



LIVRET DE L'ETUDIANT

Master STPE

Sciences de la Terre
et des Planètes - Environnement



Année 2018-2019



Présentation générale, partenariats

Le master STPE est porté par l'Observatoire en Sciences de l'Univers en région Centre (OSUC) et est principalement adossé aux **laboratoires de recherche** de cette structure, en tout premier lieu l'Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO). D'autres laboratoires du campus orléanais (en sciences de l'environnement, de l'atmosphère, des matériaux, ou encore économie) sont des partenaires privilégiés de la formation, les chercheurs intervenant tant dans l'offre modulaire que dans l'encadrement de stages. L'Unité de Recherche en Science du Sol de l'INRA est fortement impliquée dans notre formation, en particulier dans le parcours Géo²Env.

Le master STPE bénéficie enfin de l'environnement scientifique et du soutien du laboratoire d'excellence VOLTAIRE (VOLatils – Terre, Atmosphère et Interactions - Ressources et Environnement). Il bénéficie aussi de dispositifs expérimentaux exceptionnels (Equipex PLANEX, plateformes PIVOTS), des plateformes analytiques de l'ISTO, des sites du Service National d'Observation sur les Tourbières, et des moyens de calcul du Centre de Calcul Scientifique en région Centre.

Le **BRGM** (Établissement public à caractère industriel et commercial) est un acteur majeur du master. Cette collaboration est matérialisée par une convention de partenariat pédagogique entre BRGM campus et l'Université d'Orléans : enseignements présentiels et encadrements de stage du master assurés par des ingénieurs et chercheurs des directions opérationnelles du BRGM. Plusieurs unités d'enseignement professionnalisantes, notamment en M2, sont pilotées par des agents du BRGM.

De nombreux **partenaires industriels** participent à la formation (ANTEA Group, Areva, Caspeo, Cemex, Comirem, Dassault system, Eramet, Imerys...). La forte implication de ces partenaires industriels se traduit non seulement par la participation active des personnels aux enseignements, mais aussi à l'encadrement de stages ou de projets d'étudiants qui seront, pour partie, accueillis dans leurs locaux ou sur leurs sites, assurant ainsi des passerelles efficaces avec le tissu socio-économique.

Les étudiants bénéficient par ailleurs d'un écosystème propice à l'entrepreneuriat avec les dispositifs CréaCampus et Pépite, la proximité du FabLab Orléanais, ou les incubateurs numériques (LAB'O et AgreenTech Valley).

Le master STPE est caractérisé par une forte **ouverture internationale** : échanges avec le Canada (UQAM, UQAT), la Chine (Univ. Nanjing), nombreux accords Erasmus (Munich, Palerme, Porto, Rome, Utrecht). Plusieurs écoles de terrain du Master se déroulent à l'étranger (Espagne, Maroc...). Certains modules sont enseignés en anglais.

Notre master offre une **pédagogie innovante** principalement caractérisée par :

- ➔ Une formation axée sur le triptyque observation/expérimentation/modélisation. Des modules de géologie de terrain et/ou de métrologie environnementale sont proposés à chaque semestre en M1 et M2.
- ➔ Des compétences renforcées en géomatique : Les diplômés sont experts dans la gestion et le traitement des données géoscientifiques et environnementales par outils géomatiques (statistiques, géostatistiques, Systèmes d'information géographique (SIG), modélisation 3D, prédictivité). Le master STPE est de plus partenaire de la Graduate School Orléans Numérique (GSON) qui permet aux étudiants inscrits dans notre master de renforcer encore leurs compétences en Sciences du numérique, et sous certaines conditions, de valider un DU de « Data Scientist» (voir page 9).
- ➔ Une pédagogie axée sur l'apprentissage par le projet (« Learning by doing »), mise en œuvre dans un environnement scientifique exceptionnel (Service National d'Observation sur les Tourbières, plateformes analytiques de l'ISTO, dispositifs expérimentaux (Equipex PLANEX, Plateformes PIVOTS) et centres de calcul des laboratoires partenaires).
- ➔ Une équipe de formation et d'encadrement plurielle impliquant l'université, le CNRS, le BRGM, l'INRA, et de nombreux acteurs du monde socio-économique.

Objectifs de la formation

Le master Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE) de l'Université d'Orléans forme des professionnels capables de comprendre et gérer les systèmes naturels (ressources minérales et organiques, eaux, sols, chaleur ...), en intégrant toute leur complexité.

Le diplômé est compétent dans l'expérimentation analogique et numérique des systèmes et processus naturels, tout en fondant son approche sur une connaissance approfondie du terrain (un module de terrain par semestre). Il est expert dans la gestion et le traitement des données géoscientifiques et environnementales par outils géomatiques (statistiques, géostatistiques, modélisations cartographiques, prédictivité).

Cette formation lui permet ainsi d'appréhender de façon quantitative les problématiques actuelles dans le domaine des géoressources, de l'environnement ou encore de la dynamique de la Terre interne (géodynamique, tectonique, métallogénie, magmatologie, volcanologie).

Enfin, le diplômé est sensibilisé aux dimensions et enjeux socio-économiques des Géoressources et de l'Environnement.

Les diplômés auront une qualification d'ingénieurs d'application pour un large éventail de secteurs d'activité comme l'exploration et la gestion durable des ressources minérales, les géomatériaux, la géothermie, le stockage de l'énergie, la gestion durable des ressources en eau et des sols (selon le parcours).

La poursuite d'études en doctorat permettra d'accéder aux métiers de la recherche fondamentale ou appliquée dans les secteurs publics (Université, CNRS, BRGM, IRD, Ifremer, CEA ...) ou privés (bureaux d'étude et grands groupes industriels).

Organisation de la formation

Le BRGM (BRGM Campus) est un partenaire privilégié de la formation (interventions dans la moitié des modules dispensés en M1/M2 – pilotage de 8 modules sur l'ensemble du master). Les chercheurs d'autres laboratoires du campus (Laboratoire d'économie (LEO), de chimie des matériaux (CEMHTI) ou de l'atmosphère (LPC2E)), ainsi que les partenaires industriels participent aussi activement à la formation, tant dans l'offre modulaire que dans l'encadrement des stages (voir détail par parcours page 9 et suivantes).

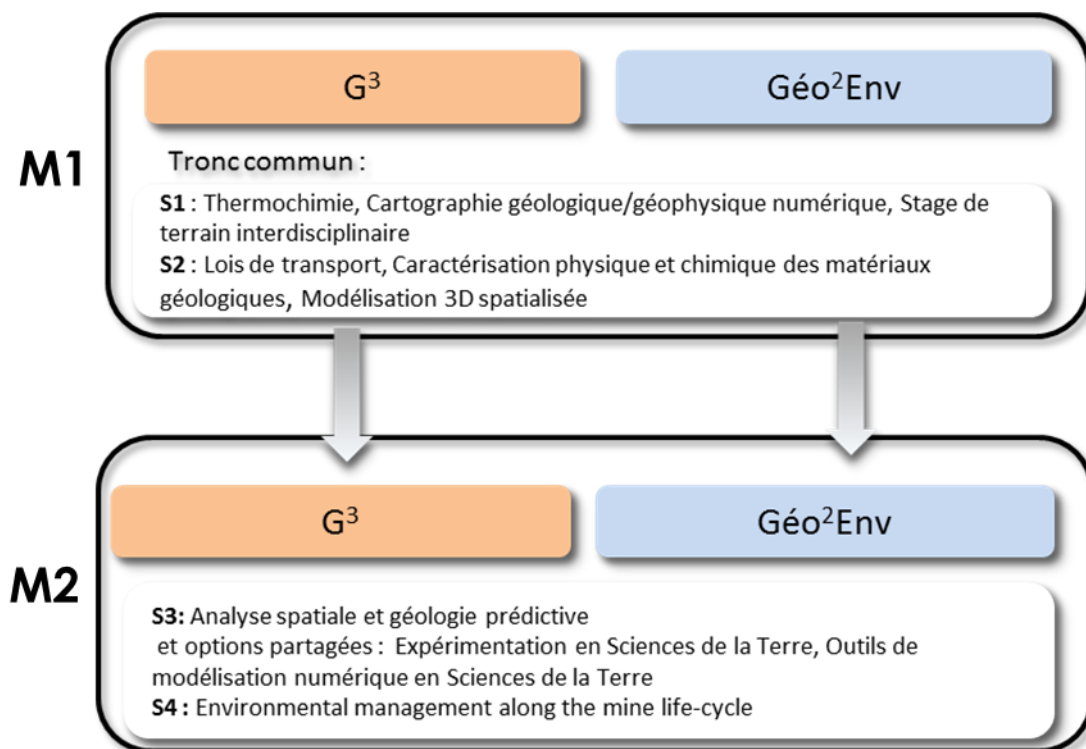
Le Master STPE vise le développement progressif de l'autonomie des étudiants, en s'appuyant sur des approches projets. Il bénéficie dans ce cadre de dispositifs expérimentaux exceptionnels (Equipex PLANEX, plateformes PIVOTS), des plateformes analytiques de l'ISTO, des sites du Service National d'Observation sur les Tourbières, et des moyens de calcul du Centre de Calcul Scientifique en région Centre. Le master bénéficie aussi de l'environnement et du soutien du laboratoire d'excellence VOLTAIRE (VOLatils – Terre, Atmosphère et Interactions - Ressources et Environnement).

Chaque étudiant réalise dès le M1 un projet (stage de recherche, recherche & développement), dans un laboratoire académique ou dans une entreprise, ce qui lui permet une meilleure appropriation de son sujet au cours du Master, jusqu'à sa finalisation lors du projet de fin d'étude au 2^{ème} semestre du M2 (voir paragraphe « *Les stages en Master STPE* » page 7).

Le master STPE est organisé en 2 parcours-types, avec un tronc commun à chaque semestre :

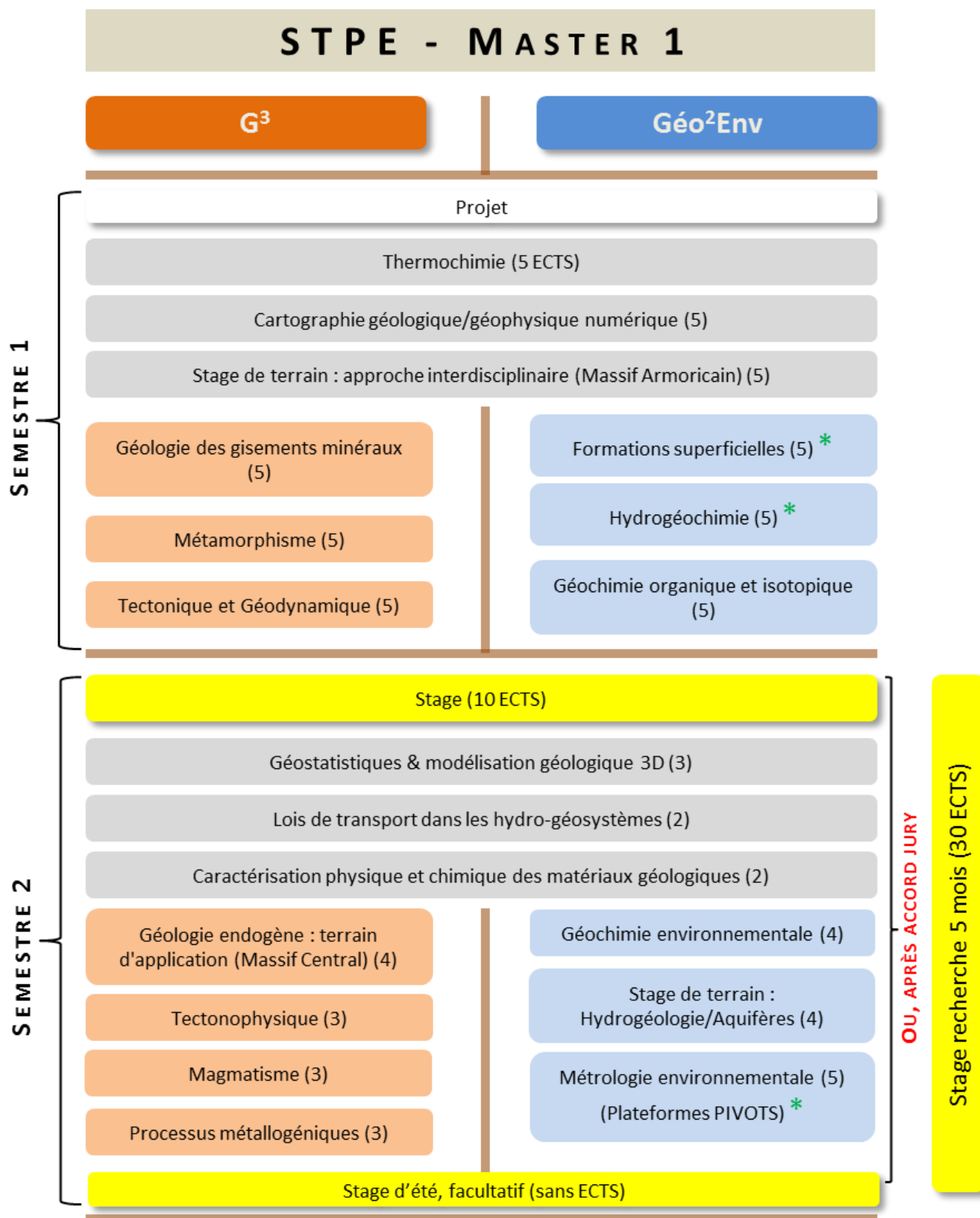
- **Géoressources, Géomatériaux et Géodynamique (G³)**
- **Géochimie et Géomatique de l'Environnement (Géo²Env)**

Figure 1 : Organisation générale du master STPE et modules communs aux parcours G³ et Géo²Env.



L'offre modulaire du master STPE est détaillée dans les figures 2 et 3. Certains modules du parcours Géo²Env sont mutualisés avec le parcours « *Chimie, Pollution, Risques, Environnement* » (CPRE) du master « Risques et Environnement », master porté aussi par l'OSUC. Ces mutualisations sont en cohérence avec le continuum entre ces deux parcours : diagnostic des pollutions – traitement (remédiation) de la pollution – gestion de l'environnement.

Figure 2 : Offre modulaire de la première année de master.



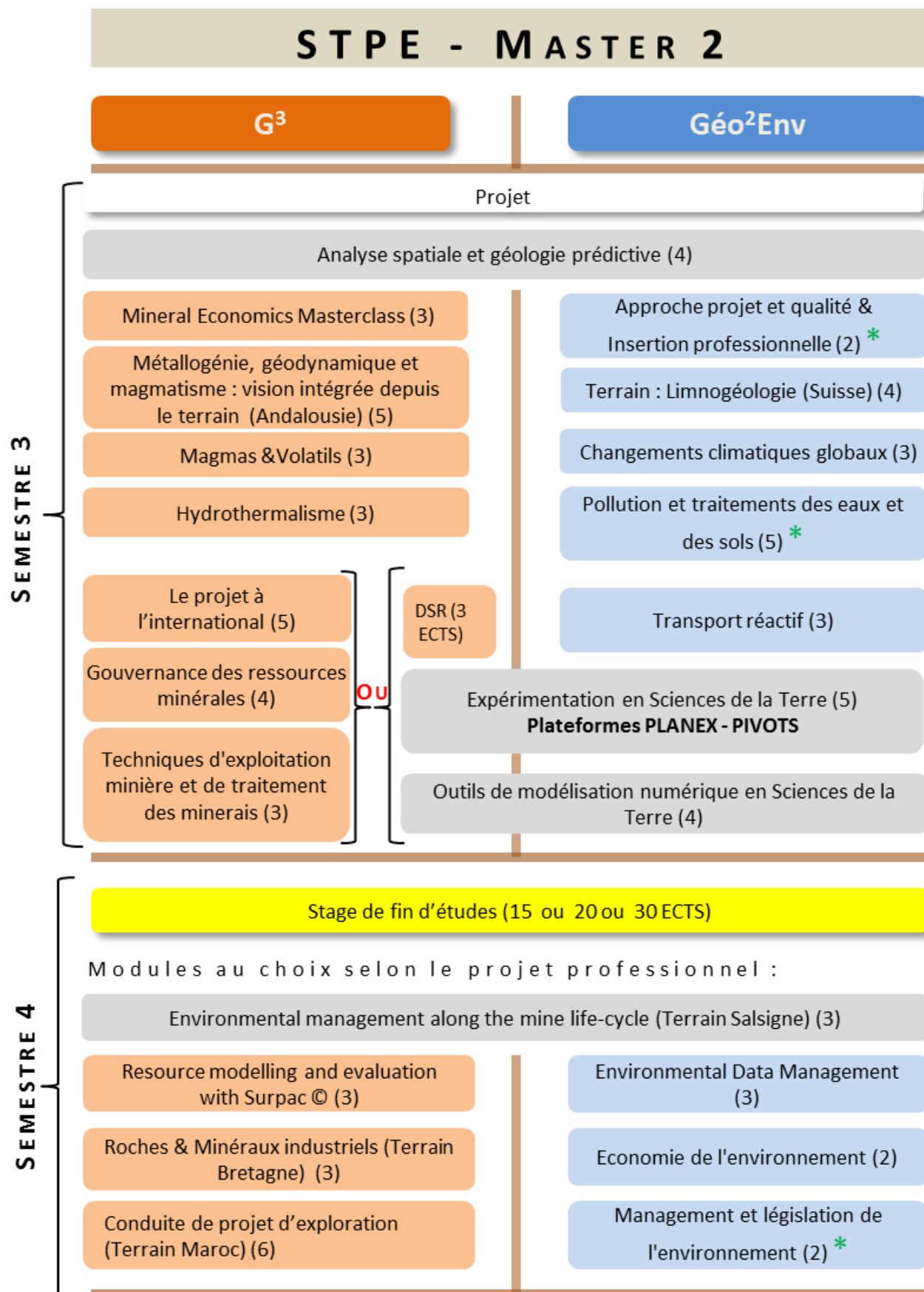
GRIS : modules communs aux parcours G³ et Géo²Env

BLEU : modules propres au parcours Géo²Env

* : modules ou éléments constitutifs de modules communs au parcours CPRE du master Risques et Environnement.

ORANGE : modules propres au parcours G³

Figure 3 : Offre modulaire de la seconde année de master. Même légende qu'en Figure 2.



GRIS : modules communs aux parcours G³ et Géo²Env

BLEU : modules propres au parcours Géo²Env

* : modules ou éléments constitutifs de modules communs au parcours CPRE du master Risques et Environnement.

Equipe de formation du Master STPE

Le master STPE est caractérisé par une équipe de pilotage et d'encadrement plurielle, impliquant l'université, le CNRS, le BRGM, l'INRA et de nombreux acteurs du monde socio-économique. Notre master bénéficie notamment d'une convention de partenariat pédagogique avec BRGM campus.

Figure 4a : Equipe de pilotage

Responsable du master STPE : Gaëlle PROUTEAU (Enseignant-chercheur, Université d'Orléans)	
Echanges internationaux : Stanislas SIZARET (Enseignant-chercheur, Université d'Orléans)	
Responsables du parcours G³ :	Responsables du parcours Géo²Env :
- Charles GUMIAUX, Enseignant-chercheur Université d'Orléans - Fabrice GAILLARD, Chercheur CNRS - Johann TUDURI, BRGM Campus	- Sébastien GOGO, Enseignant-chercheur CNAP - Hervé NOËL, Responsable R&D Geo-Hyd

L'équipe de pilotage s'appuie sur une équipe pédagogique constituée d'enseignants-chercheurs, de chercheurs, d'ingénieurs du BRGM et d'acteurs du monde socio-économique. Les responsables de modules sont présentés.

