Mechanics

Nom du responsable de l'UE

DUBLANCHET Pierre

Equipe pédagogique

Dublanchet Pierre, Alexandre Schubnel, Michelle Almakari

Cycle

Master

Résumé du programme

The course advanced mechanics provides an overview of the recent advances in the field of rock mechanics, with a particular emphasis on fault mechanics, earthquake rupture, and earthquake cycle.

The first part of the course is dedicated to experimental rock mechanics. It is first discussed how rock samples respond to applied stresses in the laboratory, under a wide range of pressure, temperature, and saturation conditions. For that, elastic properties, damage, poro-elasticity and plasticity are discussed in details. Then, earthquake ruptures in the laboratory will be presented. The following questions will be addressed: How is it generated? How could it be monitored? What can we understand on the energy balance of earthquakes from such laboratory experiments?

The second part of this class presents an important theory in rock mechanics: the coupling between elasticity and friction. This theory is at the base of our current understanding of fault slip, from slow creep to earthquake ruptures. An overview of rock friction is first presented. Then, different mechanical models coupling elasticity and friction are introduced, starting from the spring-and-slider system, and going to networks of fault in an elastic continuum. For each model, the equations governing fault slip are derived, the methods used to solve these equations are discussed, and the resulting fault slip is compared to natural observations.

The evaluation will rely on a presentation of scientific papers.

Compétences visées

Strong skills and culture about experimental rock mechanics. A good understanding of the theoretical concepts relevant to rock mechanics: elasticity, friction, plasticity, fracture. A broad knowledge about the recent results and techniques in this field.

Pré-requis

Basic knowledge in continuum mechanics (stress, strain, conservation laws). It is better to have attended the M1 class rock mechanics.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

24

Volume horaire TD

0

Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% ET	OUI
---------	-----

Session 2

% ET de session 2	100
-------------------	-----

Intitulé de l'UE 2022-23

Charges climatiques et déformations de la Terre

Nom du responsable de l'UE

Métivier Laurent

Equipe pédagogique

Laurent Métivier, Marianne Greff, Luce Fleitout, Kristel Chanard

Cycle

Master

Résumé du programme

Les échanges de masses d'eau, gazeuse ou liquide, entre les différentes enveloppes fluides de surface (l'atmosphère, les océans, l'hydrologie continentale, les calottes glaciaires et les glaciers), engendrent une charge d'origine climatique qui déforme la Terre solide et modifie son champ de pesanteur. Ces phénomènes s'observent aujourd'hui très bien et avec précision, en particulier grâce aux observations spatiales.

Cette UE est consacrée à l'étude et la compréhension de ces charges climatiques et leur impact sur la Terre solide. On verra en particulier pendant ce cours :

- Les équations de la gravito-élasticité
- La théorie des déformations viscoélastiques de la Terre
- Le rebond postglaciaire et son observation
- Les variations long-termes du niveau des mers
- L'impact des changements climatiques actuels

Les étudiants réaliseront par ailleurs un projet informatique dans lequel ils calculeront la réponse de la Terre à différents types de charges climatiques, basées sur de vraies données, qu'ils compareront à des observations actuelles de géodésie et de gravimétrie spatiales.

Compétences visées

- Compréhension de la théorie de la gravito-visco-élasticité
- Connaissance des mécanismes et phénomènes climatiques engendrant des déformations sur Terre.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant**Volume horaire CM**

12h (voire 14h si cours de rappel HS)

Volume horaire TP/Terrain

8h

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant

20h (voire 22h si cours de rappel HS)

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
100% ET	NON
% CC	50
% ET	50

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Cosmochemistry

Nom du responsable de l'UE

Moynier Frederic

Equipe pédagogique

Marc chaussidon, Emmanuel Jacquet, Guillaume Avice

Cycle

Master

Résumé du programme

The course cosmochemistry is given in English.

Meteorites represent fossils from the formation of the solar system. Their cosmochemical study allows us to trace the formation and evolution of the accretion disc from the formation of the first solids to that of the first planets and their differentiation. In this course we start from the objects (their description, their path in the solar system, their arrival on Earth, ...) to go back to the origin of the elements that constitute the solar system and to the physico-chemical conditions of the accretion disk. This is done by coupling the information obtained from meteorites, from petrology and geochemistry with that from the observation of young stars similar to the Sun and their accretion discs.

