

## Vague D : Campagne d'évaluation 2012 - 2013

### Unité de recherche : iSTeP (UMR 7193)

#### 1.1. Résultats et auto-évaluation de l'unité

## 1. Rapport scientifique : auto-évaluation

### a. Activités et résultats

#### Bref historique et rappel des objectifs du contrat 2009-2013

L'Institut des Sciences de la Terre à Paris (iSTeP) est issu de la fusion au 1<sup>er</sup> janvier 2009 :

- de l'UMR 7072 Tectonique (sauf l'équipe localisée à Cergy-Pontoise),
- de la composante UPMC de l'UMR 7160 Pétrologie-Minéralogie,
- et de la JE 2477 Biominéralisations et Paléoenvironnements,

ainsi que de l'intégration de quelques collègues venant d'autres UMR (IPGP, UMR7179...)

L'objectif affiché était de regrouper une grande partie des Sciences de la Terre à l'UPMC, afin de développer les synergies et de mutualiser les moyens humains, techniques et financiers, ainsi que de rendre plus visibles les Sciences de la Terre à l'UPMC. Seuls les laboratoires de Paléontologie (associé au Museum National d'Histoire Naturelle au sein du CR2P) et d'Hydrologie-hydrogéologie (Sisyphé) ne participaient pas à cette construction, bien qu'un regroupement avec tout ou partie (hydrogéologie) de l'UMR Sisyphé ait été envisagé.

Il s'agissait également de construire un ensemble cohérent avec l'UFR Terre Environnement Biodiversité et le futur OSU (« Ecce Terra »), devenu réalité au 1/1/2011. Ces deux structures regroupent des laboratoires dans trois grands domaines : l'Ecologie, le Climat (Institut Pierre-Simon Laplace) et les Sciences de la Terre.

En termes d'objectifs scientifiques, les principaux axes de recherche mis en avant dans le projet 2009-2012 (devenu 2009-2013) étaient (de manière très résumée) les suivants :

- la reconstitution des paramètres des paléo-environnements marins et continentaux à l'aide de méthodes sédimentologiques et géochimiques (élémentaire et isotopique, matière organique), incluant le développement de méthodes nouvelles,
- la caractérisation du comportement mécanique et des paramètres rhéologiques de la lithosphère (principalement continentale) pour contraindre les modèles thermo-mécaniques des grands processus géodynamiques aux différentes échelles de temps et d'espace (extension, subduction, inter-action manteau-lithosphère, comportement des failles sismogéniques...),
- l'étude de l'origine, de l'évolution et du remplissage des bassins sédimentaires, traceurs de la dynamique lithosphérique, de l'évolution du relief et du climat, mais aussi lieux de ressources énergétiques (fossiles et renouvelables) et potentiels lieux de stockage,
- l'analyse de la dynamique interne de la Terre (y compris sa formation) à partir des données de la pétrologie et de la géochimie, ainsi que l'étude des propriétés physico-chimiques des matériaux naturels (minéraux, magmas).

La stratégie définie pour atteindre ces objectifs était, partant de l'identification des points forts (observations de terrain et collecte de données pertinentes pour contraindre les modélisations de grands processus géologiques), de chercher à développer des axes transverses prometteurs permettant de réaliser de réelles avancées, sans pour autant abandonner les thèmes porteurs et l'activité de fond de l'unité. En particulier, nous avons cherché à renforcer notre

présence - déjà effective - dans les grands programmes nationaux et internationaux, tout en cherchant à maintenir un équilibre entre recherche en partenariat public-privé et recherche financée sur fonds publics.

## Résultats scientifiques marquants

Nous présentons ci-dessous certains résultats marquants qui sont développés par ailleurs dans les bilans d'équipe, en les groupant par grands axes thématiques pour en donner une vision à l'échelle de l'iSTeP :

Concernant la mesure du **temps** et de la **durée des phénomènes géologiques**, on peut mentionner la démonstration d'un contrôle astro-climatique des séquences sédimentaires à long terme (1,2 et 2,4 Ma) et la ré-évaluation de l'âge de la limite Crétacé-Tertiaire. Voir <http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/origine-evolution-histoire/la-celebre-limite-cretace-tertiaire-plus-ancienne-qu-estimee>

Concernant les **paléo-environnements et processus sédimentaires**, on peut souligner :

- la caractérisation des modalités et la modélisation (publication à Nature) de la remise en eau de la Méditerranée en fin de crise messinienne via le détroit de Gibraltar,
- l'utilisation du signal géochimique (isotopie du C et de l'O, et alcénones) d'un porteur monospécifique (le coccolithe *P. lacunosa*) pour améliorer considérablement la reconstitution des paléo-environnements marins (température et salinité),
- le développement de cultures en milieu contrôlé ayant permis de calibrer l'enregistrement géochimique (élémentaire et isotopique) des paramètres de l'environnement marin (coquilles de mollusques) ou continental (coquilles d'œufs),
- La caractérisation de séismites liasiques dans le bassin du Sud-Est de la France via une analyse géométrique et sédimentologique détaillée.

Concernant la **géodynamique des frontières de plaques** et les **reconstructions paléogéographiques** de l'histoire téthysienne, on peut mettre en exergue :

- une approche pluridisciplinaire terre-mer de la marge continentale du golfe d'Aden, qui a montré une variabilité inattendue des structures, et donc des processus d'extension de la lithosphère continentale, y compris une exhumation variable du manteau sur la marge distale,
- la synthèse des données de nombreuses campagnes et une ré-évaluation cinématique ayant permis de démontrer une propagation ultra-rapide (>20 cm/an) de la dorsale de Sheba (golfe d'Aden) vers le point chaud de l'Afar. Voir <http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/lithosphere-oceanique/propagation-ultra-rapide-de-la-dorsale-de-sheba-vers-le-point-chaud>
- l'acquisition de données de terrain couplée à une modélisation numérique montrant que la localisation de la faille du Levant a été guidée à la fois par la structuration crustale héritée du rifting du bassin levantin et par la variations latérale des forces le long de la zone de convergence au nord de l'Arabie,
- la publication d'une série de 14 cartes paléotectoniques du Moyen-Orient du Norien au Pliocène (« délivrable » du programme MEBE),
- la démonstration de la nature pseudo-océanique du bassin sud-caspien et la mise en évidence de deux phases d'extension, au Trias supérieur et au Lias, et non d'une seule comme admis jusqu'à présent.

Concernant la **rhéologie de la lithosphère, la fracturation et les interactions fluide-roche**, des résultats significatifs ont été obtenus à toutes les échelles, de la lame mince à la zone de subduction. On peut citer :

- la contribution importante au débat sur la rhéologie (« jelly sandwich » versus « crème brûlée ») de la lithosphère continentale et à la paramétrisation des lois rhéologiques à long terme,
- la mise en évidence et la quantification de l'impact de la rhéologie et de l'héritage tectonique sur la localisation de la déformation post-orogénique et sur la croissance des dômes métamorphiques,
- la mise en évidence du rôle des failles de socle dans la circulation des fluides dans les bassins sédimentaires raccourcis et plissés,
- le contrôle lithologique dans les processus de croissance des failles et l'importance de leur segmentation dans les alternances marno-calcaires
- le rôle de la fusion partielle dans les processus d'exhumation indiquant que la fusion partielle en présence d'eau joue un rôle majeur dans l'exhumation des roches de très haute pression (travaux sur les gneiss de l'Ouest en Norvège),
- la mise en évidence de l'importance de la stratification rhéologique de la lithosphère continentale sur les interactions manteau-lithosphère et, par conséquent, sur leurs manifestations en surface telles que la topographie dynamique et la déformation tectonique,
- la modélisation du chenal de subduction incorporant les chemins P-T-t (Pression-Température-temps) obtenus via les données thermo-barométriques des roches métamorphiques collectées sur le terrain,

Concernant, l'évaluation des aléas naturels (sismique, volcanique et gravitaire), on mentionnera :

- la cartographie bathymétrique moderne de la Zone de Fracture d'Owen, une des frontières transformantes les plus lentes au monde, mais la moins bien connue, montrant la présence d'un système de failles actives continu sur plus de 800 km, ainsi que de spectaculaires glissements sous-marins (publication à Nature Geoscience). Voir <http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/lithosphere-oceanique/la-frontiere-de-plaque-arabie-inde-devoilee>
- l'analyse géologique et géomorphologique des décrochements du plateau iranien démontrant qu'ils ont généré des séismes destructeurs environ tous les 5000 ans au cours l'Holocène, alors qu'ils sont aismiques pour la période instrumentale et historique et que les mesures GPS ne permettent pas de détecter un chargement élastique,
- contrairement à l'interprétation usuelle (méta-carbonates), les skarns "de haute température" du Vésuve, sont principalement des roches magmatiques modifiées par des fluides carbonatés venant de l'encaissant,
- l'analyse des halogènes permet maintenant de reconstituer les conditions pré-éruptives et les mécanismes de dégazage dans les magmas.

Concernant les développements méthodologiques, on notera :

- l'exploitation de la symétrie permettant de faciliter la modélisation des nanotubes, avec applications à l'amiante chrysotile et au composé de type imogolite des sols et aux tubes de carbone,
- l'analyse simultanée de 4 halogènes dans les roches autorisant le développement de nouveaux traceurs géochimiques particulièrement adaptés au traçage du dégazage des magmas,
- l'amélioration des méthodes de modélisation numérique thermomécanique de la lithosphère en 2D et 3D et de paramétrisation des lois rhéologiques permet de mieux comprendre les phénomènes de localisation de la déformation à différentes échelles de temps et d'espace,
- la mise en évidence de la variabilité de l'héritage cosmogénique ( $^{10}\text{Be}$  et  $^{36}\text{Cl}$ ) et la mise au point d'une méthode permettant de calculer l'âge maximum d'abandon du niveau alluvial analysé.

## Présentation de la production scientifique

La production scientifique moyenne annuelle depuis 2009 est d'une centaine d'articles, en très grande majorité dans des revues dites de rang A. Près de la moitié le sont avec un membre de l'unité en premier auteur. Le tableau ci-dessous présente le nombre de publications avec comité de lecture (ACL, ACL et OS avec expertise) depuis 2009 (3 ans et demi). Le nombre moyen de publications par an et par ETP recherche est bon (3,3), avec une variabilité normale entre sous-disciplines. Il l'est d'autant plus que le personnel de recherche de l'iSTeP se compose majoritairement d'enseignants chercheurs, généralement en sur-service et en charge de nombreuses responsabilités pédagogiques et/ou administratives. Sur 53 chercheurs et enseignant-chercheurs permanents, 48 sont publiants, seuls cinq ne le sont pas, dont deux très proches du critère (3 publications en 3,5 ans). A noter que les trois ingénieurs de recherche de l'unité sont publiants. Ce tableau fait par ailleurs état de publications inter-équipes nombreuses, souvent associées aux axes transverses et aux projets structurants.

Equipe	Biominé- ralisations	Bassins	Lithos- phère	Magma- minéraux	Pétro- géochimie	Systèmes fracturés	Total
Publications propres	62	102	49	21	40	47	321
Publications inter-équipes	10	11	24	1	3	26	37*
Total	72	113	73	22	43	73	358
ETP recherche permanent	5,5	9	5	3	3	6	31,5
Nombre / an / ETP rech.	3,7	3,6	4,2	2,1	4,1	3,5	3,3

\* ce chiffre est le nombre de publications inter-équipes et n'est donc pas la somme des chiffres de la ligne !

Les principaux vecteurs de publication sont (le nombre d'articles est entre parenthèses):

- Earth and Planetary Science Letters (35), Société géologique de Londres (19), Bulletin de la Société géologique de France (18), Terra Nova (14), Comptes rendus Géoscience (10), Geology (7) et Lithos (6) pour les revues généralistes
- Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology (18), Sedimentology (7), Marine Geology (7), Sedimentary Geology (7), Basin Research (6) et Cretaceous Research (5) pour la géologie sédimentaire
- Tectonophysics (24), Tectonics (22), Int. J. Earth Sci (Geol Rundsch) (6) et Journal of Structural Geology (5) pour la géologie structurale
- Geophysical Journal International (19), Geophysical Research Letters (12), Geochemistry Geophysics Geosystems (11) et Journal of Geophysical Research (10) pour la géophysique
- Meteoritics and Planetary Science (7), Geochimica et Cosmochimica Acta (6), Chemical Geology (4) et J. Volcanol. Geotherm. Res. (3) pour la géochimie / pétrologie magmatique / volcanologie

Aux publications scientifiques « classiques » s'ajoutent des productions plus orientées vers la vulgarisation et l'enseignement, ainsi que la production de cartes (les codes envoient à la liste des publications) :

- 8 ouvrages d'enseignement : OS4, OS5, OS10, OS14, OS16, OS20, OS24, OS26
- 10 articles de vulgarisation : ASCL1, ASCL3, PV1 à PV6, PV7, PV8
- cartes géologiques et paléogéographiques, catalogues : OS6, AP1, AP2, AP3, AP4, AP7

Enfin, il est à noter que plusieurs membres de l'iSTeP ont coordonné l'édition de volumes spéciaux (Tectonophysics, Société géologique de Londres... cf. DO1, DO2, DO3, OS15, OS22...) et/ou ont contribué à des chapitres d'ouvrages (OS1, OS2, OS3, OS7, OS8, OS9, OS11, OS12, OS13...)

## Rayonnement et attractivité académiques

### • Participation à des projets de recherche collaboratifs

Nos projets de recherche académique se situent dans des cadres variés: programme « Emergence » de l'UPMC, programmes incitatifs de l'INSU et de l'INEE, Action Marges de l'INSU, programme national MISTRALS / Termex, programme blanc de l'ANR, accès aux moyens océanographiques (inter-nationaux et « Research grants » de l'ERC. La liste exhaustive (hors Action Marges) ci-dessous des projets financés (pour les montants globaux, voir « Moyens financiers ») donne une bonne image des sujets de recherche auxquels nous apportons une contribution significative.

