



master STPE

SCIENCES DE LA TERRE ET DES PLANETES,
ENVIRONNEMENT

Syllabus

Première année – Semestre 1	3
Première année, Semestre 2	23
Deuxième année, Semestre 3	40
Deuxième année, Semestre 4	56

	(xxxx) Unité d'enseignement	IMG	GRT
Semestre 1	(ST101) Grands enjeux	2	2
	(ST102) Géophysique des ressources	3	3
	(ST103) Dynamique de la lithosphère	3	3
	(ST104) Dynamique des enveloppes externes	3	3
	(ST105) Geochemical tracers and chronometers 1	3	3
	(ST106) Stage pluri-disciplinaire d'intégration	5	5
	(ST107) APP1 - Valorisation du stage de terrain	2	2
	(GM108) Techniques de caractérisation des roches et minéraux	3	3
	(TC1) Traitement statistique des données	3	3
	(TC2) Traitement cartographique des données	3	3
Semestre 2	(ST203) Geosciences in the Anthropocene	2	2
	(ST205) Geosciences data processing	3	3
	(ST206) Research internship (stage en laboratoire)	6	6
	(ST207) Spatial data : from field to 3D modeling	4	4
	(ST208) APP2 Project driven learning (experimental approaches)	3	3
	(ST201) Earth Surface Dynamics	4	
	(ST202) Climatic system	4	
	(ST204) Geochemical tracers and chronometers 2	4	
	(ST209) Pétrographie et diagenèse des carbonates		3
	(ST210) Géologie des ressources et territoires		4
	(ST211) Géologie sédimentaire et structurale		4
	(ST212) Géologie en entreprise		1
		Nombre de crédits UE mention STPE	18
	<i>Nombre de crédits UE parcours</i>	12	12
Semestre 3	(ST305) Debates in Geosciences	2	2
	(ST306) APP3 Project driven learning (modelling in geosciences)	4	4
	(ST307) Field trip (école de terrain)	6	6
	(ST302a) Climate - carbon cycle - carbonates (option 1)	3	3
	(ST302b) Faults from the outcrop to the plate boundary (option 2)	3	3
	(ST301) Advanced topics in Geosciences	9	
	(ST303) Quaternary geochronology	3	
	(ST304) Remote sensing of Earth and Planetary Surfaces	3	
	(ST308) Réservoirs carbonatés		5
	(ST309) Géoressources : géothermie, stockage		3
	(ST310) Géomécanique et risques géologiques		3
	(ST311) Ressources et territoire : approches méthodologiques		4

	Nombre de crédits UE mention STPE obligatoire	12	12
	Nombre de crédits UE mention STPE optionnel	3	3
	<i>Nombre de crédits UE parcours</i>	<i>15</i>	<i>15</i>
S4	(ST401) Professional internship	30	
	(TC6) Stage M2		30

Première année – Semestre 1

Mention	Inter-mentions	SEM	M1S1	CRD	3	
Intitulé UE	(TC1) Traitement statistique des données					
Responsable 1	Franck Torre	Email 1	Franck.torre@univ-amu.fr			
Responsable 2	Eric Meineri	Email 2	Eric.meineri@univ-amu.fr			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
Déterminer, développer et appliquer des méthodes (BEE) Appliquer des méthodes et outils en géosciences (STPE)						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Permettre la compréhension et la mise en œuvre des méthodes d'analyses statistiques basiques couramment utilisées en sciences environnementales					
SAVOIR-FAIRE	Analyses statistiques					
CONNAISSANCES	Connaissances générales et appliquées en analyses statistiques et pratique d'un langage de programmation dédié à la statistique					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Initiation au langage informatique R ; Rappels sur les tests paramétriques basiques ; Formation aux modèles linéaires (régressions linéaires simples et multiples, analyse de variance (ANOVA) et l'analyse de covariance) ; Formation à l'analyse factorielle (ACP)					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissance de la loi normale, connaissance de la théorie de l'estimation (moyenne, variance) et du théorème central limite, initiations aux principaux tests paramétriques (Student, corrélation-régression, ANOVA), utilisation correcte d'un ordinateur.					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissance basique en programmation informatique					
MOTS-CLEFS	Analyse statistiques, R, tests paramétriques, modèle linéaire, analyse multivariées					
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM ; 20 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LBE		

Mention	Inter-mentions	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(TC2) Traitement cartographique des données				
Responsable 1	Olivier Cavalie	Email 1	olivier.cavalie@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
Déterminer, développer et appliquer des méthodes (BEE) ; Mobiliser les savoirs en contexte professionnel (GEE) ; Développer des compétences et des savoirs-faire spécifiques (RIE) ; Générer, interpréter et modéliser des résultats expérimentaux (SCE) ; Appliquer des méthodes et outils en géosciences (STPE)					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Le SIG s'est imposé comme un outil incontournable pour l'étude de données localisées géographiquement. Il permet à la fois une représentation aisée des données de terrain et facilite la recherche et le croisement d'informations. Pour cela, cet outil est très prisé des bureaux d'études et des scientifiques. Les objectifs de cette UE sont donner une connaissance de base solide des principes du SIG et d'apprendre pratiquement comment manipuler des données à travers un logiciel open source très utilisé. Cette compétence est indispensable pour d'insertion des étudiants dans la vie professionnelle en lien avec leurs études d'environnement ou de sciences de la Terre.				
SAVOIR-FAIRE	Représenter des données spatiales. Numériser et créer des données à partir de données déjà existantes. Géolocaliser des images aériennes. Croiser des informations à partir de différents jeux de données.				
CONNAISSANCES	Principes de base du SIG et des types de données associés au SIG. Principe d'acquisition des images satellites. Apprendre les bases de la cartographie. Principe de création d'une base cartographique.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Cours Magistral (4h) ; Partie 1 ; ; 1. Introduction: A quoi servent les cartes? ; 2. Espace Géographique ; 3. Représentation de la Terre ; 4. La cartographie ; Partie 2 ; ; 5. Introduction au SIG ; 6. Information géographique ; 7. Structure et modèle ; 8. Banque de données spatialisées ; 9. Principales fonctionnalités des SIG ; Partie 3 ; ; 10. Introduction à l'imagerie satellitaire ; Partie 4 ; ; 11. Introduction à QGIS ; ; TP (26h) ; ; Découverte d'un logiciel SIG : QGis ; WMS (Web Map service) et WFS (Web Feature Service) ; Mise en page ; Les données vectorielles ; Les données raster ; ;				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Etre à l'aise avec windows, savoir organiser un espace de travail (création de répertoire, sous-répertoire etc.). Savoir zipper et dézipper proprement un(des) fichier(s). Savoir ouvrir un fichier excel et le sauver sous le format CSV. ; Faire le TPO (téléchargeable sur Ametice)				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Télécharger et Installer QGIS sur son ordinateur, regarder des tutoriels et essayer de les reproduire.				
MOTS-CLEFS	SIG - raster - vecteur - images multispectrales - numérisation - requête - base de données				
REPARTITION CM/TD/TP	4 heures CM ; 26 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % CC			©5LBE	

Mention	Inter-mentions	SEM	M1S1	CRD	3	
Intitulé UE	(GM108) Techniques de caractérisation des roches et minéraux					
Responsable 1		Email 1				
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
A compléter						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	A compléter					
SAVOIR-FAIRE	A compléter					
CONNAISSANCES	A compléter					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	A compléter					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	A compléter					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	A compléter					
MOTS-CLEFS	A compléter					
REPARTITION CM/TD/TP	11 heures CM ; 12 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	XX % CC + XX % ET		©5LGE			

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	2
Intitulé UE	(ST101) Major Challenges in Geosciences				
Responsable 1	Siame Lionel	Email 1	lionel.siame@univ-amu.fr		
Responsable 2	Cavalié Olivier	Email 2	Olivier.cavalié@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
[1.2 - 1.3] - 1.4 - 2.8 - 3,1 - 3,2 - 5,1 ; Allow students to develop a solid foundation of knowledge in Earth Sciences, relying on fundamental disciplines such as geology, geophysics, geochemistry, and physical geography. This will enable them to understand the complex interrelationships between different Earth components and to address transdisciplinary issues in this field. Development of scientific skills for answering questions through systematic observation of natural objects in the field or laboratory, and through the critical processing and interpretation of data. By developing these skills, students will be able to approach and analyze the complexities of major challenges in geosciences effectively. enable students to identify and understand the issues faced by professional environments in the context of major challenges and sustainable development, mobilizing their fundamental, methodological, and technological knowledge in Earth Sciences.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	The teaching unit aims to prepare students to navigate the uncertainties of the planet's future by deepening their understanding of complex geoscientific concepts. Specifically, it focuses on topics such as water resource variability, delta dynamics, natural hazards and risks, global change impacts, and resource management. Through this exploration, students will gain insight into the interconnections between different Earth systems and processes, equipping them with the knowledge needed to address the challenges posed by global change effectively.				
SAVOIR-FAIRE	Students will acquire skills in analyzing complex geoscientific data, understanding interdisciplinary connections, and effectively communicating and collaborating to address major challenges in geosciences				
CONNAISSANCES	Students will gain knowledge about the factors influencing continental water flows, the importance and challenges of delta sustainability, natural hazard assessment and management, mechanisms driving global temperature and sea level rise, and the role of metals in renewable energy technologies, resource availability, and recycling in the context of the energy transition towards sustainability.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>The course explores major geoscientific challenges, including water resource variability, river deltas, hazards and risks, global change (specifically sea level and temperature), and resources and reserves. Students will delve into the factors influencing continental water flows, the significance and management of river deltas, the assessment and mitigation of natural hazards, the drivers of global temperature and sea level rise, and the role of metals in renewable energy technologies and resource sustainability, including future availability and recycling in the context of the energy transition. ;</p> <p>Water resource variability - The course will address the various factors that control and modulate the relationship between climate variability and that of continental water flows: river discharge, groundwater recharge, evapotranspiration. The issue will be addressed through analysis of hydroclimatic data time series, and an example of palaeohydrological reconstruction based on lake level variations (C. Vallet-Coulomb). ;</p> <p>River deltas - River deltas served as environmental incubators for some of the oldest cities and state-level societies on Earth, provide tremendous ecosystem services and resources, and currently host about 350 million people globally. At the same time, deltas in the Anthropocene have become iconic of the degradation and vulnerability of the world's coasts. Massive datasets and conceptual and numerical modelling are permeating delta studies globally, helping us probe better how geoscience can contribute to face the challenges of future delta sustainability through new principles of delta management (E. Anthony) ;</p> <p>Hazards and risks - In addressing the critical issue of natural hazards and associated risks, our foremost challenge is to refine our understanding of natural phenomena and thus strengthen assessments of hazard parameters. Enhancing the precision and timeliness of these assessments is pivotal for effective risk management, ensuring that communities and systems are well-prepared to confront and mitigate the potential impacts of unpredictable events. This course will particularly focus on seismic hazard but will also consider other natural hazards to discuss the concept of hazard, risk, and vulnerability at a regional and global scale. We will demonstrate that disasters are not natural, but rather highlight global inequalities (L. Siame). ;</p> <p>Global Change : sea level and temperature - For several thousand years, the equilibrium temperature of the Earth's surface has been 15°C (assuming an average albedo of 0.3 and a natural greenhouse effect), the average sea level has been stable, as have atmospheric and oceanic circulations. At present, these parameters show an increasing trend in response to anthropogenic activities. In the first part of the course, the mechanisms leading to an increase in global temperature and sea level will be presented. Secondly, the contributions of paleoclimatology to the understanding of present and future global change will be discussed in the form of training (L. Vidal) ;</p> <p>Resources and reserves - This comprehensive course delves into the pivotal role of metals in driving the global energy transition towards a sustainable future. Participants will explore the critical significance of metals such as copper, lithium, cobalt, nickel, and rare earth elements in the development of renewable energy technologies. We will develop the concept of resource and reserves and see how they evolved and will evolve with time. Using simple models, we will try to understand the future availability of metal resources and the role of recycling in the energy transition (O. Cavalié).</p>				

PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Basic knowledge in Geosciences (Niveau Licence)		
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Basic knowledge in Environmental and climate sciences		
MOTS-CLEFS	Hydroclimatic, deltaic and ressource variability ; global change impacts ; Hazards, Risk, Resilience, Adaptability		
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM ; 10 heures TD ; 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % CC + 0 % ET	©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	2
Intitulé UE	(ST101) Grands Enjeux en Géosciences				
Responsable 1	Siame Lionel	Email 1	lionel.siame@univ-amu.fr		
Responsable 2	Cavalié Olivier	Email 2	Olivier.cavale@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
[1.2 - 1.3] - 1.4 - 2.8 - 3,1 - 3,2 - 5,1 ; ; 1.2 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 2.8 Confronter les données avec un esprit critique aux savoirs existants et développer une argumentation scientifique en sciences de la Terre ; 3.1 Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'unité d'enseignement vise à préparer les étudiants à naviguer dans les incertitudes de l'avenir de la planète en approfondissant leur compréhension des concepts géoscientifiques complexes. Plus précisément, elle se concentre sur des sujets tels que la variabilité des ressources en eau, la dynamique des deltas, les risques et les dangers naturels, les impacts du changement global et la gestion des ressources. À travers cette exploration, les étudiants acquerront un aperçu des interconnexions entre les différents systèmes et processus terrestres, les dotant des connaissances nécessaires pour relever efficacement les défis posés par le changement global.				
SAVOIR-FAIRE	Les étudiants acquerront des compétences dans l'analyse de données géoscientifiques complexes, la compréhension des connexions interdisciplinaires, ainsi que dans la communication et la collaboration efficaces pour relever les défis majeurs en géosciences.				
CONNAISSANCES	Les étudiants acquerront des connaissances sur les facteurs influençant les flux d'eau continentaux, l'importance et les défis de la durabilité des deltas, l'évaluation et la gestion des risques naturels, les mécanismes entraînant l'élévation des températures mondiales et du niveau de la mer, ainsi que le rôle des métaux dans les technologies d'énergie renouvelable, la disponibilité des ressources et le recyclage dans le contexte de la transition énergétique vers la durabilité.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Le cours explore les principaux défis géoscientifiques, notamment la variabilité des ressources en eau, les deltas fluviaux, les dangers et risques naturels, le changement global (notamment le niveau de la mer et la température), ainsi que les ressources et réserves. Les étudiants examineront les facteurs influençant les flux d'eau continentaux, l'importance et la gestion des deltas fluviaux, l'évaluation et l'atténuation des risques naturels, les moteurs de l'augmentation de la température mondiale et du niveau de la mer, ainsi que le rôle des métaux dans les technologies d'énergie renouvelable et la durabilité des ressources, y compris leur disponibilité future et le recyclage dans le contexte de la transition énergétique. ; Variabilité de la ressource en eau : Le cours abordera les différents facteurs qui contrôlent et modulent la relation entre la variabilité du climat et celle des flux d'eau continentaux : débit des rivières, recharge des nappes, évapotranspiration. La question sera abordée à partir de l'analyse de séries temporelles de données hydroclimatiques, et d'un exemple de reconstitution paléo-hydrologique basées sur des variations de niveau lacustre. (C. Vallet-Coulomb). ; Deltas fluviaux : Les deltas fluviaux ont servi d'incubateurs environnementaux à certaines des plus anciennes villes et sociétés de la planète, fournissent des services et des ressources écosystémiques considérables et accueillent aujourd'hui environ 350 millions de personnes dans le monde. Dans le même temps, les deltas de l'Anthropocène sont devenus l'emblème de la dégradation et de la vulnérabilité des côtes du monde. Des ensembles massifs de données et des modèles conceptuels et numériques imprègnent les études sur les deltas dans le monde entier, nous aidant à mieux sonder la façon dont les géosciences peuvent contribuer à relever les défis de la durabilité future des deltas grâce à de nouveaux principes de gestion des deltas. (E. Anthony) ; Aléas et Risques : En abordant la question cruciale des aléas naturels et des risques associés, notre principal défi est d'affiner notre compréhension des phénomènes naturels et de renforcer ainsi l'évaluation des paramètres d'aléas. L'amélioration de la précision et de la rapidité de ces évaluations est essentielle pour une gestion efficace des risques, garantissant que les communautés et les systèmes sont bien préparés à affronter et à atténuer les impacts potentiels d'événements imprévisibles. Ce cours se concentrera particulièrement sur le risque sismique, mais prendra également en compte d'autres risques pour discuter du concept d'aléa, de risque et de vulnérabilité à l'échelle régionale et mondiale. Nous démontrerons que les catastrophes ne sont pas naturelles mais qu'elles soulignent au contraire les inégalités mondiales. (L. Siame). ; Changement global : niveau marin & température : Depuis plusieurs milliers d'années, la température d'équilibre de la surface terrestre est de 15°C (en supposant un albédo moyen de 0,3 et un effet de serre naturel), le niveau moyen des mers est stable, de même que les circulations atmosphérique et océanique. Actuellement, ces paramètres montrent une tendance à l'augmentation en réponse aux activités anthropogéniques. Dans la première partie du cours, les mécanismes conduisant à une augmentation de la température globale et du niveau de la mer seront présentés. Dans un deuxième temps, les contributions de la paléoclimatologie à la compréhension des changements globaux actuels et futurs seront discutées sous forme de travaux dirigés. (L. Vidal) ; Ressources et Réserves : Ce cours complet se penche sur le rôle essentiel des métaux dans la transition énergétique mondiale vers un avenir durable. Les</p>				