Les météorites représentent des fossiles de la formation du système solaire. Leur étude cosmochimique permet de retracer la formation et l'évolution du disque d'accrétion depuis la formation des premiers solides jusqu'à celle des premières planètes et leur différenciation. Dans ce cours nous allons partir des objets (leur description, leur trajet dans le système solaire, leur arrivée sur Terre, ...) pour remonter à l'origine des éléments qui constituent le système solaire et aux conditions physico-chimiques du disque d'accrétion. Ceci sera fait en couplant les informations obtenues à partir des météorites avec celles provenant de l'observation des étoiles jeunes analogues au Soleil et de leurs disques d'accrétion.

Compétences visées

To know how to identify a meteorite

To Master general concepts of geo/cosmochemistry, including isotopic fractionation, radiogenic isotope geochemistry (including short-lived and long-lived radioactivities).

To have a global understanding of the origin of the solar system and the planets

Savoir identifier une météorite

Maîtriser des concepts généraux de cosmochimie

Avoir une compréhension globale de l'origine du système solaire et des planètes

Pré-requis

Knowledge in geochemistry, petrology, mineralogy

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 24

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

Si 100% CC, combien de CC ? 50

100% ET

% CC 50

% ET 50

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

Session 2



Intitulé de l'UE 2022-23

Critical Metals for the Energy Transition

Nom du responsable de l'UE

Sissmann Olivier

Equipe pédagogique

Olivier Sissmann, Emmanuel Hache

Cycle

M2

Résumé du programme

The course will be divided in three parts.

1) Economics and Geopolitics

- What are limits and planetary frontiers ?
- overview of raw materials for energy transitions
- critical material matrix
- environmental problematics of mining footprint and water consumption
- geopolitical questions : international dependency, new mining contexts (US, China, EU), techno-centered solutions vs sobriety

(2) Understanding where and how metal ore deposits are formed : Magmatic, Hydrothermal and Sedimentary deposits

- relationships between convection and concentration of specific elements
- the role of water/magma interactions
- the relationship between the evolution of the ocean and the atmosphere and ore deposits
- biominerals (relations between metal accumulation and evolution of life)

(3) Learning to recognize rock and minerals containing specific critical metals (cobalt, Lithium, platinum, REE, nickel ...)

- petrological approach to the alteration of Li-rich deposits
- 4-hour practical work session at the MinesParis Mineralogy Museum on the metal composition and provenance of modern electronic devices

Compétences visées

Recognizing critical minerals and understanding how they form

Gain a better understanding of the geopolitical and economic impacts of geological resources on the World's Economy

Pré-requis

none

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

20

Volume horaire TP/Terrain

4

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% ET

OUI

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2

% ET de session 2 100



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23

Early Earth and life

Nom du responsable de l'UE

BUSIGNY Vincent

Cycle

M2

Résumé du programme

The following topics will be addressed:

- Reconstruction of the physico-chemical conditions on the Earth's surface during Hadean and Archean period (4.5 to 2.4 Ga), leading to the onset and development of early life
- Characterization of the first atmosphere, first ocean, first continents and their respective evolution during the Precambrian
- Origin and evolution of living organisms in the Precambrian; presentation of morphological, chemical and isotopic tracers used as tracers of life in the rock record

Main course: 16h / Student seminars: 12h

Compétences visées

Understand and be familiar with geological and geochemical data and concepts derived from the Precambrian geological record, and more specifically, the global models linking the onset of early life and its co-evolution with major surface geological reservoirs (atmosphere, ocean, crust, mantle)

Pré-requis

This course includes a number of geochemical tools. Basic knowledge about isotope geochemistry is useful but not mandatory.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

16

Volume horaire TD

12

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant

28

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

NON

% CC

50

% ET

50

Session 2



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Earth Data Science
Nom du responsable de l'UE	Seydoux Léonard
Equipe pédagogique	Seydoux Léonard, Lucas Antoine, Fournier Alexandre, Stutzmann Éléonore
Cycle	M2

Résumé du programme

This module is designed for students interested in exploring the fundamentals of data science with applications in Earth sciences. In class, we will cover the basics of statistics necessary for data analysis, beginning with a review of regression concepts. Subsequently, we will delve into the principles of classification, which play a significant role in data science, particularly within the Earth sciences domain. Finally, we will study the fundamental operation of neural networks. Our labs provide hands-on experience, allowing students to apply the concepts covered using real data. This practical approach ensures that it is not merely a theoretical exercise but an application to concrete geoscience cases. Throughout the course, we will demonstrate how to calibrate hydrodynamic measurement probes in river environments, locate earthquakes with or without the integration of seismic recordings and InSAR measurements, analyze point cloud classification using LiDAR data, classify rock samples based on their major and minor element compositions, and make predictions with neural networks using climate data as examples.