Figure 4b : Equipe pédagogique

NOM	PRENOM	PARCOURS	NOM	PRENOM	PARCOURS
AGRAPART	Clémence	Géo ² /CPRE	HELMER	Cédric	Géo ² /CPRE
AMRAOUI	Nadia	Géo ² /CPRE	HILSON	Gavin	G ³
ANDÚJAR	Joan	G ³ /Géo ²	IACONO-MARZIANO	Giada	G ³
ARBARET	Laurent	G ³ /Géo ²	ISCH	Arnaud	G ³ /Géo ² /CPRE/VSED
ARLAUX	Yannick	Géo ²	JACOB	Jérémy	Géo ²
AUGIER	Romain	G ³	JOURDAN	Benoît	G ³
AZAROUAL	Mohamed	G ³ /Géo ²	KIRAT	Djamel	G ³
BAPTISTE	Julien	G ³ /Géo ²	KOEBERLE	Nicolas	G ³
BARBANSON	Luc	G ³	LACOSTE	Marine	G ³ /Géo ²
BARBOUX	Frédéric	Géo ²	LAGGOUN	Fatima	Géo ² /CPRE/VSED
BATES	Chris	G ³	LASSEUR	Éric	G ³
BAUDIN	Thierry	G ³	LAURENT	Gautier	G ³ /Géo ²
BEAUDOIN	Alexandre	G ³ /Géo ²	LE BRETON	Nicole	G ³ /Géo ²
BECK	Kévin	G ³	LE FORESTIER	Lydie	G ³ /Géo ²
BOURDIER	Jean-Louis	G ³	LE MILBEAU	Claude	Géo ²
BOURGINE	Bernard	G ³ /Géo ²	LIPS	Andor	G ³
BOUSSAFIR	Mohammed	G ³ /Géo ²	MARCOUX	Éric	G ³
BRANQUET	Yannick	G ³ /Géo ²	MARTEL	Caroline	G ³ /Géo ²
BROCHOT	Stéphane	G ³	MARTELET	Guillaume	G ³ /Géo ²
CALCAGNO	Philippe	G ³ /Géo ²	MAZELLIER	Nicolas	Géo ² /CPRE/VSED
CATOIRE	Valéry	Géo ² /CPRE	MERCURY	Lionel	G ³ /Géo ² /CPRE
CERDAN	Olivier	G ³ /Géo ²	MILLOT	Romain	Géo ²
CHARRON	Stéphanie	Géo ²	MOREAU	Johanna	G ³
CHATELAIN	J-Baptiste	Géo ² /CPRE	MOTELICA	Mickaël	Géo ² /CPRE
CHAUVET	Alain	G ³	NÉGREL	Philippe	Géo ²

CHEN	Yan	G ³ / Géo ²	NOËL	Hervé	Géo ² /CPRE/VSED
CHEVILLARD	Matthieu	G ³	PAUWELS	Hélène	Géo ²
COLOMBANO	Stéfan	Géo ² / CPRE	PERIN	José	G ³
CONIN	Marianne	G ³	PICHAVANT	Michel	G ³
COSSART	Sandra	G ³	PIERRE	Daniel	G ³ / Géo ²
COTTARD	Francis	G ³ / Géo ²	POURADIER	Adrien	G ³
COUDERCY	Laurent	Géo ²	PROUTEAU	Gaëlle	G ³ / Géo ²
COURRIOUX	Gabriel	G ³ / Géo ²	RAMBOURG	Damien	G ³ / Géo ²
COUSIN	Isabelle	Géo ² / CPRE / VSED	RICHARD	Guillaume	G ³ / Géo ²
CROUZET	Catherine	Géo ² / CPRE / VSED	RICHER DE FORGES	Anne	G ³ / Géo ²
DAËLE	Véronique	Géo ² / CPRE / VSED	ROMAN	Sophie	G ³ / Géo ² / CPRE
DAVAIN-CATTEAU	Gabrielle	Géo ²	ROUET	Jean-Louis	G ³ / Géo ²
DAVID	Julien	Géo ²	SABATIER	Stéphane	Géo ² / CPRE
DAYMA	Guillaume	Géo ² / CPRE / VSED	SABOURAULT	Philippe	G ³ / Géo ²
DECK	Olivier	G ³	SCAILLET	Bruno	G ³
DUCOUSO	Marc	G ³	SIMONNEAU	Anaëlle	G ³ / Géo ²
DURANCE	M-Véronique	G ³	SIZARET	Stanislas	G ³ / Géo ²
FALALA	Bruno	Géo ² / CPRE	SLOFCZYK	Aneta.	G ³ / Géo ²
FOURNIER	Éric	G ³	STÜNITZ	Holger	G ³
GABALDA	Sunseare	G ³ / Géo ²	SUIRE	Patrick	Géo ² / CPRE
GAILLARD	Fabrice	G ³ / Géo ²	THIEBLEMONT	Denis	G ³
GIRARDEAU	Ingrid	G ³ / Géo ²	THIERY	Dominique	G ³ / Géo ²
GLOAGUEN	Éric	G ³	TOGOLA	Anne	Géo ²
GOGO	Sébastien	G ³ /Géo ² /CPRE/VSED	TOURLIERE	Bruno	G ³ / Géo ²
GUIMBAUD	Christophe	G ³ / Géo ²	TOURNASSAT	Christophe	Géo ²
GUMIAUX	Charles	G ³ / Géo ²	TUDURI	Johann	G ³
GUNZBURGER	Yann	G ³	VAUTRIN-UI	Christine	Géo ² / CPRE / VSED
GUTIEREZ	Alexis	Géo ²	VILLENEUVE	Jacques	Géo ² / CPRE
GUYONNET	Dominique	G ³ / Géo ²	WYNS	Robert	Géo ² / CPRE
			ZORNIG	Clément	Géo ² / CPRE

En complément de l'équipe pédagogique, les services administratifs de l'OSUC sont à votre disposition pour vous accompagner :

Figure 4c : Equipe administrative

Admissions – Inscriptions – Gestion de la pédagogie :

Martine BODUSSEAU – Responsable du service Scolarité – Bureau E113

martine.bodusseau@univ-orleans.fr

☎ 02 38 49 49 12

Suivi des étudiants, examens, jurys :

Brigitte JAVOY – Gestionnaire pédagogique – Bureau R161

brigitte.javoy@univ-orleans.fr

☎ 02 38 49 48 01

Emplois du temps :

Pascale VIÉ – Gestionnaire pédagogique – Bureau E113

Pascale.vie@univ-orleans.fr

02 38 49 49 50

Conventions de stages, relations internationales, insertion professionnelle et liens avec l'entreprise :

Catherine GIFFAULT – Bureau R161

catherine.giffault@univ-orleans.fr

☎ 02 38 49 47 58

Les stages en master STPE

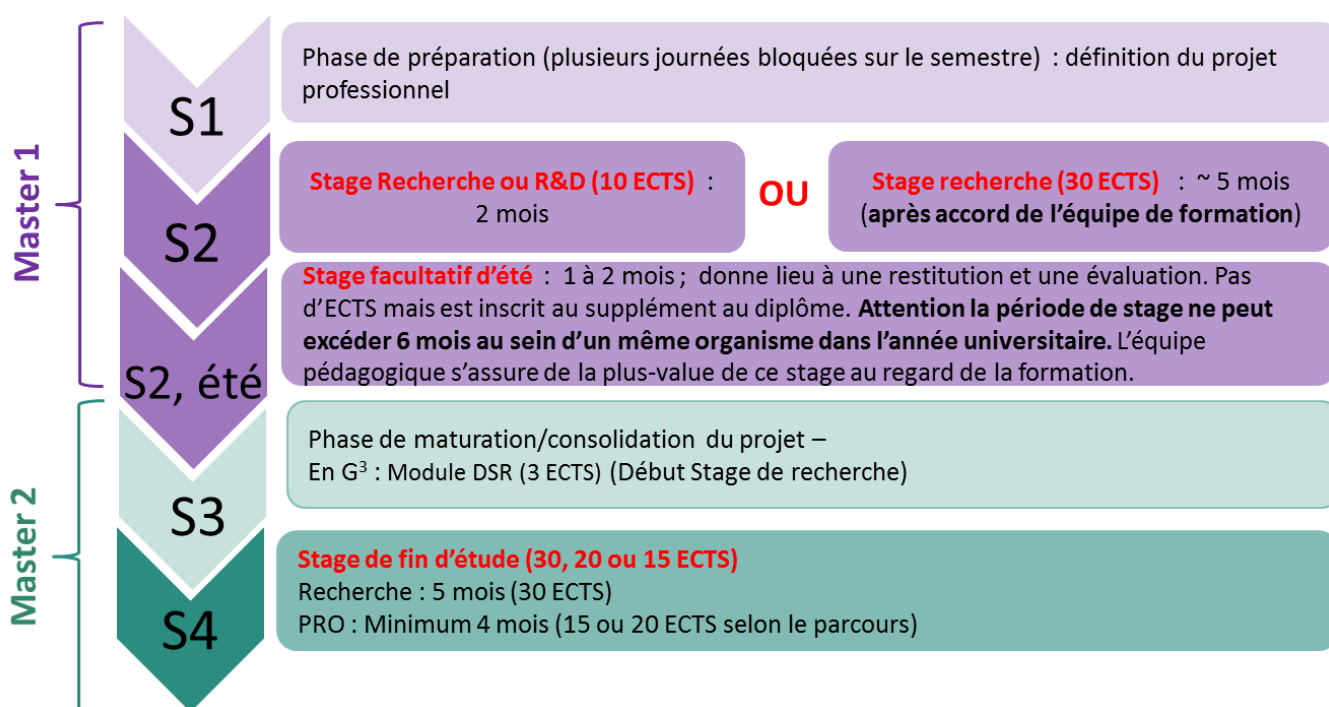
Le stage est une période de mise en situation professionnelle, et correspond à une mise en pratique des connaissances et compétences acquises lors de la formation. La maquette (Figure 3) comprend deux stages attributifs d'ECTS et obligatoires pour l'obtention du diplôme en S2 (10 ou 30 ECTS) et en S4 (15, 20 ou 30 ECTS) respectivement, et un stage d'été facultatif non attributif d'ECTS, ne participant pas à la validation du cursus (S2). Les propositions de stage doivent être validées par l'équipe de formation du master.

En master 1, le stage obligatoire (2 mois, 10 ECTS) peut s'effectuer en laboratoire de recherche (stage « Recherche », à l'université, au CNRS, au BRGM ...) ou en entreprise (stage « Recherche et développement »), selon le projet professionnel de l'étudiant. Les étudiants souhaitant s'orienter vers un stage « Recherche » et présentant un projet très mûre ont la possibilité, après accord de l'équipe de formation, d'effectuer dès le M1 un stage long (~5 mois, 30 ECTS), qui sera alors gratifié.

A la fin du master 1, les étudiants ont la possibilité d'effectuer un stage facultatif « d'été », soit dans la continuité de leur stage obligatoire, dans le même organisme (l'ensemble de la période sera alors gratifié), soit dans une autre structure.

En master 2, les étudiants peuvent effectuer leur stage de fin d'études dans un laboratoire de recherche (~5 mois, 30 ECTS, Université, CNRS, BRGM, INRA etc...). Les soutenances sont alors organisées en juin. Les stages à 15 (parcours G3) ou 20 (parcours Geo2Env) ECTS se déroulent le plus souvent en entreprise et sont complétés pendant le semestre par des modules professionnalisants (nombreux modules dispensés par le BRGM ou Antea). Ces stages durent au minimum 4 mois et les soutenances sont organisées à l'automne

Figure 5 : Organisation des stages au sein du master STPE.



Les stages obligatoires sont évalués par un mémoire et une soutenance orale devant un jury compétent. (Rapport 50% - Oral 50 %). Les rapports et soutenances de stage se déroulent en session unique. Il n'y a pas de compensation entre le bloc théorique et le stage. La note de stage est prise en compte dans la moyenne du semestre mais pour être admis à son semestre, l'étudiant doit être admis à la fois à son bloc théorique et à son UE de stage et/ou mémoire.

Notez qu'en master, il n'y a aucune compensation entre les semestres.

Figure 6 : Durée et période des stages, dates de soutenance des stages obligatoires.

	Semestre	ECTS	Parcours	Durée	Période(s)	Dates de soutenance
Stage recherche [OMA8ST11] ou R&D [OMA8ST12] obligatoire	M1 S2	10	G ³ Geo ² Env	2 mois	23 avril 2019 – 14 juin 2019	13-14 juin 2019
OU Stage recherche obligatoire [OMA8ST13]	M1 S2	30	G ³ Geo ² Env	~5 mois	21 janvier 2019 – 14 juin 2019	13-14 juin 2019
Stage facultatif d'été [OMA8ST14]	M1 S2	Sans ECTS	G ³ Geo ² Env	1 à 2 mois	1 juillet 2019-31 août 2019	Pas de soutenance (restitution et évaluation en fin de stage par encadrants)
Stage de recherche, obligatoire [OMA0ST08]	M2 S4	30	G ³ Geo ² Env	~5 mois	4 février 2019-26 juin 2019	26 juin 2019
OU Stage PRO [OMA0ST09]	M2 S4	15	G ³	4 mois minimum	29 avril 2019 – 30 septembre 2019	Oct/Nov 2019
Stage PRO [OMA0ST12]	M2 S4	20	Geo ² Env	4 mois minimum	4 mars 2019 – 12 avril 2019 23 avril 2019 – 30 septembre 2019	Oct/Nov 2019

Master STPE et Graduate School Orleans Numerique

Le master STPE est partenaire de la Graduate School Orleans Numerique (GSON). L'ambition de GSON est de bâtir de l'interdisciplinarité au sein du campus orléanais, en plaçant les Sciences du Numérique au centre d'un dialogue entre le plus grand nombre de disciplines.



Les étudiants inscrits au master STPE peuvent compléter leur formation dans le domaine du numérique en suivant (sans droits supplémentaires) un ou plusieurs modules offerts par la GSON. Les modules proposés pour cette année universitaire sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

1) Algorithmes pour la résolution de problèmes	12) Data sciences et langage
2) Introduction à Python pour le calcul scientifique	13) Deep Learning pour l'image
3) Programmation haute performance	14) Du CRM au BigData
4) Introduction à l'analyse de données	15) Chimie informatique sous python
5) Data Mining avec le logiciel R	16) Analyse de données par des cas pratiques
6) Data Mining : Fondements et Outils Python	167) Méthodologie de l'économétrie
7) Expérimentations numériques	18) Modéliser des flux avec Comsol Multiphysics
8) Introduction au logiciel SAS	19) Imagerie et interpolation des structures géométriques 3D
9) Big Data avec SAS	20) Analyse Spatiale Prédictive
10) Big Data avec Hadoop	21) SIG Raster et 3D : initiation et modélisation environnementale
11) Biologie : qu'analyse-t-on?	22) Droit de l'informatique

Ces modules sont principalement proposés sous forme de *short course* en janvier 2019 (du 14 au 18 janvier 2019). Cette semaine est donc banalisée dans l'emploi du temps de M1 comme de M2. Certains modules sont aussi proposés le mardi soir (sur 8 semaines, à compter du 1^{er} octobre, de 15h45 à 18h45).

Pour suivre ces modules, il est nécessaire de s'inscrire à la GSON

<http://www.univ-orleans.fr/icon/gson-graduate-school-orleans-numerique>

Enfin, la GSON propose une offre de stages dans le domaine du numérique. Cette offre de stage est consultable sur le site de la GSON.

Les étudiants, ayant validé leur master, au moins deux modules GSON et un stage interdisciplinaire dans le domaine du numérique (en M1 ou en M2) pourront valider (gratuitement) un DU de *data scientist*.

Contenu et objectifs du parcours G³

Ce parcours est focalisé sur la dynamique des processus géologiques endogènes et leur quantification. Il s'appuie sur l'expertise de rang mondial des équipes de recherche de l'ISTO et du BRGM dans les domaines de la métallogénie, de la pétrologie magmatique, de la volcanologie, de la géodynamique et sur le parc analytique et expérimental haute pression-haute température (Equipex PLANEX) déployé à l'ISTO et dans les laboratoires du campus. Chaque semestre, les enseignements sont articulés autour d'une école de terrain (Massif central, Massif armoricain, Andalousie, Maroc ...). Les observations de terrain constituent le cœur des projets/travaux pratiques de géomatique, gestion de données, géologie prédictive, modélisation expérimentale ou numérique. En outre, les diplômés sont sensibilisés aux dimensions et enjeux socio-économiques des géoressources.

En Master 2, deux options permettent aux étudiants du parcours G³ de s'orienter plus spécifiquement vers :

- 1 - L'exploration et la gestion efficace des ressources minérales. Cette option a pour vocation de former des cadres géologues adaptables et responsables dans les domaines de l'exploration et de l'exploitation des ressources minérales (e.g. granulats, minéraux industriels et ressources métalliques). Cette formation prépare à la conduite et à la gestion durable de projets miniers, en France ou à l'international (eg. Orano/Areva, Cemex, Eramet, Koniambo Nickel, Iamgold, Imerys, Innovexplo, Kinross, LafargeHolcim, Newmont, Vicat ...), par la maîtrise des concepts les plus récents en R&D et une bonne connaissance du fonctionnement des structures économiques. La poursuite d'études en doctorat permet d'accéder aux métiers de la recherche appliquée à ces mêmes secteurs.
- 2 - La quantification et la modélisation des processus endogènes (dynamique de la lithosphère, processus magmatiques et métallogéniques). La maîtrise approfondie des outils expérimentaux et analytiques (e.g. expérimentation HP-HT, plateforme Ar/Ar, microscope et microsonde électroniques ...) et de modélisation numérique constitue le socle de cette option et offre un profil de compétences exceptionnel aux étudiants souhaitant se former dans le domaine de la pétrologie, de la volcanologie, de la tectonique, de la géodynamique ou de la métallogénie.

Les diplômés auront une formation de cadre avec un esprit formé à la recherche scientifique pour :

- ➔ Une poursuite en thèse permettant d'accéder aux métiers de la recherche fondamentale ou appliquée dans le secteur public (Universités, CNRS, Ifremer, IRD, BRGM, CEA, INERIS ...) ou dans le secteur privé (par exemple, dans le domaine de la métallogénie, de la géothermie (e.g. CFG services, Fonroche...) des géomatériaux et matériaux (e.g. Saint Gobain...))
- ➔ Une qualification d'ingénieur d'applications : chargé d'études, cadre technique dans les groupes privés et publics, les services de l'Etat ...

Contenu et objectifs du parcours Géo²Env

Ce parcours a pour objectif de former des cadres scientifiques experts du diagnostic environnemental, basé sur de solides connaissances fondamentales et appliquées sur le fonctionnement des milieux naturels et anthropisés. Les outils numériques de la géomatique (bases de données, SIG, cartographie numérique, modélisation 3D, géostatistiques) donnent une compétence déterminante en outils de visualisation et d'aide à la décision.

Ces cadres apporteront leur expertise sur la gestion durable des ressources dans les milieux continentaux, et en particulier les eaux (eaux libres, aquifères) et les sols, dans un contexte de changement global.

Les étudiants développent une vision intégrée et mécaniste des cycles hydro- et bio-géochimiques dans les hydrosystèmes et les milieux associés. Ils ont une connaissance fine des matières (naturelles et anthropiques, polluants), de leurs réactivités et leurs interactions à travers le couplage de processus élémentaires (biologiques, géochimiques et hydrologiques). Ils sont capables de quantifier les flux horizontaux et verticaux de ces matières (transferts de polluants, de sédiments, fonctionnement des aquifères, géothermie, relations entre les différents réservoirs sous-sol-sol-biosphère-atmosphère) de l'échelle du pore à celle du bassin versant.

Ces éléments leur permettent de développer des approches statistiques spatiales et des modélisations pour prédire l'évolution des milieux continentaux sous forçages climatique et anthropique. Au total, ils disposent d'une double compétence en géochimie des milieux continentaux et en géologie numérique/géomatique.

Le parcours Geo²Env apporte une formation de cadres de l'Environnement avec un esprit formé à la recherche scientifique pour :

- ➔ Une poursuite en thèse, et le niveau d'expert des bio-géosystèmes anthropisés : emploi (Enseignant-chercheur, chercheur, Ingénieur de Recherche) dans les organismes publics (BRGM, INRA, IRD, CEREMA, ONEMA, IRSTEA, CIRAD, IRSN, INERIS...) et les grands groupes industriels (Total, Engie, EDF, Veolia, Storengy, etc.) ou les bureaux d'étude de grande envergure (Antea, Neodyme, etc.)
- ➔ Une qualification d'ingénieur d'applications : emploi (chargé d'études, cadre technique en R&D, cadre technique de l'environnement) dans les bureaux d'études, les grands groupes privés et publics, les services de l'Etat, les collectivités, etc.

Offre modulaire du master STPE

Les pages suivantes présentent les fiches des différents modules proposés dans le master STPE. Pour vous aider à vous repérer selon votre parcours, une pastille de couleur indique les modules que vous suivrez (ou pourrez suivre, certains modules étant optionnels en M2 G³) durant votre cursus. Certains modules du parcours Geo²Env sont aussi suivis par les étudiants du master Risques et Environnement (parcours CPRE ou VSED) et sont ainsi signalés par des pastilles de couleur.

LÉGENDES	
G³ G éoressources, G éomatériaux et G éodynamique	
Géo²Env G éochimie et G éomatique de l' E nvironnement	
CPRE C himie, P ollutions, R isques, E nvironnement	
VSED V éhicules et S ystèmes E nergétiques D urables	

SOMMAIRE

Structure du Master « Sciences de la Terre & des Planètes – Environnement »

CODE MODULE	SEMESTRE 1	RESPONSABLE	PAGE
OMA7ST01	Thermochimie	Lionel MERCURY	19
OMA7ST02	Cartographie géologique/géophysique numérique	Anaëlle SIMONNEAU	20
OMA7ST03	Stage de terrain : approche interdisciplinaire	Charles GUMIAUX	22
OMA7ST04	Géologie des gisements minéraux	Éric MARCOUX	24
OMA7ST05	Métamorphisme	Nicole LE BRETON	25
OMA7ST06	Tectonique et géodynamique	Yan CHEN	27
OMA7ST07	Formations superficielles	Anaëlle SIMONNEAU	
OMA7ST7A	EC1 - Altération, pédogénèse	Anaëlle SIMONNEAU	29
OMA7ST7B	EC2 - Stratigraphies & genèse des formations superficielles	Anaëlle SIMONNEAU	21
OMA7ST08	Hydrogéochimie	Sophie ROMAN	
OMA7ST8A	EC1 - Hydrogéologie	Sophie ROMAN	32
OMA7ST8B	EC2 - Géochimie des eaux naturelles	Sophie ROMAN	33
OMA7ST09	Géochimie organique et isotopique	Mohammed BOUSSAFIR	34
CODE MODULE	SEMESTRE 2	RESPONSABLE	PAGE
OMA8ST01	Géostatistiques & modélisation 3D spatialisée	Gautier LAURENT	37
OMA8ST02	Lois de transport dans les hydro-géosystèmes	Jean-Louis ROUET	38
OMA8ST03	Caractérisation physique et chimique des matériaux géologiques	Laurent ARBARET	40
OMA8ST04	Tectonophysique	Hugues RAIMBOURG	41
OMA8ST05	Géologie endogène : terrain d'application	Laurent ARBARET	43
OMA8ST06	Magmatisme	Gaëlle PROUTEAU	45
OMA8ST07	Processus métallogéniques	Stanislas SIZARET	47
OMA8ST08	Géochimie environnementale	Lionel MERCURY	49
OMA8ST09	Terrain, Hydrogéologie / Aquifères	Sophie ROMAN	51
OMA8ST10	Métrologie environnementale	Sébastien GOGO	52
OMA8ST11	Stage de recherche (2 mois)		Fig.6 & Fig.7
OMA8ST12	Stage de recherche et développement (2 mois)		
OMA8ST13	Stage 5 mois		
OMA8ST14	Stage d'été		

CODE MODULE	SEMESTRE 3	RESPONSABLE	PAGE
OMA9ST01	Analyse spatiale et Géologie prédictive	Charles GUMIAUX	56
OMA9ST02	Economie des matières premières minérales	Johann TUDURI	58
OMA9ST03	Stage de terrain métallogénie, géodynamique & magmatisme	Romain AUGIER	59
OMA9ST04	Magmas et volatils	Fabrice GAILLARD	61
OMA9ST05	Hydrothermalisme	Stanislas SIZARET	62
OMA9ST06	Le projet à l'international	Johann TUDURI	64
OMA9ST07	Gouvernance des ressources minérales	Johann TUDURI	65
OMA9ST08	Techniques d'exploitation minière & traitement des minerais	Johann TUDURI	67
OMA9ST09	Expérimentation en Sciences de la Terre	Juan ANDÚJAR Sébastien GOGO	68
OMA9ST10	Outils de modélisation numérique en Sciences de la Terre	Guillaume RICHARD	70
OMA9ST11	Transport réactif	Mohamed AZAROUAL	71
OMA9ST12	DSR – début de stage de recherche	Charles GUMIAUX Fabrice GAILLARD	72
OMA9ST13	Stage de terrain en limnogéologie	Anaëlle SIMONNEAU	73
OMA9ST14	Changements climatiques globaux	Mohammed BOUSSAFIR	74
OMA9RE08	Pollution des eaux & des sols, traitements	Valéry CATOIRE	76
OMA9RE09	Approche projet & qualité – Insertion professionnelle	Clémence AGRAPART Christophe GUIMBAUD	77
OMA9ST30	Géotectonique	UQAM	78
OMA9ST31	Hydrothermalisme	UQAM	79
OMA9ST32	Déformation des gites minéraux	UQAM	80
OMA9ST33	Méthodologie de la communication en Sc de la Terre	UQAM	81
OMA9ST34	Ressources minérales & mondialisation	UQAM	82
OMA9ST35	Activités de terrain	UQAM	83
OMA9ST36	Hydrogéochimie des ressources	UQAM	84
CODE MODULE	SEMESTRE 4	RESPONSABLE	PAGE
OMA0ST01	Environnement minier et après-mine	Dominique GUYONNET	86
OMA0ST02	Resource modelling and evaluation with Surpac ©	Johann TUDURI	87
OMA0ST03	Roches et Minéraux industriels	Éric MARCOUX	88
OMA0ST04	Conduite de projet d'exploration (terrain Maroc)	Johann TUDURI	89
OMA0ST05	Environmental Data Management	Daniel PIERRE	91
OMA0ST06	Economie de l'environnement	Xavier GALIEGUE	93
OMA0ST07	Management & législation de l'environnement	Valéry CATOIRE	95
OMA0ST08	Stage recherche		Fig.6 & Fig.7
OMA0ST09	Stage professionnel G ³		
OMA0ST12	Stage professionnel Géo ² Env		