	participants exploreront l'importance critique des métaux tels que le cuivre, le lithium, le cobalt, le nickel et les terres rares dans le développement des technologies d'énergie renouvelable. Nous développerons les concepts de ressources et de réserves et verrons comment ils ont évolué et évolueront avec le temps. À l'aide de modèles simples, nous tenterons de comprendre la disponibilité future des ressources en métaux et le rôle du recyclage dans la transition énergétique. (O. Cavalié).		
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau Licence en Géosciences		
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Niveau licence en Sciences environnementales et du Climat		
MOTS-CLEFS	Hydroclimatic, deltaic and ressource variability ; global change impacts ; Hazards, Risk, Resilience, Adaptability		
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM ; 10 heures TD ; 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	XX % CC + XX % ET	©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(ST102) Géophysique des ressources				
Responsable 1	François Fournier	Email 1	Francois.fournier@univ-amu.fr		
Responsable 2	Yoann Quesnel	Email 2	Yoann.quesnel@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Building and structuring a cultural background in Earth sciences ;1.2-1.3 Build a foundation of fundamental knowledge in Earth sciences. Acquire and make independent use of complementary Earth science knowledge, reliably using university and digital resources. ;1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ;2.3 Know how to use scientific field and laboratory equipment, as well as acquisition software commonly used in earth sciences. ;2.9 Be aware of the uncertainty and validity of an experimental or numerical result in Earth sciences ;4.4 - Know how to follow a protocol in scientific field operations, laboratory analyses and professional earth science operations. ;5.4 - Know how to use professional field and laboratory tools in earth sciences: hammer, compasses, magnifying glasses, microscopes, etc.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	The Earth's crust contains critical geological resources for the future of human societies (hydrogen, rare earth elements, hydrocarbons, water), but their studies are still difficult. The objectives of this course are to show the interest of using geophysical tools for studying these resources, with emphasis on several approaches and case studies, some of which being relevant in Southeast France basin and Mediterranean regions.				
SAVOIR-FAIRE	Processing geophysical data to extract geological information and to produce a numerical model - Choose the appropriate geophysical method/s for a given case study				
CONNAISSANCES	Principles of geophysical methods: reflection seismics (acquisition, processing, interpretation), high-angle seismics, electromagnetics (EM, GPR, MT) - links between rock physics and geophysical signals - Well-log acquisition and interpretation - quantification of resources using geophysics and well logs				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Geophysical background of subsurface imaging - Well log interpretation - Links between petrophysics and geophysics - Introduction of several case studies, using 1 or more geophysical methods - Grouped exercises on 1 or 2 (regional) case studies				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor level in geosciences and geophysics				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	- Telford et al., Applied geophysics (Cambridge), consultable à la BU de StJérôme ; - Kearey et al., An Introduction to Geophysical Exploration (Blackwell Publishing) ; - Landro et Amundsen, Introduction to Exploration Geophysics and Recent Advances (Bivrost) ; - Avseth, Mukerji et Mavko, Quantitative Seismic Interpretation (Cambridge) ; - Milsom, Field Geophysics (Wiley) ; - Mavko, Mukerji, Dvorkin, The Rock Physics Handbook (Cambridge) ; - Serra, Well-logging and geology (Technip)				
MOTS-CLEFS	Geophysics, prospection, seismics, electromagnetics				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 15 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	60% CC + 40 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(ST102) Géophysique des ressources				
Responsable 1	François Fournier	Email 1	Francois.fournier@univ-amu.fr		
Responsable 2	Yoann Quesnel	Email 2	Yoann.quesnel@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 2.3 Savoir utiliser les appareillages scientifiques de terrain et de laboratoire, ainsi que les logiciels d'acquisition couramment utilisés en sciences de la Terre ; 2.9 Être sensible à l'incertitude et la validité d'un résultat expérimental ou numérique en sciences de la Terre ; 4.4 Savoir respecter un protocole dans le cadre des opérations scientifiques de terrain, d'analyses en laboratoire et des opérations professionnalisantes en sciences de la Terre ; 5.4 Savoir utiliser des outils professionnels de terrain et de laboratoire en sciences de la Terre : marteau, boussoles, loupes, microscopes, etc.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	La croûte terrestre renferme des ressources géologiques cruciales pour l'avenir des sociétés humaines (hydrogène, terres rares, hydrocarbures, eau), mais qui restent difficiles à reconnaître et quantifier. Les objectifs de cette UE consistent à présenter l'intérêt des outils de géophysique appliquée pour l'étude des ressources, en insistant sur quelques méthodes et cas d'étude dont certains à l'échelle du bassin du Sud-Est et des régions méditerranéennes.				
SAVOIR-FAIRE	Traiter des données géophysiques pour extraire des informations géologiques qualitatives et/ou quantitatives et produire des modèles numériques utilisables dans le cadre de la détection, de la caractérisation et de l'évaluation des ressources naturelles géologiques- Choisir la/les bonne/s méthode/s géophysique/s en fonction du cas d'étude géologique et de la ressource considérée.				
CONNAISSANCES	Principe des méthodes géophysiques : sismique réflexion (acquisition, traitement interprétation), sismique grand angle, méthodes électromagnétiques (EM, Géoradar, MT) - diagraphies de puits instantanées et différées (principes physiques des outils diagraphiques, méthodes d'interprétation qualitative et quantitative) - liens entre propriétés physiques des roches et signaux géophysiques - quantification des ressources via l'imagerie géophysique et les outils diagraphiques.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Rappels généraux sur les méthodes géophysiques d'imagerie du sous-sol (sismique réflexion, sismique grand angle, méthodes électromagnétiques) : acquisition, traitement, interprétation - Liens entre propriétés physiques des roches et signal géophysique - Outils et interprétation diagraphiques - Présentation de plusieurs cas d'étude, combinant parfois plusieurs méthodes géophysiques - Exercices groupés sur 1 ou 2 cas d'étude particuliers, notamment régionaux				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Notions niveau Licence en géosciences et géophysique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Le cours s'appuie sur des ouvrages tels que : ; En Français : ; - Dubois et Diament, Géophysique (Dunod), consultable en BU ; - Boyer et Mari, Sismique et Diagraphies (Technip) ; - Dion, La méthode sismique réfraction appliquée au génie géologique (Gouv. Québec), consultable ici : https://gq.mines.gouv.qc.ca/documents/examine/DV8506/DV8506.pdf ; En anglais : ; - Telford et al., Applied geophysics (Cambridge), consultable à la BU de St-Jérôme ; - Kearey et al., An Introduction to Geophysical Exploration (Blackwell Publishing) ; - Landro et Amundsen, Introduction to Exploration Geophysics and Recent Advances (Bivrost) ; -Avseth, Mukerji et Mavko, Quantitative Seismic Interpretation (Cambridge) ; -Milsom, Field Geophysics (Wiley) ; -Mavko, Mukerji, Dvorkin, The Rock Physics Handbook (Cambridge) ; -Serra, Well-logging and geology (Technip)				
MOTS-CLEFS	Géophysique, prospection, sismique, méthodes électromagnétiques				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 15 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	60% CC + 40 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	4	
Intitulé UE	(ST103) Dynamique de la lithosphère					
Responsable 1	Magali Riesner	Email 1	magali.riesner@univ-amu.fr			
Responsable 2	Juliette Lamarche	Email 2	lamarche@cerege.fr			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
Building and structuring a cultural background in Earth sciences ; 1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.1 Formulate scientific questions and/or develop them based on knowledge of Earth sciences or observation of geological objects. ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model information or geological data for use in Earth sciences ; 3.1 - Present scientific findings in Earth sciences in a structured manner, orally and in writing. ; 3.3 - Produce a written synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ;						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	The objective of this course is to present the fundamental mechanisms associated with lithosphere dynamics in order to provide a knowledge base for understanding the evolution of sedimentary basins and active tectonics which will be used in the Master formation. After defining the rheological and physical properties of the lithosphere, the historical, kinematic and geodynamic aspects of plate tectonics will be discussed. Plate boundary deformations will be studied at multi-scale resolution, from lithosphere to rock, with simple and concrete physical processes and structures.					
SAVOIR-FAIRE	Link between structures and deformations on different time and space scales - integration of different types of observations within the framework of major geodynamic contexts					
CONNAISSANCES	Lithosphere properties - plate kinematics - mountain building - rock deformation processes and rheology					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	General introduction, rheology of the lithosphere - Plate tectonics - kinematics - Plate boundaries - Strain and stress, rock mechanics					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor-level concepts in Earth sciences, tectonics, geodynamics and tectonophysics					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	; ;					
MOTS-CLEFS	Lithosphere, mountain-building, plate tectonics, kinematics, rock mechanics ;					
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 15 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	4	
Intitulé UE	(ST103) Dynamique de la lithosphère					
Responsable 1	Magali Riesner	Email 1	magali.riesner@univ-amu.fr			
Responsable 2	Juliette Lamarche	Email 2	lamarche@cerege.fr			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1.1 - Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 1.5 Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 3.1 Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 3.3 Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Ce module a pour objectif de présenter les mécanismes fondamentaux associés à la dynamique de la lithosphère, afin de servir de socle de connaissances pour comprendre l'évolution des bassins sédimentaires et la tectonique active dans la suite de la formation. Après avoir défini les propriétés rhéologiques et physiques de la lithosphère, la tectonique des plaques sera abordée sous ses aspects historique, cinématique et géodynamique. Les déformations aux limites de plaques feront l'objet d'une étude multi-échelle de la lithosphère à la roche, simple et concrète des processus physiques et des structures.					
SAVOIR-FAIRE	Lien entre structures et déformations à différentes échelles de temps et d'espace - intégration de différents types d'observations dans le cadre des grands contextes géodynamiques					
CONNAISSANCES	Propriétés de la lithosphère - cinématique des plaques - orogénèse - processus de déformation des roches et rhéologie					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Introduction générale, rhéologie de la lithosphère - Tectonique des plaques - Cinématique - Frontière de plaques - Déformations et contraintes, éléments de mécanique des roches					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau de Licence en sciences de la Terre, tectonique, géodynamique et tectonophysique					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	; ;					
MOTS-CLEFS	Lithosphère, orogénèse, tectonique de plaques, cinématique , mécanique des roches ;					
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 15 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(ST104) Dynamique des enveloppes externes				
Responsable 1	Gilles Conesa	Email 1	gilles.conesa@univ-amu.fr		
Responsable 2	Alexis Nutz	Email 2	alexis.nutz@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 2.1 Formulate scientific questions and/or develop them based on knowledge of Earth sciences or observation of geological objects. ; 2.2 Methodically observe geological objects in the field or laboratory ; 2.3 Know how to use scientific field and laboratory equipment, as well as acquisition software commonly used in earth sciences. ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model documentary information or geological data for use in Earth sciences ; 2.8 Confront data critically with existing knowledge and develop a scientific argument in Earth sciences ; 4.3 Careful and accurate reporting of earth science work ; 5.1 Be able to use your cultural and scientific background to understand the major issues in Earth sciences: water, minerals, fossil resources, soil preservation, natural hazards, global change, etc. ; 5.2 Observe and describe natural geological objects ; 5.3 How to draw up a professional geological survey (maps and vertical sections)					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	The EU aims to understand the dynamics of fluid external envelopes through the sedimentology and environmental study of large sedimentary systems and the integration of the sub-surface processes controlling them, as tectonic, hydrodynamic, climatic, meteorological or biological parameters. Continental and marine environments, both recent and ancient systems, under dominant (bio)detrital influence, will be taken as examples.				
SAVOIR-FAIRE	1) Integrated analysis of data and field observations of a geomorphological, (bio)sedimentological, hydrodynamic, climatic and environmental nature, in continental and marine domains, under dominant siliciclastic or carbonate (bio)detrital influence; ; 2) Reconstitution of models of distribution of sedimentary and environmental facies taking into account the dynamics of the external envelopes.				
CONNAISSANCES	Fundamental notions in sedimentology, sub-surface processes and paleo-environments at different scales of space and time, and under different climatic context.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Sedimentology; Geometry of sedimentary bodies; Hydrodynamics; Environments; Climate ; Field trips				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor level in earth sciences				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Sedimentology, Hydrodynamics, Environments, Climate				
REPARTITION CM/TD/TP	12 heures CM ; 6 heures TD ; 12 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	60 % CC + 40 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(ST104) Dynamique des enveloppes externes				
Responsable 1	Gilles Conesa	Email 1	gilles.conesa@univ-amu.fr		
Responsable 2	Alexis Nutz	Email 2	alexis.nutz@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