Compétences visées

The aim of this course is not to transform students into data science experts but rather to equip them with essential fundamentals for practical application. Tutorials play a crucial role in presenting students with real-world cases that they can leverage for their future requirements. We anticipate that students will demonstrate a high level of self-sufficiency and a willingness to explore the tools and data provided within the laboratory context.

Pré-requis

Knowledge in python, statistics and interests for geosciences in general.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	12
Volume horaire TD	0
Volume horaire TP/Terrain	20
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	32

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Earthquake Geology

Nom du responsable de l'UE

Klinger Yann

Equipe pédagogique

Klinger, Feuillet

Cycle

Master

Résumé du programme

This class presents tools and concepts to address earthquake cycle at different time scales, from the earthquake to the cumulative deformation along active faults. The class is divided into an on-land part and a sea part, as approaches are quite different, although the final target is similar.

During this class (including several hand-on sessions) we discuss the different models of earthquake cycle found in the literature and we explore the different tools (geodesy, seismology, photo-mapping, paleoseismology...) that can be used to test these models.

Compétences visées

At the end of this class, the target is that the students get a good sense of the scaling of earthquake-related deformation and how this deformation accumulates to build landscape. We also aim at a good understanding of the interaction between earthquake rupture (start, end, propagation...) and active fault geometry.

During hand-on session we test different techniques classically used in active fault studies to give the students a better sense of the advantage and limitation of such methods, in order for them to build a critical capacity.

Pré-requis

The class is taught in english.

The class has no specific requirement.

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

12

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% ET

OUI

Session 2

Intitulé de l'UE 2022-23

Field trip - Living faults in Greece

Nom du responsable de l'UE

Feuillet Nathalie

Equipe pédagogique

Feuillet Nathalie, Robin Lacassin, Yann Klinger

Cycle

Master

Résumé du programme

Le stage « Failles Vivantes » est un cours de haut niveau avec une structure de type séminaire sur le terrain dédié à l'étude des structures tectoniques actives, leur lien avec la genèse des séismes et la mécanique des déformations lithosphériques. Il est organisé en Grèce où les objets sismotectoniques sont spectaculaires, la sismicité est intense et les vitesses de déformation très rapides.

Compétences visées

Apprendre à intégrer l'observation géologique et géophysique à différentes échelles, montrer et discuter des objets géologiques et des modèles mécaniques dont l'étude est à la pointe des recherches en Sciences de la Terre.

Pré-requis

Notion de Géologie et de Géophysique

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant**Volume horaire TP/Terrain**

8 jours de terrain

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)**Session 1**

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2**% ET de session 2**

100



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Modélisation en géochimie

Nom du responsable de l'UE

Moynier Frederic

Equipe pédagogique

Charles Le Losq, Roberto Moretti, Frédéric Moynier

Cycle

Master

Résumé du programme

Modélisation et traitement des données géochimiques démystifiés par l'étude d'exemples simples: mélanges, temps d'exposition, déséquilibre radioactif, distillation fractionnée, ...

Compétences visées

Apprendre à conceptualiser un modèle en géochimie

Apprendre à identifier les variables utiles puis à complexifier progressivement les modèles.

Savoir les mettre en oeuvre avec Matlab/Python

Pré-requis

Bases de mathématiques et thermodynamique

Nombre ECTS

28

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

28

Volume horaire TP/Terrain

28

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant

28

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

NON

% CC

50

% ET

50

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

OUI

Session 2



Intitulé de l'UE 2022-23	Geological Fluid Dynamics
Nom du responsable de l'UE	Lajeunesse Eric
Equipe pédagogique	Celeste Romon
Cycle	M2

Résumé du programme

- (1) Elements of continuum mechanics (stress tensor, mechanical equilibrium, pressure)
- (2) The equations of fluid mechanics (fluid, time derivative in fluid mechanics: lagrangian vs eulerian description of a flow, mass conservation, momentum conservation for an inviscid flow)
- (3) The Navier-Stokes equation (viscosity, viscous stress tensor, some exact solutions of the Navier-Stokes equation)
- (4) Dimensional analysis and similarity : Reynolds number, laminar vs turbulent flows
- (5) Flows in the mantle (Stream function for 2D flows, Post-glacial rebound, subduction zone)
- (6) Volcanic flows (Laminar eruption regime : controls on the eruption rate, spreading of lava domes, Turbulent and compressible eruption regime : choking)
- (7) Thermal convection (heat transport in a fluid, Rayleigh-Benard convection, Plumes and thermals).
- (8) Surface and subsurface flows (aquifer and rivers).