Master STPE 1^{ère} année

Semestre 1

Code APOGEE	OMA7ST01			OMA7ST02			OMA7ST03		
Intitulé	Thermochimie			Cartographie Géologique Géophysique numérique			Stage de terrain Approche interdisciplinaire		
Responsable	Lionel MERCURY			Anaëlle SIMONNEAU			Charles GUMIAUX		
Volume horaire	48h						45		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		48h			24h	24h			45h
ECTS	5			5			5		
Commun									

Code APOGEE	OMA7ST04			OMA7ST05			OMA7ST06		
Intitulé	Géologie des gisements minéraux			Métamorphisme			Tectonique et Géodynamique		
Responsable	Éric MARCOUX			Nicole LE BRETON			Yan CHEN		
Volume horaire	48h			48h			48h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		18h	30h		33h	15h		24h	24h
ECTS	5			5			5		
Commun									

Code APOGEE	OMA7ST07 Formations Superficielles					
	OMA7ST7A - EC1			OMA7ST7B - EC2		
Intitulé	Altération Pédogenèse			Stratigraphies & genèse des formations superficielles		
Responsable	Anaëlle SIMONNEAU			Anaëlle SIMONNEAU		
Volume horaire	24h			24h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		19h	5h		24h	
ECTS	2			3		
Commun						

Code APOGEE	OMA7ST08 Hydrogéochimie						OMA7ST09		
	OMA7ST8A - EC1			OMA7ST8B - EC2					
Intitulé	Hydrogéologie			Géochimie des eaux naturelles			Géochimie organique & isotopiques		
Responsable	Sophie ROMAN			Sophie ROMAN			Mohammed BOUSSAFIR		
Volume H	24h			24h			48h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		24h			24h			48h	
ECTS	3			2			5		
Commun avec									

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST01 - Thermochimie				
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		28/04/2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				48h		
Seuil de dédoublement :						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
Eléments de géochimie des interactions eau-roche acquis en Licence de Sciences de la Terre						
Objectifs (savoirs et compétences acquis) :						
Comprendre l'application des principes thermodynamiques aux réactions chimiques, contextualisées dans des situations d'intérêt géologique. Maîtriser les principales représentations des équilibres réactionnels de la géochimie et savoir les interpréter. Maîtriser les modèles d'activités, sur les solutions solides et dans le cas des solutions électrolytiques. Comprendre les limites du modèle à l'équilibre.						
Contenu :						
Partie I : 1 ^{er} et 2 nd principes, cycles moteur. Force motrice (TP) sur les équilibres réactionnels. Partie II : Effet de la composition sur les équilibres de phases. Critères d'équilibre chimique. Equilibre et potentiels chimiques. Equation de Gibbs-Duhem et règle des phases. Partie III : Thermodynamique des phases pures. Equations d'état des fluides. Gaz parfait et gaz réel. Introduction à la notion d'activité thermodynamique pour les gaz, liquides, solutés et solides. La constante d'équilibre. Partie IV : Solutions, solutions solides et modèles de solutions. Partie V : les solutions électrolytiques et équilibres entre électrolytes.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1	3h	Ecrit	3h	Ecrit	33% / 67%
• RSE				3h	Ecrit	100%
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				3h	Ecrit	100%
Responsable de l'enseignement :		Lionel MERCURY				
Bibliographie :						
G. ANDERSON (2005) Thermodynamics of natural systems, Cambridge Univ. Press. P. RICHTER (2000) Les bases physiques de la thermodynamique, Belin.BU Sciences 536.7 RIC.						
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur site web université.						
Intervenants et Répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*
Lionel MERCURY	UO	Tout le module				48h

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED							
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST02 - Cartographie géologique Géophysique numérique					
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français			
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		26/04/2018			
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD		TP	
				24h		24h	
Seuil de dédoublement : Salles micro				40 (1gr)	21h	20 (2gr)	3h
				20 (2gr)	3h	12 (3gr)	21h
Descriptif de l'enseignement							
Prérequis : Cartographie géologique, gestion de données sous tableurs, statistiques							
Objectifs (savoirs et compétences acquis) : Concepts de géomatique, interprétation des anomalies géophysiques pour la cartographie, mise en forme des bases de données spatialisées et requêtes, maîtrise des outils SIG pour les géosciences, traitements sur données raster et vecteur, notions de télédétection.							
Contenu :							
CM/TD (24h - commun) : Rappels sur les projections cartographiques ; rappels de cartographie géologique ; principes de géomatique ; méthodologie de montage d'un Système d'Information Géographique, du terrain au logiciel. Les bases de données (BDD) spatialisées : les différents types de structure de BDD ; types de données ; des mesures aux tables numériques ; initiation au langage SQL ; les requêtes attributaires et spatiales ; les bases de données nationales/internationales dans les domaines de l'environnement ou de la cartographie géologique. Notions d'Analyse Spatiale et calculs de paramètres géométriques/statistiques associés. Mesures et cartographie géophysiques : paramètres physiques mesurables ; les capteurs géophysiques ; de la mesure à l'anomalie ; interprétation et notions sur le traitement des anomalies (gravi, mag, électrique, sismique, etc.). Notions de télédétection.							
TD/TP (24h – en groupes thématiques) : La mise en pratique des outils géomatiques est faite sur la base des jeux de mesures et observations réalisées sur le terrain, au cours du stage du début de ce même semestre, ou à partir de couches de données cartographiques disponibles et couvrant ces zones. Manipulations de bases de données : structuration des mesures de terrain ; extraction et exploitation de données de bases 'nationales' existantes. Manipulations sous logiciel SIG de données géologiques et géophysiques : géo référencement, requêtes topologiques et croisements de couches, outils de traitement des données raster (sur données topographiques et grilles géophysiques), outils de traitement statistique des données vectorielles. Les séances de TD et TP seront organisées suivant deux champs d'application distincts et au choix de l'étudiant selon son parcours : « Métrologie environnementale » (Geo ² Env) ou « Synthèse cartographique en domaine de socle » (G ³) (*) pour des raisons d'équipement informatique, certains TD de ce module devront être faits par groupes de 20 étudiants maximum.							
Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE	1		Rapport	2h	Ecrit	50/50	
• RSE				2h	Ecrit 50% rapport 50%		
2 ^{ème} session							
• RNE / RSE				20 mn	Oral (33%) Rapport (67%)		
Responsable de l'enseignement :				Anaëlle SIMONNEAU			

Bibliographie :					
Ressources pédagogiques :					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Bloc 1 (commun) :					
Yan CHEN	UO	Géophysique		9h (40)	
Charles GUMIAUX	UO	Géomatique, BDD, analyse spatiale		6h	
Guillaume MARTELET	BRGM	Géophysique		3h	
Damien RAMBOURG	BRGM	Base de données cartographiques		6h (20)	
Bloc 2 (Geo²Env) :					
Anaëlle SIMONNEAU	UO	Géomatique, traitement des Modèles Numériques de Terrain (MNT), relation SIG/formations superficielles		12h (20)	12h
Bloc 2 (groupes MGM)					
Julien BAPTISTE	BRGM	Géophysique		3h (40)	
Guillaume MARTELET	BRGM	Géophysique		3h (20)	6h
Charles GUMIAUX	UO	Géomatique, BDD, analyse spatiale		6h (20)	6h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

Pour les services : (selon ADE – 4 juin 2018)

NOMS	CM	TD	TP
Yan CHEN		9h	
Charles GUMIAUX		6h	30h
Guillaume RICHARD		3h	
Damien RAMBOURG		12h	
Julien BAPTISTE		3h	6h
Anaëlle SIMONNEAU			21h
Guillaume MARTELET			12h

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST03 - Stage de terrain : Approche interdisciplinaire				
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Fiche mise à jour le		30/07/2018		
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP	
					45h	
Seuil de dédoublement : Transport					8 (5gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Intégration et synthèse de plusieurs approches thématiques sur un même objet géologique						
Prérequis : Cartographie géologique, gestion de données sous tableurs, statistiques						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis)						
Prise en main des outils et des méthodes de travail d'un certain nombre de disciplines géologiques développées au sein de l'Observatoire. Développement d'une vision intégratrice des processus géologiques, à partir des observations et mesures de terrain.						
Contenu :						
Ce camp de terrain a pour vocation de faire émerger de grandes questions scientifiques des observations de terrain et de diriger les étudiants vers une vision synthétique des différents processus interagissant dans les milieux naturels. Ces questions seront reprises durant les deux années de master, dans chacun des parcours. Par ailleurs ce stage de terrain est fortement lié au travail réalisé dans le module « Cartographie géologique/géophysique numérique » dont le but, outre la maîtrise des outils, est de compiler les données de terrain dans un SIG et croiser les couches thématiques mises en forme.						
D'une durée totale de 9 jours, ce stage est divisé en deux parties :						
➤ Un bloc de 6 jours communs aux deux parcours du Master ➤ Un bloc de 3 jours sur des ateliers spécifiques à chaque parcours (G3 ou Geo²Env)						
Bloc 1 : approche interdisciplinaire – 6 jours :						
Cette partie commune aux deux parcours propose une approche originale où une série d'objets géologiques simples sont étudiés grâce à plusieurs approches complémentaires issues de domaines variés des Sciences de la Terre. Ce stage regroupe un nombre limité d'ateliers de perfectionnement disciplinaire et rappels sur les différentes méthodes de travail des disciplines géologiques constituant les points forts de la recherche menée sur le campus Orléanais. Au travers des différentes observations réalisées sur le terrain, ce stage a vocation de donner une lecture naturaliste transverse aux différentes disciplines et de mettre en évidence les différentes relations pouvant exister entre les phénomènes géologiques (tectonique/minéralisations, socle/altération super gène, altération/minéralisations, altération/pédogénèse, structure/hydrologie...). Les ateliers de travail sont réalisés pour cette partie sur des objets géologiques du Domaine Sud Armorica.						
Bloc 2 : ateliers disciplinaires (en fonction du parcours choisi) – 3 jours :						
La seconde partie, sur 3 jours, est spécifique à chaque parcours et sera faite en groupes séparés. Dans cette partie, la formation se focalise sur des objets naturels uniques.						
➤ Gîtologie / Métamorphisme (parcours G3). ➤ Formations superficielles et pédologie (parcours Geo²Env)						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE	1		CR travaux de terrain		Rapport	60% / 40%
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE	Sans objet					

Responsable de l'enseignement : Charles GUMIAUX					
Bibliographie :					
Ressources pédagogiques :					
Livret guide imprimé, guide de rédaction du rapport téléchargeable à partir de l'ENT.					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Mohammed BOUSSAFIR	UO	Sédimentologie, pédologie			45h (**)
Yannick BRANQUET	UO	Géologie structurale, métallogénie			45h (**)
Charles GUMIAUX	UO	Organisateur, géodynamique			45h (**)
Nicole LE BRETON	UO	Pétrologie métamorphique			45h (**)
Anaëlle SIMONNEAU	UO	Formations superficielles, bassins versants			45h (**)

Seuil du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

(**) 3 groupes G3 et 2 groupes Geo²env

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST04 - Géologie des gisements minéraux				
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		30/04/2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				18h	30h	
Seuil de dédoublement : microscopie & échantillons					12 (2gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Bases sérieuses en ressources minérales et en minéralogie.						
Objectifs : Connaître les principaux types de gisements de ressources minérales, avec leurs caractéristiques essentielles. Apprendre à les décrire de l'échelle régionale à celle du microscope, et comprendre leur genèse. Replacées dans leur contexte géologique, ces données permettent de définir des guides indispensables à l'exploration minière, les métallotectes.						
Contenu : Étude des principaux types de concentrations minérales endogènes (porphyres, amas sulfurés, skarns, épithermaux...) et exogènes (placers, BIF, résiduels...) replacées dans leurs contextes géodynamiques. Examen de la morphologie de ces gisements, de la parenté avec les événements géologiques générateurs (magmatisme, sédimentation), des caractéristiques essentielles, et des modalités de genèse. Les séances de TP sont conçues comme des illustrations des cours avec notamment des études multi échelles de gisements avec cartes, levés miniers, échantillons et sections polies. L'accent sera mis sur les études minéralogiques au microscope métallographique et ses implications, et les différentes techniques de cartographie minière. Les TD serviront de premier contact avec les processus minéralisateurs en présentant les phénomènes qui contrôlent la formation des zones de cémentation, et une lecture interprétative des cartes métallogéniques.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				2 h	Ecrit + rapport TP	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				2 h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement :				Éric MARCOUX		
Bibliographie : Géologie des ressources minérales – Michel JÉBRAK et Éric MARCOUX, 2008						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Éric MARCOUX	OSUC	Cours typologie TP microscopie par réflexion, lecture cartes métallogéniques				14h 24h (12)
Johann TUDURI	BRGM	Microscopie par réflexion				6h (12)
Luc BARBANSON	OSUC	Cours gisements sédimentaires TP cartographie minière				4h 18h (12)
Stanislas SIZARET	OSUC	Microscopie par réflexion				12h (12)

* seuil du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST05 - Métamorphisme				
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français (Lecture en anglais)		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		25/04/2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				33h	15h	
Seuil de dédoublement : salles micro					18	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
Connaissances niveau Licence : Minéralogie – Pétrologie métamorphique – Géologie structurale – Géodynamique. Connaissances niveau Master : Thermochimie						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis)						
Consolider les principes de base permettant de construire un trajet P-T. Montrer la nécessité de compléter les connaissances en analyse des textures, en géochronologie et en géothermobarométrie pour construire précisément des trajets P-T-t-d. Apprendre à faire le lien entre un chemin P-T-t-d et le contexte géodynamique Fournir les principes de base et les outils thermo-barométriques les plus courants de la quantification des conditions du métamorphisme Utiliser et intégrer les outils isotopiques dans la datation et la compréhension des processus métamorphiques						
Contenu : Rappel et approfondissement de notions acquises en licence : Le métamorphisme présenté comme un témoin de l'histoire P-T de la croûte terrestre imposée par la tectonique des plaques. Les principes de la reconstitution des trajets P-T(-t-d) (interprétation des observations texturales et microstructurales, exploitation des minéraux zonés, utilisation des faciès métamorphiques et des grilles pétrogénétiques pour évaluer les conditions P-T). La thermobarométrie minéralogique classique : Les thermomètres fondés sur une réaction d'échange (Exemple du thermomètre grenat-biotite) – Les thermomètres fondés sur un solvus – Les baromètres fondés sur une réaction avec transfert net de matière (Exemple du baromètre GASP) – Autres thermobaromètres (Exemple du baromètre des phengites). Radiochronologie : Le fonctionnement de deux des systèmes isotopiques les plus performants et fiables en matière de géochronologie (U/Th/Pb et K/Ar (Ar/Ar)) afin d'apporter des contraintes temporelles à des successions complexes d'événements. Après une revue des aspects théoriques, l'accent est mis sur la présentation d'exemples concrets pour lesquels les datations apportent, outre des âges absolus, des contraintes sur les vitesses d'exhumation ou de déformation comme sur le rôle des fluides ou de la déformation.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				3h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				2h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement :				Nicole LE BRETON		

Bibliographie :

- ALBARÈDE F. (2001) : La géochimie. *Gordon and Breach Science Publishers*
- ALLÈGRE C. J. (2005) : Géologie isotopique. *Belin*
- BARD J.-P. (1990) : Microtextures des roches magmatiques et métamorphiques. *Masson*.
- BARKER A.J. (1998) : Introduction to metamorphic textures and microtextures. *Stanley Thornes (Publishers)Ltd*.
- NICOLLET C. (2017) : Métamorphisme et géodynamique. *Dunod*.
- SPEAR F.S. (1993) : Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths. *Washington, DC, Mineral.Soc.Am.*
- VERNON R.H. & CLARKE G.I. (2008) Principles of metamorphic petrology. *Cambridge University Press*

Publications : *Journal of Metamorphic Geology, Journal of Petrology, Lithos, European Journal of Mineralogy, American Mineralogist, Elements, Contribution to Mineralogy and Petrology, etc.*

Ressources pédagogiques : Polycopiés. Présentations Power Point servant de supports aux enseignements et corrigés d'exercices déposés sur la plateforme de cours en ligne CELENE ;

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Nicole LE BRETON	OSUC	Pétrologie métamorphique Thermobarométrie minérale		21h	15h (18)
Romain AUGIER	OSUC	Radiochronologie		12h	

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST06 - Tectonique et Géodynamique				
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		06/07/2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				24h	24h	
Seuil de dédoublement :						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Bases solides en pétrologie magmatique, métamorphique, géologie structurale, géophysique.						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) A l'issue de cette unité, l'étudiant aura acquis le principe des principales méthodes d'investigation géophysiques de grande échelle: croûte continentale et océanique, lithosphère et asthénosphère. Il aura par ailleurs une connaissance approfondie de dynamique des zones de convergence incluant des notions fondamentales sur la distribution de la déformation, du métamorphisme, du magmatisme et de bassins sédimentaires et des fluides circulant entre ces différents ensembles.						
Contenu : Cette unité d'enseignement est divisée en deux grandes parties. La première aborde la structure et la dynamique de la lithosphère et de la croûte grâce aux outils géophysiques: sismologie, géodésie, paléomagnétisme, gravimétrie. La seconde partie s'attache à décrire, à partir d'exemples actuels et anciens, la dynamique de la lithosphère en contexte de convergence depuis la subduction, la collision jusqu'à l'effondrement post-orogénique. Les processus sédimentaires, magmatiques, métamorphiques et structuraux actifs lors de ces diverses étapes sont replacés dans le cadre de la convergence lithosphérique. Le cas des chaines intracontinentales est également abordé. La dynamique lithosphérique sera envisagée dans le cadre plus globale de la convection mantellique.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE				2h	Ecrit	
• RSE				2h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE				2h	Ecrit	
• RSE				2h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement : Yan CHEN						
Bibliographie : - Geodynamics (Serge LALLEMAND, Laurent JOLIVET, Henri-Claude NATAF 1995), - Fundamental of Geophysics (William LOWRIE, 1997) ainsi que des articles spécialisés en anglais						
Ressources pédagogiques :						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Guillaume RICHARD	OSUC	Tectonique, géodynamique		4h50	3h50
Laurent ARBARET	OSUC	Magmatisme		3h50	2h50
Charles GUMIAUX	OSUC	Comportement de croûte		1h50	1h50
Yan CHEN	OSUC	Géophysique		7h50	7h50
Romain AUGIER	OSUC	Tectonique, géodynamique		4h	4h
Hugues RAIMBOURG	OSUC	Tectonique		3h	5h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

Convection mantellique et tectonique des plaques, nombre de Rayleigh, subduction (Guillaume RICHARD): 8h

Subduction, prismes d'accrétion, chaîne d'avant pays, mécanique des milieux fragiles, rôle des fluides (Hugues RAIMBOURG) : 8h

Chaînes de collision, coupe des Alpes, structure et enregistrements sédimentaires et métamorphiques, effondrement post-orogénique, Massif Central-Appenins (Romain AUGIER) : 8h

Magmatisme d'arc & magmatisme associé au stade collisionnel & post-collisionnel (Laurent ARBARET) : 6h

Comportement de croûte chaude : application au Précambrien & au mésozoïque du SE de l'Asie (Charles GUMIAUX) : 3h