#### ERC

Années	PI	Sujet
2010-2013	C. Sanloup (starting grant)	Magmas at Depth : An experimental study at extreme conditions
2012-2015	E. Burov (advanced grant)	RHEOLITH : Comment la lithosphère se déforme-t-elle à l'échelle des temps géologiques ? <a href="http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/lithosphere-continentale/comment-la-lithosphere-se-deforme-t-elle-a-l-echelle-des-temps">http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/lithosphere-continentale/comment-la-lithosphere-se-deforme-t-elle-a-l-echelle-des-temps</a>

#### ANR

2006-2009	L. Jolivet (PI)	EGEO : Rhéologie et déformation de la lithosphère égéenne
2008-2012	B. Galbrun (co-PI)	ATSCME : Astronomical Time Scale for the Cenozoic and Mesozoic Era
2007-2012	S. Leroy (PI)	YOCMAL : Le Golfe d'Aden : un laboratoire naturel d'étude des marges continentales jeunes
2009-2013	E. d'Acremont (co-PI)	RIFT2RIDGE : La formation des Transitions Continent-Océan vue depuis les dorsales océaniques
2011-2015	F. Baudin (co-PI)	CONGOLOBE : Transfert de matière et fonctionnement des écosystèmes dans les lobes terminaux de l'éventail sous-marin du Congo
2011-2013	P. Agard (PI)	O:NLAP : Obduction : no longer a puzzle ?
2012-2016	F. Mouthereau (co-PI)	PYRAMID : Le Nord des Pyrénées: évaluation intégrée de la migration des fluides, l'inversion du rift, les processus de surface et la déformation

#### Campagnes océanographiques dirigées par un chercheur de l'iSTeP et participation à IODP

2009	M. Fournier (CM)	OWEN Cartographie de la frontière de plaques Arabie-Inde
2010	C. Beltran	IODP leg 321 Pacific Equatorial Age Transect
2011	E. d'Acremont (CM)	Marlboro (mer d'Alboran)
2012	S. Leroy (CM)	Marge-Aden1 Cartographie et levés sismiques du golfe d'Aden oriental
2012	E. d'Acremont (CM)	Marlboro 2 (mer d'Alboran) - Eurofleet
2012	B. Villemant	IODP leg 340 Lesser Antilles Volcanism and Landslides
2012	S. Boulila	IODP leg 342 Paleogene Newfoundland Sediment Drifts
2012	M. Fournier (CM)	OWEN-2 Levés sismiques sur la zone de fracture d'Owen

#### INSU - programme ALEAS

2009-2010	B. Meyer	Cinématique holocène et histoire sismique des décrochements est-iraniens
2009-2010	B. Meyer / C. Petit	Modélisation numérique et analogique des facettes triangulaires
2010	F. Rolandone	Etude géodésique de la faille du Levant en Syrie

#### INSU - programme CESSUR

2011	P.Y. Collin	Hétérogénéités pétrophysiques, diagénétiques et sédimentologiques de la formation de l'Oolithe Blanche, aquifère salin profond du bassin de Paris
------	-------------	---

#### INSU - programme INTERRVIE

2010-2012	L. Segalen	SICOMAP : signaux isotopiques des coquilles d'oiseaux traceurs des milieux actuels et passés
2011	M. de Rafélis	Les coquilles de mollusques (ostréidés) : une sonde naturelle pour l'étude des contrastes climatiques saisonniers actuels et passés.
2012	F. Baudin	Formation du gaz biogénique



**INSU - programme PNP**

2009-2010	C. Wagner-Raffin	Origine des verres dans les xénolites mantelliques
2010-2011	C. Sanloup	Effet des volatils sur la structure et la densité des magmas à haute pression dans un contexte planétaire primitif et actuel
2012	E. Martin	Anomalies isotopiques du Ni dans les angrites

**INSU - programme PNTS**

2012	R. Michel	Approche semi-classique de la déformation géophysique en télédétection
------	-----------	--

**INSU - programme Relief et SEDIT puis SYSTER**

2009	E. Burov	IML : Interactions lithosphère - manteau continental
2009	P. Agard / E. Burov	Modélisation de l'obduction
2009	F. Mouthereau	Construction du relief du Zagros
2010	P. Agard	Nature physique du chenal de subduction
2010	P. Agard	Quantification scalaire de la déformation ductile
2010-2011	L. Labrousse	Impact rhéologique de la fusion partielle de la croûte continentale
2011	A. Verlaquet	Caractérisation des fluides et des transferts de matière à proximité d'un contact tectonique majeur (Bétiqes)
2011	L. Le Pourhiet	Localisation des grands décrochements : du cycle sismique au cycle orogénique
2011-2012	N. Bellahsen	Inversion des marges passives
2012	E. Burov	Cratons archéens
2012	S. Boulila	Influence des cycles astronomiques sur les variations climato-eustatiques et biogéochimiques à l'échelle de millions d'années au Méso-Cénozoïque

**INSU - domaine SIC et INEE**

2010	P. d'Arco	Modélisation et analyse des propriétés structurales et électroniques des composés tubulaires naturels : chrysotile et imogolite.
2011	P. d'Arco	Spectre de l'imogolite

**Emergence UPMC**

2009	L. Le Pourhiet	Modélisation 3D de la propagation d'une faille décrochante dans une lithosphère anisotrope
2009	F. Minoletti	Biogéochimie du nannoplancton calcaire: calibration des marqueurs isotopiques de l'océan superficiel
2010	L. Segalen	Cristallochimie des apatites biologiques actuelles et fossiles : étude spectroscopique et modélisation ab initio
2012	J. Schnyder	PaleoNitrogen : utilisation des isotopes stables de l'azote ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) comme marqueur paléoclimatique

Dans le cadre de ces projets, nous collaborons de façon régulière avec de nombreux laboratoires :

- A l'UPMC : Bioemco, CR2P, IMPMC, Institut Jean Le Rond d'Alembert, LATMOS, LOCEAN, Sisyphe, stations marines (Banyuls, Roscoff, Villefranche s/mer)
- en France : Biogéosciences Dijon, CEREGE Aix, CRPG Nancy, EOPGS Strasbourg, Géologie ENS Paris, Géoazur Nice/Villefranche, Géosciences Montpellier, Géosciences Rennes, IDES rsay, IPG Paris, ISTerre Grenoble, ISTO Orléans, ISTL Lille, IUEM Brest, LSCE, Univ. Cergy, Pau, Toulouse...
- en Europe : Barcelone, Bergen, Chieti, Genève, ETH Zurich, Lausanne, Louvain, Oxford, Salamanca, Stockholm, Turin, VU Amsterdam, ...
- à l'international hors Europe : John's Hopkins Univ. (Baltimore) Service géologique d'Iran, Univ. Hassan II (Maroc), de Rio de Janeiro (Brésil), Sultan Qaboos (Oman), Sana'a (Yémen), Taiwan...

Plusieurs collaborations font par ailleurs l'objet d'un soutien du CNRS via les PICS (Brésil, Maroc, Norvège, Oman, Yémen) ainsi que d'un soutien par la DRI de l'UPMC.

- **Organisation de colloques**

- 4e Congrès français de stratigraphie, Paris 30 août - 2 septembre 2010 (org. : P.Y. Collin)
- International Meeting Perspectives on Vertebrate Evolution, Paris juin 2010 ( org. : J. Cubo et M. Laurin)
- First International Symposium of Paleohistology, Sabadell juillet 2011 (org. : M. Kohler et J. Cubo)
- Post-cruise meeting des legs ODP 320-321 PEAT, Paris, 11-14 avril 2011 (organisatrice : C. Beltran)
- Ecole d'été ILP tak force IX « Nature of the plate interface in subduction zones », Piemonte (Italie), 2-7 juillet 2011 (organisateur : P. Agard)
- Journée en hommage à Jacques Angelier, Paris, 17 novembre 2011 (en association avec la SGF, organisateurs : O. Lacombe et F. Bergerat))
- Journées Paléoclimats et paléoenvironnements jurassiques, Paris 13-14 novembre 2012 (org. B. Galbrun, S. Gardin, P.Y. Collin et P. Pellenard)
- Plusieurs sessions à l'EGU et à l'AGU

- **Participation à des réseaux et à des sociétés savantes**

Nous participons activement à des réseaux tels que l'International Lithosphere Programme (ILP), la sous-commission du Jurassique de la Commission internationale de Stratigraphie, la Commission de la Carte Géologique du Monde, ainsi qu'à la vie associative: Association des géologues du Bassin de Paris, Société géologique de France, Comité national français de Géologie...

Plusieurs membres de l'unité sont également très actifs dans des groupes de travail visant à la programmation d'actions scientifiques : Action Marges et MISTRALS / Termex en particulier.

- **Chercheurs, doctorants et post-doctorants accueillis**

Une trentaine de doctorants sont accueillis en permanence au sein de l'unité, donc avec un flux moyen annuel d'entrants de 10 (et autant de nouveaux docteurs). Environ la moitié de nos doctorants sont issus d'un master de l'UPMC, l'autre moitié de master d'autres universités françaises ou étrangères (ou encore d'écoles d'ingénieurs). Les post-doctorants, peu nombreux au début du contrat (hors ATER) ont vu leur nombre augmenter (5 actuellement).

Nous avons également accueilli plusieurs professeurs invités, souvent à forte notoriété :

- Bilal U. Haq, directeur à la NSF
- Anthony B. Watts, professeur à l'Université d'Oxford
- Taras Gerya, professeur à l'ETH Zurich
- Sierd Cloetingh, professeur à l'Université VU d'Amsterdam
- Linda Hinnov, professeur à John's Hopkins Univ., Baltimore
- Antonio Tadeu Dos Reis, professeur à l'Université de Rio de Janeiro
- Roberto Dovesi, professeur à l'Université de Bologne
- Eric Verrecchia, professeur à l'Université de Lausanne
- Hasnaa Chennaoui, prof. à l'Univ. de Casablanca, prix Paul Doistau-Emile Blutet de l'Académie des Sciences
- Mohamed Elkadi, professeur à l'Université de Damas

- **Distinctions et prix décernés aux membres de l'unité**

Deux nominations prestigieuses sont intervenues pendant l'actuel contrat (E. Burov à l'Academia Europae en 2009, P. Agard à l'IUF en 2011). F. Bergerat a par ailleurs reçu le prix Fourmarier de l'Académie royale de Belgique en 2011 et deux anciennes doctorantes ont obtenu un prix de thèse: D. Husson (prix «Jacques Rey» du Comité Français de Stratigraphie en 2011) et K. Le Dortz (prix Amy Boué du Comité National Français de Géologie en 2011 également).

- **Participation à des comités éditoriaux et à des comités scientifiques**

Notre visibilité scientifique se traduit également par la nomination ou l'élection de nombreux membres de l'unité dans des comités d'expertise nationaux: Comité National des Universités (CNU et CP-CNU), Comité national du CNRS (section 18), comités scientifiques de l'Ifremer et du Museum National d'Histoire Naturelle, commission nationale d'évaluation des campagnes hauturières en Géosciences marines, commission nationale « Flotte et engins », groupe de travail sur l'évolution de la Flotte océanographique, comités thématiques de l'INSU, comité d'évaluation de MISTRALS, commission PES du MESR, comités d'évaluation AERES...

Plusieurs membres de l'unité sont ou ont également été membres de comités éditoriaux au cours de l'actuel contrat (BSGF, Tectonophysics...).

- **Positionnement de l'unité dans la structuration de la recherche**

Outre l'intégration locale à l'UFR « Terre Environnement Biodiversité » et à l'OSU « Ecce Terra », l'unité participe à deux actions à l'échelle de l'Ile de France : la FIRE (Fédération Ile de France de Recherche en Environnement) et le DIM Oxymore (Oxydes multifonctionnels). Nous sommes également partenaires moteurs dans des actions nationales structurantes telles que MISTRALS / Termex et l'Action MARGES pilotée par l'INSU, en partenariat avec le BRGM, l'Ifremer, l'IFP et TOTAL.

## Interactions avec l'environnement social, économique et culturel

- **Productions d'intérêt socio-économique et culturel adossées à des travaux de recherche:**

Même s'ils ne sont pas directement destinés à des professionnels, nombres d'articles et d'ouvrages de synthèse publiés par les membres de l'unité ont évidemment un intérêt direct, en particulier là où une connaissance géologique régionale est nécessaire pour l'exploration (en particulier pétrolière). L'évolution des concepts est également un aspect important pour l'exploration « frontière » (offshore profond) : ainsi la thermicité des marges,

plus complexe que les modèles de type « McKenzie » encore utilisés, ou encore la présence d'une zone de manteau exhumé sur la marge distale (comme celle mise en évidence dans le golfe d'Aden dans le cadre du projet YOCCAL) sont-elles de plus en plus prises en compte par les industriels. Il s'agit là d'une retombée directe et très concrète de nos recherches.

Outre les publications scientifiques dans les revues internationales, les contrats de collaboration de recherche avec les industriels comportent la remise de « livrables » sous la forme de rapports, de cartes et de plus en plus souvent de bases de données, telle que celle du programme DARIUS (un consortium avec plusieurs compagnies pétrolières, dont le CNRS et l'UPMC sont par ailleurs partenaires)

Enfin, l'unité contribue à la diffusion de la culture scientifique, à travers la publication d'articles de vulgarisation, de conférences grand public (dont dans les Universités Inter-âges) et de participation à des journées scientifiques (Fête de la Science, etc.).

#### • *Relations partenariales, attractivité et visibilité de l'unité*

Une part très significative de notre activité de recherche l'est avec des **partenaires non académiques**, sous la forme de contrats de recherche (voir le chapitre « Moyens financiers »). Il s'agit de grandes entreprises françaises ou étrangères (BP, ENI, GDF-Suez, Maersk, Petronas, Shell, Statoil, Total...) mais aussi d'organismes à vocation opérationnelle comme l'ANDRA, le BRGM, l'Ifremer, l'IFPEN et l'IRSN. Plusieurs thèses ont également été financées, dont trois dans le cadre du dispositif CIFRE.

A l'échelle locale, l'iSTeP est impliqué dans deux **Labex** financés (MATISSE, orienté « Matériaux » et CALSIMLAB, dédié au calcul et à la simulation numérique) ainsi que dans un **projet d'Institut Carnot**, ce dernier malheureusement non retenu, mais démontrant notre forte implication dans la recherche avec des partenaires non-académiques.

Nous avons également une activité dans le domaine de la **sauvegarde du patrimoine**, avec une convention de recherche avec le Musée du Louvre concernant les marbres blancs antiques.

Enfin, l'iSTeP accueille actuellement B. Haq, directeur à la NSF pour la géologie marine (Professeur invité permanent), R. Michel, chercheur au CEA (sur un poste de professeur associé), A. Rabaute, consultant (sur un poste de PAST), ainsi que plusieurs collaborateurs bénévoles dont l'ancien Directeur-adjoint de la division Géologie-Géochimie-Géophysique de l'IFPEN (J. Letouzey).

## Organisation et vie de l'UMR

L'unité est organisée en six **équipes de recherche** et quatre **services d'appui technique et administratif** (voir l'organigramme fonctionnel): gestion administrative et financière, réseaux et moyens de calcul, SIG, imagerie et traitement de données géophysiques, plateformes d'analyse physico-chimiques et de caractérisation des matériaux. Les moyens humains et techniques sont largement mutualisés, en particulier les **plateformes techniques**, maintenant intégrées à l'OSU « Ecce Terra » (même si leur fonctionnement est assuré par des membres de l'iSTeP - voir le chapitre « Moyens »).

Le **conseil de laboratoire** (la liste des membres et invités est disponible sur le site web), qui se réunit quatre à cinq fois par an, est saisi de toutes les questions stratégiques nécessitant une prise de décision par la direction. Il peut s'agir d'actions récurrentes (établissement du budget prévisionnel, demandes de postes, validation des propositions de sujets de thèse...) ou plus spécifiques (par exemple c'était le cas il y a deux ans pour l'établissement d'un préciput laboratoire sur les contrats industriels). Les comptes rendus des réunions du conseil sont disponibles sur l'intranet de l'unité.

Afin de susciter l'émergence de projets innovants, l'unité a poursuivi la politique de « **projets labo** » en consacrant une petite partie des ressources récurrentes (en moyenne 50 k€ / an) au financement d'un nombre limité de projets, si possible inter-équipes, qui a souvent permis d'obtenir un financement ultérieur par des programmes nationaux (« seed money »).