Compétences visées

Fluids play a major role in numerous geological processes from the core to the Earth surface. The objective of this class is to introduce the main principles and equations of Fluid mechanics, and to apply them to the description of various geological systems.

Pré-requis

The class requires solid bases in mathematics (differential equations) and in continuum mechanics.

Nombre ECTS	6
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	30
Volume horaire TD	20
Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	50

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET NON

% CC 50

% ET 50

Session 2

% ET de session 2 100%

Intitulé de l'UE 2022-23

Géomatériaux

Nom du responsable de l'UE

Neuville Daniel

Equipe pédagogique

Neuville Daniel

Cycle

Master

Résumé du programme

Le but de cette UE est d'appliquer les diagrammes de phases à autre chose que les sciences de la terre. Les diagrammes de phases, $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, sont à la base des principaux matériaux qui nous entourent dans notre quotidien : clinker, verre, ciment, laitier, refiom, ...

Dans cette UE, nous étudierons les grandes familles de matériau, ainsi que les moyens de les fabriquer, nous aborderons les problèmes de ressources et d'énergie.

Compétences visées

Ce cours doit permettre aux étudiants formés aux Sciences de la terre de s'ouvrir sur le monde afin de valoriser les compétences apprises en pétrologie, minéralogie, géochimie...

L'ensemble de ces compétences sont nécessaires pour aborder le monde d'aujourd'hui et de demain tant au niveau des matières premières qu'au niveau énergétique.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant**Volume horaire CM**

30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)**Session 1**

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2

Intitulé de l'UE 2022-23

GEOTHERMIE

Nom du responsable de l'UE

VIOLETTE Sophie

Equipe pédagogiqueDUWIKUET Hugo, VOIRAND Antoine, MAUREL Camille,
GENTER Albert, BELLANGER Mathieu**Cycle**

Master

Résumé du programme

L'objectif du module de géothermie est de présenter : i) les mécanismes à l'origine et permettant le transfert de la chaleur depuis l'intérieur de la Terre jusqu'à ses enveloppes les plus superficielles, ii) les méthodes de caractérisation et d'évaluation de la distribution de la chaleur, et iii) les ressources énergétiques et les techniques pour récupérer la chaleur terrestre.

Compétences visées

Il s'agira donc pour l'étudiant-e d'acquérir les bases théoriques nécessaires à l'évaluation quantitative du transfert de la chaleur dans différents contextes et à différentes fins, et de connaître les méthodes d'exploration et d'exploitation requises selon la cible visée.

Pré-requis

Des connaissances en géologie, géophysiques et physiques des milieux et des fluides sont un atout indéniable pour la compréhension du module.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant**Volume horaire CM**

15

Volume horaire TD

9

Volume horaire TP/Terrain

6

**TOTAL Volume horaire de l'UE /
étudiant**

30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)**Session 1**

100% CC

NON

100% ET

NON

% CC

50 % - Oral

% ET

50 % - Devoir sur table

Session 2



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Imageries géophysiques 2: Electrique, Electromagnétique
Nom du responsable de l'UE	GIRAULT Frédéric
Equipe pédagogique	GIRAULT Frédéric, GRANDIN Raphaël, RIVIERE Franck, NORGEOT Christophe,
Cycle	M2

Résumé du programme

Cette UE présente les bases théoriques principales et quelques bases pratiques pour l'opérationnel en géophysique de subsurface. L'UE inclut 8 cours magistraux, 2 TP informatiques, 3 TD et 2 présentations de cas d'études par des géophysiciens professionnels du monde de l'entreprise.

Les bases abordées sont les suivantes :

1. Introduction, Conductivité électrique
2. Le sondage électrique
3. Tomographie électrique
4. Potentiel spontané, Mise à la masse, Polarisation provoquée
5. Introduction à l'imagerie électromagnétique
6. Imagerie électromagnétique, Magnétotellurique
7. Méthodes électromagnétiques actives à source contrôlée
8. Le géoradar

Compétences visées

Savoir utiliser des bases théoriques solides et manier des relations simples pour interpréter les résultats de sondages électriques et électromagnétiques.

Pré-requis

Notions de bases en mathématiques, physique (principalement électricité et électromagnétisme), hydrologie, physique des roches.