Sismologie et géodésie, paléomagnétisme (Yan CHEN) : 15h

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST7A - Altération, pédogénèse - EC1				
Module souche		OMA7ST07 - Formations superficielles From rocks weathering to soils and sediments				
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		30/07/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				19h	5h	
Seuil de dédoublement : Terrain				40	8 (3gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Eléments de pédologie, de sédimentologie, de stratigraphie, de géologie et de chimie générale acquis en Licence						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Comprendre les processus d'altération des roches et de formation des sols à partir des matériaux issus de l'altération.						
Contenu : Processus d'altération, processus de concentration supergènes. Principaux processus de pédogénèse, différenciation des horizons, réorganisations à l'échelle du profil de sol.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1	2h	Ecrit			
• RSE				2h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE				1h30	Ecrit	
• RSE						
Responsable de l'enseignement :				Anaëlle SIMONNEAU		
Bibliographie :						
M.C. GIRARD, C. SCHWARTZ, Bernard JABIOL, 2011. Etude des sols, Dunod. Denis BAIZE, Bernard JABIOL 2011. Guide pour la description des sols, Quae. DEWOLF Y. BOURRIÉ G., 2008. Les formations superficielles, Ellipses. ALLEN P., 1997. Earth Surface Processes, Blakwell Science. M CAMPY, J-J MACAIRE, 2013. Géologie de la surface, Dunod.						
Ressources pédagogiques : support de cours sur l'ENT						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
xxx	UO	Pédologie		4h	
Robert WYNS	BRGM	Altération		9h	
Marine LACOSTE	INRA	Pédologie		3h	
Anne RICHER DE FORGES	INRA	Pédologie		3h	
xxx	UO	Pédologie (sortie terrain)			5h (8)
Alexandre BEAUDOIN	UO	Pédologie (sortie terrain)			5h (8)
Christophe GUIMBAUD	UO	Pédologie (sortie terrain)			5h (8)
Anaëlle SIMONNEAU	UO	Pédologie (sortie terrain)			5h (8)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement			OMA7ST7B - Stratigraphies & genèse des formations superficielles - EC2			
Module souche			OMA7ST07 - Formations superficielles From rocks weathering to soils and sediments			
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		30/07/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				24h	h	
Seuil de dédoublement :				40		
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Eléments de pédologie, de sédimentologie, de stratigraphie, de géologie et de chimie générale acquis en Licence						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Distinguer les dépôts quaternaires résultant de processus continus et de la mise en place d'événements environnementaux. Comprendre les relations érosion-transport-sédimentation sur le continent depuis la tête d'un bassin versant jusqu'au pied de la pente du talus continental						
Contenu : Stratigraphies et genèse des formations superficielles, mécanismes de base de l'érosion hydrique, fonctionnement spatial, méthodes de mesure et modélisation de l'érosion.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1	2h	Ecrit			
• RSE				2h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE				1h30	Ecrit	
• RSE						
Responsable de l'enseignement : Anaëlle SIMONNEAU						
Bibliographie : - M.C. GIRARD, C. SCHWARTZ, Bernard JABIOL, 2011. Etude des sols, Dunod. - Denis BAIZE, Bernard JABIOL 2011. Guide pour la description des sols, Quae. - DEWOLF Y. BOURRIÉ G., 2008. Les formations superficielles, Ellipses. - ALLEN P., 1997. Earth Surface Processes, Blakwell Science. - M CAMPY, J-J MACAIRE, 2013. Géologie de la surface, Dunod.						
Ressources pédagogiques : support de cours sur l'ENT						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Anaëlle SIMONNEAU	UO	Cascade sédimentaire, approche source-puits				6h
Frédéric DARBOUX	INRA	Erosion des sols				18h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED							
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST8A - Hydrogéologie – EC1					
Module souche		OMA7ST08 - Hydrogéochimie					
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français			
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		04/05/2018			
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP		
				24h			
Seuil de dédoublement							
Descriptif de l'enseignement							
Prérequis : Eléments d'hydrogéologie acquis en Licence de Sciences de la Terre.							
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Comprendre et maîtriser les notions et concepts nécessaires à une bonne représentation des ressources en eau et à leur gestion durable eau. Maîtrise de la pratique de logiciel pour la modélisation des écoulements souterrains.							
Contenu : ➤ Bilan hydrologique : Relation pluie/débit/ infiltration, couplage surface/souterrain. Aquifères libres et captifs : temps de séjour, volume représentatif. Effets d'échelle : du local au régional. Etude quantitative : essai de puits (Theis et Jacob). ➤ Piézométrie, charge hydraulique, écoulement : vitesse et volume. Loi de Darcy. Lignes et réseau d'écoulement, effets des conditions aux limites. Régime permanent en aquifères libre ou captif. Prélèvements d'eaux et écoulements souterrains. ➤ Pratique de la modélisation sous Marthe ou autre logiciel de référence : paramètres nécessaires ; conditions aux limites, visualisation.							
Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE / RSE	1		Rapport écrit sur projet			100%	
2 ^{ème} session							
• RNE / RSE				3h	Ecrit	100%	
Responsable de l'enseignement :				Sophie ROMAN			
Bibliographie : Applied Hydrogeology, C.W. FETTER, Prentice Hall. // Groundwater, R.A. FREEZE & J.A. CHERRY. C.A.J. Appelo & D. Postma (2005) Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd Ed., Balkema. // G. MICHARD (2002) Chimie des eaux naturelles, 2nd Ed., Publisud.							
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur site web université.							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*	TP*
Sophie ROMAN	UO	Hydrogéologie				18h	
Nadia AMRAOUI		Modélisation sous Marthe				6h	

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED							
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA7ST8B - Géochimie des eaux naturelles - EC2					
Module souche		OMA7ST08 - Hydrogéochimie					
Semestre	1	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français			
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		04/05/2018			
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP		
				24h			
Seuil de dédoublement :							
Descriptif de l'enseignement							
Prérequis : Eléments d'hydrogéologie et de géochimie des eaux, acquis en Licence de Sciences de la Terre.							
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Comprendre et maîtriser les notions et concepts nécessaires à une bonne représentation des ressources en eau et à leur gestion durable eau. Introduction à la régulation chimique dans les aquifères naturels : acquisition du fond géochimique naturel, résilience aux effets anthropiques.							
Contenu : ➤ Tampons acido-basiques en milieux naturels: réserve alcaline, pH, résilience. ➤ Tampons redox en milieux naturels : métaux et métalloïdes et événements anoxiques. ➤ Chromatographie géochimique en milieux naturels : silicates primaires et secondaires ; carbonates et évaporites.							
MODALITÉS DE CONTRÔLE DE CONNAISSANCES							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE / RSE	1		Rapport écrit sur projet			100%	
2 ^{ème} session							
• RNE / RSE				3h	Ecrit	100%	
Responsable de l'enseignement :				Sophie ROMAN			
Bibliographie : Applied Hydrogeology, C.W. FETTER, Prentice Hall. // Groundwater, R.A. FREEZE & J.A. CHERRY. C.A.J. Appelo & D. Postma (2005) Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd Ed., Balkema. // G. MICHARD (2002) Chimie des eaux naturelles, 2nd Ed., Publisud.							
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur site web université.							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*	TP*
Lionel MERCURY	UO	Géochimie des eaux naturelles				24h	

*seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS :**G³****Geo²Env****CPRE****VSED****Intitulé de l'Unité d'Enseignement****OMA7ST09 - Géochimie organique et isotopique****Semestre****1****Langue de l'enseignement****Anglais****Crédits ECTS / Coefficient****5****Mise à jour le****Mai 2018****Volume horaire total****48h****Dont****CM****TD****TP****48h****Seuil de dédoublement :****Descriptif de l'enseignement****Prérequis :****Bloc 1 :** Eléments d'hydrogéologie acquis en Licence de Sciences de la Terre.**Bloc 2 :** Eléments d'hydrogéologie et de géochimie des eaux, acquis en Licence de Sciences de la Terre.**Objectifs :** (savoirs et compétences acquis)**Bloc 1 :** Comprendre et maîtriser les notions et concepts nécessaires à une bonne représentation des ressources en eau et à leur gestion durable eau. Maîtrise de la pratique de logiciel pour la modélisation des écoulements souterrains.**Bloc 2 :** Comprendre et maîtriser les notions et concepts nécessaires à une bonne représentation des ressources en eau et à leur gestion durable eau. Introduction à la régulation chimique dans les aquifères naturels : acquisition du fond géochimique naturel, résilience aux effets anthropiques.**Contenu :****Bloc 1 : Hydrogéologie**

- Chimie du vivant :
 - Contrôles environnementaux, chimiotaxonomie/évolution – Claude LE MILBEAU (3h)
 - Métabolismes plantes et microbes (Photosynthèse, respiration, sulfato-réduction, dénitrification, méthanogénèse...) – Fatima LAGGOUN (3h)
- Chimie du post-mortem / Thanatochimie – Mohammed. BOUSSAFIR (12h)
 - Distribution, transfert réactif, diagenèse du C et de la MO dans les environnements supergènes
 - Géochimie des combustibles fossiles
- Traceurs environnementaux et proxies climatiques : historique, nature, identification et développement (calibration, validation) – Jérémy Jacob (3h)
- Carbones anthropogéniques (hydro/halocarbures, perturbateurs endocriniens, composés xénobiotiques) dans l'environnement. - A. TOGOLA (3h)

Bloc 2 : Géochimie isotopique

- Bases d'isotopie : réservoirs et cycles, fractionnements isotopiques, conventions, normes – Christophe GUIMBAUD (3h)
- Isotopie de l'eau – P. NEGREL (6h) et H. PAUWELS (6h)
 - Approches multi isotopes (O, H, Sr, Nd, Pb, B, Li) des hydrosystèmes de surface et profonds Nitrates.
 - H et O (H₂O, CO₂, SO₄) sur hydrosystèmes profonds et chauds (Géothermie, stockage de CO₂) ³⁴S, ¹⁸O (SO₄). Hydrosystèmes superficiels et peu profonds - traçage, après-mine, salinisation, processus redox.
- Isotopie des matières minérales et des métaux – Romain MILLOT (3h)
 - Géothermie, transport réactif, interactions eau-roche
 - Polluants métalliques (Li, Cu, Pb, Zn), sources et transferts dans les BV
- Isotopie des matières organiques - J. Jacob (5h)
 - Fractionnements biogéochimiques (O, C, H, N) et traçage des processus biotiques

Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
RNE / RSE				3h	Ecrit	100%
2 ^{ème} session						
• RNE				3h	Ecrit	100%
Responsable de l'enseignement :				Mohammed BOUSSAFIR		
Bibliographie : Géologie de la matière organique (Vuibert), Introduction to Organic Geochemistry (Blackwell), Timothy EGLINTON & Geoffrey EGLINTON 2008. Molecular proxies for paleoclimatology. Earth and Planetary Science Letters 275, 1-16.						
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur CELENE						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom		Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD* TP*
Bloc 1 : Hydrogéologie						
Claude LE MILBEAU		UO	Contrôles environnementaux, chimiotaxonomie/évolution			3h
Fatima LAGGOUN		CNRS	Métabolismes plantes & microbes (Photosynthèse, respiration, sulfato-réduction, dénitrification, méthanogénese			4h
Mohammed BOUSSAFIR		UO	Chimie du post-mortem / Thanathochimie			12h
Anne TOGOLA		BRGM	Carbones anthropogéniques (hydro/halocarbures, perturbateurs endocriniens, composés xénobiotiques) dans l'environnement			3h
Jérémy JACOB		CNRS	Traceurs environnementaux & proxies climatiques : historique, nature, identification et développement			3h
Bloc 2 : Géochimie isotopique						
Jérémy JACOB		CNRS	Isotopie des matières organiques			5h
Philippe NÉGREL		BRGM	Isotopie de l'eau			6h
Hélène PAUWELS		BRGM	Isotopie de l'eau			5h
Christophe GUIMBAUD		UO	Bases d'isotopie : réservoirs & cycles, fractionnements isotopiques, conventions, normes			3h
Romain MILLOT		BRGM	Isotopie des matières minérales & des métaux			4h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

Semestre 2

Code APOGEE	OMA8ST01			OMA8ST02			OMA8ST03		
Intitulé	Géostatique & modélisation géologique 3D			Loi de transport dans les hydrogéosystèmes			Caractérisation phys. & chimique de matériaux géologiques		
Responsable	Gautier LAURENT			Jean Louis ROUET			Laurent ARBARET		
Volume H	36h			24h			24h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		9h	27h		12h	12h		4h	8h
ECTS	3			2			2		
Commun avec									

Code APOGEE	OMA8ST04			OMA8ST05			OMA8ST06		
Intitulé	Tectonophysique			Géologie endogène Terrain			Magmatisme		
Responsable	Hugues RAIMBOURG			Laurent ARBARET			Gaëlle PROUTEAU		
Volume H	48h			65h			48h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		48h				65h		27h	21h
ECTS	3			4			3		
Commun avec									

Code APOGEE	OMA8ST07			OMA8ST08			OMA8ST09		
Intitulé	Processus métallogénique			Géochimie environnementale			Stage de terrain Hydrogéologie/Aquifères		
Responsable	Stanislas SIZARET			Lionel MERCURY			Sophie ROMAN		
Volume H	36h			48h			45h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		18h	18h		48h				45h
ECTS	3			4			4		
Commun avec									

Code APOGEE	OMA8ST10			OMA8ST11			OMA8ST12		
Intitulé	Métrologie environnementale			Stage Recherche 2 mois			Stage Recherche & développement - 2 mois		
Responsable	Sébastien GOGO			Responsable parcours			Responsable parcours		
Volume H	24h			10h			1h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		10h	14h		10h			1h	
ECTS	5			10			10		
Commun avec									

Code APOGEE	OMA8ST13			OMA8ST14		
Intitulé	Stage – 5 mois			Stage d'été		
Responsable	Responsable parcours			Responsable parcours		
Volume H						
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP
ECTS	30					
Commun avec						

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST01 - Géostatistiques & Modélisation géologique 3D				
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP	
				9h	9h	18h
Seuil de dédoublement				40	20 (2gr)	12 (3 gr)
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : <i>Modules :</i> cartographie géologique/géophysique numérique, cartographie structurale (terrain Semestre2) ; Formations superficielles (S1). <i>Notions :</i> gestion de données sous tableurs, statistiques, cartographie numérique, interprétation des anomalies de champs de potentiels, bases en sédimentologie de bassin et en géomorphologie (bassins versants)						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Ce module forme à la maîtrise des outils d'analyse et d'interpolation des variables régionalisées à travers l'approche géostatistique. Il offre aussi une formation à la modélisation des structures géologiques en 3D à travers l'intégration de données géologiques, cartographiques, et géophysiques. Les principes théoriques et des TD d'apprentissage des calculs géostatistiques seront enseignés dans un bloc commun (18h). Dans un second temps (bloc 2), les étudiants choisiront, en fonction de leur parcours de Master, de suivre des travaux de mise en application de ces approches soit (i) dans le domaine de la géologie de 'socles', soit (ii) dans le domaine de « géologie de surface ». Ces blocs donneront lieu à des enseignements en groupes de TD et TP séparés. Les objets d'application de ce module correspondent aux zones étudiées dans le cadre du module 'terrain' organisé pendant le semestre 2 du Master.						
Contenu : Bloc 1 (18h – commun) : Concepts et principes de géostatistiques : théorie et applications numériques (TDs). Introduction à la modélisation 3D et ses applications en Sciences de la Terre. Détails des méthodes d'interpolation des structures géologiques en 3D (surface d'élévation, surfaces implicites, ...) Bloc 2 (18h – en groupes thématiques) : Prise en main d'une démarche complète de modélisation depuis le traitement des données de surface (observations et mesures géologiques et/ou morphologiques) et de sub-surface (traitement des données géophysiques), le choix de la méthode d'interpolation, le calcul du modèle géométrique, sa validation puis son exploitation. Bloc 2 Choix 1 - G3 : Applications sur les domaines de socles Ces travaux dirigés et pratiques seront effectués en utilisant le logiciel 3DGeomodeler© développé au BRGM. Séances d'apprentissage des principes et outils du logiciel. Interpolation d'un modèle géologique 3D à partir (i) des relevés de terrain effectués pendant le stage de terrain, au cours du même semestre, et (ii) des données géophysiques/forages mises à disposition. Bloc 2 Choix 2 - Geo ² Env : Applications en géologie de surface Initiation au logiciel Kingdom® (création de projet, gestion et interprétation de profils sismiques réflexion). Ce logiciel est largement utilisé par les laboratoires de recherche académiques et les industriels, et notamment les industriels pétroliers. L'étudiant sera amené à créer et gérer un projet, afin d'interpréter des profils sismiques réflexion. Il sera initié à l'exportation et l'extrapolation de données acoustiques dans le but de générer des cartes thématiques concernant des zones de dépôts sédimentaires particuliers ou des zones de gaz pouvant témoigner de la présence d'hydrocarbures. Par suite, la parallèle entre remplissage des bassins et géomorphologie des bassins versants pourra être faite via le traitement avancé des modèles numériques de terrain : calculs d'écoulements sur topographies numériques, bilans de flux sédimentaires.						

Modalités de contrôle des connaissances

NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1^{ère} session						
• RNE	1 1	2h	Rapport (50%) Ecrit (50%)			
• RSE				2h	Rapport (50%) Ecrit (50%)	50% / 50%
2^{ème} session						
• RNE / RSE				20mn	Oral + Rendu rapport	100%

Responsable de l'enseignement : Gautier LAURENT

Bibliographie :

- Bourgin B. (2008) – Analyse géostatistique à l'aide du programme Geostat2D. BRGM- 56354-FR
- Wackernagel H. (1998) – Multivariate Geostatistics, Springer-Verlag, Berlin, Germany ; 283p.
- P. Calcagno, J.P. Chiles, G. Courrioux, A. Guillen (2008), Geological modelling from field data and geological knowledge: Part I. Modelling method coupling 3D potential-field interpolation and geological rules, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 171(1-4), p. 147-157. : <http://sdc.univ-orleans.fr/>
- Guillen, Ph. Calcagno, G. Courrioux, A. Joly, P. Ledru (2008), Geological modelling from field data and geological knowledge: Part II. Modelling validation using gravity and magnetic data inversion. In Physics of the Earth and Planetary Interiors, 171(1-4), p. 159-169. <http://sdc.univ-orleans.fr/>
- Martelet G., Calcagno P., Gumiaux C., Truffert C., Bitri A., Gapais D. and Brun J.P. (2004), Integrated 3D geophysical modelling of the Hercynian Suture Zone in the Champtoceaux area (south Brittany, France), Tectonophysics, 382, p. 117-128. <http://sdc.univ-orleans.fr/>
- Damien Do Couto. Evolution géodynamique de la Mer d'Alboran par l'étude des bassins sédimentaires. Sciences de la Terre. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2014. Français.
- Simonneau et al., 2013, Mass-movement and flood-induced deposits in Lake Ledro, southern Alps, Italy: implications for Holocene palaeohydrology and natural hazards, Climate of the Past, 9, pp.825-840.
- Schnellmann et al., 2005, Mass movement-induced fold-and-thrust belt structures in unconsolidated sediments in Lake Lucerne (Switzerland), Sedimentology, 52, pp. 271-289.

Ressources pédagogiques :

- Logiciel GEOSTAT 2D (Brgm-Orléans ; fourni en séances de TD)
- Logiciel Geomodeler3D (Brgm-Orléans ; fourni en séances de TD).
- Logiciel IHS Kingdom® : Seismic and Geological Interpretation Software (fourni en séances de TD).

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Bloc 1 : (commun) (2gr)				9h	9h
Bernard BOURGINE	BRGM	Géostatistiques		6h	9h (20)
Stanislas SIZARET	U.O.	Géostatistiques			9h (20)
Philippe CALCAGNO	BRGM	Modélisation 3D		3h	
Bloc 2 : (G³) (3 gr)					18h
Philippe CALCAGNO	BRGM	Modélisation 3D			6h (12)
Sunseare GABALDA	BRGM	Modélisation 3D			6h (12)
Gabriel COURRIOUX	BRGM	Modélisation 3D			6h (12)
Charles GUMIAUX	U.O.	Modélisation 3D			6h (12)
Charles GUMIAUX	U.O.	Géophysique			6h (12)
Guillaume MARTELET	BRGM	Modélisation 3D			6h (12)
Guillaume MARTELET	BRGM	Géophysique			6h (12)
Bloc 2 : (Geo²Env) (3 gr)					18h
Anaëlle SIMONNEAU	U.O.	Modélisation 3D de bassins			18h (12)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement			OMA8ST02 - Lois de transports dans les hydro-géosystèmes			
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		04/05/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				12h	12h	
Seuil de dédoublement Salles info					10	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Bases d'hydrogéologie (perméabilité, porosité, gradient de pression, loi de Darcy).						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) ➤ Comprendre les processus de transport de la matière et de la chaleur. ➤ Savoir modéliser les phénomènes de transports. ➤ Connaître la hiérarchie des modèles. ➤ Comprendre et utiliser les paramètres sans dimension. ➤ Utiliser de façon raisonnée un code par éléments finis.						
Contenu : ➤ Équation de conservation, équations de transports convectif et diffusif (équation de la chaleur), transport de solutés. Introductions aux équations de Navier-Stokes et à la loi de Darcy. ➤ Initiation à la modélisation pour les hydro-géosystèmes poreux ou fracturés, initiation au couplage entre transport de masse et de chaleur. ➤ Initiation et utilisation d'un code par éléments finis ➤ Application aux hydro-géosystèmes : systèmes hydrothermaux, géothermie et migration des polluants dans un aquifère.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				30mn	Oral sur projet	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				30 mn	Oral	
Responsable de l'enseignement : Jean-Louis ROUET						
Bibliographie : • D.L. Turcotte and G. Schubert, Geodynamics, Cambridge University Press, Cambridge, 2002 • M. Rappaz, M. Bellet, M. Deville, Modélisation en science et génie des matériaux, presse polytechnique et universitaires romandes, Lausanne, 1998						
Ressources pédagogiques : fascicule en ligne, Comsol : aide en ligne						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Stanislas SIZARET	OSUC	Transferts chimiques				3h 12h (10)
Yannick BRANQUET	OSUC	Transferts thermiques				3h 12h (10)
Jean-Louis ROUET	OSUC	Méthodes numériques				6h
Sophie ROMAN	OSUC	Transferts dans les milieux de sub-surface				12h (10)
Guillaume RICHARD	OSUC	Transfert & liquides silicatés				12h (10)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST03 - Caractérisation physique & chimique des matériaux géologiques <i>Geomaterials physical & chemical characterization</i>				
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français ou Anglais		
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				6h	9h	9h
Seuil de dédoublement				40	20 (2 gr)	4 (6 gr)
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : En fonction du projet choisi, les modules du premier semestre correspondants Geo2Env ou MGM.						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Maitriser les outils d'analyses des matériaux géologiques avec des approches théorique et pratique. Savoir traiter les données d'analyses et les interpréter. Contrôler la qualité des données acquises. Mise en pratique sur un outil analytique utilisé dans le cadre du projet de recherche M1.						
Contenu :						
TD (6h) ➤ Spectrométrie de masse : Absorption / Diffusion / Emission. Spectre électromagnétique. Vibrations. Interaction matière – rayonnement (Application au Raman et IR). ➤ Principes de la diffusion et de la réfraction des rayons X (application au MEB, sonde, DRX, Micro-tomographe). ➤ Chromatographie (application à l'analyseur élémentaire et CGMS)						
TP (9h) ➤ Projet de recherche par groupe de 6 sur un outil analytique déterminé selon le projet personnel et sur une liste définie en début d'année.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE					Rapport écrit individuel	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE					Rapport écrit individuel	
Responsable de l'enseignement : Laurent ARBARET						
Bibliographie : Fournie en début de module en fonction du projet analytique choisi.						
Ressources pédagogiques : Documents et manuels sur l'ENT						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Laurent ARBARET	OSUC	Cours techniques analytiques et validité des données (RX)				2h 3h
Gaëlle PROUTEAU	OSUC	Cours techniques analytiques et validité des données (Spectrométrie)				2h 3h
Mohammed BOUSSAFIR	OSUC	Cours techniques analytiques & validité des données (Chromatographie)				2h 3h
Ens ou collaborateur	OSUC	Selon projet				9h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST04 - Tectonophysique			
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français	
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		26/04/2018	
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP
				48h	
Seuil de dédoublement					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis :					
Géodynamique (M1), Caractérisation physique et chimique des matériaux géologiques (M1)					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis)					
▪ Décrire les propriétés physiques des matériaux géologiques profonds ▪ Décrire et mettre en équation les différents modes de déformation des matériaux géologiques ▪ Modéliser des cas de figures naturels de déformation, à toutes les échelles					
Contenu :					
A. Mise en évidence de la structure et/dynamique des enveloppes et matériaux terrestres à partir de leurs propriétés physiques (10h): ➤ Les enveloppes de la Terre, à partir des propriétés acoustiques et sismiques ➤ La présence de liquide magmatiques à la limite lithosphère-asthénosphère et dans les zones de subduction collision, à partir des propriétés électriques ➤ Le refroidissement de la lithosphère océanique à la ride (refroidissement d'un demi-espace infini), à partir des propriétés thermiques et des mesures du flux de chaleur ➤ Les transferts d'eau dans un matériau poreux, à partir des propriétés de porosité-perméabilité ➤ La tectonique des plaques, mise en évidence à partir des propriétés magnétiques B. Le comportement mécanique des roches (38h) ➤ Les grands types de comportement mécanique (solide-fluide, fragile, visqueux, plastique, fluage, élastique, poroélastique) (2h) ➤ B1-Mécanique des fluides (GR) (8h) : viscosité, écoulement de Stokes, écoulement de Couette, onde de compaction, modélisation biphasique ➤ B2-Rhéologie des magmas (LA) (8h): Ecoulement des suspensions magmatiques et structuration pénétrative, comportement mécanique des mushs et localisation de la déformation, liens avec l'extraction des liquides et fluides tardifs. Cours + applications analogiques et expérimentales (LA) ➤ B3-Mécanique de la croûte : Mécanique des milieux superficiels (8h): Rappel sur le tenseur des contraintes, cercle de Mohr, méthodes microtectoniques, mécanique de la friction et comportement des failles (cycle sismique, conditions pour les instabilités), introduction aux processus de pression-dissolution, déformation expérimentale (8h) Mécanique des milieux ductiles (10h) : Définition des dislocations et de la plasticité, processus de diffusion, méthodes de caractérisation (textures cristallographiques, mise en évidence en microscopie optique et à l'EBSD), observation d'échantillons naturels, déformation expérimentale, lois de fluage, cartes de déformation Enveloppes rhéologiques (2h) : ➤ Intégration des différentes lois pour obtenir un profil rhéologique de la lithosphère, application aux différents contextes géodynamiques					

Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1	2h	Ecrit	2h	Ecrit	40% / 60%
• RSE				2h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE				2h	Ecrit	
• RSE						
Responsable de l'enseignement :				Hugues RAIMBOURG		
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenant et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Hugues RAIMBOURG						16h
Laurent ARBARET						8h
Guillaume RICHARD						10h
Fabrice GAILLARD						2h
Yan CHEN						2h
Holger STÜNITZ						10h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST05 - Géologie endogène : terrain d'application Intégration géophysique & géomatique			
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français (lecture en anglais)	
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		24/05/2018	
Volume horaire total	65h	Dont	CM	TD	TP
					65h
Seuil de dédoublement : Terrain					8
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : Bases solides en pétrologie magmatique, métamorphique, en géologie structurale et en métallogénie acquises en licence et dans les modules du M1 (Géologie des gisements minéraux, Métamorphisme, Cartographie géologique-géophysique numérique, Magmatisme, Processus métallogéniques, Tectonique et géo-dynamique....)					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Cette école de terrain a pour objectif la mise en application de l'expertise théorique acquise au cours de la première année de Master dans les domaines fondamentaux de la géologie profonde. Différents ateliers de cartographie et relevés géologiques par coupes et rainurages permettront de mettre en application les trois grandes disciplines représentatives de l'expertise de l'ISTO. Le remplacement dans le contexte géodynamique global sera épaulé par l'intégration de données géophysiques et la spatialisation des données par les outils SIG.					
1 - Magmatologie/volcanologie : Analyse lithologique et sédimentologique des dépôts pyroclastiques, analyse texturale et structurale des corps laviques et plutoniques. Interprétation des faciès volcaniques en termes de dynamismes éruptifs et de mises en place des corps magmatiques. Intégration dans le contexte géodynamique. 2 - Géodynamique : Cartographie en domaine de socle et bassin qui permet de mener une réflexion à l'échelle d'une portion de chaîne de montagnes, de sa structure à son histoire tectonique, à l'échelle crustale et lithosphérique, de la compression à l'extension post-orogénique. 3 - Métallogénie : Description avec les moyens disponibles sur le terrain des minéralisations et leur contexte géologique immédiat pour en déduire des métalotectes et ébaucher l'histoire des métaux dans la région étudiée. Elaboration de documents miniers : levés miniers, évaluation de teneurs, carte de détail, fiches d'indices.					
+ Intégration géophysique : Les données acquises par les étudiants sur le terrain sont complétées par des données géophysiques, permettant ainsi de se confronter à l'intégration de données interdisciplinaires, du terrain à la géophysique profonde et ainsi d'acquérir une maîtrise des changements d'échelle si importants en géosciences.					
+ Intégration SIG : La démarche intégratrice visée sera finalisée par l'utilisation d'outils de cartographie numérique pour compiler les données de terrain dans un SIG et croiser les couches thématiques mises en forme.					
Contenu : Les étudiants travaillent sur leur terrain en binôme ou trinôme pour établir des relevés de prospection (carte géologique, carte structurale, ainsi que des coupes à différentes échelles), et l'ensemble des données du groupe est intégré dans un modèle régional. Le stage est validé par la rédaction d'un rapport rassemblant et commentant les documents élaborés et réalisant une synthèse de l'ensemble des travaux effectués.					

Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE					Rapport		
• RSE							
2 ^{ème} session							
• RNE				20 min	oral		
• RSE							
Responsable de l'enseignement : Laurent ARBARET							
Bibliographie :							
Ressources pédagogiques :							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*	TP*
Charles GUMIAUX	ISTO	SIG/géodynamique					25h (8)
Stanislas SIZARET	ISTO	Métallogénie					25h (8)
Thierry BAUDIN	BRGM	Métallogénie					20h (8)
Jean-Louis BOURDIER	ISTO	Volcanologie					20h (8)
Laurent ARBARET	ISTO	Volcanologie / magmatologie					25h (8)
Yan CHEN	ISTO	géophysique					20h (8)
Yannick BRANQUET	ISTO	Métallogénie					20h (8)
Gautier LAURENT	ISTO	SIG/géodynamique					20h (8)
Éric MARCOUX	ISTO	Métallogénie					20h (8)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST06 - Magmatisme				
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français ou anglais supports en anglais		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		Novembre 2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				27h	21h	
Seuil de dédoublement : salles micro, salle pétro				40 (2gr)	18	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Eléments de minéralogie, pétrologie magmatique, volcanologie, géochimie et géodynamique acquis en Licence. Co-requis : Thermochimie						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) ➤ Comprendre les processus contrôlant la genèse et la différenciation des roches magmatiques. ➤ Comprendre le comportement des phases et la répartition des éléments dans les systèmes magmatiques de haute température, à partir des concepts fondamentaux de la minéralogie, de la géochimie (majeurs, traces, isotopes) et de la thermochimie. ➤ Maîtriser les outils pour l'évaluation quantitative et la modélisation des processus magmatiques. ➤ Comprendre les relations entre tectonique des plaques et genèse et distribution des roches magmatiques. ➤ Acquérir des compétences élargies sur la dynamique et la géologie volcaniques : pratique de la cartographie volcanique et connaissance des textures volcaniques primaires et secondaires et de leurs relations avec les processus syn- et post-éruptifs ; dégazage dans les conduits d'alimentation, évolution de la composition et de la rhéologie et effet sur la dynamique éruptive.						
Contenu :						
Cours TD : ✓ Composition, structure et propriétés physiques des magmas ✓ Equilibres solides-liquides magmatiques ✓ Processus magmatiques ✓ La diversité magmatique dans son contexte tectonique (zones d'accrétion et de subduction, magmatisme intraplaque océanique et continental, magmatisme archéen) ✓ Introduction à la dynamique volcanique et à l'interprétation des lithofaciès volcaniques ; grands types de structures volcaniques et associations de faciès.						
Cours TP : ✓ Etudes de cas (Massif Central, Canaries, Antilles, Vésuve, Santorin, Luzon ...), en lien avec les exemples traités en cours ; les TP mettront en œuvre des approches et outils complémentaires : cartographie en terrain volcanique ; études macroscopiques et microscopiques (paragenèses, microtextures) de roches magmatiques ; modélisation géochimique.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	2	3h	Ecrit			
• RSE				3H	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				2h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement :				Gaëlle PROUTEAU		

Bibliographie :

« Les relations de phases et leurs applications », Barbey & Libourel, 2003.

« Igneous Petrology », Best & Christiansen, 2001.

« Principles of Igneous and Metamorphic Petrology », Philpotts & Ague, 2009

«Igneous rocks and processes» Robin Gill, 2010. [https://www.u-](https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Robin_Gill_2010_Igneous_Rocks_and_Processes_A_Practical_Guide.pdf)

[cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Robin_Gill_2010_Igneous_Rocks_and_Processes_A_Practical_Guide.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Robin_Gill_2010_Igneous_Rocks_and_Processes_A_Practical_Guide.pdf)

«Volcanologie» Chazot, Lénat, Maury, Agranier & Roche, 2017.

Ressources pédagogiques : Articles scientifiques au fil des cours. Cours et exercices en ligne sur l'ENT

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Gaëlle PROUTEAU	OSUC	Processus magmatiques		21h	12h (18)
Jean-Louis BOURDIER	OSUC	Volcanisme (cartographie dynamique éruptive)		6h	9h (18)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST07- Processus métallogéniques			
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français / Anglais	
Crédits ECTS / Coefficient	3	Fiche mise à jour le		03/072017	
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP
				18h	18h
Seuil de dédoublement					12
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : Pétrologie, Minéralogie, Géologie					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Ce module a pour objectifs de donner les méthodes d'études et les concepts de base nécessaires pour aborder la genèse des concentrations minérales.					
Contenu : Dans ce module sont présentés les gisements métalliques : source, transport, dépôt et les remobilisations supergènes L'enseignement est structuré en 4 parties fondamentales : 1 - La caractérisation des sources par les signatures géochimiques intégration des outils isotopiques radiogéniques pour tracer les sources des métaux. Etude des pré-concentrations magmatiques et concentrations magmatiques. 2 - Caractérisation du vecteur de transport hydrothermal au niveau de la zone de dépôt : Méthode d'études des inclusions fluides (Interprétation des données micro-thermométriques, condition P, T, X du dépôt). Analyse de la signature géochimique et identification des processus hydrothermaux par les isotopes stables dans la zone de précipitation. 3 - Solubilité des métaux conséquence de la source aux conditions de précipitation. Construction de diagramme logfO ₂ -pH. Domaine de stabilité des complexes et des phases solides. 4 - Remobilisation supergène des métaux.					
Etudes de cas : VMS / Sedex / MVT Gossan et zone de cimentation Les coupoles granitiques des systèmes pérallumineux Pegmatites et granites à métaux rares Gisement magmatique ultrabasique à Ni Cu.					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit) Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session					
• RNE / RSE					Rapport sur étude de cas
2 ^{ème} session					
• RNE / RSE				2h	Ecrit
Responsable de l'enseignement :			Stanislas SIZARET		
Bibliographie : Roedder E. 1984. Fluid Inclusions, Review in Mineralogy 12 Barnes H.-L., 1997. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. Third edition, Wiley and Sons. Robb L., 2008. Introduction to ore forming processes. Blackwell Publishing					
Ressources pédagogiques :					

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Stanislas SIZARET	OSUC	Signature géochimiques des fluides Coupole granitiques		3h	3h (12)
Luc BARBANSON	OSUC	Diagrammes Eh, pH, spéciation, altération supergène		6h	3h (12)
Éric MARCOUX	OSUC	Signatures isotopiques VMS et Gossans		3h	6h (12)
X	CNRS	Inclusions fluides		3h	
Michel PICHAVANT	CNRS	Pré-concentrations magmatiques		3h	
Yannick BRANQUET	CNRS	Gisements ortho-magmatiques basiques et ultra basiques			3h (12)
Éric GLOAGUEN	BRGM	Pegmatites & Granites à métaux rares			3h (12)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST08 - Géochimie environnementale				
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français		
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		11/10/2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				48h		
Seuil de dédoublement						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Eléments d'hydrogéologie et de géochimie des eaux, acquis en Licence de Sciences de la Terre. Master : Hydrogéochimie (S1).						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Connaissance des principaux trajets de minéralisation des eaux, avec et sans apports anthropiques. Maîtriser les interactions multiples eau-roches-biomasse-homme. Avoir une première approche des temps, concentrations et volumes caractéristiques, des stratégies de contrôle ou de remédiation possibles, c'est à dire de l'inertie des systèmes naturels						
Contenu : Un cas particulier de réactivité fluide-roche en contexte anthropisé sera étudié tout au long du module pour : (i) apprendre à décomposer des observables en mécanismes et processus (vus par ailleurs) ; (ii) relier des observables avec des mesures de terrain ou de laboratoire et des notions générales ; (iii) générer un modèle conceptuel, réduits aux forces motrices et paramètres majeurs de l'état et de l'évolution des systèmes. Ce sera l'occasion de conceptualiser et quantifier les itinéraires géochimiques qui aboutissent au fonds géochimique des aquifères naturels, puis de voir comment les intrants anthropiques déplacent ces signatures naturelles et « brutalisent » le réservoir. L'effet des tampons naturels (voir EC2 hydrogéochimie) sera particulièrement examiné, ainsi que les couplages piézométrie-chimie dans la propagation du panache. La deuxième partie du module sera consacrée à la minéralogie environnementale des déchets, des argiles et colloïdes 'secondaires', et aux propriétés de sourcing en métaux et polluants de ces phases diverses. En parallèle, la conceptualisation et la quantification des phénomènes de sorption (échanges ioniques, complexation de surface) seront menées. L'ensemble de la quantification sera menée en utilisant le logiciel géochimique PHREEQC .						
MODALITÉS DE CONTRÔLE DE CONNAISSANCES						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1		Rapport écrit sur projet		Rapport écrit sur projet	50% / 50%
• RSE						
2 ^{ème} session						
• RNE				3h	Ecrit	100 %
• RSE						
Responsable de l'enseignement :			Lionel MERCURY			
Bibliographie : C. Appelo & D. Postma (2005) Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd Ed., Balkema. // Langmuir D. (1997) Aqueous environmental geochemistry, Prentice hall // S.D. Killops, V. Killops (2004) Introduction to Organic Geochemistry, Wiley-Blackwell. // D.J. Vaughan and R.A. Wogelius (Eds) (2013) Environmental Mineralogy II. EMU Notes in Mineralogy, vol. 13.						
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur site web université						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Lionel MERCURY	OSUC	Itinéraires géochimiques de la différenciation. PHREEQC. Couplages piézométrie-chimie dans la propagation du panache		24h	
Lydie LE FORESTIER	POLYTECH ORLEANS	Minéralogie environnementale. Caractérisation & réactivité des déchets anthropiques		6h	
Christophe TOURNASSAT	BRGM	Conceptualisation & modélisation de la rétention polluante par les phénomènes de sorption		18h	

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST09 - Terrain, Hydrogéologie / Aquifères				
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français		
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		23/05/2018		
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP	
					33h	12h
Seuil de dédoublement : Terrain					8 (2gr)	10 (1/2gr)
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Eléments d'hydrogéologie et de géochimie des eaux, acquis en Licence de Sciences de la Terre. Master : Hydrogéochimie (S1) ; Géochimie environnementale (S2) ; Métrologie, Observation, sites instrumentés (S2) Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Savoir appréhender le fonctionnement d'un système hydrogéologique dans son environnement, et extraire les paramètres-clés de son étude. Contenu : Etude d'un bassin versant hydrologique et son bassin versant hydrogéologique (6 à 8 jours de terrain). Continuum sols-aquifères (voir terrain monitoring et sols instrumentés). ➤ Techniques de terrain : débit, piézométrie, pompage d'essai, physico-chimie ➤ Etude de conditions aux limites (e.g., biseau salé, pression anthropique, rivières, aquitard, formations imperméables, etc.). ➤ Schéma hydrodynamique. Relations entre aquifère, eaux de surface-eaux souterraines Piézométrie et écoulement. Connaissance des réserves et écoulements majeurs. ➤ Modélisation numérique du bassin.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE					Rapport	100%
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE					Rapport	100%
Responsable de l'enseignement : Sophie ROMAN						
Bibliographie : • Gilbert CASTANY Hydrogéologie, (Dunod) / BU de Sciences 551.49 CAS						
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur site web université.						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Alexis GUTIEREZ	BRGM	Terrain hydrogéologie / aquifères				33h (8)
Sophie ROMAN	UO	Terrain hydrogéologie / aquifères				33h (8)
Sophie ROMAN	UO	Modélisation numérique du bassin				12h (10)
Nadia AMRAOUI	BRGM	Modélisation numérique du bassin				12h (10)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA8ST10 - Métrologie environnementale (Plateformes PIVOT-CAPRYSSES) <i>Environmental monitoring</i>			
Semestre	2	Langue de l'enseignement	Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le	26/04/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP
				10h	14h
Seuil de dédoublement				40	4 (7gr)
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : Formations superficielles (S1), hydrogéochimie des aquifères (S1), géochimie organique et isotopique (S1)					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Les objectifs de ce module sont 1) de mettre les étudiants en situation de recherche (élaboration d'une question scientifique en lien avec les problématiques des sites) en s'appuyant sur des dispositifs d'observation des milieux naturels, 2) de conceptualiser la mise en place d'un protocole pour répondre à la question, 3) d'acquérir, traiter et mettre en forme les données acquises ou à acquérir pour apporter une réponse à la question, 4) d'amener les étudiants à avoir un regard critique sur les instruments (limites, complémentarité) et les données (quantités, stockage, traitement, control qualité).					
Contenu : Ce module s'inscrit dans une continuité d'approche terrain-observation-expérimentation-modélisation, qui sera déroulé tout au long du master. Plus spécifiquement, ce module adresse le moment clé ou à partir des résultats de l'expérimentation et de la modélisation, le chercheur doit réfléchir à de nouvelles questions et tester de nouvelles hypothèses. Pour ce faire, une stratégie de mesure dans le but d'acquérir des données à même de répondre à la question doit être mise en place. Après une introduction (1h) sur les différents types d'observatoires, leurs missions, leur place dans le paysage scientifique français et international, la première partie de cette unité sera consacrée à la présentation (1.5h chacun) de 5 sites instrumentés du projet PIVOTS : OZNS, OS2, le super-site Voltaire-PRAT, la tourbière de la Guette et PRIME, ainsi que la plateforme CAPRYSSES (présentiel, 7.5h au total, tous les groupes réunis). Ensuite, chaque groupe (4 étudiants par groupe, 4 groupes) disposera d'un mois pour élaborer un questionnaire scientifique nouveau sur le site qu'il a choisi, sur la base d'échanges que le groupe sollicite auprès des chercheurs concernés (4h, non présentiel). Une fois la question posée, chaque groupe aura la possibilité de mettre en place des dispositifs de mesures et/ou d'effectuer des mesures complémentaires pour compléter des chroniques existantes et/ou participer au fonctionnement d'appareils déjà en place sur les sites d'observation, avec leurs encadrants respectifs. Puis, à partir des données, chaque groupe devra rédiger un rapport dans lequel devront être exposés i) la question posée avec les hypothèses de travail, ii) la stratégie de mesures mise en œuvre, iii) les résultats obtenus, et iv) une discussion : si possible, cette dernière devra mettre l'accent sur les capteurs qui pourraient être déployés pour développer d'avantage la question posée. Ce travail sera encadré pour chaque groupe par un chercheur impliqué dans l'observatoire concerné (14h TD affecté par groupe) et un travail de réflexion/rédaction en groupe (20h, non présentiel).					
Bilan horaire : Présentiel : 24h (10h TD, 14h TP avec encadrant) Non présentiel : 24h (4h réflexion initiale, 20h rédaction du rapport)					

Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE				15 mn	Rapport écrit + oral		
• RSE							
2 ^{ème} session							
• RNE				15 mn	Oral		
• RSE				15 mn	Rapport écrit + oral		
Responsable de l’enseignement : Sébastien GOGO							
Bibliographie :							
Ressources pédagogiques :							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l’intervenant			CM	TD*	TP*
Isabelle COUSIN	INRA	PIVOTS – PESAA + OS2				1h50	14h (4)
Arnaud ISCH	UO	PIVOTS - OZNS				1h50	7h (4)
Véronique DAËLE	UO	PIVOTS - PRAT + VOLTAIRE				1h50	14h (4)
Sébastien GOGO	UO	PIVOTS – PESAt + SNO tourbières					7h (4)
Fatima LAGGOUN	CNRS	PIVOTS – PESAt + SNO tourbières				1h50	7h (4)
Guillaume DAYMA	UO	CAPRYSSES				1h50	7h (4)
Nicolas MAZELLIER	UO	CAPRYSSES					7h (4)
Catherine CROUZET	BRGM	PRIME				1h50	14h (4)
Hervé NOËL	ANTEA	PERMECA				1h50	14h (4)
Christine VAUTRIN-UI	UO	DECAP				1h50	14h (4)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

Master STPE 2^{ème} année

Semestre 3

Code APOGEE	OMA9ST01			OMA9ST02			OMA9ST03		
Intitulé	Analyse spatiale & géologie prédictive			Economie des matières premières minérales			Métallogénie Géodynamique & magmatisme Vision intégrée depuis le terrain		
Responsable	Charles GUMIAUX			Johann TUDURI			Romain AUGIER		
Volume H	24h			36h			60h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		14h	10h		36h				60h
ECTS	4			3			5		
Commun									

Code APOGEE	OMA9ST04			OMA9ST05			OMA9ST06		
Intitulé	Magma et volatils			Hydrothermalisme			Le projet à l'international		
Responsable	Fabrice GAILLARD			Stanislas SIZARET			Johann TUDURI		
Volume H	36h			36h			36h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		33h	3h		19h	17h		36h	
ECTS	3			3			5		
Commun									

Code APOGEE	OMA9ST07			OMA9ST08			OMA9ST09		
Intitulé	Gouvernance des ressources minérales			Techniques d'exploitation minières & traitement des minerais			Expérimentation en sciences de la Terre		
Responsable	Johann TUDURI			Johann TUDURI			Juan ANDÚJAR Sébastien GOGO		
Volume H	36h			24h			24h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		36h			24h			4h	20h
ECTS	4			3			5		
Commun									