L'**animation scientifique** est complétée par ailleurs par des séminaires hebdomadaires et par une journée scientifique annuelle (souvent associée à une Assemblée générale) où sont présentés les résultats des projets. Par ailleurs, chaque équipe organise librement son animation interne (réunions de projet, mini-séminaires...).

La **communication interne** est assurée par plusieurs voies : « mailing » direct à la liste Sympa « istep », regroupement des informations dans une page « Infos hebdo » mise en ligne sur le site web (<http://www.istep.upmc.fr>), lettre interne « iSTeP actus » et site web (intranet). « Infos hebdo » permet aux personnels de l'unité de disposer une fois par semaine des informations de nature institutionnelles, des appels à projets, des offres de formation permanente, des annonces de colloques... Les documents et informations à usage

interne sont disponibles dans l'intranet. La **communication externe** est assurée par le site web de l'unité ainsi que par les services communication de l'UPMC et de l'INSU pour les événements et résultats les plus marquants

Enfin, il est à noter que plusieurs membres de l'unité sont ou ont été très impliqués dans la vie locale de l'UPMC : vice-présidence « Ressources et moyens » puis présidence (M. Renard), chargé de mission puis vice-président délégué aux ressources et aux moyens (L. Emmanuel), responsable du directoire de la recherche (B. Meyer), animation du pôle « Terre vivante et environnement » (B. Meyer puis P. Agard), direction adjointe de l'UFR TEB (L. Segalen), participation au CA, au CS et au CEVU, au conseil de l'UFR, de PolyTech'UPMC, de l'OSU, dans les groupes d'experts locaux des sections 35, 36 et 68, au conseil de l'Institut de formation doctorale (IFD), aux conseils scientifiques des Labex Matisse et BCDiv, au comité de gestion de la plateforme CAMPARIS, aux commissions d'attribution des primes, à la commission bibliothèque CADIST, etc.

## Implication dans la formation par la recherche

Comprenant une majorité d'enseignant-chercheurs (doctorants chargés de mission d'enseignement et ATER inclus), l'unité est très impliquée dans la **formation à tous les niveaux**, de la licence au doctorat en passant par le master.

- Au niveau **licence** :
  - direction du Service Général de la Formation Initiale (P. d'Arco)
  - responsabilité du L1 Sciences de la Terre (M. de Rafélis)
  - responsabilité des référents L1 BGPC (L. Le Callonnec)
  - direction du Département de licence des Sciences de la Terre (P. Agard)
  - responsabilité du niveau L2 de la licence des Sciences de la Terre (L. Segalen)
  - responsabilité de l'année ST3 (=L3) de PolyTech UPMC (C. Beltran)
  - coordination de la mobilité internationale des étudiants (B. Villemant)
- Au niveau **master**:
  - responsabilité de la spécialité Géosciences du master SDUEE (P. Huchon, puis A. Jambon)
  - responsabilité du M1 Géosciences du master SDUEE (F. Minoletti)
  - responsabilité du parcours de M2 « Lithosphère, bassins, pétrole » (C. Gorini, S. Leroy)
  - responsabilité du Centre de préparation aux concours SVTU (O. Lacombe)
  - responsabilité de la préparation au CAPES SVTU (M. Fournier)
  - coordination de la mobilité internationale des étudiants (P. Huchon)

A ces contributions, il faut ajouter la responsabilité de nombreuses UE ainsi que la participation aux différents conseils de Département de formation (voir fiches individuelles), ainsi que la persistance d'un sur-service moyen d'enseignement significatif (20 à 30 heures annuelles) malgré les récents recrutements.

L'unité accueille un nombre important d'étudiants **stagiaires** à tous les niveaux : depuis le début du contrat (donc sur 4 années universitaires), 53 en M1 (stages de 5 semaines), 67 en M2 (stages de 5 mois), 11 en école d'ingénieur et 5 autres (stages hors cursus), soit en moyenne 34 stagiaires par an.

- Au niveau **doctorat**:
  - direction de l'ED « Géosciences et ressources naturelles » (F. Baudin)
  - participation au conseil scientifique de l'Institut de formation doctorale de l'UPMC (E. Burov)

L'effectif actuel de **doctorants** est de 34, tous sont financés, et le nombre de thèses soutenues depuis le début du contrat est de 24 soit 7 par an en moyenne, la différence avec le flux entrant moyen (10 par an) étant dû aux thèses soutenues en 3 ½ ans (en particulier les doctorants étrangers ou professionnels).

Avec environ 30 chercheurs et enseignant-chercheurs titulaires de l'HDR, le **taux d'encadrement** moyen est proche de 1, en remarquant cependant que plusieurs doctorants sont encadrés par un « binôme » MCF non HDR - PR ou DR. Il est à noter également qu'outre l'accueil initial et le suivi par le(s) directeur(s) de thèse et l'ED, chaque doctorant bénéficie désormais de l'appui d'un **comité de thèse** avec évaluation à mi-parcours (procédure mise en place par l'ED « Géosciences et ressources naturelles »). L'unité contribue également à l'organisation du stage de terrain annuel de l'ED, ainsi qu'aux séminaires spécifiques pour les doctorants.

Le **devenir des docteurs** est un aspect important, car il constitue une bonne mesure de la pertinence de notre activité de formation par la recherche. Le tableau ci-après synthétise ce devenir (depuis 2009, donc avec peu de recul) par secteur d'activités :

Post-doc France	Post-doc à l'étranger	ATER	Enseignement Supérieur à l'étranger	Organisme d'Etat étranger	Organisme d'Etat France	Industrie (CDI)
9	2	3	4	2	1	3

L'unité contribue par ailleurs à la production de **documents et outils pédagogiques** :

- ouvrages d'enseignements (voir le chapitre « Production scientifique »)
- développement d'outils utilisant les TICE, avec en particulier la formation des enseignants à la plateforme WIMS (resp. Y. Noel)

Enfin, nous sommes actifs dans le domaine de la **formation à l'international**, avec entre autres :

- la construction d'un cursus européen « Basin master » (resp. P. Huchon)
- le montage d'un master international avec le Brésil (resp. C. Gorini)
- plusieurs co-tutelles de thèses avec le Brésil, le Canada, la Chine, l'Iran, le Maroc...

## Hygiène et sécurité

L'unité dispose de 3 ACO (en partie spécialisés dans les risques mécaniques et électriques, chimiques et biochimiques), qui ont suivi les formations spécialisées. Nous établissons chaque année le DU (« Document unique ») qui recense l'ensemble des risques identifiés et les mesures prises, ainsi que les incidents éventuels.

Une attention particulière est portée au signalement de tous les lieux à risque et au respect des consignes, ainsi qu'à l'information des nouveaux arrivants sur les dispositions prises.

Un seul incident a été identifié et déclaré depuis le début du contrat (utilisation de substances CMR en sorbonne non conforme) et suivi de l'arrêt immédiat de son utilisation dès détection de la non-conformité par le service Hygiène et Sécurité.

## Assurance qualité

L'unité n'a pas mis en place de démarche d'assurance qualité en propre mais participe à celles mise en place à l'UPMC, en particulier en matière de formation (évaluation par les étudiants, enquêtes, suivi des cohortes...).

## Règles d'éthique

L'unité n'a pas de charte propre mais se conforme bien sûr aux diverses chartes en vigueur à l'UPMC et au CNRS (charte informatique, charte des thèses, propriété intellectuelle, etc.). Celles-ci sont rappelées dans le règlement intérieur de l'unité, disponible sur l'intranet et remis à chaque nouvel arrivant.

## Conclusions de l'auto-évaluation

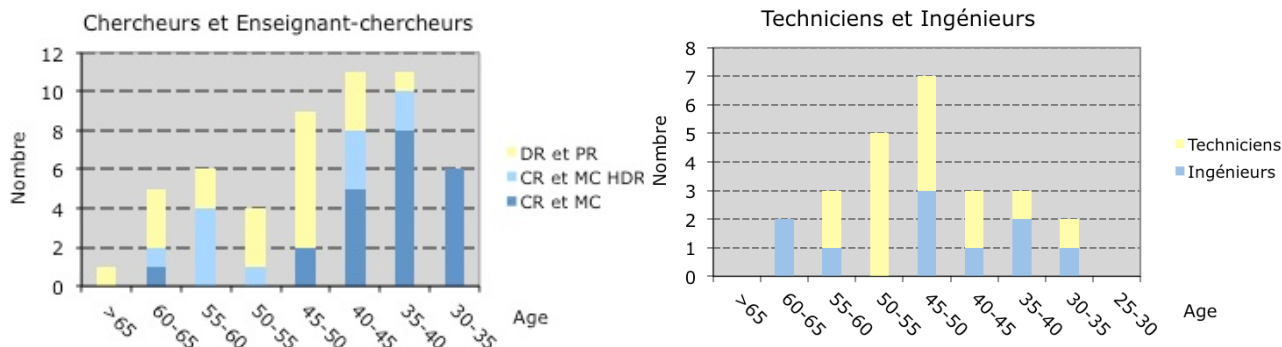
L'unité a produit depuis 2009 des résultats scientifiques significatifs en s'appuyant sur un potentiel humain et technique en développement. La réunion au sein d'une même UMR de groupes d'origine et parfois de culture différentes s'est réalisée sans difficultés majeures, même s'il reste des points à améliorer. L'ISTEP est l'un des quelques laboratoires nationaux qui contribuent à la formation de géologues de terrain, denrée rare et recherchée par le monde industriel et pétrolier. Le laboratoire dispose d'une bonne insertion nationale : 7 projets ANR dont 3 en PI ; plus de 20 projets dans les programmes nationaux avec des responsabilités dans les comités de programme, et quelques individualités (IUF, ERC) dont le dynamisme à l'international peut profiter à l'ensemble de l'unité. Une enquête interne, sous la forme d'un questionnaire ouvert a montré un bon niveau de satisfaction générale et les suggestions apportées ont été prises en compte rapidement. Malgré une baisse significative de la subvention d'Etat du CNRS, les ressources financières ont été en augmentation lors du contrat, principalement du fait du développement des partenariats industriels. Cependant, le déséquilibre progressif entre ressources privées (sur contrat) et publiques rend toujours plus difficile la définition d'une politique d'UMR. De manière à limiter cet effet, un « préciput labo » a été instauré. Un autre point critique pour l'unité est la faible part des ressources humaines affectées par le CNRS, alors même que nous sommes très impliqués dans les programmes de l'INSU.

## b. Analyse des moyens de l'unité

### Les moyens humains

L'unité se compose, au 30 juin 2012, de 131 personnes :

- pour les permanents (78) : 8 chercheurs CNRS, 45 enseignant-chercheurs (dont un PAST et un professeur associé), et 25 personnels d'appui à la recherche (20 UPMC et 5 CNRS), dont 3 ingénieurs de recherche. Le ratio ITA-IATOS/C-EC est donc de 0,47. L'ETP recherche (C+EC+IGR) est de 33 personnes. L'âge moyen des chercheurs et enseignant-chercheurs est de 46 ans, celui des techniciens et ingénieurs de 47 ans.
- pour les non permanents (53) : 34 doctorants, 5 post-docs, 3 ATER, 5 PR et DR émérites et 6 collaborateurs bénévoles. Le ratio non permanents/permanents est donc de 0,68.



Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2009, il y a eu, concernant les permanents, 14 départs (dont 7 en retraite) et 13 arrivées, récapitulés dans les deux tableaux ci-dessous :

Année	Nom	Fonction	Cause du départ
2009	BOURGOIS Jacques	DR CNRS	Retraite (DREM)
	COHEN-SOLAL Claudette	Adjoint-technique	Retraite
	DERRE Colette	MCF	Retraite
	DI MURO Andrea	MCF	Détachement CNAP
2010	DERUELLE Bernard	PR IUFM	Retraite
	JAN DUCHENE Roger	PAST	Retraite
	PETIT Carole	MCF	Mutation (promotion PR)
2011	COLIN Pierre-Yves	MCF	Echange de postes
	FREMONT Marcelle	Technicienne (web)	Retraite
	PROUTEAU Gaëlle	MCF	Mutation
2012	BENMAMAR Jamel	Adjoint-technique	Mobilité interne
	CASTEL Sylvie	Technicienne (gestion)	Mobilité interne
	RENARD Maurice	PR	Retraite
	REYNAUD Jean-Yves	MCF (MNHN)	Mutation (promotion PR)

Soit au total un DR CNRS, deux PR, six MCF, un PAST et quatre ITA/IATOS (ADT et T)

Année	Nom	Fonction	Mode de recrutement
2009	BALCONE Hélène	MCF	Concours
2010	BOULILA Slah	MCF	Concours
	LOGET Nicolas	MCF	Concours
	MARTIN Erwan	MCF	Concours
	POORT Jeffrey	IGR	CDI
	RABAUTE Alain	PAST	CDD
2011	CARON Benoit	IGE	Concours
	MICHEL Rémi	PR associé	CDD
	RIQUIER Laurent	MCF	Echange de postes
	ROSENBERG Claudio	PR	Concours
	ZUDDAS Pierpaolo	PR	Echange de postes
2012	BOSCHI Lapo	MCF	Concours
	DUBACQ Benoit	CR CNRS	Concours

Soit au total un CR CNRS, deux PR, six MCF, un PAST, un PR associé et deux IATOS (IGE et IGR)

On observe donc une quasi-stabilité des effectifs (-1) avec cependant un repyramidage volontaire des ITA/IATOS, les départs concernant des techniciens et adjoints-techniques, les recrutements des ingénieurs (IGE et IGR), ce qui correspond à une augmentation de technicité rendue nécessaire par l'évolution de nos recherches.

Il est à noter que notre plan de recrutement (en termes de profil scientifique ou technique) a été établi en début de contrat (en 2008) et réajusté chaque année en fonction non seulement des départs et des postes obtenus, mais aussi de l'évolution des orientations scientifiques et des nouveaux besoins. Nous tentons donc de combiner à la fois prospective à moyen terme et souplesse en fonction des besoins et opportunités scientifiques et humaines.

La **formation permanente** fait l'objet d'une attention particulière. L'unité dispose d'une correspondante « Formation permanente » et l'unité établit tous les ans un Plan de Formation permanente.