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	22
Volume horaire TD	6
Volume horaire TP/Terrain	6
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	34

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

OUI

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Imageries Géophysiques 2 - Sismique
Nom du responsable de l'UE	CARTON Hélène
Equipe pédagogique	Abdelkader CHAOUCH, Maria SAADE, Hélène CARTON
Cycle	Master

Résumé du programme

1) Partie acquisition-traitement (A. Chaouch) : Acquisition en sismique réflexion (en particulier la sismique terrestre 3D), et identification des différentes arrivées sur les données brutes. Modèle convolutif. Etapes de base du traitement, i.e. application d'un gain, déconvolution, atténuation de bruit en particulier filtrage en domaine F-K, formation des collections CMP, analyse de vitesse, correction NMO, stack, migration etc
(10h CM et 10h TD)

2) Partie interprétation (H. Carton) : Outils et méthodes pour l'interprétation sismique (bénéfice des données 3D, interprétation en pratique, résolution, sismogramme synthétique, attributs sismiques), éléments d'interprétation géologique (indicateurs d'hydrocarbures, interprétation stratigraphique et structurale), sismique de puits, AVO, introduction à l'inversion
(10h CM et 6h TD)

3) Partie MASW (M. Saade) : Présentation de la méthode « Multiple Attenuation of Surface Waves »
(4h CM et 4h TD)

Compétences visées

Appréhender de façon détaillée la chaîne acquisition-traitement-interprétation en sismique réflexion
Connaissance de la méthode MASW

Pré-requis

Notions de traitement du signal

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 24

Volume horaire TD 20

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 44

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

En licence, si 100% CC avec au minimum 3 CC, Seconde chance intégrée ? (= pas d'ET et 3CC au minimum. Seront retenus les 2 meilleurs CC. Donc pas de session 2.)

NON

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Inverse Problems
Nom du responsable de l'UE	Lesur Vincent
Equipe pédagogique	Vincent Lesur, Eléonore Stutzmann
Cycle	Master

Résumé du programme

- (0) Notations et notions élémentaires : Vecteurs, Matrices, produits scalaires, normes, variances, covariances.
- (1) Analyse de séries temporelles: transformées de Fourier continues et discrètes, convolutions, corrélations, aliasing, filtres, SSA, spectrogrammes.
- (2) Problèmes linéaires sur-déterminés : Définition, exemples, moindres-carrés, gestion de erreurs dans les données, pondération, propagation d'erreurs, normes.
- (3) Problèmes linéaires sous-déterminés ou indéfinis: Définition, exemples, multiplicateurs de Lagrange, « Null space », norme minimum, régularisation, gestion des erreurs dans les données, pondération, propagation d'erreurs, résolution.
- (4) Problèmes non-linéaires : Définition, exemples, linearisation, méthodes des gradients, régularisation, propagation d'erreurs.

Compétences visées

Ce cours est une introduction aux problèmes inverses pour que les étudiants :

- 1- Comprennent les hypothèses sous-jacentes des solutions de types moindres-carrés
- 2- Acquièrent des techniques simples de gestion et interprétation des données
- 3- Connaissent l'importance d'une gestion propre des erreurs de mesures, et sachent évaluer leurs impacts sur les solutions obtenues.

Pré-requis

Connaissances mathématiques de base.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	16h
Volume horaire TD	0
Volume horaire TP/Terrain	20h
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	36h

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

OUI

Si 100% CC, combien de CC ?

2 TP évalués sur rapports (répartition 30%, 70%)

100% ET

NON

Session 2



Intitulé de l'UE 2022-23

Les matières premières à travers le cas des Terres Rares

Nom du responsable de l'UE

Pili Eric

Cycle

M2

Résumé du programme

Ce cours est fait pour vous, si les réponses à ces questions vous intéressent :

- Pourquoi les matières premières font-elles la Une des journaux ?
- Qu'est-ce qu'un Fairphone ? Pourquoi les nouveaux aimants sont-ils petits ?
- Pourquoi la transition énergétique est-elle difficile ?

A partir de connaissances générales, approfondies au besoin, en physique, chimie, géologie, géochimie, géophysique, mais aussi en économie, histoire, géographie et géopolitique, seront traités :

- les propriétés et les utilisations des Terres Rares,
- les ressources et les modes de genèse,
- l'exploration, l'exploitation et la production,
- les enjeux économiques, sociétaux et environnementaux des Terres Rares.