Code APOGEE	OMA9ST10			OMA9ST11			OMA9ST12		
Intitulé	Outils de modélisation numérique en ST			Transport réactif			DSR Début de stage de recherche		
Responsable	Guillaume RICHARD			Mohamed AZAROUAL			Charles GUMIAUX Fabrice GAILLARD		
Volume H	20h			24h					
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		6h	14h		12h	12h			
ECTS	4			3			3		
Commun									

Code APOGEE	OMA9ST13			OMA9ST14			OMA9RE08		
Intitulé	Stage de terrain en limnogéologie			Changements climatiques globaux			Pollution & traitements des eaux et des sols		
Responsable	Anaëlle SIMONNEAU			Mohammed BOUSSAFIR			Valéry CATOIRE		
Volume H	45h			36h			48h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
			45h		36h			48h	
ECTS	4			3			5		
Commun									

Code APOGEE	OMA9RE09			OMA9ST30			OMA9ST31		
Intitulé	Approche projet & qualité – Insertion professionnelle			Géotectonique			Hydrothermalisme		
Responsable	Clémence AGRAPART Christophe GUIMBAUD			UQAM			UQAM		
Volume H	24h								
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		24h							
ECTS	2			6			6		
Commun									

Code APOGEE	OMA9ST32			OMA9ST33			OMA9ST35		
Intitulé	Déformation des gites minéraux			Méthodologie de la communication en ST			Activités de terrain		
Responsable	UQAM			UQAM			UQAM		
Volume H									
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
ECTS	6			2			6		
Commun									

Code APOGEE	OMA9ST34			OMA9ST36					
Intitulé	Ressources minérales & mondialisation			Hydrogéochimie des ressources					
Responsable	UQAM			UQAM			UQAM		
Volume H									
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
ECTS	6			6					
Commun									

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED								
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST01 - Analyse spatiale et géologie prédictive						
Semestre	2	Langue de l'enseignement		Français				
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		26/04/2018				
Volume horaire total	24h	Dont	CM		TD		TP	
						14h	8h	2h
Seuil de dédoublement							20 (2gr)	1 Indiv
Descriptif de l'enseignement								
Prérequis : Modules : cartographie géologique/géophysique numérique, modélisation 3D ; Notions : gestion de données sous tableurs, statistiques, géostatistiques, cartographie numérique								
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Analyse numérique/statistique de la répartition spatiale d'objets cartographiques, analyse des liens spatiaux entre entités. Conceptualisation d'une approche de cartographie prédictive et mise en œuvre des outils SIG.								
Contenu :								
Bloc 1 : 22h Ce module traite des méthodes de calcul de cartes de risque ou de favorabilité sous SIG. Il se repose fortement i) sur les traitements statistiques uni- et multi-variables et ii) sur les méthodes d'analyse spatiale en cartographie numérique. La partie théorique de cet enseignement comprend : des rappels de cartographie numérique et des principes de géostatistique pour l'analyse et l'interpolation des variables continues, les méthodes de classification statistique de données, l'analyse des corrélations entre variables et les outils de qualification et de quantification des relations spatiales entre objets cartographiques de type vectoriel (regroupements, alignements, analyse de proximité, de recoupement, etc.). Différentes méthodes de croisement/combinaison de données (weight of evidence, logique floue, combinaison de scores SIRIS) sont ensuite abordées et illustrées à travers la modélisation de cartes d'aléas, de risque et de «favorabilité». Les séances de travaux dirigés serviront à illustrer des démarches d'Analyse Spatiale Prédictive sur des exemples choisis dans différents domaines des sciences de la Terre (prospection minière, recherche de ressources en eaux, prévisions de risques naturels, etc.).								
Bloc 2 : 2h Mise en application des concepts théoriques à travers un travail sur projet. Un jeu de données brutes sera utilisé pour développer, sous logiciel SIG, la suite des traitements nécessaires pour la modélisation de cartes de prédiction (cartes de risques ou cartes de favorabilité). Le sujet du projet pourra être choisi aussi bien dans le domaine environnemental s.l. que pour la prospection des ressources naturelles. Le travail demandé par petits groupes d'étudiants comprend : 1) l'analyse statistique et l'analyse spatiale des variables, 2) la modélisation statistique sur ces données et 3) la mise en forme et restitution des résultats (cf. rapport du «délivrable» défini dans le projet). Le suivi de réalisation des projets est assuré lors de rendez-vous avec les groupes à hauteur de 2h par étudiant.								
Modalités de contrôle des connaissances								
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE		
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT		
1 ^{ère} session								
• RNE	1		Rapport	20mn	Oral	60% / 40%		
• RSE				1h30	Ecrit 60% Rapport 40%			
2 ^{ème} session								
• RNE / RSE				20 mn	Oral			
Responsable de l'enseignement : Charles GUMIAUX								

Bibliographie :

- ✓ Geochemical anomaly and mineral prospectivity mapping in GIS, Emmanuel John Muico Carranza, 2009 (Elsevier / Handbook of exploration and environmental geochemistry).
- ✓ Introduction to Geological Data Analysis, A.R.H.Swan & M.Sandilands, 1995 (Blackwell Science, Oxford), 397 pp.

Ressources pédagogiques :**Intervenants et répartition** (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Anaëlle SIMMONEAU	UO	Suivi de projets			16h (1)
Charles GUMIAUX	UO	Analyse spatiale statistique		9h	5h (20)
Charles GUMIAUX	UO	Suivi de projets			16h (1)
Bruno TOURLIERE	BRGM	Géomatique, analyse spatiale, prédictivité		2h	5h (20) 8h (1)
Daniel PIERRE	ANTEA	Prédictivité, suivi de projets		3h	
XXX	UO	Suivi de projets			16h (1)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST02 – Economie des matières premières minérales				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Anglais		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		07/06/2017		
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP	
				36h		
Seuil de dédoublement				40		
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Géologie des ressources minérales						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Comprendre les stratégies des sociétés minières et des financeurs et les replacer dans le contexte économique mondial. Comprendre les facteurs influençant l'évolution du cours des matières premières minérales						
Contenu : L'objectif de ce module est de fournir aux étudiants les éléments leur permettant de comprendre les rapports de force (offre/demande, rôles des acteurs, ...) qui conditionnent le fonctionnement des marchés des matières premières minérales. Les concepts et outils à la base de l'analyse financière de projets ainsi que les indicateurs financiers des entreprises seront également évoqués. Une introduction à l'économétrie des matières premières minérales sera proposée						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				4h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				4h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement :				Johann TUDURI		
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Johann TUDURI	BRGM	Les enjeux des ressources minérales				3h
Andor LIPS	Commodity Discovery Fund	Mineral economics				21h
Djamel KIRAT	OU Droit	Econometry				12h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST03 - Stage de terrain métallogénie, géodynamique et magmatisme				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	60h	Dont	CM	TD	TP	
					60h	
Seuil de dédoublement					8 (2gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : M1 STUE : modules de socle ressources minérales (gîtologie et métallogénie), de tectonique, géodynamique interne et magmatisme/volcanisme. L'acquisition de données géologiques numériques spatialisées et reportées au sein d'une base de données dédiée est également un prérequis (module Cartographie géologique/géophysique numérique en M1S1).						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Acquérir de l'autonomie dans la méthodologie descriptive des objets naturels de l'échelle de l'échantillon, celle du paysage géologique et in fine celle d'une portion de la lithosphère. Tirer et synthétiser le maximum d'informations minéralogiques, texturales, structurales, chronologiques et les valoriser dans une ébauche de modèle intégratif prenant en compte les processus tectoniques, métamorphiques, magmatiques et sédimentaires en y intégrant l'hydrothermalisme et les concentrations minérales associées.						
Contenu : Travail en atelier sur des sites emblématiques des problématiques métallogéniques, tectoniques et volcaniques du sud de la péninsule ibérique dans le domaine Varisque (Ouest) et dans le domaine Alpin (Est). Ce camp de terrain apporte une vision à grande échelle (crustale à lithosphérique), un cadre géodynamique à des études métallogéniques, tectoniques et magmatiques plus détaillées. Une des principales compétences acquises durant le stage correspond la capacité de gérer les sauts d'échelle depuis les observables à l'échelle d'un affleurement jusqu'à la signature des processus endogènes d'échelle lithosphérique. Sur chaque site, seront réalisés coupe(s) et carte(s), mesures structurales pour préciser le contexte tectonique de la chaîne ou du bassin étudié. Il sera mis l'accent sur la minéralogie macroscopique de terrain tant en contexte métamorphique, magmatique qu'hydrothermal. Les interactions tectonique/sédimentation seront abordées par l'étude comparée des dômes métamorphiques et des bassins adjacents et en particulier par la géométrie à grande échelle des cortèges sédimentaires. Les relations volcanisme / altérations hydrothermales / minéralisations sont largement étudiées tant sur des gisements de classe mondiale de type VMS (Cu/Pb/Zn) que sur des gisements épithermaux acides (Au) associés à des calderas et dômes de laves.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE					Rapport	
• RSE						
2 ^{ème} session						
• RNE					Oral	
• RSE						
Responsable de l'enseignement :				Romain AUGIER		
Bibliographie : Articles scientifiques spécifiques et livret-guide.						
Ressources pédagogiques :						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Éric MARCOUX	OSUC	Métallogénie			19h (8)
Stanislas SIZARET	OSUC	Métallogénie			19h (8)
Yannick BRANQUET	OSUC	Tectonique			34h (8)
Romain AUGIER	OSUC	Géodynamique/Tectonique			19h (8)
Jean-Louis BOURDIER	OSUC	Magmatologie/Volcanisme			19h (8)
Johann TUDURI	BRGM	Métallogénie			5h (8)
Éric LASSEUR	BRGM	Sédimentologie/Stratigraphie			5h (8)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST04 – Magmas et volatils				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français ou Anglais (Au choix)		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		22/02/2018		
Volume horaire total	35h	Dont	CM	TD	TP	
				33h	3h	
Seuil de dédoublement				40	10 (2gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Module de M1 de pétro-magmatique de Gaëlle qui est obligatoire						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) ➤ Initiation et mise en pratique des équilibres entre liquides magmatiques, fluides et cristaux. ➤ Maîtriser le rôle et le comportement des constituants volatils (C-O-H-S-Cl) dans la différenciation des systèmes magmatiques ➤ Maîtriser les modèles de dynamique éruptive en lien avec les constituants volatils						
Contenu : Quelques mots clés ✓ Liquide silicaté, spéciation et solubilité des volatils ✓ Dégazage : Thermodynamique des équilibres liquide-vapeur ✓ Fusion-Cristallisation : Thermodynamique des équilibres cristal-liquide ✓ Liquide silicate /sulfures, liquide silicaté / saumures, liquide silicate /carbonatites						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE					Rapport	
• RSE						
2 ^{ème} session						
• RNE				30 mn	Oral	
• RSE				30 mn		
Responsable de l'enseignement : Fabrice GAILLARD						
Bibliographie : Volatiles in Magma (Review in Mineralogy)						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Caroline MARTEL	CNRS	Dynamique éruptive				3h
Bruno SCAILLET	CNRS	Différenciation magmatique				3h
		Dégazage magmatique				3h
		Halogènes & Saumures				2h
Fabrice GAILLARD	CNRS	Introduction, liquide, gaz...Carbon(atite) & Génèse des systèmes alcalins				2h 2h
Giada IACONO-MARZIANO	CNRS	Soufre, métaux & système U-mafique				3h
Michel PICHAVANT	CNRS	Liquide silicaté, spéciation & solubilité des volatils				12h
Gaëlle PROUTEAU	UO	Volatils & Fusion slab - mantle wedge				6h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST05 - Hydrothermalisme				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français ou Anglais		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		25/06/2018		
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP	
				19h	17h	
Seuil de dédoublement					12	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Connaissances nécessaires en lois de transport (chaleur, mécanique des fluides, ...), processus de concentration minérale, modélisation numérique par éléments finis, analyse de la déformation, connaissances de la structure de la lithosphère et des processus magmatiques						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) A la fin de ce module, l'étudiant sera capable d'identifier les paramètres de premier ordre contrôlant la formation d'un gisement. Il sera aussi capable de conceptualiser un model métallogénique à partir de description de terrain et de transformer ce concept en modèle numérique déterministe et d'obtenir des guides d'exploration.						
Contenu : Ce module aborde les processus liés à la transition magmatique et hydrothermal en focalisant l'enseignement sur les paramètres contrôlant les flux hydrothermaux : 1 - Les altérations hydrothermales 2 - Les différents types de réactions fluides roches sont présentés pour les gisements se formant à la transition magmatique hydrothermale qui auront été visité dans en camp de terrain (gisements épithermaux, porphyres (Au-Cu) et skarns). 3 - La déformation 4 - Le rôle de la déformation est abordé à travers l'étude des gisements de type Or orogénique et des gisements d'Emeraudes de Colombie. Des modèles conceptuels et quantitatifs seront réalisés en TP en partant des données de terrain comprenant l'identification des altérations et des contrôles structuraux. Les résultats seront discutés en terme de guide de prospection à l'échelle d'une province métallogénique.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE			Rapport sur étude de cas			
• RSE					Rapport sur étude de cas	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				20 mn	Oral	
Responsable de l'enseignement : Stanislas SIZARET						
Bibliographie : Zarikov et al. Traduction Jean Verkaeren, 2013 : La métasomatose et les roches métasomatiques Passchier, C.W. and Trouw R.A.J. 1996 Micotectonics, Springer verlag, 366pp						
Ressources pédagogiques :						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Yannick BRANQUET	OSUC	Contrôles structuraux et modèles numériques		9h (12)	6h (12)
Éric MARCOUX	OSUC	Synthèse Métallogénique			3h (12)
Stanislas SIZARET	OSUC	Altérations hydrothermales (Skarns)		9h (12)	3h (12)
Johann TUDURI	BRGM	Porphyres et épithermaux			3h (12)
Adrien POURADIER	BRGM	Géothermie		1h (12)	2h (12)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST06 - Le projet à l'international dans le domaine des géosciences				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français (possibilité en Anglais)		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP	
				36h		
Seuil de dédoublement :				40		
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) L'un des objectifs de ce module est de fournir à l'étudiant une vision globale de la gestion de projets complexes à l'international, lui permettant de s'adapter aux situations auxquelles il pourra être confronté dans une entreprise du secteur des géosciences. Un autre objectif est d'améliorer l'intégration future de l'étudiant au sein d'un environnement commercial international et de l'aider à valoriser ses compétences en communication orale et écrite.						
Contenu : Cet enseignement décrit, à partir d'exemples concrets issus de cas réels, les différentes étapes de projets complexes à l'international, depuis la conception en réponse à un appel d'offres jusqu'à la clôture en passant par les différentes étapes clé de la réalisation. Ce module fournit également à l'étudiant des notions pour comprendre les transactions qui ont lieu au sein d'un environnement commercial international. Il propose des outils pour améliorer sa communication et ses compétences relationnelles.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE					Soutenance (40%) Rapport (60%)	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE					Rapport (100%)	
Responsable de l'enseignement :				Johann TUDURI		
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Johann TUDURI	BRGM	CV				2h
Benoit JOURDAN	BRGM	Le projet et l'offre				22h
Denis THIEBLEMONT	BRGM	Préparer sa mission à l'international				12h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST07 - Gouvernance des ressources minérales				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		07/06/2017		
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP	
				36h		
Seuil de dédoublement				40		
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Permettre aux étudiants d'acquérir une perspective évolutive du concept de développement durable appliqué au secteur minier et recenser les principales initiatives en cours au niveau international Délivrer à l'étudiant une vision élargie des aspects réglementaires et de leurs évolutions récentes concernant le secteur de l'industrie extractive à l'international. Permettre aux étudiants d'appliquer des principes de bonne gouvernance dans leur étude de faisabilité de projet minier.						
Contenu : Cette UE présente les principaux ressorts juridiques, économiques et de gouvernance applicables à l'industrie minière, en sensibilisant à la nécessité de placer l'industrie minière dans le contexte général du développement durable et de l'économie circulaire. Par ailleurs, l'utilisation efficace des ressources constitue l'un des piliers de la politique Européenne pour un approvisionnement durable en ressources minérales. Le module considère ainsi les flux et stocks de ressources minérales le long de la chaîne de valeur (depuis l'extraction jusqu'à la gestion des déchets) et seront abordés notamment à l'aide d'outils quantitatifs tels que l'analyse des flux de matière (MFA). Les concepts de base seront illustrés en se référant tout particulièrement aux besoins en métaux critiques pour la transition énergétique (par ex. terres rares, Co, Li, etc. pour les technologies de production d'énergie décarbonée). Le module abordera également la définition d'indicateurs de l'utilisation efficace des ressources et leurs fondements.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	2		Rapport			
• RSE					Rapport	
2 ^{ème} session						
• RNE					Rapport	
• RSE						
Responsable de l'enseignement :				Johann TUDURI		
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Dominique GUYONNET	BRGM	Efficacité de la ressource		12h	
Gavin HILSON	University of Reading	Gouvernance		6h	
Marc DUCOUSSO	CIRAD	Biodiversité		3h	
Sandra COSSART	SHERPA	RSE		3h	
Johanna MOREAU	CEMEX	Conciliation		3h	
X	Ministère, bureau des mines	Législation minière		9h	

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement			OMA9ST08 - Techniques d'exploitation minière & de traitement des minerais			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		07/06/2017		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				24h		
Seuil de dédoublement				40		
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Identification des principales techniques d'extraction et de valorisation des matières premières minérales et des conséquences sur le travail du géologue d'exploration ou d'exploitation (notamment l'évaluation économique au stade de la préfaisabilité).						
Contenu : Cette UE passera tout d'abord en revue les principales méthodes d'exploitation des gisements qu'elles soient souterraines ou à ciel ouvert en faisant appel à des notions de bases de géotechnique (talutage, soutènement, Coefficienticients de sécurité etc...) et de sécurité. La seconde partie de cette UE s'intéressera aux principaux procédés de valorisation des ressources minérales : techniques de préparation, séparation physique et physico-chimiques, hydrométallurgie et pyrométallurgie. Enfin seront évoqués les aspects liés à la gestion des projets de préfaisabilité technico-économique (Options techniques disponibles, Calcul et dimensionnement de procédés ...) Les cours seront renforcés par des conférences et/ou séminaires des professionnels.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				4h	Ecrit	100%
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				4h	Ecrit	100%
Responsable de l'enseignement : Johann TUDURI						
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Yann GUNZBURGER	Mines Nancy	Exploitation minière				4h50
M-Véronique DURANCE	CASPEO	Minéralurgie – préparation mécanique				5h
Stéphane BROCHOT	CASPEO	Minéralurgie – séparation des phases minérales - Faisabilité technico-économique				5h50
Olivier DECK	Mines Nancy	Soutènement				4h50
Marianne CONIN	Mines Nancy	Mécanique des roches				4h50
Intervenants hors maquette						
Nicolas KOEBERLE	BRGM UTAM	Surveillance après-mine				3h
M-Véronique DURANCE	CASPEO	Minéralurgie – préparation mécanique				1h
Stéphane BROCHOT	CASPEO	Minéralurgie – séparation des phases minérales - Faisabilité technico-économique				0h50

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST09 - Expérimentation en Sciences de la Terre				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				4h	20h	
Seuil de dédoublement					G3 : 2 (5gr)	
					Géo ² Env : 4 (2gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Expérimentation G ³ , connaissances en pétrologie, pétrophysique, volcanologie, minéralogie, géochimie, rhéologie, analyse texturale, analyse MEB et microsonde électronique, spectroscopie FTIR- Raman Expérimentation Géo ² Env : modules «géochimie environnementale», «métrologie environnementale».						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Initiation à l'expérimentation haute température/pression (système magmatiques) ou, basse température/pression (les flux de matière et d'énergie dans les systèmes naturels et anthropisés des surface continentales); conception et réalisation pratique des expériences, acquisition et traitement des données 1) par la caractérisation des produits expérimentaux, comparaison avec les modèles thermodynamiques type (MELTS), et/ou 2) par l'analyse statistiques des données Discussion et interprétation des résultats acquis pour répondre à la question scientifique.						
Contenu : TD (4h) ✓ Bases d'expérimentation en géosciences, TP (20h par groupes de 2 (MGM) ou 4 (Géo ² ENV) sur des mini- projets de recherche) ✓ Définition d'une problématique scientifique ✓ Observation et caractérisation des produits naturels ✓ Définition des dispositifs expérimentaux à utiliser ✓ Réalisation d'/des expérience /es Les expériences haute pression/haute température seront réalisées avec les dispositifs de l'EQUIPEX PLANEX Les expériences basse pression/basse température seront essentiellement réalisées sur les plateformes de PIVOTS (PESAT, PESAA, OZNS et PERMECA). Les étudiants caractériseront ensuite les produits expérimentaux, traiteront les données acquises, confronteront avec les travaux antérieurs, interpréteront et discuteront les résultats qui pourront être exploités dans le module «Modélisation numérique».						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1	15mn	Rapport (poster) + Oral			
• RSE				15mn	Rapport (poster) + Oral	
2 ^{ème} session						
• RNE				15 mn	Oral	
• RSE						
Responsable de l'enseignement :				Juan ANDÚJAR & Sébastien GOGO		

Bibliographie :

- Joan ANDÚJAR, Bruno SCAILLET, Michel PICHAVANT, Th. DRUITT (2016). Generation conditions of dacite and rhyodacite via the crystallization of andesitic magma. Implications for the plumbing system at Santorini (Greece) and the origin of tholeiitic or Calc-alkaline differentiation trends in arc magmas. J. Pet, doi:10.1093/petrology/egw061
- A.D. EDGAR (1973). Experimental petrology: Basic principles and techniques., 217 pp.
- J.R. HOLLOWAY, B.J. WOOD (1998). Simulating the Earth: Experimental geochemistry. 196 pp.
- Caroline MARTEL, Michel PICHAVANT, Jean-Louis BOURDIER, H. TRAINEAU, F. HOLTZ, Bruno SCAILLET (1998). Magma storage conditions and control of eruption regime in silicic volcanoes: experimental evidence from Mt. Pelee. Earth and Planetary Science Letters 156, 89-99
- G. MOORE, T. VENNEMAN, I. CARMICHAEL (1995). Solubility of water in magmas to 2 kbar. Geology 23, 1099-1102.