Enfin, il est à noter que plusieurs promotions sont intervenues au cours du contrat :

	Chercheurs et enseignant-chercheurs	Ingénieurs, techniciens et administratifs
2009	P. Agard (MCF-PR2), J. Cubo (MCF-PR2)	J. Benmamar (AdT1-AdT2), E. Delairis (TCN-TCS)
2010	M. Fournier (MCF-MCFHC), O. Lacombe (PR2-PR1), C. Petit (MCF-PR2 mutation)	S. Gay (TCN-TCS)
2011	P. d'Arco (PR1-PRCE1), M. Fournier (MCFHC-PR2), B. Meyer (PR1-PRCE1)	M. Bruneaux (Adjenes P1-P2), J.F. Brouillet (TCS-AI)
2012	P. Agard (PR2-PR1), S. Leroy (CR1-DR2)	S. Gay (TCS-AI), N. Labourdette (AI-IGE2), D. Pasquier (IGE2-IGE1)

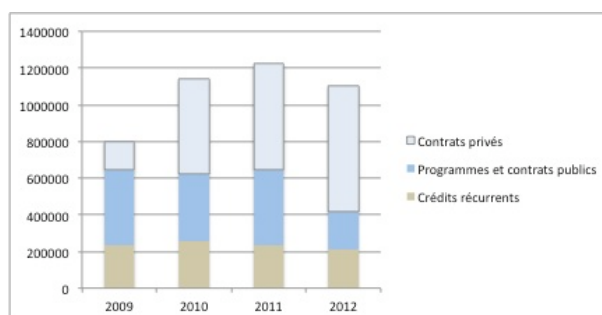
## Les moyens financiers

Le tableau ci-dessous synthétise les ressources financières de l'unité hors masse salariale depuis le début du contrat (en k€):

Année	2009	2010	2011	2012	Moyenne annuelle
Subvention d'Etat CNRS	77	97	77	56,5	76,9
Subvention d'Etat UPMC	158	158	158	158	158
Préciput sur contrats	-	-	29,1	34,8	32
Prestations externes	7,5	13,6	30	12,5	15,9
Projets ANR	162,6	125,1	167,1	93,8	137,2
Projets INSU (et INEE)	81,3	86,1	72,8	68,7	77,2
Action MARGES	71,5	58	63,5	?	64,3
Projets et plateformes UPMC	16,7	71,8	81,5	8,5	44,6
IUF	15,2	-	-	25	-
Contrats publics	60	23,3	24,3	7,9	28,9
Contrats privés*	151	506,5	517,9	634,9	452,6
<b>Total crédits récurrents</b>	<b>235</b>	<b>255</b>	<b>235</b>	<b>214,5</b>	<b>234,9</b>
<b>Total programmes nationaux et contrats publics</b>	<b>407,5</b>	<b>364,3</b>	<b>409,1</b>	<b>203,8</b>	<b>346,2</b>
<b>Total contrats privés</b>	<b>158,5</b>	<b>520,1</b>	<b>577</b>	<b>682,1</b>	<b>484,4</b>
<b>TOTAL RESSOURCES</b>	<b>801</b>	<b>1 139,5</b>	<b>1 221,2</b>	<b>1 100,5</b>	<b>1 065,5</b>

\*NB : n'inclue pas la part (majoritaire) du consortium DARIUS qui est redistribuée aux équipes françaises et étrangères participantes

Le budget hors salaires et hors infrastructures de l'unité s'établit donc à environ un million d'euros par an, dont 22 % en crédits récurrents, 33% provenant de programmes nationaux et de contrats publics (ANR, BRGM, IFP, Ifremer, INERIS, IRSN) et 45% de partenariats industriels (compagnies pétrolières). La totalité de ces crédits sont gérés par l'UPMC, l'unité étant en DGG (délégation globale de gestion).



Le budget commun de l'unité (dotations récurrentes + préciput labo) est réparti sur les postes suivants :

- dotation aux équipes de recherches (au pro-rata du nombre de C/EC, ATER et IR) pour les 2/3
- fonctionnement général (téléphone, réseau, mobilier, séminaires, formation permanente...)
- projets internes et co-financement d'équipements (entre 15 et 20% du budget récurrent, soit 40 à 50 k€ par an)
- gratification des stagiaires (5%) et réserve (10%)

## Les équipements lourds

l'iSTeP contribue (voir tableau ci-après) aux *plateformes techniques* d'Analyses, d'Observations, et de Calcul (AOC) qui se sont structurées au sein du pôle 3 de l'UPMC et maintenant de l'OSU (en italique : instruments partagés):

Plateforme	Instruments	Responsable(s)
A-Microanalyse des échantillons naturels	Microsondes, DRX, MEB, ICP-AES	B. Villemant, M. de Rafélis
A-Géochimie organique	RockEval	F. Baudin
A-Géochimie inorganique	ICP-MS	B. Caron, B. Villemant
A-Géochimie isotopique	Spectromètres de masse (C, O...)	
O- Instrumentation géophysique	Stations sismiques large bande, GPS	S. Leroy
C- Support calcul	Stations de travail, cluster	S. Wolf, E. Burov

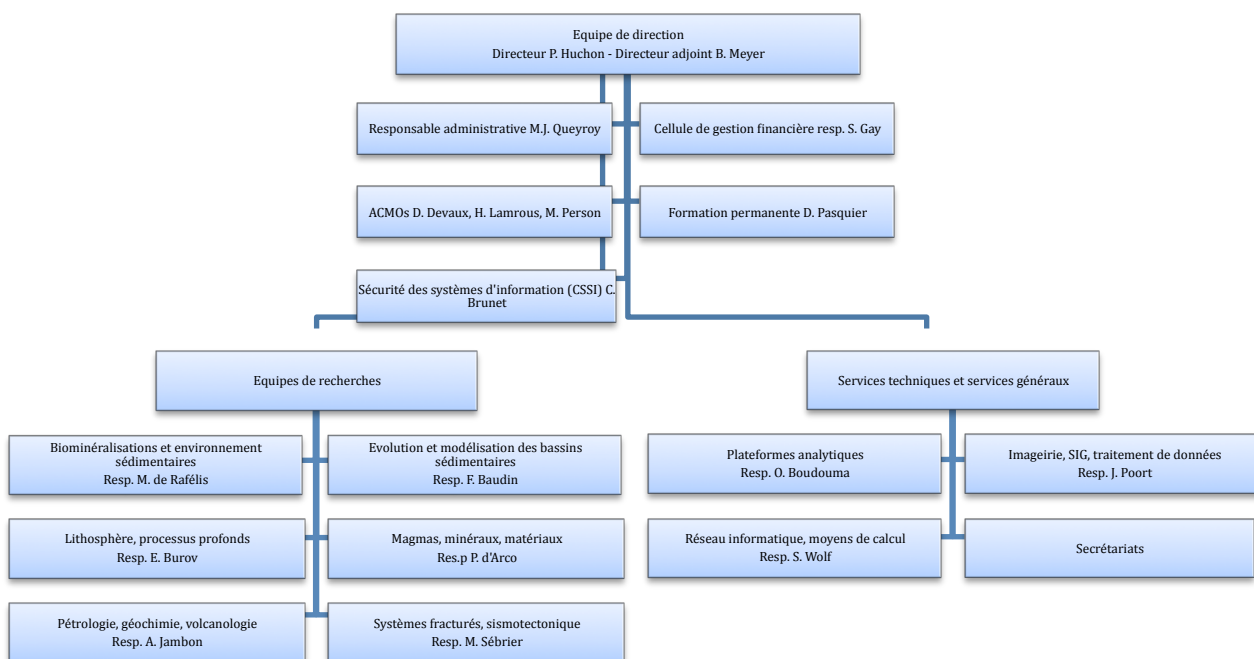
La **microsonde électronique** du service commun CAMPARIS (UPMC-IPGP-Université Denis Diderot-MNHN) a été remplacée en 2011 (passage d'une SX-50 à une SX-100) grâce au soutien financier du MESR, de l'INSU-CNRS, des partenaires, ainsi que des fonds propres. Le **diffractomètre à RX** a été remplacé également grâce aux crédits de jouvence de l'UPMC. Les équipements géophysiques et de calcul ont essentiellement été acquis sur des ressources contractuelles (dont l'ANR).

De nombreux développements sont en cours, que ce soit en termes d'analyses (par exemple sur l'ICP-MS, analyses de traces dans des micro-quantités de solides (0.1 - 1 mg) ; Pyrohydrolyse-ICPMS : analyse des halogènes mineurs Br, I) ou de calcul (parallélisation de codes numériques).

## Les locaux

L'unité dispose de 2508 m<sup>2</sup> répartis sur 7 couloirs et relativement bien regroupés (deux tours adjacentes), dont environ 850 m<sup>2</sup> de laboratoires et 200 m<sup>2</sup> de salles de travail et de réunion. Des locaux techniques et de stockage (lithothèques) sont également disponibles au sous-sol. L'iSTeP a récemment cédé au LOCEAN et à l'OSU nouvellement créé environ 120m<sup>2</sup> de locaux qui lui étaient alloués.

## 2. Organigramme fonctionnel et règlement intérieur



Un organigramme complet avec les noms des personnels dans chaque équipe et service est disponible sur le site web de l'unité <http://www.istep.upmc.fr>

L'unité dispose d'un règlement intérieur, également disponible sur le site web de l'unité.

### 3. Liste des publications et des productions

Conformément aux indications, les publications depuis la création de l'UMR (donc 2009-2012) sont classées par équipes et une liste séparée regroupe les publications communes. Une autre liste regroupe les publications antérieures (2007-2008). Enfin, une dernière liste présente les publications des membres de l'UMR avant leur recrutement ou leur intégration. Les noms des membres de l'UMR sont indiqués en gras. Les publications sont numérotées séquentiellement par catégorie (ACL, ACLN, etc.)

#### Equipe « Biominéralisations et environnements sédimentaires » (2009-2012)

##### 2009

- ACL1 Beltran C., De Rafelis M., Person A., Stalport F., Renard M. (2009) Multiproxy approach for determination of nature and origin of carbonate micro-particles so-called "micarb" in pelagic sediments, *Sedimentary Geology*, 213, 64-76, 10.1016/j.sedgeo.2008.11.004
- ACL2 Bourdon E., de Ricqlès A., Cubo J. (2009) A new Transantarctic relationship : morphological evidence for a Rheidae-Dromaiidae-Casuariidae clade (Aves, Palaeognathae, Ratitae), *Zoological Journal of the Linnean Society*, 156, 641-663
- ACL3 Bourdon E., Castanet J., de Ricqlès A., Scofield P., Tennyson A., Lamrous H., Cubo J. (2009) Bone growth marks reveal protracted growth in New Zealand kiwi (Aves, Apterygidae), *Biology Letters*, 5, 5, 639-642, 10.1016/rsbl.2009.0310
- ACL4 Cailleau G., Verrecchia E.P., Braissant O., Emmanuel L. (2009) The biogenic origin of needle fibre calcite, *Sedimentology*, 56, 6, 1858-1875, 10.1111/j.1365-3091.2009.01060.x
- ACL5 Coppens Y., Padian K., de Ricqlès A., Taquet P. (2009) Histoire évolutive de la Vie, *Comptes Rendus Palevol*, 8, 99-103
- ACL6 de Ricqlès A., Taquet P., De Buffrénil V. (2009) «Rediscovery of Paul Gervais» paleohistological collection, *Geodiversitas*, 31, 943-971
- ACL7 Hermoso, M., Minoletti, F., Le Callonnec, L., Jenkyns, H. C., Hesselbo, S., Rickaby, R., Renard, M., de Rafélis, M., Emmanuel, L. (2009). Global and local forcing of Early Toarcian seawater chemistry: a comparative study of different paleoceanographic settings (Paris and Lusitanian Basins). *Paleoceanography*, 24, DOI 10.1029/2009PA001764
- ACL8 Hermoso M., Le Callonnec L., Minoletti F., Renard M., Hesselbo S.P. (2009) Expression of the Early Toarcien negative carbon-isotope excursion in separated carbonate microfractions (Jurassic, Paris Basin), *Earth and Planetary Science Letters*, 277, 194-203, 10.1016/j.epsl.2008.10.013
- ACL9 Horner J., de Ricqlès A., Padian K., Scheetz R.N., 2009. Comparative long bone histology and growth of the "hypsilophodontid" dinosaurs *Orodromaes makelai*, *Dryosaurus altus* and *Tenontosaurus tiletiii* (Ornithischia: euornithopoda). *Journ. vert. Pal.* 29(3):734-747
- ACL10 Kovacova P., Emmanuel L., Hudackova N., Renard M. (2009) Central Paratethys paleoenvironment during the Badenian (MiddleMiocene): evidence from foraminifera and stable isotope ( $\delta^{13}C$  and  $\delta^{18}O$ ) study in the Vienna Basin (Slovakia), *Internat. J. Earth Sciences*, 98, 5, 1109-1127, 10.1007/s00531-008-0307-2
- ACL11 Laurin M, Canoville A, Quilhac A.. 2009 Use of paleontological and molecular data in supertrees for comparative studies: the example of lissamphibian femoral microanatomy. *J. Anat.*, 215(2):110-23.
- ACLN1 Minoletti, F., Hermoso, M., Gressier, V. (2009). Separation of sedimentary micron-sized particles for palaeoceanography and calcareous nannoplankton biogeochemistry. *Nature protocols*, 4(1): 14-24
- ACL12 Padian K., de Ricqlès A. (2009) L'origine et l'évolution des oiseaux : 35 années de progrès . *Comptes Rendus Palevol*, 8 (2-3) : 257-280
- ACLN2 Pickford M., Senut B., Hipondoka M., Person A., Segalen L., Plet C., Jousse H., Mein P., Guérin C., Morales J., Mourer-Chauviré C. (2009) Mio-Plio-Pleistocene geology and palaeobiology of Etosha Pan, Namibia, *Communications of the Geological Survey of Namibia*, 14, 95-139
- ACL13 Piras P., Teresi L., Buscalioni A.D., Cubo J. (2009) The shadow of forgotten ancestors differently constrains the fate of Alligatoroidea and Crocodylloidea, *Global Ecology and Biogeography*, 18, 30-40, 10.1111/j.1466-8238.2008.00426.x
- ACL14 Ricqlès de A., Padian K. (2009) Quelques apports à la théorie de l'évolution , de la « synthèse orthodoxe » à la « supersynthèse evo-dévo » : un point de vue. *Comptes Rendus Palevol*, 8 (2-3) :341-364.