<p>1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 2.3 Savoir utiliser les appareillages scientifiques de terrain et de laboratoire, ainsi que les logiciels d'acquisition couramment utilisés en sciences de la Terre ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 2.8 Confronter les données avec un esprit critique aux savoirs existants et développer une argumentation scientifique en sciences de la Terre ; 4.3 Savoir être soigneux et précis dans les restitutions de travaux en sciences de la Terre ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global ; 5.2 Savoir observer et retranscrire des objets naturels géologiques ; 5.3 Savoir établir un relevé de professionnel en géologie - minutes (cartes et coupes verticales)</p>					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'UE a pour objectif d'appréhender la dynamique des enveloppes externes fluides à travers l'étude sédimentologie et environnementale de grands systèmes sédimentaires et l'intégration des processus de sub-surface les régissant, qu'ils soient d'ordre tectonique, hydrodynamique, climatique, météorologique ou biologique. Les environnements continentaux et marins aussi bien actuels qu'anciens, sous influence (bio)détritique dominante, seront pris en exemple.				
SAVOIR-FAIRE	1) Analyse intégrée de données en salle et d'observations sur le terrain de nature géomorphologique, (bio)sédimentologique, hydrodynamique, climatique et environnementale, en domaines continentaux et marins, sous influence (bio)détritique dominante silicoclastique ou carbonatée, ; 2) Restitution de modèles de répartition de faciès sédimentaires et environnementaux prenant en compte la dynamique des enveloppes externes.				
CONNAISSANCES	Notions fondamentales en sédimentologie, processus de sub-surfaces et paléo-environnements à différentes échelles d'espace et de temps, et sous différents climats.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Sédimentologie ; Géométrie des corps sédimentaires ; Hydrodynamique ; Environnements ; Climat ; Sorties de terrain				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau Licence en Sciences de la Vie et de la Terre				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Sédimentologie Hydrodynamique Environnement Climat				
REPARTITION CM/TD/TP	12 heures CM ; 6 heures TD ; 12 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	60 % CC + 40 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	3	
Intitulé UE	(ST105) Geochemical tracers and chronometers 1					
Responsable 1	Claude Christelle	Email 1	Christelle.claude@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
; 1.2 - 1.3 Build a foundation of fundamental knowledge in Earth sciences. Acquire and make independent use of complementary Earth science knowledge, reliably using university and digital resources. ; 1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model documentary information or geological data for use in Earth sciences ; 5.1 Be able to use his/her cultural and scientific background to understand the major issues in Earth sciences: water, minerals, fossil resources, soil preservation, natural hazards, global change, etc. ; 6.60 Know how to respect scientific ethics in Earth sciences: intellectual property of writings and data, non-falsification of data or results, etc. ;						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	The aim of this teaching unit is to acquire the principles of stable isotope fractionation applications in the geosciences.					
SAVOIR-FAIRE	Students will acquire the skills to establish isotopic mass balances (Rayleigh's law) and quantify the different components of a system (mixing law).					
CONNAISSANCES	Isotope fractionation theory and stable isotope measurement techniques.					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	The course presents the definitions and concepts of stable isotope geochemistry, the theory of isotope fractionation, balance calculations and Rayleigh's law, and the principles of experimental techniques. Applications are covered through practical exercises on oxygen, hydrogen and carbon isotope abundance variations in hydrogeology, climatology and paleoclimatology, as well as in the study of global biogeochemical cycles.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor's level in Geosciences; for students from other courses: 1/Stable isotopes geochemistry, J. Hoefs, Springer. 2/Principles of stable isotope Geochemistry, Z.D. Sharp (online).					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Bachelor's degree in Environmental and Climate Sciences					
MOTS-CLEFS	Geochemistry, isotopes, water cycle, carbon cycle, paleoclimatology.					
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 15 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50% CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	3	
Intitulé UE	(ST105) Geochemical tracers and chronometers 1					
Responsable 1	Claude Christelle	Email 1	Christelle.claude@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 1.5 Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global ; 6.60 Savoir respecter l'éthique scientifique en sciences de la Terre : propriété intellectuelle des écrits et des données, non falsification des données ou des résultats ;						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	L'unité d'enseignement vise à l'acquisition des principes d'applications des fractionnements des isotopes stables en géosciences.					
SAVOIR-FAIRE	Les étudiants acquerront des compétences pour établir des bilans de masse isotopiques (loi de Rayleigh) et quantifier les différents composants d'un système (loi de mélange)					
CONNAISSANCES	Théorie du fractionnement isotopique et techniques de mesure des isotopes stables					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Le cours présente les définitions et concepts de la géochimie des isotopes stables, la théorie du fractionnement isotopique, les calculs de bilans et la loi de Rayleigh, les principes des techniques expérimentales. Les applications sont traitées au travers d'exercices de TD sur les variations d'abondance isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène et de celles du carbone en hydrogéologie, climatologie et paléoclimatologie ainsi que pour l'étude des cycles biogéochimiques globaux.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau Licence en Géosciences; pour les étudiants en provenance d'autres cursus : 1/Stable isotopes geochemistry, J. Hoefs, Springer. 2/Principles of stables isotope Geochemistry, Z.D. Sharp (en ligne) ;					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Niveau licence en Sciences environnementales et du Climat					
MOTS-CLEFS	géochimie, isotopes, cycle de l'eau, cycle du carbone, paléoclimatologie					
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 15 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50% CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	5	
Intitulé UE	(ST106) Stage pluri-disciplinaire d'intégration					
Responsable 1	Alexis NUTZ	Email 1	alexis.nutz@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1.1 - Building and structuring a cultural background in Earth sciences ; 1.4 - Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 2.2 - Methodically observe geological objects in the field or laboratory ; 3.3 - Produce a written synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ; 3.4 - Produce an oral synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ; 4.2 - Collectively lead a scientific project in the field of Earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	In the Southern Alps, human communities are subject to numerous natural hazards (earthquakes, landslides, floods, mudslides) and at the same time have to face significant challenges in the exploitation of their resources. The objective of the EPEMM is (i) to provide students with a good knowledge of regional alpine geology, (ii) to present the slope dynamics of this particular environment, the associated hazards and risks and (iii) to deal with a complex case of water reservoir. This course aims to better illustrate the challenges of training in geosciences to allow students to better understand the interest of their formation. ;					
SAVOIR-FAIRE	Landscape analysis - tectonic description - lithological description - geomorphological mapping					
CONNAISSANCES	Wilson cycle - alpine orogen - relationships between tectonic and geomorphology - relationships between climate and geomorphology - glacial processes during the Quaternary - hillslope dynamics					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Geodynamic - alpine geology - geomorphology - glacial dynamics - hillslope hazards					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	None					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Bachelor degree in geology and geomorphology					
MOTS-CLEFS	Geology, tectonic, geomorphology, relief					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	30	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	5	
Intitulé UE	(ST106) Stage pluri-disciplinaire d'intégration					
Responsable 1	Alexis NUTZ	Email 1	alexis.nutz@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
- Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.4 - Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 2.2 - Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 3.3 - Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 3.4 - Produire une synthèse de l'information à l'oral sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 4.2 - Conduire de façon collective un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre et sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Dans les Alpes du Sud, les communautés humaines sont soumises à des aléas naturels nombreux (séismes, glissements de terrain, inondations, coulées de boues) et dans le même temps doivent faire face à des enjeux importants face à l'exploitation de leurs ressources. L'objectif de l'EPERM est de fournir aux étudiants une bonne connaissance de (i) la géologie alpine régionale, (ii) de présenter la dynamique des versants de ce milieu particulier, les aléas et risques associés et (iii) de traiter d'un cas complexe de réservoir en eau. Cette UE vise à mieux illustrer les enjeux d'une formation en géosciences pour permettre aux étudiants de mieux comprendre l'intérêt de leur cursus.					
SAVOIR-FAIRE	Analyse du paysage - Description structurale - Description lithologique - Cartographie géomorphologique					
CONNAISSANCES	Cycle de Wilson - orogénèse alpine - liens entre tectonique et morphologie - lien entre climat et morphologie - processus glaciaire quaternaire - dynamique des versants					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Géodynamique - géologie alpine - géomorphologie des reliefs - dynamique glaciaire - aléas et risques des versants					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Notions niveau Licence en géologie et géomorphologie					
MOTS-CLEFS	Géologie, tectonique, géomorphologie, reliefs					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	30	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	2	
Intitulé UE	(ST107) APP1 - Valorisation du stage de terrain					
Responsable 1	Thibaut Devièse	Email 1	thibaut.devièse@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1 - Build and structure a cultural background in Earth sciences that enables to respond to cross-disciplinary Earth science issues, drawing on knowledge from fundamental disciplines. ; 2 - Develop a scientific approach to answer a question by methodically observing natural objects in the field or laboratory, and by processing and critically interpreting data ; 3 - Give a structured oral or written presentation of scientific knowledge or work, mastering and using (in French and English) an Earth science vocabulary suited to the target audience - scientists, the general public, industry and local authorities. ; 4 - Conduct and complete, individually or collaboratively, a scientific project in the earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Disciplinary or thematic training in the theme of the two pathways (IMG & GRT) and in relation to the integration field trip					
SAVOIR-FAIRE	Being able to independently produce a deliverable in the form of a field survey, poster, or report ; Scientific English					
CONNAISSANCES	Basic knowledge in Environmental Geosciences and Sedimentary Geology.					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Learning projects (thematic, methodological, transversal skills) in the areas covered by the two options: ; International Master in Geosciences: Development of multidisciplinary skills from the field to the laboratory as a continuation of the integration course; Learning scientific English ; geomorphological analysis of a landslide ; Geology of reservoirs and territories: Thematic in-depth study in the field of geothermal reservoirs and stratigraphic modeling					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor's degree in Earth and Environmental Sciences or Physical Geography					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Basic knowledge of Earth and environmental sciences					
MOTS-CLEFS	Scientific approach, use of field data, environmental geosciences, geology of reservoirs and territories					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	12	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S1	CRD	2	
Intitulé UE	(ST107) APP1 - Valorisation du stage de terrain					
Responsable 1	Thibaut Devièse	Email 1	thibaut.devièse@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1 - Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre permettant de poser et de répondre à des problématiques transdisciplinaires en sciences de la Terre en s'appuyant sur les savoirs des disciplines fondamentales ; 2 - Développer une démarche scientifique pour répondre à un questionnement par l'observation méthodique d'objets naturels sur le terrain ou au laboratoire, et par le traitement et l'interprétation critique des données méthodiques d'objets naturels sur le terrain ou au laboratoire, et par le traitement et l'interprétation critique des données ; 3 - Présenter de façon structurée à l'oral ou à l'écrit des connaissances ou des travaux scientifiques en maîtrisant (en français) et en utilisant (en anglais) un vocabulaire des sciences de la Terre adapté au public visé - scientifiques, grand public, industriels et collectivités territoriales ; 4 - Conduire et mener à bien, de façon individuelle ou collaborative, un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Apprentissage disciplinaire ou thématique dans les domaines des 2 parcours proposés (IMG & GRT) et en lien avec le stage d'intégration					
SAVOIR-FAIRE	Être capable de produire de façon autonome un rendu sous forme de relevé, de poster ou de rapport ; Anglais scientifique					
CONNAISSANCES	Connaissances de base en géosciences de l'environnement et en géologie des réservoirs					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Projets d'apprentissage (thématiques, méthodologiques, compétences transverses) dans les domaines couverts par les 2 parcours (IMG & GRT) ; IMG : Développement de compétences multidisciplinaires « depuis le terrain jusqu'au laboratoire » dans la continuité du stage d'intégration ; Apprentissage de l'anglais scientifique ; analyse géomorphologique d'un glissement de terrain ; GRT : Approfondissement thématiques dans le domaine des réservoirs géothermiques et de la modélisation stratigraphique					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Licence en Sciences de La Terre et de l'Environnement, Géographie					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissances de base en sciences de la Terre et de l'environnement					
MOTS-CLEFS	Démarche scientifique, exploitation de données de terrain, sciences de l'environnement, Sciences de la Terre					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	12	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Première année, Semestre 2