Ressources pédagogiques :**Intervenants et répartition** (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Joan ANDÚJAR	CNRS	Equipex Planex - G ³		2h	20h(2)
Caroline MARTEL	CNRS				(2)
Fabrice GAILLARD	CNRS				(2)
Laurent ARBARET	UNIV				(2)
Aneta. SLOFCZYK	CNRS				(2)
Sébastien GOGO	UO	SNO Tourbières - Géo ² Env		2h	20h(4)
Lydie LE FORESTIER	UO	Oedomètres - Géo ² Env			(4)
Sophie ROMAN	UO	Labo micro-fluidique - Géo ² Env			(4)
Arnaud ISCH	CNRS	Expé labo OZNS - Géo ² Env			(4)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST10 - Outils de Modélisation numérique				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	20h	Dont	CM	TD	TP	
				6h	14h	
Seuil de dédoublement				40	4 (5gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Base théorique en fonction de l'outil choisi.						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Connaissance des outils numériques communément utilisés en géosciences						
Contenu :						
TD : Notions de base de la modélisation numérique (Qu'est qu'un Modèle ? Algorithmie, Discrétisation, Grilles, Programmation)						
TP : Utilisation d'un modèle numérique (logiciel) au choix parmi: Thermocalc, Melts (Calcul thermodynamique), Application QGIS (SIG), MARTHE/PHREEQC (Modélisation en 3D des écoulements et des transferts de masse et d'énergie dans les hydrosystèmes, aqueous geochemical calculations), Programmation pour calcul scientifique (OpenFoam, Python)						
Descriptif de l'enseignement						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE			rapport TP		Rapport TP	
• RSE					Rapport TP	
2 ^{ème} session						
• RNE				20 mn	Oral	
• RSE						
Responsable de l'enseignement : Guillaume RICHARD						
Bibliographie : Franck VARENNE, Du Modèle à la Simulation Informatique, Edition VRIN 2007						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
RICHARD Guillaume	OSUC	Théorie de la modélisation numérique				6h (40)
Groupes TP de 4 étudiants parmi les sujets suivants (en fonction de la demande)						
Olivier CERDAN	BRGM	Modèle égoutier/QGIS				14h (4)
Sophie ROMAN	OSUC	Marthe/PHREEQC				14h (4)
Nicole LE BRETON	OSUC	Thermocalc				14h (4)
Guillaume RICHARD	OSUC	Programmation / calcul scientifique				14h (4)
Fabrice GAILLARD Juan ANDÚJAR	OSUC CNRS	Melts				14h (4)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST11 - Transport Réactif				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		30/04/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				12h	12h	
Seuil de dédoublement				40	10	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : De bonnes bases en lois de transport et en réactivité chimique sont recommandés, ainsi que des connaissances de processus naturels, métallogéniques, environnementales, etc.						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Comprendre les processus d'interaction eau – roche – gaz couplés au transport des fluides dans un milieu poreux/fissuré réactif. Appliquer aux cas environnementaux de transfert de polluants en milieu aqueux (nappes aquifères) ou d'exploitation/stockage énergétique.						
Contenu : Pratique de la modélisation sous Marthe. ➤ paramètres nécessaires ; conditions aux limites ➤ discrétisation, méthodes de résolution, conditions de stabilité ; ➤ incertitudes et vérification des résultats d'une modélisation ; retour au problème réel						
Présentation d'un ou deux cas pratiques. ➤ contextes aquifères, données de terrain, et questions posées au gestionnaire. ➤ Accompagnement des étudiants dans le montage de modèles de représentation des données puis d'interprétation du milieu. ➤ L'objectif est de parvenir à dégager les grandes tendances de l'hydrodynamique locale pour répondre aux questions posées dans le cahier des charges, y compris en allant chercher des compléments par ailleurs.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	1		Rapport + Exposé			
• RSE					Rapport	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE					Rapport	
Responsable de l'enseignement :				Mohamed AZAROUAL		
Bibliographie : Applied Hydrogeology, C.W. FETTER, Prentice Hall.						
Ressources pédagogiques : Supports de cours en ligne sur site web université						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Nadia AMRAOUI	BRGM	Pratique de la modélisation sous Marthe. Cas pratiques.				6h 6h (10)
Dominique THIÉRY	BRGM	Pratique de la modélisation sous Marthe. Cas pratiques.				6h 6h (10)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : ☒ G ³ ☐ Geo ² Env ☐ CPRE ☐ VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST12 – DSR – Début de stage de recherche			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français	
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		26/04/2018	
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP
Seuil de dédoublement					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis :					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) développer la prise d'autonomie des étudiants					
Contenu : Ce module est destiné à permettre aux étudiants souhaitant suivre une démarche « recherche » de s'emparer d'un travail personnel de recherche bibliographique, d'approfondissement disciplinaire en autonomie dès le premier semestre du M2 sur le sujet de recherche qui sera ensuite développé au S4. L'inscription à ce module doit être justifiée auprès du responsable du profil-type de M2 correspondant. L'évaluation est conduite au moment des examens du S3 sous la forme d'un rapport écrit et d'un exposé oral décrivant la problématique scientifique du stage de recherche et la façon dont seront conduites les recherches pour y répondre.					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1^{ère} session					
• RNE				30mn	Rapport
• RSE					
2^{ème} session					
• RNE					
• RSE					
Responsable de l'enseignement :			Fabrice GAILLARD		
Bibliographie :					
Ressources pédagogiques :					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD*

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED							
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST13 – Stage de terrain en Limnogéologie					
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français			
Crédits ECTS / Coefficient	4	Mise à jour le		23/05/2018			
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP		
					45h		
Seuil de dédoublement					8		
Descriptif de l'enseignement							
Prérequis : Eléments de sédimentologie acquis en Licence et via les modules de master portant sur les transferts continentaux (module « Formations superficielles et bassins versants »). Eléments de géomatique.							
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Mise en œuvre d'une approche intégrée terrain-laboratoire pour réaliser un diagnostic environnemental à destination des gestionnaires locaux. Pratique des techniques de prélèvements par carottage et de cartographies subaquatiques. Réalisation de cartes thématiques. Gestion de projet.							
Contenu : L'enseignement se fait sous la forme d'un camp de terrain sur un écosystème lacustre (Massif Central, Alpes, Cap Corse...) afin d'établir un diagnostic environnemental du système.							
Seront traités :							
➤ Le traitement et l'acquisition de données de terrain : cartographie des bassins lacustres (acquisition des données de navigation et réalisation de cartes bathymétriques sous ArcGis) ; traitement géophysique subaquatique (sismique réflexion), prélèvement de sédiments (carottages gravitaires) ; réalisation de log sédimentaires synthétiques avec une analyse non destructive des sédiments (susceptibilité magnétique, spectrocolorimétrie...) ; reconstitution de la dynamique sédimentaire (à partir de datations ou de documents historiques).							
Thématiques scientifiques discutées :							
➤ Quels sont les facteurs de forçage régissant la sédimentation lacustre ? (Contrôle tectonique, sismicité ; contrôle climatique, variations hydrologiques ; ou contrôle anthropique, occupation des sols et dynamiques érosives des versants, incorporation des polluants dans les milieux naturels).							
Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE		
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE / RSE					Rapport Ecrit ou Oral		
2 ^{ème} session							
Sans Objet							
Responsable de l'enseignement :		Anaëlle SIMONNEAU					
Bibliographie :							
Bernard BIJU-DUVAL (1999) : Géologie sédimentaire. <i>Ed. Technip</i> .BU de Sciences 552.5 BIJ Isabelle COJAN & Maurice RENARD (1997) : Sédimentologie. <i>Masson</i> OSUC-ISTO 549.3 COJ Dearing et al., 2010 – <i>Ecology and Society</i> .: http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art21/							
Ressources pédagogiques : support de cours sur l'ENT							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*	
Anaëlle SIMONNEAU	UO	Limnogéologie					45h (8)
X Si plus de 8 inscrits							

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST14 – Changements climatiques globaux				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Anglais ou Français		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		28/04/2018		
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP	
				36h		
Seuil de dédoublement				40		
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Géochimie Organique et Isotopique, Formations superficielles						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Connaître les enjeux des changements environnementaux actuels (impacts sur le cycle du carbone notamment) et les replacer dans le cadre des changements environnementaux passés. Il s'agira de comprendre le système climatique (forçages, couplages, effets seuils, rétroactions...) et sa dynamique lors de périodes équivalentes ou radicalement différentes de l'Actuel et d'étudier l'impact des transitions climatiques majeures et des activités humaines sur l'évolution des milieux continentaux, leurs effets conjoints ou dissociés. Ces éléments permettront d'inscrire les milieux actuels dans une trajectoire long terme et d'amener la notion d'héritages. Pour mieux apprécier la portée des reconstructions paléo-environnementales, l'étudiant devra maîtriser les logiques d'exploitation des archives, leur décryptage au moyen de traceurs et de proxies, et pouvoir discuter les limites de leur interprétation.						
Contenu : Changement global, climats du futur : Enjeux et positionnement des questions - XXX						
Cycle du carbone ➤ Interactions entre le climat et les écosystèmes continentaux : flux de GES, changement de végétation et rétroaction F. LAGGOUN - S. GOGO ➤ Erosion surfaces continentales et cycle du carbone : approches temps cours – temps long - XXX ➤ Cycle du carbone et couplages océan-atmosphère : cas des upwellings - M. BOUSSAFIR						
Climats passés ➤ Archives sédimentaires (construction, datation...) - A. SIMONNEAU ➤ Représentativité des archives et traceurs - J. JACOB ➤ Paléoclimats Anté-Quaternaire - XXX ➤ Paléoclimats Quaternaire - A. SIMONNEAU						
Interactions Homme-Milieus ➤ Paléoclimats Holocène et interactions sociétés/milieus : impacts des changements climatiques sur les sociétés, impact de l'anthropisation sur le climat et les écosystèmes - A. SIMONNEAU - J. JACOB						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				3h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				3h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement :				Mohammed BOUSSAFIR		
Bibliographie : Changement climatique : les savoirs et les possibles. Hervé LE TREUT, Sylvestre HUET Jérôme CHAPPELLAZ, Olivier GODARD. La Ville Brule, 2010. 240 pp. Hervé LE TREUT Nouveau climat sur la Terre.. Flammarion, 2009. 232 p. J.F. DECONINCK Paléoclimats : L'enregistrement des variations climatiques.. Vuibert, 2006. 198 p.						

Ressources pédagogiques : Supports de cours sur CELENE,
Meyers, P.A. et Lallier-Vergès, E., 1999. Lacustrine sedimentary organic matter records of Late Quaternary paleoclimates. *Journal of Paleolimnology* 21, 345-372. : <http://scd.univ-orleans.fr/>
Dearing, J.A., 2006. Climate–human–environment interactions: resolving our past. *Climate of the Past* 2, 187–203.
Castañeda, I.S., Schouten, S., 2011. A review of molecular organic proxies for examining modern and ancient lacustrine environments. *Quaternary Sciences Reviews* 30, 2851-2891 <http://scd.univ-orleans.fr>

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Mohammed BOUSSAFIR	UO - OSUC	Cycle du carbone		3h	
Fatima LAGGOUN	ISTO - CNRS	Cycle du carbone		3h	
Sébastien GOGO	UO - OSUC	Cycle du carbone		3h	
XXX	UO - OSUC	Cycle du carbone		3h	
XXX	UO - OSUC	Changement global		3h	
XXX	UO - OSUC	Climats passés		3h	
Jérémy JACOB	ISTO - CNRS	Climats passés		3h	
Anaëlle SIMONNEAU	UO - OSUC	Climats passés		9h	
Jérémy JACOB	ISTO - CNRS	Interactions Homme-Milieus		3h	
Anaëlle SIMONNEAU	UO - OSUC	Interactions Homme-Milieus		3h	

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9RE08 - Pollution des eaux & des sols, traitements				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5 (Géo ² Env) 4 (CPRE)	Mise à jour le		26/01/2018		
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP	
				48h		
Seuil de dédoublement						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Connaissances de base des milieux aquatiques et éléments de pédologie						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Donner des connaissances approfondies sur les pollutions des milieux aquatiques et des sols, sur les traitements en vue de la potabilisation des eaux et après usage, et en vue de la réhabilitation des sols pollués						
Contenu : Pollutions et traitements des eaux : Rappels sur les eaux souterraines ; Les principales causes de pollution et problématiques actuelles ; Norme de qualité des eaux naturelles ; Production d'eau potable ; norme européenne ; Traitements des eaux usées. Pollutions et traitements des sols : Comportement des polluants ; Diagnostic des sols pollués ; Evaluation simplifiée des risques ; évaluation détaillée des risques ; Gestion des sites & sols pollués - Méthodologie ; Prélèvement et échantillonnage. Techniques de dépollution des sols : méthodes des traitements, limites et problématique des techniques, études de cas ; Techniques de réhabilitation. Marché des traitements des sites pollués. Aspects réglementaires de la pollution et la dépollution						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	2	1h30	Ecrit			
• RSE				3h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				3h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement : Valery CATOIRE						
Bibliographie : Fournie par les intervenants						
Ressources pédagogiques : documents photocopiés						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Valéry CATOIRE	UO	Pollution & Traitement Eaux				9h
Mickaël MOTELICA	UO	Pollution & Traitement Eaux				6h
Cédric HELMER	SUEZ	Pollution & Traitement Eaux				4h
J-Baptiste CHATELAIN	Ag. de l'Eau	Pollution & Traitement Eaux				2h
Clément ZORNIG	BRGM	Gestion des sites et sols pollués				7h50
Stéfan COLOMBANO	BRGM	Gestion des sites et sols pollués				3h50
Jacques VILLENEUVE	BRGM	Gestion des sites et sols pollués				2h
Patrick SUIRE	ANTEA	Gestion des sites et sols pollués				4h
Stéphane SABATIER	IDDEA	Gestion des sites et sols pollués				4h
Bruno FALALA	ANTEA	Réglementation pollutions				6h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED							
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9RE09 - Approche projet & qualité Insertion professionnelle <i>Project approach and quality & professional insertion</i>					
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français			
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		26/01/2018			
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP		
				24h			
Seuil de dédoublement							
Descriptif de l'enseignement							
Porté Risq & Env Commun partiel avec mention PhysFA (12h Approche projet et qualité)							
Prérequis :							
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Insertion professionnelle. Gestion de projet : Avoir une vue globale et synthétique sur le mode projet et ses utilisations ; Connaître les bases de la méthodologie de projet ; S'approprier les outils de base de la conduite de projet.							
Contenu : Outils pour l'insertion professionnelle proposés en partenariat avec l'ESEE : 4x3h Rédiger une lettre de motivation ou comment montrer son intérêt pour une entreprise, un poste ou une mission ; Réussir son entretien de recrutement ; Cibler son marché de l'emploi ; Construire et développer son réseau Approche projet et qualité : 12h La conduite de projets est une compétence transversale recherchée dans les entreprises quel que soit le poste, pour mettre en œuvre et atteindre les objectifs fixés. Contenu du programme : ➤ Définition (gestion de projet/ initiation à l'assurance produit) ➤ Méthodologie et outils (gestion de planning, documentation, risques) ➤ Bonnes pratiques de travail dans une équipe "projet"							
Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE	1	1h	Ecrit				
• RSE				1h	Ecrit		
2 ^{ème} session							
• RNE / RSE				1h	Ecrit		
Responsable de l'enseignement : Clémence AGRAPART – Christophe GUIMBAUD							
Bibliographie :							
Ressources pédagogiques :							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*	TP*
Clémence AGRAPART	CNRS	Approche projet et qualité				12h	
ESEE	UO						

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST30 - Géotectonique (UQAM)			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français	
Crédits ECTS / Coefficient	6	Mise à jour le		24/09/2018	
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP
Seuil de dédoublement					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : Bonne connaissance de la déformation en contexte ductile et cassant ; connaissance de la géodynamique					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Mesures et traitements approfondis de données structurales ; application à la déformation de gisements miniers ; construction de modèles miniers					
Contenu : Les relations entre croûtes, manteau et noyau constituent les fondements de la dynamique terrestre. Le cours comprend deux parties; la première a pour objectif d'acquérir une compréhension synthétique des aspects physiques et chimiques de la géodynamique interne. On abordera la structure de la Terre, son régime thermique, la rhéologie et la géochimie, les changements de phases, le rôle des fluides profonds et les mécanismes de la convection et de la déformation. La formation des orogènes, des points chauds, des rifts et des bassins seront examinés. L'évolution de la croûte continentale, étudiée par ses messages sédimentaires et magmatiques, illustrera les modifications des mécanismes géodynamiques depuis l'Archéen. La signification de la tectonique globale, paradigme ou paradoxe, sera discutée. La seconde partie portera sur des problématiques actuelles de la géodynamique interne, traitées sous la forme de séminaire et de travaux dirigés avec application aux gîtes minéraux ; métallotectes structuraux ; étude de cas de gisements miniers en contexte de déformation					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1^{ère} session					
• RNE / RSE					Exposé oral
2^{ème} session					
Sans objet					
Responsable de l'enseignement :		UQAM			
Bibliographie : Fournie par le Responsable					
Ressources pédagogiques : Vidéo-projections					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD*

PARCOURS : ☒ G ³ ☐ Geo ² Env ☐ CPRE ☐ VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST31 - Hydrothermalisme (UQAM)			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français	
Crédits ECTS / Coefficient	6	Mise à jour le		26/04/2018	
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP
Seuil de dédoublement					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : connaissance sérieuse des modèles métallogéniques					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) cartographie géologique et minière ; levers miniers, réalisation de synthèse régionale de gîtes minéraux					
Contenu : La circulation des fluides hydrothermaux joue un rôle majeur dans le fonctionnement de la lithosphère et dans la formation des gîtes minéraux. Le cours vise à donner aux étudiants une compréhension des mécanismes physiques de l'hydrothermalisme, aussi bien dans les terrains anciens qu'actuellement, principalement en domaine cassant. La première partie porte sur l'hydraulique des milieux fissurés, l'hydrothermalisme océanique et continental, les champs géothermiques et leur expression dans les gîtes hydrothermaux, les conséquences en terme de déformation et de plutonisme. La mécanique des champs filoniens et l'étude des altérations permettront de développer des critères pratiques de diagnostic minier: taille et durée des systèmes hydrothermaux, importance des minéralisations associées. La seconde partie est une excursion d'une semaine dans des environnements géologiques montrant des gisements hydrothermaux fossiles exploités (mines) et des systèmes géothermaux actifs, avec visites de mines, levers cartographiques et levers miniers, et le suivi de travaux d'exploration. Un travail thématique trimestriel permet enfin une synthèse personnelle sur un sujet d'actualité.					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1^{ère} session :					
• RNE / RSE					Rapport
2^{ème} session					
Sans objet					
Responsable de l'enseignement :		UQAM			
Bibliographie : rapports miniers					
Ressources pédagogiques : documents miniers, cartes et outils de relevés					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST32 - Déformation des gîtes minéraux (UQAM)			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français	
Crédits ECTS / Coefficient	6	Mise à jour le		24/09/2018	
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : connaissances solides à approfondies en métamorphisme, géologie structurale et morphologie/genèse des gisements métallifères ; aptitude aux levés cartographiques en milieu fortement déformé.					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) ➤ Reconnaître les transformations structurales et texturales des gisements. ➤ Appréhender les conséquences sur la morphologie des gisements et leur incidence en terme d'exploration, de production, et de traitement des minerais					
Contenu : Les gisements minéraux sont intimement associés aux conditions tectoniques qui règnent pendant et après leur formation. Le cours vise à donner des concepts et des méthodes avancées sur le métamorphisme et la déformation des gisements à différentes profondeurs dans la lithosphère tel la déformation ductile des gisements filoniens aurifères, et la recristallisation et la déformation des gisements volcanogènes. Trois à quatre modules de quelques jours s'organisent autour d'une étude de cas présentant un niveau de complexité structural croissant. Chaque module comporte d'abord une synthèse thématique à partir de la bibliographie, puis un travail d'analyse et de collecte des données sur le terrain (un à deux jours), avec des outils microtectoniques et cartographiques. Les échantillons et les mesures recueillis sont ensuite étudiés en laboratoire afin de reconstruire quantitativement les différents éléments de l'histoire structurale du gisement. Les conséquences sur la morphologie des gisements et leur incidence en terme d'exploration et de production seront enfin présentées. Sorties sur le terrain.					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL	
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1^{ère} session					
• RNE / RSE					Rapport
2^{ème} session					
Sans objet					
Responsable de l'enseignement :		UQAM			
Bibliographie : Références des articles et ouvrages nécessaires fournis					
Ressources pédagogiques : documents de terrain					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD*

PARCOURS : ☒ G³ ☐ Geo²Env ☐ CPRE ☐ VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST33 - Méthodologie de la communication en sciences de la terre (UQAM)				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		24/09/2018		
Volume horaire total	25h	Dont	CM	TD	TP	
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : aucun						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Maîtriser les outils de communication en sciences de la terre						
Contenu : Ce cours permet de présenter brièvement les principes d'une communication efficace, puis de maîtriser les principaux outils de communication scientifique : affiches, communication orale, notes et articles dans le domaine des sciences de la terre. On abordera en particulier la lecture critique, le dessin géologique, la réalisation de photographies, la conception de diapositives, la planification d'une note, d'un article ou d'une présentation. Le cours comprend des cours magistraux et des travaux pratiques, en particulier avec les outils informatiques. L'étudiant devra présenter oralement une communication sur un sujet géologique à l'occasion d'un séminaire.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1^{ère} session						
• RNE / RSE				15 mn	Exposé oral	
2^{ème} session						
• RNE / RSE				15 mn	Exposé oral	
Responsable de l'enseignement : UQAM						
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*