- ACL15 **Segalen L.**, Lee-Thorp J.A. (2009) Palaeoecology of late Early Miocene fauna in the Namib based on  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  and  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  ratios of tooth enamel and ratite eggshell carbonate, *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 277, 3-4, 191-198, 10.1016/j.palaeo.2009.03.018
- ACL16 Selo M., Valladas H., Mercier N., Joron J.L., Bassinot F., **Person A.** & Nouet J. (2009) Investigations of uranium in flint. *Radiation measurements*, 44, 615-619.
- ACL17 Senut B., Pickford M., **Segalen L.** (2009) Neogene desertification of Africa, *Comptes Rendus Géosciences*, 1-12, 10.1016/j.crt.2009.03.008
- OS1 Vallette T., Amblard-Pison S., Albaret C., Jousse H., Dicko A. & **Person A.** (2009) Les groupements de pièces lithiques peuvent-ils être des indices demodes de vie des sociétés néolithiques? Le cas du Dhar Néma (Mauritanie sud-orientale) du second au premier millénaire av. J.-C.I n: S. Magnavita, L. Koté, P. Breunig & O.A. Idé (eds.), Crossroads /Carrefour Sahel. Cultural and technological developments in firstmillennium BC / AD West Africa. *Journal of African Archaeology*, Monograph Series 2, 3-13.
- ACLN3 Wanas H.A., Pickford M., Mein P., Soliman H., **Segalen L.** (2009) Late Miocene karst system at Sheikh Abdallah, between Bahariya and Farafra, Western Deseert, Egypt : Implications for paleoclimate and geomorphology, *Geologica Acta*, 7, 4, 475-487, 10.1344/105.000001450
- ACL18 Zazzo A., Saliège J. F., **Person A.**, Boucher H. (2009) Radiocarbon dating of calcined bones : where does the carbon come from? *Radiocarbon*, 51 (2), p. 601-611.
- 2010**
- ACL19 Asatryan G., Danelian T., Sosson M., Sahakyan L., **Person A.**, Avagyan A., Galoyan G. (2010) Radiolarian ages for the sedimentary cover of sevan ophiolite (Armenia, lesser Caucasus), *Ofioliti*, 35, 2, 91-101
- ACL20 Cailleau G., Verrecchia E.P., Braissant O., **Emmanuel L.** (2010) Reply to the Discussion by Denis Lacelle on "The biogenic origin of needle fibre calcite" by Cailleau et al. (2009), *Sedimentology*, 56, 1858-1875, *Sedimentology*, 57, 4, 1150-1151, 10.1111/j.1365-3091.2009.01135.x
- OS2 **De Ricqlès A.** & **Cubo J.** (2010) Complex causality as the root of the structure/function relation problem. 1/ général considérations ; 2/ the exemple of the bone tissue. in : Les fonctions : des organismes aux artefacts. Gayon, J., de Ricqlès, A. Ed. Presses Universitaires de France, 179-188.
- ACL21 Knoll F., Padian K., **de Ricqlès A.**, 2010.Ontogenetic change and adult body size of the early ornithischian dinosaur Lesothosaurus diagnosticus: implications for basal ornithischian taxonomy. *Gondwana Research*, 17, 171-179
- ACL22 Lartaud F., **De Rafelis M.**, Oliver G., Krylova E., Dymont J., Ildefonse B., Thibaud R., Gente P., Hoise E., Meistertzheim A.L., Fouquet Y., Gaill F., Le Bris N. (2010) Fossil clams from a serpentinite-hosted sedimented vent field near the active smoker complex Rainbow, MAR, 36 degrees 13'N: Insight into the biogeography of vent fauna, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 11, Q0AE01, 10.1029/2010GC003079
- ACL23 Lartaud F., **De Rafelis M.**, Ropert M., **Emmanuel L.**, Geairon P., **Renard M.** (2010) Mn labelling of living oysters: Artificial and natural cathodoluminescence analysis as a tool for age and growth rate determination of *C. gigas* shells, *Aquaculture*, 300, 206-217, 10.1016/j.aquaculture.2009.12.018
- ACL24 Lartaud F., **Emmanuel L.**, **De Rafelis M.**, Pouvreau S., **Renard M.** (2010) Influence of food supply on the  $\delta^{13}\text{C}$  signature of mollusc shells: implications for palaeoenvironmental reconstitutions, *Geo-Marine Letters*, 30, (1), 23-34, 10.1007/s00367-009-0148-4
- ACL25 Lartaud F., **Emmanuel L.**, **De Rafelis M.**, Ropert M., **Labourdette N.**, Richardson C.A., **Renard M.** (2010) A latitudinal gradient of seasonal temperature variation recorded in oyster shells from the coastal waters of France and the Netherlands, *Facies*, 56, 13-25, 10.1007/s10347-009-0196-2
- ACL26 Mahé K., Bellamy E., Lartaud F., **De Rafelis M.** (2010) Calcein and manganese experiments for marking the shell of the common cockle (*Cerastoderma edule*): tidal rhythm validation of increments formation, *Aquatic Living Resources*, 1-7, 10.1051/alr/2010025
- ACL27 **Martinez-Maza C.**, Rosas A., Nieto-Diaz M., (2010) Brief Communication: Identification of Bone Formation and Resorption Surfaces by Reflected Light Microscopy, *American Journal of Physical Anthropology*, 143, 2, 313-320, 10.1002/ajpa.21352
- ACLN4 **Montes L.**, Castanet J., **Cubo J.** (2010) Relationship between bone growth rate and bone tissue organization amniotes : first test of Amprino's rule in a phylogenetic context, *Anima Biology* (formerly Netherland Journal of Zoology), 60, 25-41, 10.1163/157075610X1260595764093

- ACLN5 Pickford M., Wanas H., Mein P., **Segalen L.** & Soliman H. (2010) The extent of palaeokarst and fluvio-lacustrine features in the western desert Egypt; late Miocene suarial and subterranean palaeohydrology of the Bahariya-Farafra area. *Bulletin of the Tethys Geological Society*, Cairo. 5: 35-42.
- ACL28 Piras P., Colangelo P., Adams D. C., Buscalioni A., **Cubo J.**, Kotsakis T., Meloro C., Raia P. (2010) The Gavialis-Tomistoma debate: the contribution of skull ontogenetic allometry and growth trajectories to the study of crocodylian relationships, *Evolution & Development*, 12, 6, 568-579, 10.1111/j.1525-142X.2010.00442.x
- ACL29 Renaudie J., Danelian T., Saint Martin S., **Le Callonnec L.**, Tribouvillard N. (2010) Siliceous phytoplankton response to a Middle Eocene warming event recorded in the tropical Atlantic (Demerara Rise, ODP Site 1260A), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 286, 121-134, 10.1016/j.palaeo.2009.12.004
- ACL30 **Roche D.**, **Segalen L.**, Balan E., Delattre M. (2010) Preservation assessment of Miocene-Pliocene tooth enamel from Tugen Hills (Kenyan Rift Valley) through FTIR, chemical and stable-isotope analyses, *Journal of Archaeological Science*, 37, 1690-1699, 10.1016/j.jas.2010.01.029
- ACL31 Sanchez S., **de Ricqlès A.**, Schoch R., Steyer J.S. (2010) Developmental plasticity of limb bone microstructural organization in Apaton: histological evidence of paedomorphic conditions in branchiosaurs, *Evolution & Development*, 12,3, 315-328
- OS3 Senut, B., Pickford, M., **Ségalen, L.**, Roche, D. & Gommery, D. (2010) Paléoenvironnements néogènes et évolution des hominoïdes. In : Barbault, R., Foucault, A. *Changements climatiques et biodiversité*. Editions Vuibert-Afas, Paris, 125-144
- ACL32 Stalport F., Guan Y. Y., Noblet A., Coll P., Szopa C., Macari F., **Person A.**, Chaput D., Raulin F., Cottin H. (2010) UVolution, a photochemistry experiment in low earth orbit: Investigation of the photostability of carbonates exposed to martian-like UV radiation conditions, *Planetary and Space Science*, 58, 12, 1617-1624, 10.1016/j.pss.2010.08.005
- ACLN6 **Zylberberg L.**, Meunier F.M., & Laurin L. (2010) A microanatomical and histological study of the postcranial dermal skeleton in the Devonian sarcopterygian *Eusthenopteron foordi*. *Acta Palaeontologica Polonica* 55 (3): 459-470
- 2011**
- ACL33 Bailleul A., **Segalen L.**, Buscalioni A. D., Cambra-Moo O., **Cubo J.** (2011) Palaeohistology and preservation of tetrapods from Las Hoyas (Lower Cretaceous, Spain), *Comptes Rendus Palevol*, 10, 367-380, 10.1016/j.crpv.2011.05.002
- ACL34 Balan E., Delattre S., **Roche D.**, **Segalen L.**, Morin G., Guillaumet M., Blanchard M., Lazzeri M., Brouder C., Salje E.K.H. (2011) Line-broadening effects in the powder infrared spectrum of apatite, *Phys Chem Minerals*, 38, 111-122, 10.1007/s00269-010-0388-x
- ACL35 **Cubo J.**, Laurin M. (2011) Perspectives on vertebrate evolution: Topics and problems, *Comptes Rendus Palevol*, 10, 285-292, 10.1016/j.crpv.2011.05.007
- ACLN7 Danelian T., Sosson M., Avagyan A., Galoyan G., Asatryan G., Rolland Y., Sahakyan L., Müller C., Grigoryan A., **Person A.**, Corsini M., Jrbashyan R. & Melkonyan R., 2011. A brief geological outline of the lesser Caucasus: new insights on its Tethysian-Alpine evolution based on recent results of a french armenian collaboration. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, 18-2, 65-75
- OS4 **Emmanuel L.**, **De Rafelis M.**, Pasco A. (2011) Maxifiches de Géologie 2<sup>ème</sup> édition, *Dunod ed.*, 250 p.
- ACL36 Jorry S., Jegou I., **Emmanuel L.**, Silva Jacinto R., Savoye B. (2011) Turbiditic levee deposition in response to climate changes: The Var Sedimentary Ridge (Ligurian Sea), *Marine Geology*, 279, 148-161, 10.1016/j.margeo.2010.10.021
- ACL37 Lartaud F., Crispin T.S. L., **De Rafelis M.**, Bayon G., Dymont J., Ildefonse B., **Gressier V.**, Fouquet Y., Gail F., Le Bris N. (2011) Fossil evidence for serpentinization fluids fueling chemosynthetic assemblages, *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 19, 7693-7703, 10.1073/pnas.1009383108
- ACL38 Le Goff C., Mahaut C., Wang L.W., Allali S., Abhyankar A., Jensen S., **Zylberberg L.**, Collod-Beroud G., Bonnet D., Alanay Y., Brady A., Cordier M.P., Devriendt K., Genevieve D., Kitoh H., Krakow D., Lynch S.A., Lemerrer M., Mégarbane A., Pelin O.S. Kiper, Mortier G., Odent S., Polak M., Rohrbach M., Sillence D., Stolte-Dijkstra I., Superti-Furga A., Remoin D.L., Topouchian V., Unger S., Zabel B., Bole-Feysot C., Niitschke P., Handford P., Casanova J.L., Boileau C., Apte S.S., Munnich A. & Cormier-Daire V. (2011) Mutations in the TGFB binding protein-like domain 5 FBN1 are responsible for acrosomic and gelephysic dysplasias. *The American Journal of Human Genetics*, 89 : 1-8



- ACL39 Marcolini F., Piras P., Kotsakis T., Claude J., Michaux J., Ventura J., **Cubo J.** (2011) Phylogenetic signal and functional significance of incisor enamel microstructure in Arvicola (Rodentia, Arvicolinae), *Comptes Rendus Palevol*, 10, 479-487, 10.1016/j.crvp.2011.04.007
- ACL40 **Martinez-Maza C.**, Rosas A., Garcia-Vargas S., Estalrich A., De La Rasilla M. (2011) Bone remodelling in Neanderthal mandibles from the El Sidron site (Asturias, Spain), *Biology Letters*, 7, 4, 593-596, 10.1098/rsbl.2010.1188
- ACL41 Massot M., Clobert J., **Montes-Poloni L.**, Haussy C., **Cubo J.**, Meylan S. (2011) An integrative study of ageing in a wild population of common lizards, *Functional Ecology*, 25, 848-858, 10.1111/j.1365-2435.2011.01837.x
- ACL42 Maurer A.-F., Gerard M., **Person A.**, Barrientos I., Del Carmen Ruiz P., Darras V., Durlet C., Zeitoun V., **Renard M.**, Faugère B. (2011) Intra-skeletal variability in trace elemental content of Precolumbian Chupicuaro human bones: the record of post-mortem alteration and a tool for palaeodietary reconstruction, *Journal of Archaeological Science*, 38, 8, 1784-1797, 10.1016/j.jas.2011.03.008
- OS5 **Renard M.**, Lagabrielle Y., Guillot S. & Pomerol C., 2011. *Eléments de Géologie*, Dunod Ed. (14ème édition), 960p.
- ACL43 Turpin M., **Emmanuel L.**, Reijmer J. J. G., **Renard M.** (2011) Whiting-related sediment export along the Middle Miocene carbonate ramp of Great Bahama Bank, *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, 100, 8, 1875-1893, 10.1007/s00531-010-0627-x
- ACL44 **Zylberberg L.** & Laurin M. (2011) Analysis of fossil bone organic matrix by transmission electron microscopy. *C.R. Palevol*, 10 : 357-366

## 2012

- ACL45 **Cubo J.**, Le Roy N., **Martinez-Maza C.**, **Montes-Poloni L.** (2012). Paleohistological estimation of bone growth rate in extinct archosaurs, *Paleobiology*, 38, 2, 335-349, 10.5061/dryad.j2m25n82
- ACL46 Huyghe D., Merle D., Lartaud F., Cheype E. & **Emmanuel L.** (2012) Middle Lutetian climate in the Paris Basin: implications for a marine hotspot of paleobiodiversity. *Facies*. Doi 10.1007/s10347-012-0307-3.
- ACL47 Laurin M., Gussekloo S.W.S., Marjanovic D., Legendre L., **Cubo J.** (2012) Testing gradual and speciation models of evolution in extant taxa: the example of ratites, *Journal of Evolutionary Biology*, 24, 12, 1-11, 10.1111/j.1420-9101.2011.02422.x
- ACL48 **Martinez-Maza, C.**, **Montes, L.**, **Lamrous, H.**, Ventura, J., **Cubo, J.** (2012) Postnatal histomorphogenesis of the mandible in the house mouse. *Journal of Anatomy* 220 : 472-483
- ACLN8 Piras, P., Marcolini, F., Claude, J., Ventura, J., Kotsakis, T., **Cubo, J.** (2012) Ecological and functional correlates of molar shape variation in European populations of Arvicola (Arvicolinae, Rodentia). *Zoologischer Anzeiger* sous presse.
- ACL49 **Mouchi V.**, **de Rafelis M.**, Lartaud F., Fialin M. & Verrecchia E. (2012) Chemical labelling of oyster shells used for time-calibrated high resolution Mg/Ca ratios: a tool for past estimation of seasonal temperature variations. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoeco.* sous presse.
- ACL50 Pachana K., **Zuddas P.**, Censi P. (2012). Influence of pH and temperature on the early stage of mica alteration. *Appl. Geochem.* 27, sous presse
- ACL51 Sisavath E., Mazuel A., Jorry S. J., Babonneau N., Bachèlery P., De Voogd B., Salpin M., **Emmanuel L.**, Beaufort L. & Toucanne S. (2012) Processes controlling a volcanoclastic turbiditic system during the last climatic cycle: Example of the Cilaos deep-sea fan, offshore La Réunion Island. *Sedimentary Geology*. sous presse
- Auxquelles s'ajoutent les publications inter-équipes suivantes :* ACL290, ACL298, ACL307, ACL308, ACL309, ACL317, ACL319, ACL320, ACL323 et ACL325

## Equipe « Evolution et modélisation des bassins sédimentaires » (2009-2012)

### 2009

- ACLN9 Araujo E.F.S., Silva C.G., Reis A.T., Perovano R., **Gorini C.**, Vendeville B. (2009) Movement of mass multiescala na Bacia da Foz do Amazonas- Margem Equatorial Brasileira, *Brazilian J. Geophysics*, 27, 485-508.
- ACL52 Auken E., Violette S., D'Ozouville N., **Deffontaines B.**, Sorensen K.I., Viezzoli A., De Marsily G. (2009) An integrated study of the hydrogeology of volcanic islands using helicopter borne transient electromagnetic: Application in the Galapagos Archipelago, *Comptes Rendus Géoscience*, 341, 899-907, 10.1016/j.crte.2009.07.006.