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4
Intitulé UE	(ST201) Earth Surface Dynamics				
Responsable 1	Vincent Godard	Email 1	vincent.godard@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Building and structuring a cultural background in Earth sciences ; 1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.1 Formulate scientific questions and/or develop them based on knowledge of Earth sciences or observation of geological objects. ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model information or geological data for use in Earth sciences ; 3.2 Reading and extracting information from documentary sources in English for use in earth sciences ; 4.3 Careful and accurate reporting of earth science work					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	The surface of continents is a major coupling interface between the internal and external geodynamics of our planet, at the core of major bio-geochemical cycles and the evolution of reliefs. The objectives of this course are to present the dynamics of the processes responsible for material fluxes over continental surfaces, from weathering processes on hillslopes to major drainage systems, and their links with tectonic forcing and climate evolution. ;				
SAVOIR-FAIRE	Formulation of geomorphological processes in the form of simple physical models - conservation principle - data analysis - geospatial analysis				
CONNAISSANCES	Mechanisms of relief support and evolution - influence of climatic and tectonic forcing - sediment production and transport by rivers and hillslopes - morphological analysis at different resolutions - links between tectonics and morphology - glacial and periglacial processes				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	General introduction, long-wavelength geomorphology - Tectonic Geomorphology - Glaciers and glacial geomorphology - Hillslope dynamics - General hydrology - Fluvial geomorphology - Fluvial incision processes ;				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor-level concepts in geomorphology				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	The general organization and philosophy of the course is based on that of the reference textbook by Anderson & Anderson. Geomorphology: the Mechanics and Chemistry of Landscapes (Cambridge), which can be consulted at University Library. Read the introduction (first 14 pages). ; The Little book of Geomorphology is a free download text illustrating the application of the conservation principle to geomorphological processes. Read the introduction (first 10 pages). ; https://instaar.colorado.edu/uploads/people/182/The_little_book_010708_print.pdf ; ;				
MOTS-CLEFS	Geomorphology, erosion, relief, rivers, sediments, major bio-geochemical cycles ;				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 25 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	70 % CC + 30 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4	
Intitulé UE	(ST202) Climatic system					
Responsable 1	Vidal Laurence	Email 1	vidal@cerege.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
Develop a solid basis of knowledge in Climate Sciences, be able to analyze, interpret information from various sources and types (dealing with the physics and chemistry of the earth systems, based on modelling, observational and experimental results, be aware of the current challenges in relation with global change, be able to synthesize information.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Current global climate change is a major challenge for society. Understanding the climate system and the mechanisms that regulate its stability and/or variability is a fundamental basis for understanding current climate issues. This module will provide access to the scientific foundations of climate change mechanisms, set in a past, present and future context. Students will acquire the knowledge needed to explain and understand the scientific basis of climate change.					
SAVOIR-FAIRE	Synthesize information, link with various disciplines in earth sciences					
CONNAISSANCES	Understand global and regional climate mechanisms, including atmospheric and oceanic circulation and the greenhouse effect. Current challenges for paleo-climatic reconstructions					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Earth Energy balance, atmospheric and oceanic circulation, climate modes, Greenhouse gases cycle and anthropic climate change, tracers of climatic change and perturbation, climate variability and modelling					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor in earth Sciences, Geography, Ecology. ; This course is complementary to the Geochemical Tracers course in semester 1.					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Introduction to Climate Science, A. Schmittner, Oregon State University ; https://open.oregonstate.edu/climatechange/ ; IPCC reports (2013-2017) ; An also (in French) : « Atmosphère, océan et climat », R. Delmas, S. Chauzy, J.M. Verstraete, H. Ferré, Belin : Pour la Science (2007) ; « L'océan Planétaire », M. Fieux, Les presses de l'ENSTA (2010) ;					
MOTS-CLEFS	Climate, oceanic and atmospheric circulation, Greenhouse gases, geochemical tracers, data observations, modelling, climate variability (past and present)					
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 19 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	2
Intitulé UE	(ST203) Geosciences in the Anthropocene				
Responsable 1	Lionel Siame	Email 1	Lionel.siame@univ-amu.fr		
Responsable 2	Olivier Cavalié	Email 2	Olivier.cavalié@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.2-1.3 Build a foundation of fundamental knowledge in Earth sciences. Acquire and make independent use of complementary Earth science knowledge, reliably using university and digital resources. ; 1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 2.8 Confront data critically with existing knowledge and develop a scientific argument in Earth sciences ; 3.1 Present scientific findings in Earth sciences in a structured manner, orally and in writing. ; 3.2 Reading and extracting information from documentary sources in English for use in earth sciences ; 5.1 Be able to use your cultural and scientific background to understand the major issues in Earth sciences: water, minerals, fossil resources, soil preservation, natural hazards, global change, etc.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	This UE on the Anthropocene aims to explore the profound impact of human activity on the Earth's systems and biodiversity. It seeks to foster an understanding of the interconnectedness between human societies and the environment, emphasizing the urgency of addressing environmental challenges. Through critical analysis and interdisciplinary study, students engage with the complex dynamics shaping the Anthropocene era, including climate change, biodiversity loss, energy production and resource exploitation. Ultimately, the unit aims to empower learners to become informed global citizens capable of contributing to sustainable solutions and fostering stewardship of our planet for future generations.				
SAVOIR-FAIRE	Knowing how and where to get reliable information about anthropocene. Using data and tools to identify key features of the anthropocene. To be able to analyse data in order propose scenarios for Earth's stability path.				
CONNAISSANCES	Knowledge will be focused on : (1) characterizing the Anthropocene (major mechanisms, indicators, planetary boundaries), (2) human impacts on the physical world (oceans, atmosphere, hydrosphere, pedosphere, etc.), (3) geopolitical issues (resources, energy, socio-economic constraints). ;				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Lectures : ; 1. characterizing the Anthropocene ; - Major mechanisms (Pollution, GHG emissions, urbanisation, water use etc...) ; - indicators (physical, biological, energy) ; - planetary boundaries ; ; 2. How the Earth's system is impacted ; - Cryosphere ; - Continent ; - Coastal zone ; - Atmosphere ; - Ocean ; ; 3. Geopolitical issues ; - Ressources ; - Energies ; - ecological limits ; - economic limits ; - international agreements ; ; TD : ; - orders of magnitude for resource exploitation ; - manipulation of data to characterize the problem and consider a solution ; ; TP : ; -Practical work will provide an opportunity to delve deeper into certain subjects by surveying articles (press and scientific) in English, extracts from books in English and watching videos in English. The survey work will be done at home, with a presentation in English in class (probably in pairs). (probably in pairs). This presentation will give rise to interaction between the teachers and the rest of the group. ;				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Good practice of GIS software, motivation, open-mindedness				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Anthropocene, planetay bounderies, energy, transition, environnement, equity, carbon budget				
REPARTITION CM/TD/TP	6 heures CM ; 8 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % CC + 0 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4
Intitulé UE	(ST204) Geochemical tracers and chronometers 2				
Responsable 1	Claude Christelle	Email 1	Christelle.claude@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
[1.2 - 1.3] - 1.4 - 2.5 - 5.1 - 6.6 ; ; 1.2 - 1.3 Build a foundation of fundamental knowledge in Earth sciences. Acquire and make independent use of complementary Earth science knowledge, reliably using university and digital resources. ; 1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model documentary information or geological data for use in Earth sciences ; 5.1 Be able to use his/her cultural and scientific background to understand the major issues in Earth sciences: water, minerals, fossil resources, soil preservation, natural hazards, global change, etc. ; 6.60 Know how to respect scientific ethics in Earth sciences: intellectual property of writings and data, non-falsification of data or results, etc					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	This module is a continuation of Geochemical tracers and chronometers 1 and introduces the principles of using Uranium series and cosmogenic isotopes to date Quaternary processes.				
SAVOIR-FAIRE	Students will acquire the skills to define which chronometric systems should be used and to apply them through exercises drawn from works in the literature.				
CONNAISSANCES	Theory of radioactive decay, notion of radioactive activity and secular equilibrium; radioactive decay chains.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	The course presents the definitions and concepts of the general law of radioactive decay, developed in the case of radioactive decay chains. Applications are covered through TD exercises on the dating of oceanic and continental sediment cores, corals and speleothems. The course also introduces the principles of cosmogenic isotope formation in the atmosphere (in particular ^{14}C , ^{10}Be and ^{36}Cl). Examples of the application of ^{14}C dating are covered in TDs, as well as the use of ^{10}Be and ^{36}Cl in ice records. Exercises are based on studies drawn from the literature on hydrogeology, climatology and paleoclimatology.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor's degree in Geosciences and Geochemical tracers and chronometers 1.				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Bachelor's degree in Environmental and Climate Sciences.				
MOTS-CLEFS	Isotope geochemistry, U-series, cosmogenic isotopes, geochronology, quaternary				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 25 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50% CC + 50% ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4
Intitulé UE	(ST204) Geochemical tracers and chronometers 2				
Responsable 1	Claude Christelle	Email 1	Christelle.claude@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 1.5 Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global ; 6.60 Savoir respecter l'éthique scientifique en sciences de la Terre : propriété intellectuelle des écrits et des données, non falsification des données ou des résultats ;					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce module sera réalisé dans le continuum du module Geochemical tracers and chronometers 1. Il présente les principes d'utilisation des séries de l'Uranium et des isotopes cosmogéniques pour la datation des processus du quaternaire.				
SAVOIR-FAIRE	Les étudiants acquerront des compétences pour définir quels systèmes chronométriques doivent être utilisés et pour les appliquer au travers d'exercices tirés de travaux de la littérature.				
CONNAISSANCES	Théorie de la désintégration radioactive, notion d'activité radioactive et d'équilibre séculaire ; Chaîne de désintégrations radioactives.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Les cours présentent les définitions et concepts de la loi générale de la désintégration radioactive, développée dans le cas des chaînes de désintégration radioactive. Les applications sont traitées au travers d'exercices de TD sur la datation de carottes de sédiments océaniques et continentales, des coraux, et des spéléothèmes. Le cours présente également les principes de formation des isotopes cosmogéniques dans l'atmosphère (en particulier 14C, 10Be et 36Cl). Des exemples d'application de la datation au 14C sont traités en TD ainsi que de l'utilisation du 10Be et 36Cl dans les enregistrements de glaces. Les exercices sont issus d'études tirées de la littérature en hydrogéologie, climatologie et paléoclimatologie.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau Licence en Géosciences; Geochemical tracers and chronometers 1				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Niveau licence en Sciences environnementales et du Climat				
MOTS-CLEFS	Géochimie isotopique, séries de l'uranium, isotopes cosmogéniques, géochronologie, quaternaire.				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 25 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50% CC + 50% ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(ST205) Geosciences data processing				
Responsable 1	Vincent Godard	Email 1	vincent.godard@univ-amu.fr		
Responsable 2	Sophie Viseur	Email 2	sophie.viseur@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model information or geological data for use in Earth sciences ; 2.6 Use software to map and visualize measurements or experimental data in the earth sciences ; 2.8 Confront data critically with existing knowledge and develop a scientific argument in Earth sciences ; 2.9 Be aware of the uncertainty and validity of an experimental or numerical result in Earth sciences ; 4.5 Develop autonomy to plan Earth science work and respond to time constraints					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	The ability to explore, understand and process data, in order to retrieve relevant information, is one of the most important skills in Geosciences, which allows geoscientists to quickly adapt and undertake various projects in industrial and academic settings. ; The aim of this module is to develop and consolidate the data processing skills acquired during the first semester. It provides students with the methods and tools they need to analyze data in various fields of Geosciences relevant to the STPE Master. It also aims at formalizing a problem and solve it from available data.				
SAVOIR-FAIRE	Handle and analyze different types of data: time series, spatial data, large databases etc. ; Setting up simple script-based processing chains in R and/or Python. ; Exploring solutions to simple geoscience problems using mathematical and numerical methods. ; Formatting graphics and reports to convey the results of data analysis (using LaTeX).				
CONNAISSANCES	Theoretical background in geostatistics, signal processing and optimization				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	The unit is organized around three main themes ; Geostatistics ; Time series analysis and introduction to signal processing ; Inversion methods and optimization ; An in-depth session on the R language, already covered in the first semester, is included.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Basics of data analysis and statistics, knowledge of R and Rstudio (first semester TC1 teaching unit).				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Additional resources : ; ; https://raw.githubusercontent.com/rstudio/cheatsheets/master/base-r.pdf ; https://fr.overleaf.com/learn/latex/Learn_LaTeX_in_30_minutes ; ;				
MOTS-CLEFS	Data science ; Geostatistics ; Signal Processing				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 30 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	70 % CC + 30 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	6	
Intitulé UE	(ST206) Research internship (stage en laboratoire)					
Responsable 1	Quesnel Yoann	Email 1	yoann.quesnel@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1.5 - Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.5 - Analyze, interpret, synthesize and model information or geological data for use in Earth sciences ; 3.1 - Present scientific findings in Earth sciences in a structured manner, orally and in writing. ; 3.3 - Produce a written synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ; 3.4 - Produce an oral synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ; 4.1 - Organize individual scientific projects in Earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Research/professional internships build students experience, and allow them to think about 'having a job' in geosciences. The objective of this teaching unit is to immerse students in research and/or professional application in geosciences.					
SAVOIR-FAIRE	Using a methodological approach/protocol in order to reach some geoscientific objectives - Apply skills to solve geoscientific problems - Working with researcher/scientist in geosciences - Acquire, analyse, process, represent or model geoscientific data - Writing a report on an internship and defend it orally, in french and/or english.					
CONNAISSANCES	Practicing experiments - Acquire data on field, in laboratory - Analyse, process and represent geoscientific data - Practice writing/speaking in english/french - Thinking about a scientific protocol					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Research internship: from the student application to the oral defense					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Skills from semesters 1 and 2 of the M1 STPE					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Internship dependent					
MOTS-CLEFS	Research internship, geosciences					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	60 % CC + 40 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(ST206) Research internship (stage en laboratoire)				
Responsable 1	Quesnel Yoann	Email 1	yoann.quesnel@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.5 - Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.5 - Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 3.1 - Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 3.3 - Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 3.4 - Produire une synthèse de l'information à l'oral sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 4.1 - S'organiser pour mener à bien de façon individuelle un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Les stages en contexte professionnel forgent les compétences des étudiants, et leur permettent d'appréhender l'idée d'un métier en géosciences. L'objectif de cette UE consiste à immerger les étudiants dans la recherche et/ou l'application professionnelle en géosciences.				
SAVOIR-FAIRE	Adopter une démarche et/ou un protocole méthodologique pour atteindre des objectifs géoscientifiques posés - Appliquer ses connaissances pour résoudre des problématiques géoscientifiques - Travailler en interaction avec un chercheur/professionnel en géosciences - Acquérir, analyser, traiter, représenter voire modéliser des données géoscientifiques - Rédiger un mémoire de stage et le soutenir à l'oral, en français et/ou en anglais				
CONNAISSANCES	Réaliser des expérimentations - Acquérir des données sur le terrain, en laboratoire - Analyser, traiter et représenter des données géoscientifiques - Pratiquer l'anglais/le français à l'écrit et à l'oral - Réfléchir à un protocole scientifique				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Stage d'initiation à la recherche : de la candidature à la soutenance orale du mémoire.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Savoirs acquis au semestre 1 et 2 en M1 STPE				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Dépendra du stage				
MOTS-CLEFS	Stage d'initiation à la recherche, géosciences				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	60 % CC + 40 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4
Intitulé UE	(ST207) Spatial data : from field to 3D modeling				
Responsable 1	QUESNEL	Email 1	yoann.quesnel@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.5 - Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.6 - Use software to map and visualize measurements or experimental data in the earth sciences ; 3.1 - Present scientific findings in Earth sciences in a structured manner, orally and in writing. ; 3.3 - Produce a written synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ; 5.4 - Know how to use professional field and laboratory tools in earth sciences: hammer, compasses, magnifying glasses, microscopes, etc. ; 5.5 - Know how to use professional technological tools in the field and laboratory - GPS, geophysical equipment, etc. - in earth sciences.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Working in Earth Sciences requires the use of 3D mapping, processing and modeling tools, in order to detect quantify and predict 3D geological objects. The objectives of this course are to train students to a complete scientific approach in 3D geological/geophysical mapping, to make them consider the 3D dimension in geology, to show them some modern tools for mapping, such as geophysics, geopositioning, and to introduce them to geospatial 3D modeling.				