PARCOURS : ☒ G³ ☐ Geo²Env ☐ CPRE ☐ VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST34 - Ressources minérales et mondialisation (UQAM)				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	6	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	45h	Dont	CM	TD	TP	
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Aucun						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) L'objectif du cours est d'acquérir les compétences nécessaires pour évaluer les enjeux, analyser des politiques économiques et leurs conséquences dans le domaine des ressources minérales						
Contenu : L'objectif du cours est d'acquérir les compétences nécessaires pour évaluer les enjeux, analyser des politiques économiques et leurs conséquences dans le domaine des ressources minérales. Il permet en particulier de connaître les éléments clefs de l'économie des gîtes minéraux et les grands traits de l'histoire minière à l'échelle internationale. Il vise en outre à comprendre le rôle économique et social des ressources minérales dans le monde, l'importance politique de certaines ressources minérales, le rôle des marchés, des politiques minières et de grands producteurs dans l'établissement des prix, et le fonctionnement des principaux acteurs du domaine minier. Par une analyse de la composante économique du développement durable, il permettra de se sensibiliser aux impacts de la croissance démographique et économique sur la demande et la rareté des ressources naturelles						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1^{ère} session						
• RNE / RSE				15 mn	Exposé oral	
2^{ème} session						
• RNE / RSE				15 mn	Exposé oral	
• RSE						
Responsable de l'enseignement : UQAM						
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : ☒ G³ ☐ Geo²Env ☐ CPRE ☐ VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST35 - Activités de terrain (UQAM)			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français	
Crédits ECTS / Coefficient	6	Mise à jour le		26/04/2018	
Volume horaire total	30h	Dont	CM	TD	TP
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : connaissances solides à approfondies en géologie et morphologie/genèse des gisements métallifères ; aptitude aux levés cartographiques des séries volcano-sédimentaires et métamorphiques, analyse de la déformation.					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Travaux de cartographie dans les séries paléo protérozoïques minéralisées ➤ Reconnaître des séries volcano-sédimentaires ➤ Décrire le métamorphisme et les transformations structurales ➤ Visites et prises de contacts avec les équipes d'exploration, de production, et de traitement des minerais, problématiques industrielles minières					
Contenu : ✓ L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants d'intégrer leurs différentes connaissances dans le domaine des Sciences de la Terre directement sur le terrain. Cette intégration se fera à différentes échelles dans le temps et dans l'espace. Les thématiques abordées comprendront différents domaines des géosciences tels que la métallogénie, la tectonique, la sédimentologie, etc. Ce cours implique un travail de documentation objective, permanente et efficace et la synthèse de différents types de données géologiques. Il peut faire appel à différentes techniques de cartographie thématique et spécialisée (dans le domaine des mines, de l'environnement, de l'aménagement du territoire, etc.). Le cours a lieu sous forme d'un camp-excursion sur le terrain et implique la rédaction d'un (des) rapport(s).					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1^{ère} session					
• RNE / RSE					Rapport
2^{ème} session					
• RNE / RSE	Sans objet				
Responsable de l'enseignement :			UQAM		
Bibliographie : Références des articles et ouvrages nécessaires fournis					
Ressources pédagogiques : documents de terrain					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD*

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : ☒ G³ ☐ Geo²Env ☐ CPRE ☐ VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA9ST36 - Hydrogéochimie des ressources (UQAM)				
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	6	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total		Dont	CM	TD	TP	
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) L'objectif de ce cours est de comprendre les mécanismes responsables de la dispersion des ions, isotopes et éléments traces dans l'eau souterraine et dans les formations de surface, avec une attention particulière aux processus physiques liés à l'entraînement des espèces chimiques dans les aquifères et les échanges fluide-roche.						
Contenu : Le cours comprend des cours magistraux et des travaux pratiques en laboratoire. Éléments dissous et lithologie des aquifères. Classification chimique de l'eau et ses diagrammes. Mesure des paramètres physiques et chimiques de l'eau sur le terrain. Processus de transport dans la zone non saturée et dans l'aquifère. Traçages artificiels et solutions analytiques. Traçage des sources et de la circulation de l'eau souterraine par les isotopes : isotopes stables de l'eau, isotopes radioactifs, anthropiques et gaz rares. Temps de résidence de l'eau souterraine. Exemples d'applications en hydrogéologie, en environnement et en prospection géochimique. Sorties sur le terrain.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
< D	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1^{ère} session						
• RNE						
• RSE						
2^{ème} session						
• RNE						
• RSE						
Responsable de l'enseignement : UQAM						
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

Semestre 4

Code APOGEE	OMA0ST01			OMA0ST02			OMA0ST03		
Intitulé	Environnement minier & après mines			Resources modelling and evaluation with Surpac®			Roches & minéraux industriels		
Responsable	Dominique GUYONNET			Johann TUDURI			Éric MARCOUX		
Volume H	36h			48h			36h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		36h			48h			28h	8h
ECTS	3			3			3		
Commun									

Code APOGEE	OMA0ST04			OMA0ST05			OMA0ST06		
Intitulé	Conduite de projet d'exploration Terrain Maroc			Environmental data management			Economie de l'environnement		
Responsable	Johann TUDURI			Daniel PIERRE			Xavier GALLIEGUE		
Volume H	104h			24h			24h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		44h	60h		24h			24h	
ECTS	6			3			2		
Commun									

Code APOGEE	OMA0ST07			OMA0ST08			OMA0ST09		
Intitulé	Management & législation de l'environnement			Stage recherche			Stage professionnel		
Responsable	Valéry CATOIRE			Responsable parcours			Responsable parcours		
Volume H	24h			10h			1.5h		
Répartition H	CM	TD	TP	CM	TD	TP	CM	TD	TP
		24h			10h			1.5h	
ECTS	2			30			15		
Commun									

Code APOGEE	OMA0ST12		
Intitulé	Stage professionnel		
Responsable	Responsable parcours		
Volume H	1.5h		
Répartition H	CM	TD	TP
		1.5h	
ECTS	20		
Commun			

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST01 - Environnement minier et après-mine <i>Environmental management along the mine life-cycle</i>				
Semestre	4	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		07/06/2017		
Volume horaire total	43h	Dont	CM	TD	TP	
				18h	25h	
Seuil de dédoublement				40	8 (3gr)	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Connaissances en hydrologie (bilans hydriques) et hydrogéologie (cartes piézométriques), en chimie des eaux (paramètres géochimiques, diagrammes de Pourbaix, limites de solubilité, ...) et en géotechnique (stabilité des sols, faibles perméabilités, ...).						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Acquérir une démarche logique visant à prendre en compte la gestion des risques environnementaux en amont du projet minier, dès le stade de la faisabilité. Savoir mettre en œuvre des outils d'analyse de terrain spécifiques à l'environnement minier. Connaître les techniques de mise en sécurité et de surveillance des anciens sites miniers.						
Contenu : Ce cours présente la gestion de projet minier d'un point de vue environnemental, tout au long de son cycle de vie, depuis le projet de faisabilité jusqu'à l'après-mine. La gestion environnementale durant la période de mine active est basée sur le « Plan de Gestion Environnemental » (environmental management plan). La gestion de l'après-mine est une approche intégrée qui considère les eaux de surface et souterraines d'un point de vue quantitatif et qualitatif (en incluant le traitement), la gestion des déchets miniers (sitologie des stockages, conception, dimensionnement, matériaux), la stabilité géotechnique des stockages de résidus miniers, etc.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE					Rapport	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE					Rapport	
Responsable de l'enseignement :				Dominique GUYONNET		
Bibliographie : TAILSAFE – Sustainable improvement in safety of tailings facilities. http://www.tailsafe.com/ Mine Water - hydrology, pollution, remediation. Younger, P., Banwart, S., Hedin, R. (2002) Geotechnical engineering for mine waste storage facilities. Blight, G. (2010)						
Ressources pédagogiques :						
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)						
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD* TP*
Dominique GUYONNET	BRGM	Gestion eau & déchets en contexte minier				9h
Francis COTTARD	BRGM	Plan de gestion environnementale				6h
Philippe SABOURAULT	BRGM	Gestion opérationnel de l'après-midi				3h
Dominique GUYONNET	BRGM	Ecole de terrain Salsigne				25h (8)
Francis COTTARD	BRGM	Ecole de terrain Salsigne				25h (8)
Ingrid GIRARDEAU	BRGM	Ecole de terrain Salsigne				25h (8)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : ☒ G ³ ☐ Geo ² Env ☐ CPRE ☐ VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST02 - Resource modelling & evaluation with Surpac®			
Semestre	3	Langue de l'enseignement		Anglais	
Crédits ECTS / Coefficient	5	Mise à jour le		07/06/2017	
Volume horaire total	48h	Dont	CM	TD	TP
				48h	
Seuil de dédoublement				16	
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis : Géologie des gisements minéraux, Processus métallogéniques, Le projet à l'international dans le domaine des géosciences, Mineral economic masterclass, Mineral exploration and data analysis					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Etre capable de concevoir, coréaliser, gérer ou superviser un projet d'exploration de complexité avancé. Maîtrise des outils géomatiques (ACCESS, SURPAC) d'un projet minier dans les différentes phases de son existence. Choisir les méthodes pertinentes de base en modélisation par rapport aux problèmes rencontrés. Respect de la procédure qualité et amélioration du processus décisionnel.					
Contenu : Formation complète à l'évaluation minière ainsi qu'à la planification des opérations d'exploitation sous le logiciel métier GEOVIA/SURPAC.					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1^{ère} session					
• RNE / RSE					Rapport technique
2^{ème} session					
• RNE / RSE					Rapport technique
Responsable de l'enseignement :		Johann TUDURI			
Bibliographie :					
Ressources pédagogiques :					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD*
Chris BATES	DASSAULT	Modélisation et évaluation des ressources minérales			48h (16)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED							
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST03 - Roches et minéraux industriels					
Semestre	4	Langue de l'enseignement		Français			
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		30/04/2018			
Volume horaire total	36h	Dont	CM	TD	TP		
				13h	23h		
Seuil de dédoublement Terrain (en partie)					18 (1gr)		
					8 (3gr)		
Descriptif de l'enseignement							
Prérequis : Connaissance de base en ressources minérales							
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Connaissance et maîtrise de la chaîne prospection-exploitation-traitement-réhabilitation dans la filière des minéraux industriels. Généralités et tests d'essais techniques sur les granulats avec notions de géotechnique des sols.							
Contenu : Minéralogie, géologie et exploration des principaux minéraux industriels (argiles, kaolin, andalousite, diatomite, barytine...) ainsi que leurs utilisations industrielles (charges minérales, filtration, isolation...). Les granulats : définitions, caractéristiques, classification, emplois et principaux essais techniques, ainsi que notions de base de géotechnique et mécanique des sols (tassement, compaction, cisaillement). La connaissance du cycle extraction – traitement – réhabilitation est notamment acquise avec des visites de sites d'exploitation majeurs (kaolin, andalousite, carrières de granulats...); familiarisation avec les contraintes géologiques, techniques et environnementales de l'industrie extractive.							
Modalités de contrôle des connaissances							
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE	
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT	
1 ^{ère} session							
• RNE					Rapport final Compte-rendu	67% 33%	
• RSE							
2 ^{ème} session							
• RNE / RSE					Rapport final		
Responsable de l'enseignement : Éric MARCOUX							
Bibliographie :							
Ressources pédagogiques :							
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)							
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant			CM	TD*	TP*
Éric MARCOUX	UO - OSUC	Minéraux industriels - sortie				9h	15h (8)
Stanislas SIZARET	UO - OSUC	Minéraux industriels - sortie					15h (8)
X		Minéraux industriels - sortie					15h (8)
Kévin BECK	UO - POLYTECH	Granulats, géotechnique				4h	8h (18)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST04 - Conduite de projet d'exploration Mineral exploration and data analysis				
Semestre	4	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient		Mise à jour le		07/06/2017		
Volume horaire total	104h	Dont	CM	TD	TP	
				44h	60h	
Seuil de dédoublement terrain				40	8	
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Hydrothermalisme, Le projet à l'international dans le domaine des géosciences, Mineral economic masterclass						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Etre capable de concevoir, coréaliser, gérer ou superviser un projet d'exploration de complexité moyenne. Identification des techniques adaptées à une substance et un contexte géologique particulier Maîtrise des outils géomatiques (ACCESS, SIG) d'un projet minier dans les différentes phases de son existence. Respect de la procédure qualité et amélioration du processus décisionnel.						
Contenu : Cet enseignement se dispensera en salle et sur le terrain. Les enseignements en salle apporteront les compétences nécessaires à la mise en œuvre d'un exercice de conduite de projet d'exploration dont la réalisation se fera pro-parte sur le terrain. Le livrable attendu sera un rapport technique. En salle, les différentes phases d'un projet d'exploration ainsi que leurs objectifs, les méthodes mises en œuvre, les outils et les traitements seront présentés. On insistera en particulier sur les critères de choix des méthodes (techniques vs. Budgétaires) et sur les éléments décisionnels qui permettent de passer d'une phase à l'autre. Sur le terrain, les étudiants travailleront en groupe sur un prospect minier qu'ils devront valoriser en mettant en œuvre tout leur savoir-faire, afin de mener à bien un projet d'exploration en domaine complexe hydrothermalisé. Les attentes sont les suivantes : réalisation de levés géologiques (1/2500), caractérisation thématiques des altérations, définition du contrôle structural de la minéralisation, définition des métallotectes, réalisation d'un modèle géologique 3D, évaluation de la ressource supposée.						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE	3		Rapport			
• RSE	3		Rapport			
2 ^{ème} session						
• RNE						
• RSE						
Responsable de l'enseignement :				Johann TUDURI		
Bibliographie :						
Ressources pédagogiques :						

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Johann TUDURI	BRGM	Les grandes étapes du projet minier		3h (16)	
Stanislas SIZARET	OSUC	Échantillonnage		12h (16)	
Éric MARCOUX	OSUC	Génération de projets / PERM		3h (16)	
José PERIN	BRGM	Géophysique		3h(16)	
Éric FOURNIER	BRGM	Géochimie		6h (16)	
Bruno TOURLIERE	BRGM	Analyse de données		6h (16)	
Matthieu CHEVILLARD	BRGM	La campagne de prélèvement		4h (16)	
Éric FOURNIER	BRGM	Forage		4h (16)	
Éric GLOAGUEN	BRGM	Case study		3h(16)	
Johann TUDURI	BRGM	Ecole de terrain au Maroc			60h (8)
Stanislas SIZARET	OSUC	Ecole de terrain au Maroc			60h (8)
Alain CHAUVET	BRGM	Ecole de terrain au Maroc			60h (8)
Jean-Louis BOURDIER	OSUC	Ecole de terrain au Maroc			60h (8)

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST05 – Environmental Data Management				
Semestre	4	Langue de l'enseignement		Français		
Crédits ECTS / Coefficient	3	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				24h		
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis :						
• Maîtrise des grands processus physico-chimiques et altération de la qualité des eaux (cycle de l'azote, pesticides et autres micropolluants,...) ; • Maîtrise des outils de type tableurs (excel,...), base de données (SQL) et SIG.						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis)						
➤ La parfaite maîtrise des processus de gestion de la donnée environnementale est au cœur des activités scientifiques et techniques qu'il s'agisse d'ingénierie ou de recherche. A l'heure de l'open data et des nouvelles technologies d'acquisition et de transmission des données, la gestion de la donnée environnementale apparaît comme un enjeu de second plan, alors qu'il existe des méthodologies et des outils adaptés pour sa gestion et sa valorisation. ➤ Antea Group souhaite développer son offre de formation et l'ouvrir à ses partenaires universitaires. Il s'agit de s'approprier la chaine de valeur de cette donnée environnementale ainsi que d'acquérir les bases techniques nécessaires pour assurer les processus de centralisation, gestion et analyse des données. Ces processus seront illustrés par des exercices pratiques concrets portant sur la surveillance physicochimique et hydrobiologie des masses d'eau. Ces exercices pratiques reposeront sur l'utilisation des solutions Antea Group Lyxea ® utilisées largement par les acteurs de la sphère eau française (Agences de l'eau,...).						
Contenu : Ce module est dispensé par les ingénieurs et chercheurs de Antea Group experts dans la gestion de données environnementales.						
La solution Lyxea ® & les acteurs de la sphère « eau » française						
✓ Les acteurs (public, privé, les interactions et les échanges (bases nationales) ✓ Présentation des grandes bases nationales et des "obligations" de chaque acteur à y verser leurs données ✓ Présentation du SANDRE, acteurs, services, intérêts... ✓ Services web (BDD nationales : banque HYDRO, ADES, MeteoFrance, Naïade,...le SIE Français ✓ Périmètre métier et fonctionnel : Les modules Lyxea ® ✓ Intérêt de chaque module Lyxea d'un point de vue métier						
La Lyxea par l'exemple : processus de surveillance des masses d'eau du bassin Loire Bretagne						
Mettre en œuvre la solution Lyxea ® : assurer un processus de surveillance de la qualité des masses d'eau						
✓ Gestion de données référentielles ✓ Bancarisation des données milieu ✓ Convertir et échanger des données ✓ Echanges EDI Labo ✓ Export et import de données ✓ Planification ✓ Validation des données ✓ Cartographie et réaliser des évaluations du « bon état écologique » (Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE) ✓ Evaluations spécifiques (hydrobiologique, pesticides,...)						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE					Rapport	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE					Rapport	

Responsable de l'enseignement :

Daniel PIERRE

Bibliographie :

<https://www.researchgate.net/publication/287209102> Le cycle des donnees applique a l'eau

<https://www.researchgate.net/publication/273203872> Suivi de la qualite de l'eau et des pollutions etat des reseaux objectifs et enjeux

<https://www.researchgate.net/publication/324840205> Donnees geoscientifiques et environnementales issues de la recherche academique consequences et implications sur les activites d'ingenierie et la resolution de problematique environnementales industri

Ressources pédagogiques : <https://university.lyxea.fr/>

Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
PIERRE Daniel	Antea Group		4h		
CHARRON Stéphanie	Antea Group			4h	
ARLAUX Yannick	Antea Group			8h	
FALALA Bruno	Antea Group			4h	
DAVID Julien	Antea Group			4h	

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env CPRE VSED						
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST06 - Economie de l'environnement Environmental Economics				
Semestre	4	Langue de l'enseignement		Français ou Anglais		
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		26/04/2018		
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP	
				24h		
Seuil de dédoublement (Indiquer l'effectif max. pour chaque type d'enseignement) UNIQUEMENT si contraintes : (manip labo, salles micro, salles info, terrain...)						
Descriptif de l'enseignement						
Prérequis : Pas de prérequis No prerequisite						
Objectifs : (savoirs et compétences acquis) Connaissance des outils de l'analyse économique permettant de mettre en œuvre une politique de protection de l'environnement. Connaissance des enjeux et outils du développement durable Connaissance des concepts permettant d'évaluer le coût du réchauffement climatique et de la transition énergétique, et des mesures d'atténuation (mitigation) permettant de la réaliser à un moindre coût. <i>Knowledge of the economic tools enabling to implement environmental protection policies.</i> <i>Mastering the stakes and tools of sustainable development.</i> <i>Evaluating the different aspects of the economics of climate change and energy transition, through the valuation of adaptation and mitigation policies</i>						
Contenu : ➤ De la croissance au développement durable ➤ Les biens publics et le problème des externalités ➤ L'évaluation des dommages environnementaux et le principe pollueur-payeur: théorie et pratique ➤ Les instruments des politiques environnementales: réglementations, taxes et subventions, marché de droits ➤ L'économie du changement climatique et de la transition énergétique ➤ L'entreprise et de développement durable: la responsabilité Sociale d'entreprise (RSE) ➤ <i>From Growth to sustainable development</i> ➤ <i>Public Goods and Externalities</i> ➤ <i>Environmental amenities and polluter/payer principle: theory and practice</i> ➤ <i>The tools of environmental policies: regulations, taxes and subsidises, polluting right markets</i> ➤ <i>The economics of climate change and of the energy transition.</i> ➤ <i>Enterprise and Sustainable development: the environmental and social corporate responsibility</i>						
Modalités de contrôle des connaissances						
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU			CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)	Répartition en % entre CC et CT
1 ^{ère} session						
• RNE / RSE				2h	Ecrit	
2 ^{ème} session						
• RNE / RSE				2h	Ecrit	
Responsable de l'enseignement : Xavier GALIEGUE						

Bibliographie :

Beaumais et Chirolleu –Assouline, Economie de l'environnement

Gilles Rotillon, Economie de l'environnement, Repères- La Découverte

Tietenberg and Lewis, Environmental and Natural resources economics, Routledge

J. Conrad, Resource Economics, Cambridge University Press

C. Erikson, Economic Growth and the environment, Oxford University Press

Ressources pédagogiques :**Intervenants et répartition** (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)

Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant	CM	TD*	TP*
Xavier GALIEGUE	UO	Economie de l'environnement		24h	

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée

PARCOURS : G³ Geo²Env OMA9RE10 CPRE VSED					
Intitulé de l'Unité d'Enseignement		OMA0ST07 - Management & législation de l'environnement (ou OMA9RE10 selon parcours)			
Semestre	4	Langue de l'enseignement		Français ou Anglais	
Crédits ECTS / Coefficient	2	Mise à jour le		Janvier 2018	
Volume horaire total	24h	Dont	CM	TD	TP
				24h	
Seuil de dédoublement					
Descriptif de l'enseignement					
Prérequis :					
Objectifs : (savoirs et compétences acquis)					
➤ Législation de l'environnement et des données : Comprendre la structuration du droit européen et français de l'environnement et des données, l'organisation des compétences. ➤ Management de l'environnement : Comprendre les enjeux d'un Système de Management Environnemental / Savoir appliquer les exigences de l'ISO 14001.					
Contenu :					
Droit de l'Environnement / Droit des données					
✓ Rapide historique du droit en environnement : Les grandes dates du droit français, européen et international, les éléments de la charte de l'environnement : introduction aux grands principes de l'environnement et du développement durable ✓ L'organisation des compétences environnementales en France : Rappel historique, Rôles et organisations de l'Etat, de ses Etablissements Publics, des collectivités territoriales, des autres acteur... ✓ La structuration du droit français et européen : Hiérarchie des textes, Notion de doctrine-jurisprudence, L'accès au droit sur Internet, essai d'accès sur un exemple ✓ Le droit des données : Notion de propriété intellectuelle, L'accès aux informations environnementales, La réutilisation des informations publiques, La directive Inspire					
Management environnemental, normes, études de cas L'ISO 14001 version 2015 :					
✓ Les enjeux d'un Système de Management de l'Environnement ✓ Décryptage des exigences ✓ Détecter les points critiques de la norme ✓ Lien avec les autres normes de management (Qualité/Sécurité) ✓ Etude de cas					
Modalités de contrôle des connaissances					
NOTE ELIMINATOIRE	CONTROLE CONTINU		CONTROLE TERMINAL		CONTROLE MIXTE
	Nb CC	Durée	Nature (oral/écrit)	Durée	Nature (oral/écrit)
1 ^{ère} session					
• RNE / RSE				2h	Ecrit
2 ^{ème} session					
• RNE / RSE				2h	Ecrit
Responsable de l'enseignement :		Valéry CATOIRE			
Bibliographie :					
Ressources pédagogiques :					
Intervenants et répartition (indiquer la ventilation des heures entre les intervenants)					
Nom-Prénom	Organisme	Contenu pédagogique de l'intervenant		CM	TD*
Laurent COUDERCY	Agence Française Biodiversité	Droit de l'Environnement Droit des données			8h
Gabrielle DAVAIN-CATTEAU	VALESTIA	Management de l'Environnement			16h

* seuils du nombre d'étudiants indiqués entre () après la durée