- ACL53 **Bache F.**, Olivet J.L., **Gorini C.**, Rabineau M., Baztan J., Aslanian D., **Suc J.-P.** (2009) Messinian erosional and salinity crises: View from the Provence Basin (Gulf of Lions, Western Mediterranean), *Earth and Planetary Science Letters*, 286, 1-2, 139-157, 10.1016/j.epsl.2009.06.021
- DO1 **Brunet M.F.**, Granath J.W., Wilmsen M. (2009) South Caspian to Central Iran basins : introduction, *The Geological Society, London, Spec. Publ.* 312, 1-6, 10.1144/SP312.1
- ACL54 **Collin P.Y.**, Kershaw S., Crasquin S., Feng Q. (2009) Facies changes and diagenetic processes across the Permian-Triassic boundary event horizon, Great Bank of Guizhou, South China: a controversy of erosion and dissolution, *Sedimentology*, 56, 3, 677-693
- ACL55 Egan S.S., Mosar J., **Brunet M.F.**, Kangarli T. (2009) Subsidence and uplift mechanisms within the South Caspian Basin : insights from the onshore and offshore Azerbaijan region, *The Geological Society, London, Spec. Publ.* 312, 219-240, 10.1144/SP312.11
- ACL56 El Euch-El Koundi N., Ferry S., **Suc J.P.**, Clauzon G., Melinte-Dobrinescu M.C., **Gorini C.**, Safra A., Zargouni F. (2009) Messinian deposits and erosion in northern Tunisia: inferences on Strait of Sicily during the Messinian Salinity Crisis, *Terra Nova*, 21, 1, 41-48, 10.1111/j.1365-3121.2008.00852.x
- ACL57 Fleming F.P., Maia R.M.C., Reis A.T., Alvest E.C., **Gorini C.**, Silva C.G., Guerra J.V. (2009) Variability and Evolution of Shallow Continental Shelf Systems off Rio de Janeiro State, Santos Basin - Brazil, *Journal of Coastal Research*, SI 56, 617-621
- ACLN10 Forel M.B., Crasquin S., Kershaw S., Feng Q., **Collin P.-Y.** (2009) Ostracods (Crustacea) and water oxygenation in the earliest Triassic of South China: implications for oceanic events at the end-Permian mass extinction, *Australian Journal of Earth Sciences*, 56, 6, 815-823
- ACL58 Garcia-Castellanos D., Estrada F., Jimenez-Munt I., **Gorini C.**, Fernandez M., Vergés J., De Vicente R. (2009) Catastrophic flood of the Mediterranean after the Messinian salinity crisis, *Nature*, 462, 778-782, 10.1038/nature08555
- ACL59 Gaviglio P., Bekri S., Vandycke S., Schroeder C., Adler P., **Bergerat F.**, Darquennes A., Coulon M. (2009) Faulting and deformation in chalk, *Journal of Structural Geology*, 31, 194-207, 10.1016/j.jsg.2008.11.011
- ASCL1 Gély J.P., Lorenz J., Merle D., **Bergerat F.**, Blanc A., Cornée A., De Wever P., Gheerbrant E., Labourguigne J., Lambotte J., Métails G., Montagne D., Obert D., Vire M., **Vrielynck B.** (2009) Le lutétien, *Géochronique*, 109, 15-47
- ACL60 **Homberg C.**, **Barrier E.**, Mroueh M., Hamdam W., Higazi F. (2009) Basin tectonics during the Early Cretaceous in the Levant margin, Lebanon, *Journal of Geodynamics*, 47, 4, 218-223, 10.1016/j.jog.2008.09.002
- ACLN11 Kershaw S., Crasquin S., **Collin P.Y.**, Li Y., Feng Q., Forel M.B. (2009) Microbialites as disaster forms in anachronistic facies following the end-Permian mass extinction: a discussion, *Australian Journal of Earth Sciences*, 56, 6, 809-813
- ACLN12 Leonide P., Floquet M., **Baudin F.** (2009) Data report : bio- and lithofacies, mineralogy and organic content of Challenger Mound (Porcupine Seabight, SW Ireland), *Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program*, 307, 1-14, 10.2204/iodp.proc.307.204.2009
- ACL61 Mailliot S., Mattioli E., Bartolini A., **Baudin F.**, Pittet B., Guex J. (2009) Late Pliensbachian-Early Toarcian (Early Jurassic) environmental changes in an epicontinental basin of NW Europe (Causses area, central France): A micropaleontological and geochemical approach, *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 273, 346-364, 10.1016/j.palaeo.2008.05.014
- ACL62 Masure E., **Vrielynck B.** (2009) Late Albian dinoflagellate cyst paleobiogeography as indicator of asymmetric sea surface temperature gradient on both hemispheres with southern high latitudes warmer than northern ones, *Marine Micropaleontology*, 70, 120-133
- ACLN13 Peronavo R., Reis A. T., Silva C. G., Vendille B., **Gorini C.**, De Oliveira V., Araujo E.F.S. (2009) O processo de colapso gravitacional da seção marinha da bacia da foz do Amazonas - margem equatorial brasileira, *Brazilian Journal of Geophysics*, 27, 3, 459-484
- ACL63 Sabatino N., Neri R., Bellanca A., Jenkyns H., **Baudin F.**, Parisi G., Masetti D. (2009) Carbon-isotope records of the Early Jurassic (Toarcian) oceanic anoxic event from the Valdorbica (Umbria-Marche Apennines) and Monte Mangart (Julian Alps) sections: palaeoceanographic and stratigraphic implications, *Sedimentology*, 1-22, 10.1111/j.1365-3091.2008.01035.x
- ACL64 **Schnyder J.**, **Baudin F.**, Deconinck J.F. (2009) Occurrence of organic-matter-rich beds in Early Cretaceous coastal evaporitic setting (Dorset, UK): a link to long-term palaeoclimate changes?, *Cretaceous Research*, 30, 2, 356-366, 10.1016/j.cretres.2008.07.014

- ACL65 Schnyder J., Dejans J., Keppens E., Nguyen Tu T.T., Spagna P., Boulila S., Galbrun B., Riboulleau A., Tshibangu J.P., Yans J. (2009) An Early Cretaceous lacustrine record : Organic matter and organic carbon isotopes at Bernissart (Mons Basin, Belgium) *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 281, 79-91, 10.1016/j.palaeo.2009.07.014
- ACL66 Shekarifard A., Baudin F., Schnyder J., Seyed-Emami K. (2009) Characterization of organic matter in the fine-grained siliciclastic sediments of the Shemshak Group (Upper-Triassic ? Middle Jurassic) in the Alborz Range, Northern Iran. In : Brunet M.F., Wilmsen M. & Granath J.W. (eds), South Caspian to Central Iran Basins, *The Geological Society, London, Special Publications*, 312, 161-174
- ASCL2 Thiesson J., Huret E., Tabbagh A., Galbrun B. (2009) Magnetic Viscosity for Cyclostratigraphic Logging of Argillaceous Sediment, *Scientific Drilling*, 8, 18-23, 10.2204/ioldp.sd.8.02.2009
- ACL67 Tribouvillard N., Bout-Roumazielles V., Sionneau T., Montero Serrano J., Riboulleau A., Baudin F., (2009) Does a strong pycnocline impact organic-matter preservation and accumulation in an anoxic setting? The case of the Orca Basin, Gulf of Mexico, *Comptes Rendus Géoscience*, 341, 1-9, 10.1016/j.crte.2008.10.002
- ASCL3 Vrielynck B. (2009) Le Lutétien dans le monde, *Géochronique*, 109, 30-36
- ACL68 Wignall P.B., Kershaw S., Collin P.Y., Crasquin S., (2009) Erosional truncation of uppermost Permian shallow-marine carbonates and implications for Permian - Triassic boundary events: Comment, *Geological Society of America Bulletin*, 3-10
- 2010**
- ACL69 Al Abdalla A., Barrier E., Matar A., Muller C. (2010) Late Cretaceous to Cenozoic tectonic evolution of the NW Arabian platform in NW Syria, *Geological Society London, Special Publications*, 341, 305-327, 10.1144/SP341.15
- ACLN14 Al-Suwaidi M., Angelozzi G.N., Baudin F., Damborenea S.E., Hesselbo S.P., Jenkyns H., Mancenido M.O., Riccardi A.C. (2010) First record of the Early Toarcian Oceanic Anoxic Event from the Southern Hemisphere, Neuquén Basin, Argentina, *Journal Geological Society of India*, 167, 633-636, 10.1144/0016-76492010-025
- ACL70 Baudin F., Disnar J.R., Martinez P., Dennielou B. (2010) Distribution of the organic matter in the channel-levees systems of the Congo mud-rich deep-sea fan (West Africa). Implication for deep offshore petroleum source rocks and global carbon cycle, *Marine and Petroleum Geology*, 27, 995-1010, 10.1016/j.tecto.2009.11.001
- ACL71 Bergerat F., Vangelov D., Dimov D. (2010) Brittle deformation, palaeostress field reconstruction and tectonic evolution of the Eastern Balkanides (Bulgaria) during Mesozoic and Cenozoic times, *Geological Society, London, Special Publications*, 340, 77-111, 10.1144/SP340.6
- ACL72 Boulila S., Galbrun B., Hinnov L. A., Collin P.Y., Ogg J.G., Fortwengler D., Marchand D. (2010) Milankovitch and sub-Milankovitch forcing of the Oxfordian (Late Jurassic) Terres Noires Formation (SE France) and global implications, *Basin Research*, 22, 5, 717-732, 10.1111/j.1365-2117.2009.00429.x
- ACL73 Brosse E., Badinier G., Blanchard F., Caspard E., Collin P.Y., Delmas J., Dezayes C., Dreux R., Dufournet A., Durst P., Fillacier S., García D., Grataloup S., Hanot F., Hasanov V., Houel P., Kervévan C., Lansart M., Lescanne M., Menjot A., Monnet M., Mougin P., Nédelec B., Poutrel A., Rachez X., Renoux P., Rigollet C., Ruffier-Meray V., Sayset S., Thion I., Thoraval A., Vidal-Gilbert S. (2010) Selection and Characterization of Geological Sites able to Host a Pilot-Scale CO<sub>2</sub> Storage in the Paris Basin (GéoCarbone-PICOREF), *Oil & Gas Science and Technology*, 65, 3, 375-403, 10.2516/ogst/2009085
- ACLN15 Brunet M.-F., Shahidi A., Barrier E., Muller C., Saidi A. (2010). South Caspian Basin opening: inferences from subsidence analysis in Northern Iran. In: B.A. Vining and S.C. Pickering Eds, *Petroleum Geology: From Mature Basins to New Frontiers—Proceedings of the 7th Petroleum Geology Conference*. The Geological Society of London, 2 vol. 1243 pp., 1 CD interactif, Poster 1.
- ACL74 Casteleyn L., Robion P., Collin P.Y., Menendez B., David C., Desaubliaux G., Fernandes N., Dreux R., Badinier G., Brosse E., Rigollet C. (2010) Interrelations of the petrophysical, sedimentological and microstructural properties of the Oolithe Blanche Formation (Bathonian, saline aquifer of the Paris Basin), *Sedimentary Geology*, 230, 123-138, 10.1016/j.sedgeo.2010.07.003
- ACL75 Chaumillon E., Tessier B., Reynaud J.Y. (2010) Stratigraphic records and variability of incised valleys and estuaries along French coasts, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, 2, 75-85
- ACL76 Collin P.Y., Mancinelli A., Chiocchini M., Mroueh M., Hamdam W., Higazi F. (2010) Middle and Upper Jurassic stratigraphy and sedimentary evolution of Lebanon (Levantine margin): palaeoenvironmental and geodynamic implications, *Geological Society, London, Special Publications*, 341, 227-244, 10.1144/SP341.11

- ACL77 Crasquin S., Forel M.B., Yuan A. Feng Q., **Baudin F.**, Collin P.Y. (2010) Ostracods (Crustacea) through Permian-Triassic boundary in South China: the Meishan stratotype (Zhejiang Province), *Journal of Systematic Palaeontology*, 8, 3, 331-370
- ACLN16 Da Costa Maia R.M., Dos Reis A.T., Da Costa Alves E., Silva C.G., Valera Guerra J., **Gorini C.**, Silva A., Arantes-Oliveira R., (2010) Architecture and stratigraphic framework of shelf sedimentary systems off Rio de Janeiro State, Northern Santos Basin-Brazil, *Brazilian Journal of Oceanography*, 58, 15-29
- OS6 De Wever P., Cornée A., Matrimon B., Colleté C., **Vrielynck B.** (2010) Les paléogéographies durant l'Albien, 332 p.
- ACL78 Dellisanti F., Pini G.A., **Baudin F.**, (2010) Use of Tmax as a thermal maturity indicator in orogenic successions and comparison with clay mineral evolution, *Clay Minerals*, 45, 115-130, 10.1180/claymin.2010.045.1.115
- ACL79 Deniau I., Disnar J.R., **Baudin F.**, Houzay J.P. (2010) Characterization of organic matter in the Oligocene (Chattian) turbiditic fine grained deposits, offshore Angola, *Organic Geochemistry*, 41, 2, 135-145, 10.1016/j.orggeochem.2009.11.004
- ACL80 Dos Reis A. T., Peronavo R., Silva C. G., Vendille B., Araujo E.F.S., **Gorini C.**, Oliveira V. (2010) Two-scale gravitational collapse in the Amazon Fan: a coupled system of gravity tectonics and mass-transport processes, *Journal of the Geological Society*, 167, 3, 593-604, 10.1144/0016-76492009-035
- ACL81 **Hardy C.**, **Homberg C.**, Eyal Y., **Barrier E.**, Muller A.C. (2010) Tectonic evolution of the southern Levant margin since Mesozoic, *Tectonophysics*, 494, 211-225, 10.1016/j.tecto.2010.09.007
- ACL82 Henry B., **Homberg C.**, Mroueh M., Hamdam W., Higazi F., (2010) Rotations in Lebanon inferred from new palaeomagnetic data and implications for the evolution of the Dead Sea Transform system, *Special Publication - Geological Society of London*, 341, 269-285, 10.1144/SP341.13
- DO2 **Homberg C.**, Bachmann M. (2010) Evolution of the Levant margin and western Arabia platform since the Mesozoic: introduction, *Geological Society, London, Special Publications*, 341, 1-8, 10.1144/SP341.1
- ACL83 **Homberg C.**, **Barrier E.**, Mroueh M., Muller A.C., Hamdam W., Higazi F. (2010) Tectonic evolution of the central Levant domain (Lebanon) since Mesozoic time, *Special Publication - Geological Society of London*, 341, 245-268, 10.1144/SP341.12
- ACL84 **Homberg C.**, **Bergerat F.**, Angelier J., Garcia S. (2010) Fault interaction and stresses along broad oceanic transform zone: Tjörnes Fracture Zone, north Iceland, *Tectonics*, 29, TC1002, 1-12, 10.1029/2008TC002415
- ACL85 Minguely B., Averbuch O., Patin M., Rolin D., Hanot F., **Bergerat F.** (2010) Inversion tectonics at the Northern Margin of the Paris Basin (northern France): new evidence from seismic profiles and boreholes interpolation in the Artois Area, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, 5, 429-442, 10.2113/gssgfbull.181.5.429
- ACL86 Mosar J., Kangarli T., Bochud M., Glasmacher U.A., Rast A., **Brunet M.F.**, Sosson M., (2010) Cenozoic-Recent tectonics and uplift in the Greater Caucasus: a perspective from Azerbaijan, In : Sedimentary basin tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, Sosson M., Kaymakci N., Stephenson R., Bergerat F. & Starostenko V. (eds), *The Geological Society, London, Special Publications*, 340, 261-280 10.1144/SP340.12
- ACL87 Navabpour P., Angelier J., **Barrier E.** (2010) Mesozoic extensional brittle tectonics of the Arabian passive margin inverted in the Zagros collision (Iran, interior Fars), *Geological Society London*, 330, Sp. Issue, 65-96
- ACL88 Ntamak-Nida M.J., Bourquin S., Makong J.C., **Baudin F.**, Engelbert Mpesse J., Itjoko Ngouem C., Komguem P.B., Abolo G.M. (2010) Sedimentology and sequence stratigraphy from outcrops of the Kribi-Campo sub-basin : Lower Mundeck Formation (Lower Cretaceous, southern Cameroon), *Journal of African Earth Sciences*, 58, 1-10, 10.1016/j.afrearsci.2010.01.004
- ACL89 Plateaux R., Angelier J., **Bergerat F.**, Cappa F., Stefansson R. (2010) Stress changes induced at neighbouring faults by the June 2000 earthquakes, South Iceland Seismic Zone, *Terra Nova*, 22, 2, 79-86, 10.1111/j.1365-3121.2009.00919.x
- OS7 Silva C.G., Araujo E.F.S., Reis A.T., **Gorini C.**, Vendeville B., Albuquerque N.C. (2010) Megaslides in the Foz do Amazonas Basin-Brazilian equatorial margin, In : *Submarine Mass Movement and Their Consequences*, D.C. Mosher et al. (Ed.), 8, 581-591
- ACL90 Sonnette L., Angelier J., Villemin T., **Bergerat F.** (2010) Faulting and fissuring in active oceanic rift: Surface expression, distribution and tectonic-volcanic interaction in the Thingvellir Fissure Swarm, Iceland, *Journal of Structural Geology*, 32, 4, 407-422, 10.1016/j.jsg.2010.01.003
- DO3 Sosson M., Kaymakci N., Stephenson R., **Bergerat F.**, Starostenko V. (2010) Sedimentary basin tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform: introduction, In : Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, *Geological Society, London, Sp. Publ.*, 261-280 10.1144/SP340.1