SAVOIR-FAIRE	Skills to use geopositioning tools, geophysical imaging, numerical modelling and geological mapping in the field - Report field observations on a map and/or a GIS software - Use the field knowledge to implement 3D modelling - Process geospatial, geophysical and geological data - Learn how to use a software of geospatial data representation and 3D modeling - Make the link between map/GIS/3D models and the field reality - Communicate by writing a report, in French or English, on the scientific approach				
CONNAISSANCES	Geomodeling, interpolation methods - Principles of photogrammetry - Geology of the Allauch massif - Advanced use of GIS and/or geomodeling softwares - Field practice of geopositioning (GNSS, field and drone photogrammetry) and geophysical instruments - Spatial representation in geology				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Introduction to photogrammetry and 3D geomodeling - Geological/numerical mapping of the Allauch massif - Advanced use of GIS/geomodeling softwares for 3D representation of field data - Relief mapping using photogrammetry - Subsurface geophysical imaging- Processing geospatial, geophysical and geological data - Drawing maps, 2D profiles, 3D views and models - Writing a scientific report				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Skills from Bachelor in geosciences: geological mapping, geophysical methods, introduction to GIS				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Some references in english: ; - Caumon et al. (2009). Surface-Based 3D Modeling of Geological Structures. Math. Geosciences, 41, 927-945, doi:10.1007/s11004-009-9244-2 ; - Guyonnet-Benaize, Lamarche et al. (2010). 3D structural modelling of small-deformations in poly-phase faults pattern. Application to the Mid-Cretaceous Durance uplift, Provence (SE France). J. of Geodynamics, 81-93, doi:10.1016/j.jog.2010.03.003 ; - James, M. R. & Robson, S. Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: Accuracy and geoscience application. Journal of Geophysical Research 117, (2012). ; - James, M. R. & Robson, S. Mitigating systematic error in topographic models derived from UAV and ground-based image networks: MITIGATING SYSTEMATIC ERROR IN TOPOGRAPHIC MODELS. Earth Surface Processes and Landforms 39, 1413-1420 (2014). ; - Harwin, S., Lucieer, A. & Osborn, J. The Impact of the Calibration Method on the Accuracy of Point Clouds Derived Using Unmanned Aerial Vehicle Multi-View Stereopsis. Remote Sensing 7, 11933-11953 (2015). ; - James, M. R., Robson, S., d'Oleire-Oltmanns, S. & Niethammer, U. Optimising UAV topographic surveys processed with structure-from-motion: Ground control quality, quantity and bundle adjustment. Geomorphology 280, 51-66 (2017). ; - Milsom, Field Geophysics (Wiley) ; - Telford et al., Applied geophysics (Cambridge), consultable à la BU de StJérôme ; - Witter (2015). GOCAD® Mining Suite Software as a Tool for Improved Geothermal Exploration. Proceedings of the World Geothermal Congress.				
MOTS-CLEFS	Geomodeling, geological mapping, photogrammetry, geophysics, 3D structural model				
REPARTITION CM/TD/TP	4 heures CM ; 0 heures TD ; 30 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % CC + 0 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	3	
Intitulé UE	(ST208) APP2 Project driven learning (experimental approaches)					
Responsable 1	Thibaut Devièse	Email 1	thibaut.devièse@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1 - Build and structure a cultural background in Earth sciences that enables to respond to cross-disciplinary Earth science issues, drawing on knowledge from fundamental disciplines. ; 2 - Develop a scientific approach to answer a question by methodically observing natural objects in the field or laboratory, and by processing and critically interpreting data ; 3 - Give a structured oral or written presentation of scientific knowledge or work, mastering and using (in French and English) an Earth science vocabulary suited to the target audience - scientists, the general public, industry and local authorities. ; 4 - Conduct and complete, individually or collaboratively, a scientific project in the earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Disciplinary or thematic in-depth study in the areas of the 2 proposed pathways (IMG & GRT).					
SAVOIR-FAIRE	Be able to independently produce a report in the form of an oral presentation, a poster, or even a report; Scientific English					
CONNAISSANCES	Disciplinary knowledge in environmental geosciences and geology of ressources and territories					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Projects to deepen knowledge (thematic, methodological) in the areas covered by the 2 options: ; International Master in Geosciences: in-depth study of experimental and analytical approaches : fundamental principles and laboratory discovery of cutting-edge analytical techniques in CEREGE ; Geology of reservoirs and territories: Thematic in-depth study in the field of resource geology: laboratory discovery of analytical techniques for characterizing carbonates using petrography methods, quantification by automatic image analysis and virtual reality approaches.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor's degree in Earth and Environmental Sciences or Physical Geography					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Basic knowledge of Earth and environmental sciences					
MOTS-CLEFS	Scientific approach, environmental geosciences, Earth sciences					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	20	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Inter-mentions	SEM	M1S2	CRD	6	
Intitulé UE	(TC3R) Stage M1					
Responsable 1	Porteurs de mention	Email 1				
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
Développer un projet professionnel en Géosciences (STPE)						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Apprendre à conduire un projet scientifique de façon autonome sous encadrement d'un scientifique : rédiger et évaluer la faisabilité d'un projet ; rédiger une esquisse de projet ; conduire la recherche, analyser et synthétiser les résultats sous forme de rapport qui suit les conventions d'un article scientifique standard.					
SAVOIR-FAIRE	Savoir organiser son temps et évaluer la faisabilité d'un projet de recherche en écologie ; suivre les étapes d'un projet de façon autonome ; savoir rédiger des textes scientifiques					
CONNAISSANCES	Connaissances sur la démarche scientifique ; savoir citer des travaux scientifiques ; savoir écrire des introduction, méthodes, résultats et discussions ; connaissances en statistiques pour analyser des données en écologie ; connaissances en informatique					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	1) Recherche de sujet de stage en écologie ; 2) Réunion de cadrage pour le suivi du projet 3) Un TD sur les modalités de l'écriture de rapport (structure du rapport, consignes de rédaction, exemples d'écriture) 4) rendu d'un pré-projet à la fin du premier mois du stage 5) rendu d'un commentaire sur le pré-projet 6) rendu du rapport final 7) soutenance et retour sur le rapport réalisé ; il y a 5 h de TD en présentiel, les 27h restants x 2 groupes sont pour les encadrants à la hauteur d'une heure par étudiant encadré.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissances en statistiques pour analyser des données en écologie ; connaissances en informatique (word/R) connaissances en écologie.					
PRE-REQUIS RECOMMANDES						
MOTS-CLEFS	Stage M1 ; Projet scientifique ; Entreprise ; Recherche ; Laboratoire					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	30 % CC + 70 % ET			©5LBE		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(ST208) APP2 Project driven learning (experimental approaches)				
Responsable 1	Thibaut Devièse	Email 1	thibaut.devièse@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1 - Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre permettant de poser et de répondre à des problématiques transdisciplinaires en sciences de la Terre en s'appuyant sur les savoirs des disciplines fondamentales ; 2 - Développer une démarche scientifique pour répondre à un questionnement par l'observation méthodique d'objets naturels sur le terrain ou au laboratoire, et par le traitement et l'interprétation critique des données méthodiques d'objets naturels sur le terrain ou au laboratoire, et par le traitement et l'interprétation critique des données ; 3 - Présenter de façon structurée à l'oral ou à l'écrit des connaissances ou des travaux scientifiques en maîtrisant (en français) et en utilisant (en anglais) un vocabulaire des sciences de la Terre adapté au public visé - scientifiques, grand public, industriels et collectivités territoriales ; 4 - Conduire et mener à bien, de façon individuelle ou collaborative, un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Approfondissement disciplinaire ou thématique dans les domaines des 2 parcours proposés (IMG & GRT)				
SAVOIR-FAIRE	Être capable de produire de façon autonome un rendu sous la forme d'une présentation orale, d'un poster, ou encore d'un rapport ; Anglais scientifique				
CONNAISSANCES	Connaissances disciplinaires en géosciences de l'environnement et géologie des réservoirs et territoires				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Projets d'approfondissement des connaissances (thématiques, méthodologiques) dans les domaines couverts par les 2 finalités : ; International Master in Geosciences : approfondissement en approches expérimentales et analytiques : principe fondamentaux et découverte en laboratoire des techniques analytiques de pointe du CEREGE ; Géologie des Ressources et Territoires : Approfondissement thématiques dans le domaine de la géologie des ressources : découverte en laboratoire des techniques analytiques de caractérisations des carbonates par des méthodes de pétrographie, quantification par analyse automatique d'images et approches en réalité virtuelle.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Licence en Sciences de La Terre et de l'Environnement ou Géographie Physique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissances de base en sciences de la Terre et de l'environnement				
MOTS-CLEFS	Démarche scientifique, géosciences de l'environnement, sciences de la Terre				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	20
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(ST209) Pétrographie et diagenèse des carbonates				
Responsable 1	François Fournier	Email 1	francois.fournier@univ-amu.fr		
Responsable 2	Philippe Léonide	Email 2	philippe.leonide@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 2.8 Confronter les données avec un esprit critique aux savoirs existants et développer une argumentation scientifique en sciences de la Terre ; 5.2 Savoir observer et retranscrire des objets naturels géologiques ; 5.4 Savoir utiliser des outils professionnels de terrain et de laboratoire en sciences de la Terre : marteau, boussoles, loupes, microscopes, etc.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Les roches carbonatées forment des réservoirs majeurs pour l'eau (aquifères karstiques et aquifères profonds), les fluides géothermiques, les hydrocarbures ainsi que pour le stockage du CO2 anthropique ; elles représentent également des archives majeures pour la reconstitution de l'évolution des paléoclimats et du cycle du carbone à l'échelle des temps géologiques. Les objectifs de cette UE sont de présenter les méthodes d'analyse et de caractérisation des roches carbonatées permettant de reconstituer les paléoenvironnements de dépôt, les transformations diagénétiques subies et l'évolution de leurs propriétés physiques.				
SAVOIR-FAIRE	Reconnaissance de la nature et de la minéralogie des grains, identification des producteurs carbonatés, des textures de dépôt, des figures diagénétiques, en utilisant la microscopie optique en lumière polarisée et la cathodoluminescence. - réalisation d'une argumentation de reconstitution paléoenvironnementale à partir de la nature des constituants, des textures de dépôts, des figures de transport et des figures diagénétiques précoces - reconstitution des environnements diagénétiques et établissement d'une paragenèse.				
CONNAISSANCES	Paléoécologie du benthos carbonaté. Paléoenvironnements carbonatés. Les « carbonate factories » et leur lien avec les paléoclimats et la paléocéanographie. Evolution de la minéralogie et de la nature des producteurs carbonatés dominants au cours du Phanérozoïque : lien avec la chimie des océans. Processus et environnements diagénétiques : lien avec les propriétés physiques des réservoirs carbonatés.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Introduction générale : la place des carbonates dans la sédimentation globale et dans le cycle du carbone - les mécanismes de la production carbonatée - la production carbonatée squelettique : nature des producteurs, critères pétrographiques de reconnaissance des bioclastes - paléoécologie des principaux organismes producteurs de carbonate et leur évolution au cours du Phanérozoïque - Production carbonatée microbienne - Processus diagénétiques : compaction, cimentation, dissolution, néomorphisme - Environnements diagénétiques : marin, météorique, enfouissement - Paragenèse des carbonates et propriétés pétrophysiques.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Notions niveau Licence en pétrographie des roches sédimentaires et en systématique des invertébrés marins.				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Les éléments concernant la production carbonatée, les paléoenvironnements carbonatés et leur évolution au cours du Phanérozoïque s'inspirent en partie de l'ouvrage de référence suivant : Schlager, W., 2005. Carbonate sedimentology and sequence stratigraphy. SEPM, 198 pp. ; Les critères pratiques de reconnaissance, en observation microscopique en lumière polarisée, des principaux constituants des roches sédimentaires et carbonatées en particulier sont résumés dans les ouvrages suivants : Adams, A.E., Mackenzie, W.S., Guilford, C.S., 1988. Atlas of sedimentary rocks under the microscope. ELBS, 102 pp. ; Scholle, P.A., Ulmer-Scholle, D.S., 2003. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. AAPG Memoir 77.				
MOTS-CLEFS	Carbonates, pétrographie, paléoécologie, paléoenvironnement, diagenèse				
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 21 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4
Intitulé UE	(ST210) Géologie des ressources et territoires				
Responsable 1	Juliette Lamarche	Email 1	juliette.lamarche@univ-amu.fr		
Responsable 2	Philippe Léonide	Email 2	philippe.leonide@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 1.5 Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 2.8 Confronter les données avec un esprit critique aux savoirs existants et développer une argumentation scientifique en sciences de la Terre ; 3.3 Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de l'UE est d'apprendre à conjuguer un ensemble de méthodes géologiques et numériques pour la compréhension et la caractérisation des structures géologiques concernées dans les problématiques de ressources dans les territoires. Il s'agira de combiner des méthodes stratigraphiques, sédimentologiques, structurales, numériques, géophysiques et hydrogéologiques sur un cas d'étude territorial pertinent (ex : ressources en eau à de Port Miou, Cassis ; systèmes Aquifères des Monts de Vaucluses ; ressources eau-populations-énergies au Texas).				
SAVOIR-FAIRE	Synthèse géologique à partir de données hétérogènes et intégration avec la géodynamique régionale pour évaluer les ressources et les risques : caractérisation 3D de la structure des réservoirs sédimentaires carbonatés : analyse macro- et micro-structurale en 2D et 3D sur le terrain et en réalité virtuelle; analyse des déformation naturelles, induites et anthropiques (failles, fractures) ; cartographie numérique et terrain ; caractérisation stratigraphique, sédimentologique, diagénétique et pétrophysique des réservoirs sédimentaires carbonatés ; interprétations séquentielles, caractérisation des formations karstiques (conduits, failles karstifiées) et la distribution en 3D des écoulements dans un aquifère carbonaté - interprétation de profils électriques, photogrammétriques, géoradar				
CONNAISSANCES	Géologie régionale ; biosédimentologie des systèmes carbonatés ; tectonique régionale ; analyse structurale; comportement rhéologique des roches ; lien génétiques avec la géodynamique ; relations déformation/diagenèse sur les propriétés réservoir ; approches quantitatives des flux de fluides dans les milieux géologiques				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	1)Contextualisation des problématiques ressources et approches géologiques ; ; Géologie régionale et enjeux sociétaux : stratigraphie, géodynamique, contexte hydrogéologique ; ; Journée de terrain sur un cas d'étude ; Méthodes sédimentologiques et diagénétiques ; ; Méthodes de la géologie structurale et applications ; ; Systèmes hydrogéologiques (fonctionnement Karst) ;				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau Licence SVT en tectonique, sédimentologie et hydrogéologie				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Notions niveau Licence en pétrographie des roches sédimentaires, géologie structurale.				
MOTS-CLEFS	Ressources, Réservoirs, Carbonates, Sédimentologie, Géologie Structurale, Hydrogéologie				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 19 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	4
Intitulé UE	(ST211) Géologie sédimentaire et structurale				
Responsable 1	Alexis NUTZ	Email 1	alexis.nutz@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
<p>1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 3.1 Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 3.3 Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais</p>					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de cette UE est de présenter les grands types de bassins sédimentaires, de décrire leurs morphologies, leurs fonctionnements, les milieux de sédimentation et le routage sédimentaire qui les caractérisent. Les notions importantes de la stratigraphie séquentielle seront exposées pour mieux comprendre comment ces bassins se remplissent, en particulier seront abordées les définitions d'accommodation et du flux sédimentaire, les géométries sédimentaires, les hiérarchies et l'origine des séquences. Enfin, cette UE intégrera l'évolution des bassins sédimentaires dans une vision de système « Source-to-sink », du bassin versant aux cônes sous-marins d'eau profonde.				
SAVOIR-FAIRE	Identification d'une structure de bassin - interprétation d'environnements de dépôt - interprétation séquentielle - prédiction des distributions de lithofacies - cartographie de routage sédimentaire				
CONNAISSANCES	Dynamique des bassins - environnements de dépôt - hiérarchie des séquences sédimentaires - cycle de Wilson - liens entre tectonique et sédimentation				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Géodynamique - sédimentologie - tectonique - stratigraphie séquentielle				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Notions niveau Licence en géologie et géomorphologie ;				
MOTS-CLEFS	Géologie, géodynamique, sédimentologie, tectonique, bassin ;				
REPARTITION CM/TD/TP	15 heures CM ; 13 heures TD ; 12 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M1S2	CRD	1
Intitulé UE	(ST212) Géologie en entreprise				
Responsable 1	Philippe Léonide	Email 1	philippe.leonide@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 3.1 Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 3.2 Lire et extraire des informations de sources documentaires en anglais pour les exploiter en sciences de la Terre ; 3.3 Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 3.4 Produire une synthèse de l'information à l'oral sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global ; 6.1 Savoir mettre en valeur ses compétences					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de l'UE est de découvrir et d'approfondir ses connaissances sur le monde de l'entreprise, et surtout les types de métiers qui existent en lien avec les sciences de la Terre. Les interventions seront diverses, avec une majorité d'intervenants extérieurs qui présenteront leur métier.				
SAVOIR-FAIRE	Au cours de longues conférences (2-3h), les intervenants du monde socio-économique montreront à la fois leurs missions et comment la science y est intégrée. Les types de métiers abordés dépendront des intervenants, qui pourront varier d'une année à l'autre				
CONNAISSANCES	Divers métiers de la géologie seront traités dans cette UE. Les thèmes abordés seront par exemple: Sites et sols pollués (métiers d'ingénierie / travaux) ; - forages (eau, géothermie, pétrole) ; - recherche appliquée en hydrologie ; - géotechnique ; - ressources minières ; - environnement associé aux géosciences ; - métiers territoriaux ; - recherche publique.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	L'UE comportera 4 interventions longues de 3h effectuées par des intervenants extérieurs qui présenteront les différentes facettes de leur métier. Ces séances seront un espace de prise de contact avec un réseau d'entreprises et de discussions sur les problématiques métiers en géologie. Les étudiants seront évalués sur un travail de synthèse autour de problématiques qu'ils choisiront eux-mêmes, inspirées des interventions suivies. Ils présenteront ce travail à l'oral et à l'écrit.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Notions niveau Licence en Sciences de la Vie et de la Terre				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	aucun				
MOTS-CLEFS	Géologie, métiers, entreprises, monde socio-économique				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	10
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST	