Cours réalisé sous la forme d'un exposé par étudiant (documents fournis en grande partie), assortis de discussions et synthèses :

- cours de 4 heures, avec séances d'introduction et de conclusion.
- contrôle continu basé sur les notes d'exposé et de participation en classe.

Ce cours enseigne en plus la manière de préparer et de présenter un exposé de manière efficace.

Compétences visées

Autonomie de jugement vis à vis d'une problématique sociétale en lien avec les Sciences de la Terre.

Révision des acquis sur un grand nombre de disciplines (physique, chimie, géologie, géochimie, géophysique) à travers une problématique fédératrice à fortes implications. Compléments de savoirs en histoire, économie, géopolitique, montrant la place que les Sciences de la Terre peuvent prendre dans la vie de tous les jours comme dans la marche du Monde.

Pré-requis

Être prêt(e) à participer activement à l'élaboration de ce cours, construit en grande partie sur les exposés des étudiants et sur les discussions qui suivent.

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

28

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

OUI

Si 100% CC, combien de CC ?

3

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23 Local and global tomography

Nom du responsable de l'UE Singh Satish

Equipe pédagogique Singh, Fuji

Cycle Master

Compétences visées

This course aims to teach students seismic tomography both on local and global scale. On the local scale, we start with basic concept of refraction method for different velocity structures, determine travel time equation from wave theory, develop travel time tomography, then full waveform inversion, and finally show different examples of tomography to solve science problems. In global tomography, we discuss body wave and surface tomography, normal mode tomography, waveform tomography, and then real earth examples.

Pré-requis

Students should have basic of elastodynamics, wave equation and knowledge of inverse theory.

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 30

Volume horaire TD 0

Volume horaire TP/Terrain 0

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET OUI

% ET

100

Session 2



Fiche UE Master

Intitulé de l'UE 2022-23	Structure and composition of the oceanic lithosphere / short name: Lithosphère Océanique
Nom du responsable de l'UE	Cannat Mathilde
Equipe pédagogique	Satish Singh, Mathilde Cannat
Cycle	M2

Résumé du programme

The course is given in English and addresses the structure and the composition of the oceanic lithosphere, as well as the main processes involved in its formation at mid-ocean ridges and in its evolution in off-axis domains all the way to subduction zones.

The class focuses on recent research results and on-going scientific discussions and builds on the points of view of two researchers from the Marine Geosciences team at IPGP. Satish Singh is a seismologist, and Mathilde Cannat is a marine geologist and petrologist. Each teach a total of 12h and request the students to submit a written analysis of a scientific paper (CC).

Compétences visées

The objective is to bring the students up to date on current concepts and recent research results concerning the structure and the composition of the oceanic lithosphere and its role in plate tectonic processes

Pré-requis

Basic knowledge of plate tectonics and geodynamic processes.

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	24
Volume horaire TD	0
Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
100% ET	NON
% CC	50
% ET	50

Session 2

% ET de session 2	100
% de la note finale de CC de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2.	0
% de la note finale de TP de session 1 pour le calcul de la note finale de l'UE en session 2	0



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Paléomagnétisme - Paléoclimat
Nom du responsable de l'UE	Lagroix France
Equipe pédagogique	Yohan Guyodo, Yves Gallet, Aude Isambert, Boris Robert, France Lagroix
Cycle	Master

Résumé du programme

- 1) Généralités sur le champ magnétique terrestre. Comment remonter au champ ancien ? Types d'aimantations rémanentes et leur acquisition. Propriétés magnétiques des minéraux et roches : les fondamentaux. Caractérisations expérimentales des propriétés magnétiques : identification minéralogiques, évaluation des concentrations, détermination granulométrique.
- 2) Archéomagnétisme : la variation séculaire du champ magnétique terrestre (direction, intensité) et son application en géophysique et en archéologie
- 3) Magnétisme environnemental : tracer les changements climatiques et environnementaux ainsi que la pollution anthropique avec le magnétisme minéral. Introduction générale en préambule aux changements climatiques à différentes échelles de temps et de leurs causes (paramètres orbitaux, chimie de l'atmosphère, paléogéographie, etc.)
- 4) Paléomagnétisme : le dipôle magnétique marqueur de la géodynamique globale (reconstructions paléogéographiques, systèmes de référence, TPW)

Compétences visées

A l'issue de ce cours, l'étudiant aura acquis les concepts fondamentaux en magnétisme des roches et ses diverses applications en géosciences, ainsi que sur les variations climatiques à diverses échelles de temps géologiques.