- ACL91 Thibault N., Gardin S., **Galbrun B.** (2010) Latitudinal migration of calcareous nannofossil *Micula murus* in the Maastrichtian: Implications for global climate change, *Geology*, 38, 203-206
- ACL92 Westermann S., Föllmi K.B., Adatte T., Matera V., **Schnyder J.**, Fleitmann D., Fiet N., Ploch I., Duchamp-Alphonse S. (2010) The Valanginian delta C-13 excursion may not be an expression of a global oceanic anoxic event, *Earth and Planetary Science Letters*, 290, 1-2, 118-131
- ACL93 Yans J., Gerards T., Gerrienne P., Spagna P., Dejax J., **Schnyder J.**, Storme J.Y., Keppens E. (2010) Carbon-isotope analysis of fossil wood and dispersed organic matter from the terrestrial Wealden facies of Hautrage (Mons Basin, Belgium), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291, 85-105, 10.1016/j.palaeo.2010.01.014

## 2011

- ACL94 André J.-P., Barthet Y., Ferrandini M., Ferrandini J., **Reynaud J.Y.**, Teyssier B. (2011) The Bonifacio formation (Miocene of Corsica): transition from a wave- to tide-dominated coastal system in mixed carbonate-siliciclastic setting, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 182, 3, 221-230, 10.2113/gssgfbull.182.3.221
- ACL95 **Bergerat F.**, **Homberg C.**, Angelier J., Bellou M. (2011) Surface traces of the Minnivellir, Réttarnes and Tjörvafit seismic faults in the South Iceland Seismic Zone: Segmentation, lengths and magnitude of related earthquakes, *Tectonophysics*, 498, 11-26, 10.1016/j.tecto.2010.11.014
- ACL96 **Bergerat F.**, **Collin P.Y.**, **Ganzhorn A.C.**, **Baudin F.**, **Galbrun B.**, Rouget I., **Schnyder J.** (2011) Instability structures, synsedimentary faults and turbidites, witnesses of a Liassic seismotectonic activity in the Dauphiné Zone (French Alps): A case example in the Lower Pliensbachian at Saint-Michel-en-Beaumont, *Journal of Geodynamics*, 51, 344-357, 10.1016/j.jog.2010.10.003
- ACL97 Biscara L., Mulder T., Martinez P., **Baudin F.**, Etcheber H., Jouanneau J.M., Garlan T. (2011) Transport of terrestrial organic matter in the Ogooué deep sea turbidite system (Gabon), *Marine and Petroleum Geology*, 28, 1061-1072, 10.1016/j.marpetgeo.2010.12.002
- ACL98 **Boulila S.**, **Galbrun B.**, Miller K. G., Pekar S. F., Browning J. V., Laskar J., Wright J. D. (2011) On the origin of Cenozoic and Mesozoic "third-order" eustatic sequences, *Earth-Science Reviews*, 109, 94-112, 10.1016/j.earscirev.2011.09.003
- ACL99 Bozcu A., **Baudin F.**, Danelian T., **Vrielynck B.**, Bozcu M., Poisson A. (2011) New evidence for the record of the Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event (OAE2) in the Pamphylian basin (Akdogan Section, Antalya Nappes, SW Turkey): Comparison with surrounding basinal settings, *Cretaceous Research*, 32, 823-832, 10.1016/j.cretres.2011.05.010
- ACL100 Casteleyn L., Robion P., David C., **Collin P.Y.**, Menendez B., Fernandez N., Desaubliaux G., Rigollet C. (2011) An integrated study of the petrophysical properties of carbonates rocks from the "Oolithe Blanche" formation in the Paris Basin, *Tectonophysics*, 503, 1-2, 18-33, 10.1016/j.tecto.2010.09.031
- ACL101 Estrada F., Ercilla G., **Gorini C.**, Alonso B., Vaquez J.T., Garcia-Castellanos D., Juan C., Maldona A., Ammar A., Elabbassi M. (2011) Impact of pulsed Atlantic water inflow into the Alboran Basin at the time of the Zanclean flooding, *Geo-Marine Letters*, 31, 5-6, 361-376, 10.1007/s00367-011-0249-8
- ACL102 Feddi N., Fauquette S., **Suc J.P.** (2011) Histoire plio-pléistocène des écosystèmes végétaux de Méditerranée sud-occidentale : apport de l'analyse pollinique de deux sondages en mer d'Alboran, *Geobios*, 44, 57-69, 10.1016/j.geobios.2010.03.007
- ACL103 François L., Utescher T., Favre E., Henrot A.J., Warnant P., Micheels A., Erdei B., **Suc J.P.**, Cheddadi R., Mosbrugger V. (2011) Modelling Late Miocene vegetation in Europe: Results of the CARAIB model and comparison with the palaeovegetation data, *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 304, 359-378, 10.1016/j.palaeo.2011.01.012
- ACL104 Garcia M., Maillard A., Aslanian D., Rabineau M., Alonso B., **Gorini C.**, Estrada F. (2011) The Catalan margin during the Messinian Salinity Crisis: Physiography, morphology and sedimentary record, *Marine Geology*, 284, 158-174, 10.1016/j.marpetgeo.2011.03.017
- ACL105 Hippolyte J.C., Clauzon G., **Suc J.P.** (2011) Messinian-Zanclean canyons in the Digne nappe (southern Alps): tectonic implications, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 18, 2, 109-131
- ACL106 **Huret E.**, Thiesson J., Tabbagh A., **Galbrun B.**, **Collin P.Y.** (2011) Improvement of cyclostratigraphic studies by processing of high-resolution magnetic susceptibility logging: Example of PEP1002 borehole (Bure, Meuse, France), *Comptes Rendus Géoscience*, 343, 379-386, 10.1016/j.crte.2011.04.002



- ACL107 Husson D., Galbrun B., Laskar J., Hinnov L. A., Thibault N., Gardin S., Locklair R. E. (2011) Astronomical calibration of the Maastrichtian (Late Cretaceous), *Earth and Planetary Science Letters*, 305, 328-340, 10.1016/j.epsl.2011.03.008
- ACL108 Kershaw S., Crasquin S., Forel M.B., Randon C., Collin P.Y., Kosun E., Richoz S., Baud A. (2011) Earliest Triassic microbialites in Çürük Dag, southern Turkey; composition, cyclicity and controls on formation, *Sedimentology*, 58, 3, 739-755, 10.1111/j.1365-3091.2010.01181.x
- ACL109 Le Roy P., Gracia-Garay C., Guennoc P., Bourillet J.-F., Reynaud J.Y., Thimon I., Kervevan P., Paquet F., Menier D., Bulois C. (2011) Cenozoic tectonics of the Western Approaches Channel basins and its control of local drainage systems, *Bull. Soc. Géol. France*, 182, 5, 451-463, 10.2113/gssgfbull.182.5.451
- ACL110 Lofi J., Sage F., Déverchère J., Loncke L., Maillard A., Gaullier V., Thimon I., Gillet H., Guennoc P., Gorini C. (2011) Refining our knowledge of the Messinian salinity crisis records in the offshore domain through multi-site seismic analysis, *Bull. Soc. Géol. France*, 182, 2, 163-180
- ACL111 Migeon S., Cattaneo A., Hassoun V., Larroque C., Corradi N., Fanucci F., Dano A., Mercier De Lépinay F.B., Sage F., Gorini C. (2011) Morphology, distribution and origin of recent submarine landslides of the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): some insights into geohazard assessment, *Marine Geophysical Researches*, 1-19, 10.1007/s11001-011-9123-3
- ACL112 Motavalli-Anbaran S.-H., Zeyen H., Brunet M.F., Ardestani V. E. (2011) Crustal and lithospheric structure of the Alborz Mountains, Iran, and surrounding areas from integrated geophysical modeling, *Tectonics*, 30, TC5012, 1-16, 10.1029/2011TC002934
- ACL113 Navabpour P., Angelier J., Barrier E. (2011) Brittle tectonic reconstruction of palaeo-extension inherited from Mesozoic rifting in West Zagros (Kermanshah, Iran), *Journal of the Geological Society*, 168, 4, 979-994, 10.1144/0016-76492010-108
- ACL114 Riboulleau A., Tribouillard N., Baudin F., Bout-Roumazielles V., Lyons T. W. (2011) Unexpectedly low organic matter content in Cariaco Basin sediments during the Younger Dryas: Origin and implications, *Comptes Rendus Géoscience*, 343, 351-359, 10.1016/j.crte.2011.04.001
- ACL115 Tribouillard N., Bout-Roumazielles V., Riboulleau A., Baudin F., Danelian T., Riquier L. (2011) Transfer of germanium to marine sediments: insights from its accumulation in radiolarites and authigenic capture under reducing conditions. Some examples through geological ages, *Chemical Geology*, 282, 3-4, 120-130, 10.1016/j.chemgeo.2011.01.015
- ACL116 Rigaudier T., Lécuyer C., Gardien V., Suc J.P., Martineau F. (2011) The record of temperature, wind velocity and air humidity in the delta D and delta(18)O of water inclusions in synthetic and Messinian halites, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75, 16, 4637-4652, 10.1016/j.gca.2011.05.034
- ACL117 Suan G., Nikitenko B.L., Rogov M.A., Baudin F., Spangenberg J.E., Knyazev V. G., Glinskikh L.A., Goryacheva A.A., Adatte T., Riding J.B., Föllmi K.B., Pittet B., Mattioli E., Lécuyer C. (2011) Polar record of Early Jurassic massive carbon injection, *Earth and Planetary Science Letters*, 312, 1-2, 102-113, 10.1016/j.epsl.2011.09.050
- ACL118 Suc J.-P., Bellier O., Rubino J.L. (2011) Introduction : Miocene - Pliocene geodynamics and paleogeography in the Mediterranean region : eustasy - tectonics interference, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 182, 2, 69-71, 10.2113/gssgfbull.182.2.69
- ACL119 Suc J.P., Do Couto D., Melinte-Dobrinescu M.C., Macalet R., Quillévéré F., Clauzon G., Csato I., Rubino J.L., Popescu S.M. (2011) The Messinian Salinity Crisis in the Dacic Basin (SW Romania) and early Zanclean Mediterranean-Eastern Paratethys high sea-level connection, *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 310, 3-4, 256-272, 10.1016/j.palaeo.2011.07.018
- ACL120 Tesson M., Labaune C., Gensous B., Suc J.P., Melinte-Dobrinescu M., Parize O., Imbert P., Delhay-Prat V. (2011) Quaternary "compound" incised valley in a microtidal environment, Roussillon continental shelf, western gulf of Lions, France, *Journal of Sedimentary Research*, 81, 708-729, 10.2110/jsr.2011.59
- ACL121 Trocmé V., Albouy E., Callot J.P., Letouzey J., Rolland N., Goodarzi H., Jahani S., (2011) 3D structural modelling of the southern Zagros fold-and-thrust belt diapiric province, *Geological Magazine*, 148 5-6 879-900 10.1017/S0016756811000446
- ACL122 Yans J., Dejax J., Schnyder J., Spagna P., Dupuis C., Gerrienne P. (2011) Stratigraphie des sédiments à faciès Wealdien dans le Bassin de Mons (Belgique), *Bulletin Inf. Géol. Bass. Paris*, 48, 3, 9-13