Deuxième année, Semestre 3

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	9	
Intitulé UE	(ST301) Advanced topics in Geosciences					
Responsable 1	Vincent Godard	Email 1	vincent.godard@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1 - Build and structure a cultural background in Earth sciences that enables to respond to cross-disciplinary Earth science issues, drawing on knowledge from fundamental disciplines. ; 2 - Develop a scientific approach to answer a question by methodically observing natural objects in the field or laboratory, and by processing and critically interpreting data ; 3 - Give a structured oral or written presentation of scientific knowledge or work, mastering and using (in French and English) an Earth science vocabulary suited to the target audience - scientists, the general public, industry and local authorities.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Access to cutting edge knowledge in direct relation with active research is paramount for the completion of a graduate education in Geosciences. This teaching unit is organized as a collection of optional small workshops on frontier topics in Geosciences, delivered by CEREGE researchers and faculty. It provides students with a unique opportunity to be in direct contact with active research in a major scientific center in Geosciences.					
SAVOIR-FAIRE	Each topic will be taught by specialist of the field who will introduce the state of the art and most recent advances in the relevant tools and techniques					
CONNAISSANCES	A choice of 9 small workshops (from a total of 12), enabling students to build their own personal career path according to their areas of interest. Each topic is a sequence of 3 sessions on a cutting-edge area of Geosciences, taught by specialists of the field. Topics cover a broad spectrum of scientific themes across those relevant to the International Master in Geosciences.					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	The students will we have to choose 9 topics out of the following list : ; Paleoceanography ; Meteorites and Impact Processes in the Solar System ; Continental Quaternary Paleoenvironment ; Planetary Magnetic Fields ; Ice Core Records and Glaciers Evolution ; Active Tectonics and Paleoseismology ; Glaciers Dynamics and Sea Level ; Tectonic and Climatic Influences on Landscape Evolution ; Interaction Between Climate and Ecosystems ; River Deltas in the Anthropocene and the Future Outlook ; Past Water Cycle and Vegetation Dynamics ; Erosion of Continental Surfaces, Soil Ressources and Anthropization ;					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Master level in Geosciences					
PRE-REQUIS RECOMMANDES						
MOTS-CLEFS	Geosciences, Climate, Tectonics, Geomorphology, Planetary Sciences					
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM ; 60 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % CC + 0 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(ST302a) Climate - carbon cycle - carbonates				
Responsable 1	Laurence Vidal	Email 1	vidal@cerege.fr		
Responsable 2	Philippe Leonide	Email 2	leonide@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
Develop a solid basis of knowledge of the carbon cycle and its relation with the climate system and carbonates reservoirs on a global scale, be able to analyze, interpret information from various sources and types (dealing with the physics and chemistry of the earth systems, based on modeling and observational and experimental results, be aware of the actual challenges in relation with the global change, be able to synthesize information.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Understanding couplings between the carbon cycle, climate and carbonate sedimentary systems on a global scale				
SAVOIR-FAIRE	Coupled geochemical, paleo-geographic/climatic and stratigraphic analysis and/or modeling methods				
CONNAISSANCES	Carbon cycle and climate processes and their interactions with biogenic carbonate systems, in time and space. Influence of these processes on the global development and stratigraphic architectures of carbonate systems.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	- Link between global carbon cycle and oceanic processes (circulation, biogeochemistry, acidification, marine carbonates) : Glacial/Interglacial pCO ₂ variability, PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum), Future expected changes (acidification, anoxic events) ; - Link between long term pCO ₂ variation and tectonics : climate, geodynamics, sedimentary processes, erosion versus alteration processes ; - Phanerozoic climate evolution (oceanic anoxic events, global carbon isotope stratigraphy) : causes, mechanisms & consequences on marine carbonate systems ; - Global marine carbonate modeling : link with paleoclimate, paleo-oceanography and carbonate platforms				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Master 1 level in Earth Sciences ;				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Carbon Cycle, Carbonates & Climate				
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 21 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50% ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S2	CRD	4	
Intitulé UE	(ST302b) Faults from the outcrop to the plate boundary					
Responsable 1	Magali Riesner	Email 1	magali.riesner@univ-amu.fr			
Responsable 2	Pierre Henry	Email 2	henry@cerege.fr			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1.1 Building and structuring a cultural background in Earth sciences ; 1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.1 Formulate scientific questions and/or develop them based on knowledge of Earth sciences or observation of geological objects. ; 2.5 Analyze, interpret, synthesize and model information or geological data for use in Earth sciences ; 3.2 Reading and extracting information from documentary sources in English for use in earth sciences ; 4.3 Careful and accurate reporting of earth science work						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Active tectonic areas highlight an important variability both in structure and geology and can accumulate tectonic stress causing devastating earthquakes shaping the landscape. The objectives of this course are to present the methods used to study recent deformations in morphotectonics and paleoseismology, understand their mechanical processes and the links between active tectonics and morphology. Several contexts from rapid plate boundary faults to slowly evolving intraplate fault system will be illustrated to understand the behavior of active faults, from the small scale of the fault plane to entire fault systems.					
SAVOIR-FAIRE	Observe and analyze active fault characteristics - fault and associated geomorphic markers mapping to estimate tectonic deformation rates					
CONNAISSANCES	General understanding of the seismic cycle - Seismic hazard - influence of tectonic forcing - morphological analysis at different resolutions - links between tectonics and morphology - paleoseismology					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	General introduction, major earthquakes - Fault mechanics and seismic cycle - Fault systems and fault interactions - Seismic Hazard and seismic history: Tectonic Geomorphology and Paleoseismology - Tectonic forcing and plate boundaries					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Bachelor-level concepts in geomorphology, tectonics, geodynamics and tectonophysics					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	; ;					
MOTS-CLEFS	Active fault, earthquake, seismic cycle, geomorphology, paleoseismology ;					
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 15 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	3	
Intitulé UE	(ST303) Quaternary geochronology					
Responsable 1	Siame Lionel	Email 1	lionel.siame@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1 - Build and structure a cultural background in Earth sciences that enables to respond to cross-disciplinary Earth science issues, drawing on knowledge from fundamental disciplines. ; 2 - Develop a scientific approach to answer a question by methodically observing natural objects in the field or laboratory, and by processing and critically interpreting data ; 3 - Give a structured oral or written presentation of scientific knowledge or work, mastering and using (in French and English) an Earth science vocabulary suited to the target audience - scientists, the general public, industry and local authorities.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Dating techniques are at the core of understanding the evolution of the Quaternary environment. The objectives of this teaching unit is to understand the fundamental principles and processes governing the behavior of chemical elements in the environment ; Acquiring skills to apply geochemical methods and techniques for understanding Earth's dynamics ; Enhancing critical thinking and problem-solving abilities through hands-on laboratory exercises and case studies.					
SAVOIR-FAIRE	Capacity to interpret geochemical data sets, including concentrations of chemical elements and isotopic compositions and relate them to Earth's surface processes ; Students would learn to assess the validity of arguments, weigh evidence, and form well-reasoned conclusions based on scientific principles.					
CONNAISSANCES	Advanced knowledge in the field of radiochronometers and isotopic tracers used in environmental geosciences.					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	This module presents the various radiochronometers and isotopic tracers used in environmental geosciences, as well as the significant advancements they have enabled in understanding Earth's dynamics at the Quaternary scale. Cosmogenic nuclides; Carbon-14; Uranium series.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Basic concepts in environmental geochemistry					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Basic concepts in environmental geochemistry.					
MOTS-CLEFS	Cosmogenic nuclides; Carbon-14; Uranium series.					
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 21 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % CC + 0 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(ST304) Remote sensing of Earth and Planetary Surfaces (EN)				
Responsable 1	Olivier Cavalie	Email 1	olivier.cavalie@univ-amu.fr		
Responsable 2	Yoann Quesnel	Email 2	Yoann.quesnel@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1 - Build and structure a cultural background in Earth sciences that enables to respond to cross-disciplinary Earth science issues, drawing on knowledge from fundamental disciplines. ; 2 - Develop a scientific approach to answer a question by methodically observing natural objects in the field or laboratory, and by processing and critically interpreting data ; 3 - Give a structured oral or written presentation of scientific knowledge or work, mastering and using (in French and English) an Earth science vocabulary suited to the target audience - scientists, the general public, industry and local authorities. ;					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	The Earth is a complex system in which countless interactions take place at every moment. Some of these interactions lead to events as spectacular as they are dangerous, such as earthquakes or volcanic eruptions. What's more, in a context of climate change, certain phenomena that were previously relatively stable are starting to drift as a result of anthropogenic action. Over the past fifty years or so, space-based instruments have become increasingly sophisticated and numerous, providing us with a vision of these phenomena on a very large scale. The objectives of this course are to understand how these data are acquired, how to manipulate them and improve their quality in order to characterize the state of the Earth's surface and others planets of the sun system.				
SAVOIR-FAIRE	Knowing principles and applications of remote sensing - Using data and tools for remote sensing (images, softwares) - Adopting the proper methodology in remote sensing to solve geoscientific problems - Working on aerial/satellite data, processing it, quantifying surfaces - Making an oral presentation of a specific remote sensing project on a specific area				
CONNAISSANCES	Introduction to electromagnetic waves - Basic principles and systems of remote sensing - Aerial and satellite imaging - Thermal infrared imaging - Processing and interpretation of satellite images - Active systems: radar and InSAR for measuring Earth's surface deformation				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Lectures : ; 1. Remote sensing : principles and systems : electromagnetic waves and their interactions, sensors, multispectral systems, orbitology ; 2. Aerial and satellite imagery, multispectral imagery ; 3. Thermal infrared imaging : thermal processes and properties, examples of thermal signatures, TIR satellite images ; 4. Basic knowledge of image processing : what is a digital image? Image processing, information extraction ; 5. An active system : synthetic image radar, application of radar for earth deformation: InSAR ; ; Practical lab: ; InSAR processing and interpretation ; Optical pre-treatments : calibration, pan-sharpening, orthorectification ; Classification (supervised and unsupervised) ; Topographic data at various resolution ; Remote sensing of planetary surfaces ; Remote sensing of the cryosphere ;				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	GIS in Master 1, connaissance de base en Linux				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	A compléter				
MOTS-CLEFS	Remote sensing, spatial imagery, surfaces, planets				
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 21 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % CC + 0 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	2	
Intitulé UE	(ST305) Debates in Geosciences					
Responsable 1	Laetitia Licari	Email 1	licari@cerege.fr			
Responsable 2	Philippe Léonide	Email 2	leonide@cerege.fr			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1.1. Building and structuring a cultural background in Earth sciences ; 2.5. Analyze, interpret, synthesize and model information or geological data for use in Earth sciences ; 2.8. Confront data critically with existing knowledge and develop a scientific argument in Earth sciences ; 3.1. Present scientific findings in Earth sciences in a structured manner, orally ; 3.2. Reading and extracting information from documentary sources in English for use in earth sciences ; 3.4. Produce an oral synthesis of information on an Earth science issue - in French and English ; 5.1. Be able to use your cultural and scientific background to understand the major issues in Earth sciences: water, minerals, fossil resources, soil preservation, natural hazards, global change, etc.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	The effective transmission of scientific knowledge (fundamental or applied) to academic, socio-economic and/or industrial partners requires abilities that can be developed with practice. This course will (i) provide students with principles and techniques of oral scientific communication, and (ii) strengthen their ability to analyze, synthesize, and critically address key issues in geosciences. This skillset will be developed through crafting and conducting an oral presentation based on an in-depth bibliographical study of 2 to 3 scientific publications addressing a relevant topic in geosciences, to be chosen from a list of proposals illustrating the complexity of geosystems and related challenges. Selected topics will emphasize contrasting points of view, giving matter to "debate in geosciences".					
SAVOIR-FAIRE	Identify and contextualize a relevant scientific issue - review and explain complex scientific information in a persuasive way - structure arguments - produce relevant illustrations and hooks - teaching skills					
CONNAISSANCES	Principles and standards of oral scientific communication - in-depth understanding of addressed topics (GRT/IMG): e.g., geodynamic - geomorphology - paleoclimatology					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Introduction to stakes, standards, and principles of scientific communication - support in crafting relevant bibliographical review, and related oral presentation					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	none					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	First year Master in geosciences					
MOTS-CLEFS	bibliographical review - scientific synthesis - scientific oral communication - geodynamic - geomorphology - paleoclimatology					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	10	
M3C	40 % CC + 60 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	2
Intitulé UE	(ST305) Debates in Geosciences				
Responsable 1	Philippe Léonide	Email 1	leonide@cerege.fr		
Responsable 2	Laetitia Licari	Email 2	licari@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1. Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 2.5. Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 2.8. Confronter les données avec un esprit critique aux savoirs existants et développer une argumentation scientifique en sciences de la Terre ; 3.1. Restituer de façon structurée à l'oral des résultats scientifiques en sciences de la Terre ; 3.2. Lire et extraire des informations de sources documentaires en anglais pour les exploiter en sciences de la Terre ; 3.4. Produire une synthèse de l'information à l'oral sur une problématique en sciences de la Terre ; 5.1. Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	La transmission efficace d'informations issues de la recherche (fondamentale ou appliquée) au monde académique, socio-économique et/ou industriel repose sur la capacité à maîtriser les normes et techniques de la communication scientifique. La finalité de cette UE est de (i) former les étudiant.e.s aux méthodes de présentation orale en sciences, et de (ii) renforcer leur capacité d'analyse, de synthèse et leur esprit critique sur des problématiques de premier ordre en géosciences. Ces compétences seront développées par une approche pratique: la réalisation d'une présentation orale de synthèse basée sur l'étude bibliographique approfondie de 2 à 3 publications scientifiques, autour d'une thématique à choisir parmi une liste de propositions illustrant la complexité des géosystèmes et de leurs enjeux. Les sujets proposés privilégieront des points de vue contrastés, matière à "débat en géosciences".				
SAVOIR-FAIRE	Identifier et contextualiser une problématique - synthétiser de l'information scientifique complexe et la restituer de façon adaptée à l'oral - structurer un argumentaire scientifique - appuyer le discours scientifique par une iconographie pertinente et des accroches - pédagogie				
CONNAISSANCES	Normes de la communication scientifique - connaissances scientifiques en lien avec les thématiques proposées selon les parcours (GRT/IMG): e.g., géodynamique - géomorphologie - paléoclimatologie				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Introduction aux normes et principes de la communication scientifique - accompagnement à la réalisation de la synthèse bibliographique et de la présentation orale				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	M1 en géosciences				
MOTS-CLEFS	étude bibliographique - synthèse scientifique - communication scientifique orale - géodynamique - géomorphologie - paléoclimatologie				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	10
M3C	40 % CC + 60 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	4	
Intitulé UE	(ST306) APP3 Project driven learning (modelling in geosciences)					
Responsable 1	Thibaut Devièse	Email 1	thibaut.devièse@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
1 - Build and structure a cultural background in Earth sciences that enables to respond to cross-disciplinary Earth science issues, drawing on knowledge from fundamental disciplines. ; 2 - Develop a scientific approach to answer a question by methodically observing natural objects in the field or laboratory, and by processing and critically interpreting data ; 3 - Give a structured oral or written presentation of scientific knowledge or work, mastering and using (in French and English) an Earth science vocabulary suited to the target audience - scientists, the general public, industry and local authorities. ; 4 - Conduct and complete, individually or collaboratively, a scientific project in the earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data.						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Scientific in-depth study in the areas of the 2 proposed pathways (IMG & GRT) with the implementation of modeling tools					
SAVOIR-FAIRE	Know how to use modeling tools; Be able to independently produce a report in the form of an oral presentation, a poster, or even a report; Scientific English					
CONNAISSANCES	Disciplinary knowledge in environmental geosciences and geology of ressources and territories					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Projects to deepen knowledge (thematic, methodological) through the implementation of modeling tools available in environmental geosciences and hydrogeology and reservoir geology. ; International Master in Geosciences: Development of projects linked to statistical, climatic and/or surface process modeling. Depending on the chosen project, the modeling tools will be based in the R or Python languages. ; Geology of ressources and territories: The module is divided into two main parts: a formalization part of a modelling problem and project management in modelling (geomodelling software Gocad/Skua). The used concepts are: geomodelling (concept of meshes, triangulations, explicit and implicit modelling, unified and nested models), geostatistics (variography, kriging, stochastic simulation, uncertainties). The link is also made with the contribution of reservoir analogues (LIDAR, photogrammetry, terrain, GPS) and process-based modelling.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	License and Master 1 in Earth Sciences					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	In-depth knowledge of Earth and environmental sciences					
MOTS-CLEFS	Scientific approach, modeling, environmental geosciences, Earth sciences					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	24	
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	4
Intitulé UE	(ST306) APP3 Project driven learning (modelling in geosciences)				