Pré-requis

Géodynamique globale

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	26
Volume horaire TD	4
Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
100% ET	NON
% CC	45
% ET	55

Session 2



Intitulé de l'UE 2022-23 Physics of Natural Sites: Concepts and Methods

Nom du responsable de l'UE GIRAULT Frédéric

Equipe pédagogique GIRAULT Frédéric, CARAZZO Guillaume

Cycle M2

Résumé du programme

The natural places around us offer many scientific questions. What is happening in front of us? What will happen after a disturbance? While these questions are generally considered to be applied problems, e.g. related to economic resources or polluted sites, the underlying problems and the understanding of the processes taking place are fundamental and delicate questions, and to be able to provide tentative answers it is necessary to mobilise the latest concepts and the most sophisticated technologies. The aim of this course is to introduce some of the concepts and methods used to address the physics of natural sites. Lectures will cover heuristic methods from applied geophysics, environmental geochemistry and fluid mechanics. Experimental methods will include methods for characterising and monitoring active faults, active volcanoes, hydrothermal systems and their application to industrial and environmental problems. The course consists of 10 units. Eight units consist of a 2-hour lecture and a 2-hour practical session including exercises and experiments. The last two units consist of a full day in the field and student presentations.

Compétences visées

The aim of this module is to introduce some of the concepts and methods used to address the physics of natural sites. Lectures will cover heuristic methods from applied geophysics, environmental geochemistry and fluid mechanics as applied in IPGP in the Physics of Natural Sites team. Lectures will be linked to other MASTER courses (seismology, geochemistry, water chemistry, remote sensing) and to research carried out in IPGP. Experimental methods will include the characterisation and monitoring of active faults, active volcanoes, hydrothermal systems and their application to industrial and environmental problems.

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 24

Volume horaire TP/Terrain 7

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 31

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

OUI

Si 100% CC, combien de CC ?

>5 (optionnels)

100% ET

OUI

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Scientific Computing For Geophysical Problems
Nom du responsable de l'UE	Fournier Alexandre
Equipe pédagogique	Alexandre Fournier, Léonard Seydoux
Cycle	Master

Résumé du programme

Background (theory and observations) in seismology, large-scale magnetism

Computer labs:

- Basic signal processing with python
- Earthquake source location
- The secular variation of the Earth's magnetic field from observatory data
- Cross-correlations of the ambient seismic noise and tremor signals

Compétences visées

This class aims at providing students with a sense of how one can use theory and computers together to test hypotheses regarding the working of a geophysical system. The testing involves the derivation of a theory with predictive power, that has to be checked against observations. Both theory and observations are impacted by uncertainty ; one skill that students will acquire is the capability of assessing and propagating uncertainty in the analysis chain, through a series of computer labs specifically designed for the class.

Pré-requis

linear algebra, calculus, python; Fourier analysis; inverse problem theory

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	12
--------------------------	----

Volume horaire TD	20
--------------------------	----

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	32
--	----

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

NON

% CC

75

% ET

25

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Seismic imaging and full waveform inversion
Nom du responsable de l'UE	Singh Satish
Equipe pédagogique	Singh, Plessix
Cycle	Master

Résumé du programme

In this course we teach seismic imaging and full waveform inversion. We start with the basic concept of seismic reflection, velocity analysis, stacking, multiple removals, amplitude versus offset to quantify fluids and gas, and then seismic full waveform inversion to quantify the sub-surface using seismic methods.

Compétences visées

The student will learn about seismic imaging and full waveform inversion, and should be able to analysis seismic reflection data and able to develop and apply seismic waveform inversion to synthetic and real data to solve fundamental scientific and industrial problems.

Pré-requis

Basic knowledge of seismic wave theory, seismic reflection and transmission, some knowledge of signal processing (e.g Fourier transform, filtering etc.)

Nombre ECTS	3
--------------------	---

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM	24
Volume horaire TD	60
Volume horaire TP/Terrain	0
TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant	30

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC	NON
----------------	-----

100% ET

OUI

% CC

0

% ET

100

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23 Stabilité des pentes et des ouvrages

Nom du responsable de l'UE Bonilla Fabian

Equipe pédagogique Risques Naturels

Cycle Master

Résumé du programme

Ce cours traite sur les effets de la géologie locale sur le mouvement sismique (effets de site), quelques concepts sur la stabilité des pentes en fonction de la disponibilité de l'enseignant et des notions de monitoring des structures (bâtiments).