Responsable 1	Thibaut Devièse	Email 1	thibaut.devièse@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1 - Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre permettant de poser et de répondre à des problématiques transdisciplinaires en sciences de la Terre en s'appuyant sur les savoirs des disciplines fondamentales ; 2 - Développer une démarche scientifique pour répondre à un questionnement par l'observation méthodique d'objets naturels sur le terrain ou au laboratoire, et par le traitement et l'interprétation critique des données méthodiques d'objets naturels sur le terrain ou au laboratoire, et par le traitement et l'interprétation critique des données ; 3 - Présenter de façon structurée à l'oral ou à l'écrit des connaissances ou des travaux scientifiques en maîtrisant (en français) et en utilisant (en anglais) un vocabulaire des sciences de la Terre adapté au public visé - scientifiques, grand public, industriels et collectivités territoriales ; 4 - Conduire et mener à bien, de façon individuelle ou collaborative, un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Approfondissement scientifique dans les domaines des 2 parcours proposés (IMG & GRT) avec la mise en oeuvre d'outils de modélisation				
SAVOIR-FAIRE	Savoir utiliser des outils de modélisation ; Être capable de produire de façon autonome un rendu sous la forme d'une présentation orale, d'un poster, ou encore d'un rapport ; Anglais scientifique				
CONNAISSANCES	Connaissances disciplinaires en géosciences de l'environnement et géologie des ressources et territoires				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Projets d'approfondissement des connaissances (thématiques, méthodologiques) grâce à la mise en oeuvre d'outils de modélisation à disposition en géosciences de l'environnement et géologie des ressources. ; International Master in Geosciences : Développement de projets en lien avec la modélisation statistique, climatique et/ou des processus de surface. Suivant le projet choisi les outils employés seront les langages R ou Python. ; Géologie des ressources et territoires : Le module est séparé en deux grandes parties : une partie formalisation d'un problème de modélisation et conduite de projet en modélisation (logiciel de géomodélisation Gocad/Skua). Les notions utilisées sont la géomodélisation (notion de maillages, triangulations, modélisation explicite et implicite, modèles unifiés et gigognes) , la géostatistiques (variographie, krigeage, simulation stochastique, incertitudes). Le lien est fait aussi avec l'apport des analogues réservoirs (LIDAR, photogrammétrie, terrain, GPS) et la modélisation basée-processus.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	License et Master 1 en Sciences de la Terre ou Géographie Physique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissances approfondies en sciences de la Terre et de l'environnement				
MOTS-CLEFS	Démarche scientifique, modélisation, géosciences de l'environnement, sciences de la Terre				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	24
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(ST307) Field trip (école de terrain)				
Responsable 1	Alexis NUTZ	Email 1	alexis.nutz@univ-amu.fr		
Responsable 2	Laetitia Licari	Email 2	laetitia.licari@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
<p>1.1 Building and structuring a cultural background in Earth sciences ; 1.2-1.3 Build a foundation of fundamental knowledge in Earth sciences. Acquire and make independent use of complementary Earth science knowledge, reliably using university and digital resources. ; 1.4 Relate fundamental concepts from geology, biology, mathematics, chemistry and physics to observed or described natural phenomena to deepen understanding of Earth sciences ; 1.5 Use the tools of geology, biology, mathematics, chemistry, physics, statistics and computer science to solve Earth science problems. ; 2.1 Formulate scientific questions and/or develop them based on knowledge of Earth sciences or observation of geological objects. ; 2.2 Methodically observe geological objects in the field or laboratory ; 2.3. Know how to use scientific field and laboratory equipment commonly used in earth sciences ; 3.1. Present scientific findings in Earth sciences in a structured manner, orally and in writing. ; 4.2. Collectively lead a scientific project in the field of Earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data. ; 4.4. Know how to follow a protocol in scientific field operations, laboratory analyses in earth science operations. ; 5.3 How to draw up a professional geological survey (maps and vertical sections)</p>					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	<p>GRT: Alpine geological systems are complex. Their architecture and stratigraphy result from the evolution of the Alpine Tethys during the Mesozoic, its closure during the Cenozoic and environmental fluctuations that occurred during these different periods. The objective of this fieldtrip is to investigate a complex geological system. The architecture and stratigraphy of an Alpine geological system will be characterized in order to extract the geodynamic history recorded therein. This object will then be considered as an analogue of a complex geological reservoir to propose different strategies for the exploration of different resources (water, minerals, hydrocarbons). ; IMG: Characterizing past and modern marine environments strongly relies on observations and data collected at sea by means of various approaches and instruments. The IMG fieldtrip consists into elaborating and taking part to a 3-4 days oceanographic campaign on board research vessel NO Antédon II, as a practical training to (i) topical issues, and (ii) methods in marine geosciences. During the cruise (off Marseille) we will deploy, in the water column and the sediment, several scientific devices commonly used to study marine environments at different time scales (i.e., past to anthropic-driven variability). Operations performed at sea will be completed on shore by data treatment and analysis.</p>				
SAVOIR-FAIRE	<p>GRT: Identification and description of structural units - lithological description - sequence analysis - structural transects and logging ; IMG: elaboration of an oceanographic campaign - methods and instruments at sea (CTD, plankton nets, van veen grab, multicorer) - data analysis - scientific communication</p>				
CONNAISSANCES	<p>GRT: Wilson cycle - alpine orogen - relationships between tectonic and sedimentation - reservoirs ; IMG: coastal systems - hydroclimatological and sedimentary dynamic - laboratory methods</p>				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>GRT: Tectonic - sédimentology - géodynamic - alpine geology - sequence stratigraphy- reservoirs ; IMG: Anthropic pressure on coastal systems - marine instrumentation/methods - climatology - hydrology - sedimentology - paleoceanography</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	none				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Bachelor degree and First year Master in sedimentary processes and basin, geodynamic, ocean-atmosphere dynamics				
MOTS-CLEFS	GRT: Geology, tectonic, Alpes, Reservoirs ; IMG: Marine geosciences, paleoceanography, anthropic pressure, bay of Marseille				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	30
M3C	60 % CC + 40 % ET ;			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(ST307) Field trip (école de terrain)				
Responsable 1	Alexis NUTZ	Email 1	alexis.nutz@univ-amu.fr		
Responsable 2	Laetitia LICARI	Email 2	laetitia.licari@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
<p>1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 1.5 Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 2.3. Savoir utiliser les appareillages scientifiques de terrain et de laboratoire couramment utilisés en sciences de la Terre ; 3.1. Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 4.2. Conduire de façon collective un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre et sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire ; 4.4. Savoir respecter un protocole dans le cadre des opérations scientifiques de terrain, d'analyses en laboratoire en sciences de la Terre ; 5.3 Savoir établir un relevé de professionnel en géologie - minutes (cartes et coupes verticales)</p>					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	<p>GRT : Les systèmes géologiques alpins sont complexes. Leurs architectures et stratigraphie résultent à la fois de l'héritage du fonctionnement de la Téthys alpine pendant le Mésozoïque, de sa fermeture pendant le Cénozoïque et des fluctuations environnementales pendant ces différentes périodes. L'objectif de l'école de terrain du parcours GRT est de se confronter à un système géologique complexe. L'architecture et la stratigraphie d'un système géologique alpin sera caractérisé pour en extraire l'histoire géodynamique qui y est enregistré. Cet objet sera ensuite regardé comme un analogue de réservoir géologique complexe pour y proposer une stratégie d'exploration de différentes ressources (eau, minérales, hydrocarbures). ; IMG : La caractérisation des environnements marins passés et actuels repose sur la collecte d'observations et de données en mer via différentes techniques de mesures et d'échantillonnage. Le stage de terrain du parcours IMG consiste en une "école embarquée" dont la finalité est de former, par la pratique, (i) aux problématiques et (ii) méthodologies des géosciences marines via l'élaboration et la participation à une campagne océanographique de 3 à 4 jours à bord du NO Antédon II, navire de station de la flotte océanographique française. Au cours de la campagne, plusieurs techniques usuelles de prélèvement et d'analyse nécessaires à l'étude des environnements marins à différentes échelles de temps (i.e., de la variabilité passée aux changements d'origine anthropique) seront mises en oeuvre dans la colonne d'eau et le sédiment. Les travaux à la mer seront complétés de l'exploitation de données.</p>				
SAVOIR-FAIRE	<p>GRT : Identification et description d'unités litho-structurales - description lithologique à différentes échelles - analyse séquentielle - élaboration de coupes structurales et sédimentologiques ; IMG : Elaboration d'une campagne en mer - méthodes et instrumentation de terrain (sonde CTD, filets à plancton, benne van veen, carottage d'interface) - exploitation de données acquises en milieu littoral - communication scientifique</p>				
CONNAISSANCES	<p>GRT : Cycle de Wilson - orogénèse alpine - liens entre tectonique et sédimentation - réservoirs ; IMG : systèmes côtiers - fonctionnement hydro-dynamique et sédimentaire - techniques de préparation et d'analyse d'échantillons</p>				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>GRT : Tectonique - sédimentologie - géodynamique - géologie alpine - stratigraphie séquentielle - réservoirs ; IMG : Pressions anthropiques - méthodologie/instrumentation marine - climatologie - hydrologie - sédimentologie</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Notions niveau M1 en géologie sédimentaire, géodynamique, dynamique des enveloppes fluides				
MOTS-CLEFS	GRT : Géologie, tectonique, Alpes, réservoirs ; IMG : Géosciences marines, paléocéanographie, pressions anthropiques, Baie de Marseille				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	30
M3C	60 % CC + 40 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	5
Intitulé UE	(ST308) Réservoirs carbonatés				
Responsable 1	Philippe Léonide	Email 1	philippe.leonide@univ-amu.fr		
Responsable 2	François Fournier	Email 2	francois.fournier@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 2.3 Savoir utiliser les appareillages scientifiques de terrain et de laboratoire, ainsi que les logiciels d'acquisition couramment utilisés en sciences de la Terre ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 2.6 Utiliser un logiciel pour cartographier, visualiser des mesures ou des données expérimentales en sciences de la Terre ; 4.1 S'organiser pour mener à bien de façon individuelle un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire ; 4.4 Savoir respecter un protocole dans le cadre des opérations scientifiques de terrain, d'analyses en laboratoire et des opérations professionnalisantes en sciences de la Terre ; 5.5 Savoir utiliser en sciences de la Terre des outils technologiques professionnels de terrain et de laboratoire - GPS, appareillage géophysique, etc.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Les roches carbonatées forment des réservoirs majeurs pour l'eau (aquifères karstiques et aquifères profonds), les fluides géothermiques, les hydrocarbures ainsi que pour le stockage du CO2 anthropique. Les objectifs de cette UE sont de 1) comprendre et de caractériser les hétérogénéités des systèmes carbonatés en se concentrant sur les faciès de carbonates de plate-forme, leur diagenèse, leur déformation (fracturations, failles), leurs propriétés pétrophysiques (porosité, densité, perméabilité, capillarité, résistivité) et pétroacoustiques (vitesses des ondes P et S, modules élastiques) ; et 2) de déterminer les qualités réservoirs (propriétés / distribution) des carbonates en fonction de leur histoire sédimentaire, diagénétique et tectonique.				
SAVOIR-FAIRE	Mises en évidence les relations entre les peuplements biologiques et la sédimentation - Interprétation séquentielles des événements de développement des systèmes carbonatés - Évolutions subséquentes des caractères faciologiques et pétrophysiques des carbonates - Relations de ces caractères avec la fracturation et la perméabilité ou obturation - Mesure et signification des propriétés pétrophysiques (porosité, perméabilité, pression capillaire, facteur de formation électrique, vitesses et atténuations des ondes acoustiques.) - Méthodes de modélisation des propriétés physiques des roches - Genèse des réseaux poreux et évolution des propriétés physiques des réservoirs.				
CONNAISSANCES	Processus et préservation des systèmes sédimentaires carbonatés - Processus et environnements diagénétiques : Lien avec les propriétés physiques des réservoirs carbonatés - Interprétation des mesures pétrophysiques et pétroacoustiques, Prédiction et modélisation des propriétés en fonction des caractères sédimentologiques et diagénétiques des réservoirs				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Introduction générale : cours magistraux et TD sur les réservoirs carbonatés, du point de vue : 1) des enjeux économiques et scientifiques ; 2) des données de subsurface : forages, diagraphies, carottes et sismique 3D ; 3) des caractérisations des hétérogénéités stratigraphiques, sédimentologiques, pétrophysiques, et structurales ; - Processus sédimentologique et diagénétiques - Environnements diagénétiques - Paragenèse des carbonates et propriétés pétrophysiques - Principes physiques régissant les propriétés pétrophysiques des roches réservoirs (porosité, perméabilité, pression capillaire, facteur de formation électrique, vitesses et atténuations des ondes acoustiques.) - Lien des propriétés à la genèse et à l'évolution des réservoirs carbonatés- L'UE abordera les propriétés physiques des roches par une approche expérimentale (mesures) et de modélisation (théories des milieux effectifs.). Le module s'appuiera sur la présentation de cas d'études de réservoirs de sub-surface ou d'analogues de terrains illustrant l'impact des paramètres de dépôt (minéralogie, granulométrie, texture, nature et forme des grains) et de l'évolution diagénétique sur leurs propriétés physiques. ; Des sorties de terrains et des approches de terrain « Virtuels » à l'aide du Logiciel VIRTUAFIELD sont effectuées sur les calcaires urgoniens d'âge Barrémien - Aptien des Monts de Vaucluses. Le travail sera restitué sous forme d'une synthèse des types d'hétérogénéités et de l'échelle des hétérogénéités sur les réservoirs carbonatés				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Notions niveau Licence en pétrographie des roches sédimentaires et en systématique des invertébrés marins. ; Notions de géochimies et géophysiques niveau Master 1				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Scholle, P.A., Ulmer-Scholle, D.S., 2003. A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. AAPG Memoir 77.				
MOTS-CLEFS	Carbonates, pétrographie, diagenèse, propriétés pétrophysiques				
REPARTITION CM/TD/TP	12 heures CM ; 21 heures TD ; 12 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50% CC + 50 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(ST309) Géoressources : géothermie, stockage				
Responsable 1	Yves Guglielmi	Email 1	yves.guglielmi@univ-amu.fr		
Responsable 2	Pierre Henry	Email 2	henry@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.4 Mettre en relation les concepts fondamentaux de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie et de physique avec les phénomènes naturels observés ou décrits pour approfondir la compréhension des sciences de la Terre ; 1.5 Utiliser les outils de géologie, de biologie, de mathématiques, de chimie, de physique, de statistiques et d'informatique pour répondre à des problématiques en sciences de la Terre ; 2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 2.6 Utiliser un logiciel pour cartographier, visualiser des mesures ou des données expérimentales en sciences de la Terre ; 2.8 Confronter les données avec un esprit critique aux savoirs existants et développer une argumentation scientifique en sciences de la Terre					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Les objectifs de cette UE sont de présenter des problématiques de recherche actives en géoscience concernant différents aspects de l'exploitation des ressources comme les stockages géologiques, la géothermie et la sismicité induite. Une problématique centrale est la circulation des fluides en profondeur dans les bassins sédimentaires et leurs interactions avec les formations et les failles. Des exemples régionaux de circulations fossiles et actives seront présentés.				
SAVOIR-FAIRE	Savoir interpréter les observations de terrain (qualitatives et quantitatives) et les relier aux processus physiques en jeu. ; Appliquer des modèles physiques simples pour évaluer des ordres de grandeur (flux thermiques, flux de matière, quantité de déformation, magnitude des séismes)				
CONNAISSANCES	Bases de thermodynamique, d'hydrogéologie quantitative et de mécanique des roches ; Architecture et perméabilité des zones de faille ; Flux géologiques de carbone et d'hydrogène				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Thermodynamique, échanges thermiques, flux de chaleur terrestre, géothermie haute et basse température, potentiel d'utilisation en zone urbaine. ; Flux géologiques de CO ₂ , CH ₄ , H ₂ : Origine, distribution globale, facteurs déterminants. ; CCUS (Carbon Capture Use and Storage) et risques liés aux stockages souterrains. ; Réservoirs et couvertures : de l'exploitation des hydrocarbures aux stockages géologiques. ; Mécanique des failles, dilatance, couplage hydromécanique, sismicité naturelle et induite ; Sorties de terrain : ; -Architecture d'une faille-conduit : Orpierre, un exemple de gisement MVT (Pb-Zn) ; -Fuites naturelles fossiles et actives de CO ₂ : karst hypogènes (Champignons, Malacoste) et sources carbogazeuses (St Martin les eaux)				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Notions de mathématiques et physiques niveau Licence SVT				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Ressources, Stockage, Circulation de Fluides, Sismicité, Bassins Sédimentaires				
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 15 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50% CC + 50 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(ST310) Géomécanique et risques géologiques				
Responsable 1	Juliette Lamarche	Email 1	juliette.lamarche@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
1.1 Constituer et structurer un bagage culturel en sciences de la Terre ; 1.2 - 1.3 Constituer un socle de connaissances fondamentales au service des sciences de la Terre. Acquérir et exploiter de manière autonome des savoirs complémentaires en sciences de la Terre, fiables en s'appuyant sur des ressources universitaires et numériques ; 2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 3.2 Lire et extraire des informations de sources documentaires en anglais pour les exploiter en sciences de la Terre ; 5.2 Savoir observer et retranscrire des objets naturels géologiques ; 5.4 Savoir utiliser des outils professionnels de terrain et de laboratoire en sciences de la Terre : marteau, boussoles, loupes, microscopes, etc.					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	La caractérisation mécanique et structurale des roches est utilisée pour l'exploitation des ressources pétrographiques et minérales du sous-sol, et des fluides (géothermie, aquifères, stockage CO ₂ , hydrocarbures) dans les réservoirs. Elle est également fondamentale pour assurer la sécurité des installations humaines (routes, BTP, forages, mines, carrières tunnels), et des risques naturels liés aux phénomènes naturels (séismes, glissements de terrain ;). L'UE a pour objectif de comprendre les propriétés physiques et mécaniques des roches et le lien avec les déformations d'origine naturelle (fractures, failles, plis) et anthropiques (forages, mines, tunnels).				
SAVOIR-FAIRE	Analyse intégrée des données géologiques, tectoniques et pétrophysiques pour réaliser des modélisations 3D des réseaux de failles & fractures ; Analyse structurale d'imageries, de terrain et de sub-surface ; modèles conceptuels et up-scaling ; analyse, interprétation des mesures pétrophysiques, prédiction et modélisation des propriétés réservoir en fonction des caractères sédimentologiques et diagénétiques des roches, coupes équilibrées, reconstitutions cinématiques				
CONNAISSANCES	Structure et rhéologie des roches, lien avec les déformations au cours de l'histoire géodynamique, conséquences sur les propriétés mécaniques, réservoir, les minéralisations et l'exploitation des ressources. Liens génétiques entre structure des massifs rocheux et risques naturels. Mesure et signification des propriétés pétrophysiques des roches				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	I. Rhéologie, mécanique et contraintes ; II. Déformations cassantes ; III. Déformations ductiles ; IV. Application dans les réservoirs (géothermie, hydrocarbures, hydrogéologie) ; V. Application aux risques naturels et anthropiques ; VI. Sorties terrain application des théories et montage de dossier				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Niveau Licence en tectonique et sédimentologie				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Niveau Licence en Géodynamique des bassins sédimentaires ; Connaissances de base en diagénèse				
MOTS-CLEFS	Tectonique Mécanique Risques Ressources Réservoirs Modélisation				
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 15 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LST		

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S3	CRD	4
Intitulé UE	(ST311) Ressources et territoire : approches méthodologiques				
Responsable 1	Sophie Viseur	Email 1	sophie.viseur@univ-amu.fr		
Responsable 2	Gilles Conesa	Email 2	gilles.conesa@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
2.1 Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances en sciences de la Terre ou de l'observation d'objets géologiques ; 2.2 Observer méthodiquement des objets géologiques sur le terrain ou au laboratoire ; 2.3 Savoir utiliser les appareillages scientifiques de terrain et de laboratoire, ainsi que les logiciels d'acquisition couramment utilisés en sciences de la Terre ; 2.5 Analyser, interpréter, synthétiser et modéliser des informations documentaires ou des données géologiques en vue de leur exploitation en sciences de la Terre ; 2.6 Utiliser un logiciel pour cartographier, visualiser des mesures ou des données expérimentales en sciences de la Terre ; 3.1 Restituer de façon structurée à l'oral et à l'écrit des résultats scientifiques en sciences de la Terre, issus de sa démarche ; 3.2 Lire et extraire des informations de sources documentaires en anglais pour les exploiter en sciences de la Terre ; 3.3 Produire une synthèse de l'information à l'écrit sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 3.4 Produire une synthèse de l'information à l'oral sur une problématique en sciences de la Terre - en français et en anglais ; 4.4 Savoir respecter un protocole dans le cadre des opérations scientifiques de terrain, d'analyses en laboratoire et des opérations professionnalisantes en sciences de la Terre ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global ; 5.2 Savoir observer et retranscrire des objets naturels géologiques					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'UE a pour objectifs de sensibiliser les étudiants à des problématiques de gestion et de préservation de ressources (sédimentaires, pétrographiques, minérales et en eau, notamment) à l'échelle du territoire, avec des approches méthodologiques spécifiques selon les thèmes abordés, que ce soit sur le terrain (cartographie, mesures), en laboratoire (logiciels), ou en salle (cas d'études).				
SAVOIR-FAIRE	Analyse intégrée et quantification de données géomorphologiques, géologiques, minéralogiques, hydrogéologiques et hydrodynamiques et restitution sous forme de documents synthétiques pouvant faire appel à de la modélisation 3D.				
CONNAISSANCES	Géologie, géomorphologie et hydrogéologie à l'échelle du réservoir et de bassins versant côtiers, en domaine karstique ; dynamique du littoral associé ; pétrographie et pétrophysique des roches carbonatées, étude des sols et des ressources potentielles en minerais, en milieu péri-urbain.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	I. Géomorphologie ; II. Géologie régionale ; III. Hydrogéologie ; IV. Pétrographie et pétrophysique ; V. Gestion de la ressource minérales ; VI. Application dans les réservoirs et les bassins versants ; VII. Dynamique du littoral ; VIII. Sorties de terrain				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Niveau Licence en Sciences de la Vie et de la Terre				
MOTS-CLEFS	Hydrogéologie Hydrodynamique Pétrophysique Ressources Réservoirs				
REPARTITION CM/TD/TP	9 heures CM ; 15 heures TD ; 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % CC + 0 % ET		©5LST		

Deuxième année, Semestre 4

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S4	CRD	30
Intitulé UE	(ST401) Professional internship				
Responsable 1	Vincent Godard	Email 1	vincent.godard@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
4.1 Organize individual scientific projects in Earth sciences based on bibliographic, field or laboratory data. ; 4.3 Careful and accurate reporting of earth science work ; 4.4 Know how to follow a protocol in scientific field operations, laboratory analyses and professional earth science operations. ; 4.5 Develop autonomy to plan Earth science work and respond to time constraints ; 4.6 Know how to work safely in the earth sciences, in the field, in the laboratory and in professional situations ; 5.1 Be able to use your cultural and scientific background to understand the major issues in Earth sciences: water, minerals, fossil resources, soil preservation, natural hazards, global change, etc. ; 6.1 Know how to showcase your skills ; 6.4 Know how to handle a professional order proposed by the earth sciences sector ; 6.5 Know how to comply with environmental regulations for field and laboratory work in earth sciences ; 6.6 Respect for scientific ethics in the earth sciences: intellectual property of written material and data, no falsification of data or results					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	This 5 months internship put students in a professional environment, either academic laboratory, engineering office or large company, in order to conduct a project.				
SAVOIR-FAIRE	Specialized know-how related to the issues specific to the internship. The internship will give students the opportunity to apply knowledge and skills acquired during the Master program. Scientific writing of a Master thesis and oral defense.				
CONNAISSANCES	Professionalization, knowledge of work practices and dynamics in academics or company settings				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Students complete a 5 to 6-month internship in a laboratory or company, leading to the writing a Master thesis. Students choose an internship offered either by a local authority, an university or research institute, a consultancy firm or a company. Internships can take place in CEREGE, based on a project proposed by one of the research teams, or in another setting in France or abroad. Students are supervised by an advisor in the host organization. Students are required to submit a final report and to give an oral presentation. International mobility is encouraged by grants from ERASMUS, the International Relations Department (DRI), or by another specific funding. Any project involving such mobility should be discussed in advance with the STPE pedagogical team.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Knowledge acquired during the previous 3 master's semesters				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Internship, Professionalization, Research laboratory, Company, Design office ;				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LST	

Mention	Sciences de la Terre et des planètes, environnement (STPE)	SEM	M2S4	CRD	30
Intitulé UE	(TC6) Stage M2				
Responsable 1	Philippe Léonide	Email 1	philippe.leonide@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
<p>4.1 S'organiser pour mener à bien de façon individuelle un projet scientifique dans le domaine des sciences de la Terre sur la base de données bibliographiques, de terrain ou de laboratoire ; 4.3 Savoir être soigneux et précis dans les restitutions de travaux en sciences de la Terre ; 4.4 Savoir respecter un protocole dans le cadre des opérations scientifiques de terrain, d'analyses en laboratoire et des opérations professionnalisantes en sciences de la Terre ; 4.5 Développer de l'autonomie pour savoir planifier un travail en sciences de la Terre et répondre à des contraintes temporelles ; 4.6 Savoir travailler en sciences de la Terre, sur le terrain, en laboratoire et en situations professionnalisantes en toute sécurité ; 5.1 Être capable d'utiliser son bagage culturel et scientifique pour comprendre les grands enjeux en sciences de la Terre : eau, minerais, ressources fossiles, préservation des sols, risques naturels, changement global ; 6.1 Savoir mettre en valeur ses compétences ; 6.4 Savoir traiter une commande professionnelle proposée par le secteur d'activité des sciences de la Terre ; 6.5 Savoir respecter la réglementation environnementale pour travailler sur le terrain et en laboratoire en sciences de la Terre ; 6.6 Savoir respecter l'éthique scientifique en sciences de la Terre : propriété intellectuelle des écrits et des données, non falsification des données ou des résultats</p>					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Mise situation professionnelle				
SAVOIR-FAIRE	Savoir-faire spécialisé lié aux problématiques propre au stage				
CONNAISSANCES	Professionnalisation, connaissance des acteurs de l'environnement (académiques, monde socio-économique...)				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Les étudiants effectuent un stage professionnalisant gratuit de 5 à 6 mois en laboratoire. Les étudiants choisissent un sujet de stage commandité soit par des collectivités territoriales (Conseil Général, Conseil régional, communes, communauté de communes, syndicat mixte, GIP, ...), un organisme (Université, syndicat mixte, association, ONG), un bureau d'études, une entreprise ou proposé par une des équipes d'accueil du MASTER STPE. Les étudiants sont encadrés par un tuteur pédagogique représentant la formation et un tuteur de stage dans la structure d'accueil. Ce travail donne lieu à une restitution finale écrite et orale. La mobilité internationale est encouragée par des aides émanant soit de ERASMUS ou via la direction des relations internationales (RI) soit dans le cadre de financement plus spécifique – se renseigner auprès du service RI de campus ou du directeur des stages de votre formation.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissances acquises durant les 3 précédents semestres de master				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Stage, Professionnalisation, Laboratoire, Entreprise, Bureau d'étude ;				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM ; 0 heures TD ; 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LST		