Compétences visées

Calcul de l'amplification des sols pendant séismes

Calcul de la stabilité des pentes sous séismes (cette partie depend de la disponibilité d'un autre enseignant)

Suivi temporel de la réponse dynamique des bâtiments

Pré-requis

Sismologie et géophysique

Programmation scientifique Python et fortran

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 20

Volume horaire TD 0

Volume horaire TP/Terrain 0

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 20

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET

OUI

% ET

100

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23

Tutored project in Geosciences

Nom du responsable de l'UE

Fournier Alexandre

Equipe pédagogique

Alexandre Fournier ; tuteurs à définir (selon les projets que les étudiants choisiront)

Cycle

Master

Résumé du programme

The idea behind the tutored project is for students to undertake a project that will take advantage of the skills gained over the course of master program. Several topics are proposed by one or several professors who follow the students' progress and guide them throughout, for example via a weekly one hour-long meeting, or by assisting them in a number of laboratory sessions.

Starting from the literature, the task is to address a scientific question by implementing a method or a suite of methods similar to those that students got familiar with during the master program.

Students work by groups of 2 (working solo is also a possibility), and hand in a report, that should respect the following structure:

1. Introduction – context of the study
2. Model and methods
3. Results
4. Discussion
5. Conclusion

An oral defense follows.

Compétences visées

Reading of scientific literature

Ability to define a problem, implement a method towards solving this problem, and assess the quality of results obtained

Writing of a short report

Preparation of a short oral defense

Nombre ECTS

3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM

2

Volume horaire TP/Terrain

8h with tutors

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

100% ET

OUI

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23	Volcanic Observatory Fieldtrip
Nom du responsable de l'UE	Komorowski Jean-Christophe
Equipe pédagogique	Guillaume Carazzo
Cycle	Master

Résumé du programme

- Field trip in collaboration with researchers and engineers from the observatories of Lesser Antilles (OVSG- OVSM).
- The aim is to become familiar with the geologic history and eruptive behaviour of an active volcano (geodynamic context, structural and volcanological evolution of the volcano, eruptive dynamics), the different multiparameter monitoring systems available, and how this knowledge is used to support scientific crisis response and public policy for risk prevention.
- This is achieved through field trips visiting geological outcrops and active areas on the volcano, participations to monitoring observations with staff from the observatory, discussions at the observatory, scientific presentations, comments on different scientific papers on the volcano's history and behavior, its geodynamic context, and analog volcanoes.
- It is implemented on La Soufrière de Guadeloupe, (Lesser Antilles), one of the active volcanoes monitored by IPGP, alternating with Montagne Pelée, Martinique (Lesser Antilles).

Compétences visées

Understanding the behavior of subduction zones and active volcanoes

- knowledge of volcanic processes, edifices, deposits and associated eruptive styles
- Knowledge of volcanic hazards and risks
- Knowledge of the instrumentation for monitoring of the volcanoes and of the role of French volcanological and seismological observatories
- Knowledge of the modelling and assessment of natural hazards and risks and the role of science in providing advice to authorities in charge of civil protection and risk reduction

Pré-requis

Taking the course : « Volcanic Systems »

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire TP/Terrain 70

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 70

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC

NON

Si 100% CC, combien de CC ?

30 % CC et 70% ET pendant le stage

100% ET

NON

% CC

30

% ET

70

Session 2



Fiche UE 22-23

Intitulé de l'UE 2022-23 Volcanologie physique

Nom du responsable de l'UE Vergniolle Sylvie

Equipe pédagogique Carazzo Guillaume

Cycle Master

Résumé du programme

Types of eruptions and physical parameters, basaltic volcanoes, open-vent volcanoes, geophysical measurements, explosive volcanism, physical mechanisms in reservoir, partial melting and compaction, generation of basaltic fissures, stability of magma chambers, conduit flow dynamics, dynamics of eruptive columns, particle transport and dispersion.

Compétences visées

Connaissances générales sur les mécanismes physiques des éruptions, paramètres à connaître, interprétation des résultats géophysiques, lecture critique d'articles et de résultats précédemment acquis.

Pré-requis

une formation classique en M1 de sciences de la terre ou de physique

Nombre ECTS 3

Volume horaire / étudiant

Volume horaire CM 24

Volume horaire TD 0

Volume horaire TP/Terrain 0

TOTAL Volume horaire de l'UE / étudiant 24

Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences (MCCC)

Session 1

100% CC NON

100% ET

OUI

Session 2