- ACL122 Zheng Z., Yang S., Deng Y., Huang K., Wei J., Berne S., Suc J.P. (2011) Pollen record of the past 60 ka BP in the Middle Okinawa Trough: Terrestrial provenance and reconstruction of the paleoenvironment, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 307, 285-300, 10.1016/j.palaeo.2011.05.026
- 2012**
- ACL123 Bergerat F., Plateaux R. (2012) Architecture and development of (Pliocene to Holocene) faults and fissures in the East Volcanic Zone of Iceland, *Comptes Rendus Géoscience*, 1-14, 10.1016/j.crte.2011.12.005
- ACL124 Boulila S., Galbrun B., Laskar J., Pälike H. (2012) A ~9 myr cycle in Cenozoic  $\delta^{13}\text{C}$  record and long-term orbital eccentricity modulation: Is there a link?, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 317-318, 273-281 10.1016/j.epsl.2011.11.017
- ACL125 Cecca F., Seyed-Emami K., Schnyder J., Benzaggagh M., Majidifard M. R., Mohammadi Monfared M. (2012) Early Berriasian ammonites from Shal, Talesh region (NW Alborz Mountains, Iran), *Cretaceous Research*, 33, 106-115, 10.1016/j.cretres.2011.09.005
- ACL126 Celerier B., Etchecopar A., Bergerat F., Vergely P., Arthaud F., Laurent P. (2012) Inferring stress from faulting : from early concepts to inverse methods, «Crustal Stresses, Fractures, and Fault Zones : the Legacy of Jacques Angelier», *Tectonophysics, special issue*, 10.1016/j.tecto.2012.02.009, in press
- ACL127 Gardin S., Galbrun B., Thibault N., Coccioni R., Premoli Silva I. (2012) Bio-magnetostratigraphy for the upper Campanian-Maastrichtian from the Gubbio area, Italy: new results from the Contessa Highway and Bottaccione sections, *Newsletters on Stratigraphy*, sous presse
- ACL128 Gardin S., Krystyn L., Richoz S., Bartolini S., Galbrun B. (2012) Where and when the earliest coccolithophores, *Lethaia*, 10.1111/j.1502-3931.2012.00311.x, sous presse
- ACL129 Grundman G., Behar F., Malo M., Baudin F., Lorant F. (2012) Evaluation of hydrocarbon potential of the Paleozoic (Cambrian-Devonian) source rocks of the Gaspé Peninsula, Québec, Canada: Geochemical characterization, expulsion efficiency, and erosion scenario, *AAPG Bulletin*, 96, 4, 729-751, 10.1306/08301110165
- ACL130 Hippolyte J.C., Bergerat F., Gordon M., Bellier O., Espurt N. (2012) Keys and pitfalls in mesoscale fault analysis and paleostress reconstructions, the use of the Angelier's methods. «Crustal Stresses, Fractures, and Fault Zones: the Legacy of Jacques Angelier», *Tectonophysics, Special Issue*, 10.1016/j.tecto.2012.01.012, in press
- ACL131 Husson D., Galbrun B., Thibault N., Gardin S., Huret E., Coccioni R. (2012) Astronomical duration of polarity Chron C31r (Lower Maastrichtian): cyclostratigraphy of ODP Site 762 (Indian Ocean) and the Contessa Highway section (Gubbio, Italy), *Geological Magazine*, 149, 2, 345-351, 10.1017/S0016756811000999
- ACL132 Léonide P., Floquet M., Durlot C., Baudin F., Pittet B., Lécuyer C. (2012) Drowning of a carbonate Platform as a precursor stage of the Early Toarcian global anoxic event (Southern Provence sub-Basin, South-east France), *Sedimentology*, 59, 1, 156-183, 10.1111/j.1365-3091.2010.01221.x
- ACL133 Martinez M., Pellenard P., Deconinck J.F., Monna F., Riquier L., Boulila S., Moiroud M., Company M. (2012) An orbital floating time scale of the Hauterivian/Barremian GSSP from a magnetic susceptibility signal (Rio Argos, Spain), *Cretaceous Research*, 36, 106-115, 10.1016/j.cretres.2012.02.015
- ACL134 Plateaux R., Bergerat F., Béthoux N., Villemain T., Gerbault M. (2012) Implications of fracturing mechanisms and fluid overpressure in the east Iceland rift zone, from earthquakes and fault slip data In : «Crustal Stresses, Fractures, and Fault Zones: the Legacy of Jacques Angelier», *Tectonophysics, Special Issue*, 10.1016/j.tecto.2012.01.013, in press
- ACL135 Roche V., Homberg C., Rocher M. (2012) Architecture and growth of normal fault zones in multilayer systems: A 3D field analysis in the South-Eastern Basin, France, *Journal of Structural Geology*, 37, 19-35, 10.1016/j.jsg.2012.02.005
- ACL136 Shekarifard A., Baudin F., Seyed-Emami K., Schnyder J., Laggoun-Défarce F., Riboulleau A., Brunet M.F., Shahidi A. (2012) Thermal maturity of the Upper Triassic-Middle Jurassic Shemshak Group (Alborz Range, Northern Iran) based on organic petrography, geochemistry and basin modelling: implications for source rock evaluation and petroleum exploration, *Geological Magazine*, 149, 1, 19-38, 10.1017/S0016756811000161
- OS8 Spagna P., Yans J., Schnyder J., Dupuis C. (2012) The paleoenvironment of the Bernissart Iguanodons: sedimentological analysis of the Lower Cretaceous Wealden facies in the Bernissart area. In Bernissart dinosaurs and early Cretaceous terrestrial ecosystems. Pascal Godefroit, ed., Chapter 8. Life of the Past, Indiana University Press, sous presse.



- ACL137 Storme J.Y., Devleeschouwer X., **Schnyder J.**, Cambier G., Baceta J.I., Pujalte V., lacumin P. Yans J. (2012) The Paleocene/Eocene boundary section at Zumaia (Basque Basin) revisited: new insights from high resolution magnetic susceptibility and carbon isotope chemostratigraphy on organic matter ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ), *Terra Nova*, 10.1111/j.1365-3121.2012.01064.x, *sous presse*
- ACL138 Storme J.Y., Dupuis C., **Schnyder J.**, Quesnel F., **Garel S.**, Lakovleva A. I., Lacumin P., Di Matteo A., Sebilo M., Yans J. (2012) Cycles of humid-dry climate conditions around the P/E boundary: new stable isotope data from terrestrial organic matter in Vasterival section (NW France), *Terra Nova*, 24, 2, 114-122, 10.1111/j.1365-3121.2011.01044.x
- ACL139 Suc J. P., Fauquette S. (2012) The use of pollen floras as a tool to estimate palaeoaltitude of mountains: The eastern Pyrenees in the Late Neogene, a case study, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 321-322, 41-54, 10.1016/j.palaeo.2012.01.014
- ACL140 Thibault N., **Husson D.**, Harlou R., Gardin S., **Galbrun B.**, **Huret E.**, Minoletti F. (2012) Chronostratigraphic framework for the upper Campanian-Maastrichtian of the Indian Ocean (Hole 762C): implications for ages of magnetic reversals, calcareous microfossil bio-events, C isotope events and the Campanian/Maastrichtian boundary, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 10.1016/j.palaeo.2012.03.027, in press
- OS9 Yans J., Dejax J., **Schnyder J.** (2012) On the age of the iguanodons of Bernissart (Mons Basin, Belgium). In Bernissart dinosaurs and early Cretaceous terrestrial ecosystems. Pascal Godefroit ed., Chapter 9. Life of the Past, Indiana University Press, *sous presse*
- Auxquelles s'ajoutent les publications inter-équipes suivantes* : ACL292, ACL297, ACL298, ACL305, ACL306, ACL308, ACL309, ACL316, ACL319, ACL323 et ACL325.

## Equipe « Lithosphère, processus profonds » (2009-2012)

### 2009

- ACL141 **Agard P.**, Yamato P., **Jolivet L.**, **Burov E.** (2009) Exhumation of oceanic blueschists and eclogites in subduction zones :Timing and mechanisms, *Earth-Science Reviews*, 92, 2-3, 53-79, 10.1016/j.earscirev.2008.11.002.
- ACL142 **Angiboust S.**, **Agard P.**, **Jolivet L.**, Beysac O. (2009) The Zermatt-Saas ophiolite : the largest (60-km wide) and deepest (c. 70-80 km) continuous slice of oceanic lithosphere detached from a subduction zone ?, *Terra Nova*, 21, 171-180, 10.1111/j.1365-3121.2009.00870.x
- ACL143 **Burov E.**, Cloething S. (2009) Controls of mantle plumes and lithospheric folding on modes of intraplate continental tectonics : difference and similarities, *Geophysical Journal International*, 178, 3, 1691-1722, 10.1111/j.1365.246X.2009.04238.x
- C-ACTN1 Faille F., Nataf F., Willien F., **Wolf S.** (2009) Two local time stepping schemes for parabolic problems, in ESAIM: Proc., 29, 58-72, 10.1051/proc/2009055
- ACL144 Favreau P., **Wolf S.** (2009) Theoretical and numerical stress analysis at edges of interacting faults : application to quasi-static fault propagation modelling, *Geophys. J. Int.*, 1-18, 10.1111/j.1365-246X.2009.04314x
- ACL145 Gabalda S., Beysac O., **Jolivet L.**, **Agard P.**, Chopin C., (2009) Thermal structure of a fossil subduction wedge in the western Alps, *Terra Nova*, 28-34, 10.1111/j.1365-3121.2008.00849.x
- ACL146 Guillot S., Hattori K., **Agard P.**, Schwartz S., Vidal O. (2009) Exhumation Processes in Oceanic Continental Subduction Contexts : A Review, *Frontiers in Earth Sciences*, V, 175-205, 10.1007/978-3-540-87974-9-10
- ACL147 **Huet B.**, **Labrousse L.**, **Jolivet L.** (2009) Thrust or detachment ? Exhumation processes in the Aegean : Insign from a field study on los (Cyclades, Greece), *Tectonics*, 28, TC3007, 1-27 10.1029/2008TC002397
- ACL148 **Labrousse L.**, Elvevold S., Lepvrier C., **Agard P.** (2009) Structural analysis of high-pressure metamorphic rocks of Svalbard : Reconstructing the early stages of the Caledonian orogeny, *Tectonics*, 27, TC5003, 1-22
- ACL149 Monie P., **Agard P.** (2009) Coeval blueschist exhumation along thousands of kilometers: Implications for subduction channel processes, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 10, Q07002, 10.1029/2009GC002428
- ACL150 Vignaroli G., Faccenna C., **Jolivet L.**, Piromallo C., Rossetti F. (2009) Reply to the comment by G. Capponi et al. on "Subduction polarity reversal at the junction between the Western Alps and the Northern Apennines, Italy", by G. Vignaroli et al. (*Tectonophysics*, 2008, 450, 34-50), *Tectonophysics*, 465, 277-231, 10.1016/j.tecto.2008.11.07

## 2010

- ACL151 **Agard P.**, Searle M.P., Ian Alsop G., Dubacq B. (2010) Crustal stacking and expulsion tectonics during continental subduction: P-T deformation constraints from Oman, *Tectonics*, 29, TC5018, 1-19, 10.1029/2010TC002669
- ACL152 **Angiboust S.**, **Agard P.** (2010) Initial water budget: The key to detaching large volumes of eclogitized oceanic crust along the subduction channel?, *Lithos*, 120, 453-474, 10.1016/j.lithos.2010.09.007
- ACL153 **Basuyau C.**, Tiberi C., **Leroy S.**, Stuart G., Al-Lazki A., Al-Toubi K., Ebinger C. (2010) Evidence of partial melting beneath a continental margin: case of Dhofar, in the Northeast Gulf of Aden (Sultanate of Oman), *Geophysical Journal International*, 180, 2, 520-534, 10.1111/j.1365-246X.2009.04438.x
- ACL154 **Bourgeois J.**, (2010) A comment on “Non-steady long-term uplift rates and Pleistocene marine terrace development along the Andean margin of Chile (31 °S) inferred from 10Be dating” by M. Saillard, S.R. Hall, L. Audin, D.L. Farber, G. Hérail, J. Martinod, V. Regard, R.C. Finkel. F. Bondoux [Earth Planet. Sci. Lett. 277 (2009) 50-63], *Earth and Planetary Science Letters*, 296, 502-505, 10.1016/j.epsl.2010.05.018
- ACL155 **Burov E.** (2010) The equivalent elastic thickness ( $T_e$ ), seismicity and the long-term rheology of continental lithosphere: Time to burn-out “crème brûlée”? Insights from large-scale geodynamic modeling, *Tectonophysics*, 484, 4-26, 10.1016/j.tecto.2009.06.013
- ACL156 **Burov E.**, Cloething S. (2010) Plume-like upper mantle instabilities drive subduction initiation, *Geophysical Research Letters*, 37, L03309, 1-6, 10.1029/2009GL041535
- ACL157 **d’Acremont E.**, **Leroy S.**, Maia M., Gente P., **Autin J.** (2010) Volcanism, jump and propagation on the Sheba ridge, eastern Gulf of Aden: segmentation evolution and implications for oceanic accretion processes, *Geophysical Journal International*, 180, 2, 535-551, 10.1111/j.1365-246X.2009.04448.x
- ACL158 German C.R., Bowen A., Coleman M.L., Honig D.L., Huber J.A., Jakuba M.V., Kinsey J.C., Kurz M.D., **Leroy S.**, Mcdermott J.M., Mercier De Lépinay B., Nakamura K., Seewald J.S., Smith J.L., Sylva S.P., Van Dover C.L., Whitcomb L.L., Yoerger D.R. (2010) Diverse styles of submarine venting on the ultra-slow spreading Mid-Cayman Rise, *Proc. National Academy of Sciences of the USA*, 107, 32, 14020-14025 10.1073/pnas.1009205107
- ACL159 **Jolivet L.**, Brun J.P. (2010) Cenozoic geodynamic evolution of the Aegean, *International Journal of Earth Sciences*, 99, 1, 109-138, 10.1007/s00531-008-0366-4
- ACL160 **Jolivet L.**, Trotet F., Monié P., Vidal O., Goffé B., **Labrousse L.**, **Agard P.**, Ghorbal B., (2010) Along-strike variations of P-T conditions in accretionary wedges and syn-orogenic extension, the HP-LT Phyllite-Quartzite Nappe in Crete and the Peloponnese, *Tectonophysics*, 480, 1-4, 133-148, 10.1016/j.tecto.2009.10.002
- ACL161 **Khanbari K.**, **Huchon P.** (2010) Paleostress analysis of the volcanic margins of Yemen, *Arabian Journal of Geosciences*, 3, 529-538, 10.1007/s12517-010-0164-8
- ACL161 **Labrousse L.**, Hetényi G., **Raimbourg H.**, **Jolivet L.**, Andersen T.B. (2010) Initiation of crustal-scale thrusts triggered by metamorphic reactions at depth: Insights from a comparison between the Himalayas and Scandinavian Caledonides, *Tectonics*, 29, TC5002, 1-14, 10.1029/2009TC002602
- ACL162 **Leroy S.**, **d’Acremont E.**, Tiberi C., **Basuyau C.**, **Autin J.**, Lucazeau, F. (2010) Recent off-axis volcanism in the eastern Gulf of Aden: implications for plume-ridge interaction, *Earth Planet. Sci. Lett.* 293, 140-153.

## 2011

- ACL163 **Agard P.**, Augier R., Monié P. (2011) Shear band formation and strain localization on a regional scale: Evidence from anisotropic rocks below a major detachment (Betic Cordilleras, Spain), *Journal of Structural Geology*, 33, 114-131, 10.1016/j.jsg.2010.11.011
- ACL164 **Angiboust S.**, **Agard P.**, **Raimbourg H.**, Yamato P., **Huet B.** (2011) Subduction interface processes recorded by eclogite-facies shear zones (Monviso, W. Alps), *Lithos*, 127, 1-2, 222-238, 10.1016/j.lithos.2011.09.004
- ACL165 **Angiboust S.**, Langdon R., **Agard P.**, Waters D., Chopin C. (2011) Multi-approach thermobarometry for eclogitization of the Monviso (W. Alps) and implications on subduction dynamics, *Journal of Metamorphic Geology*, doi: 10.1111/j.1525-1314.2011.00951.x
- ACL166 Bandy W., Michaud F., Mortera-Gutiérrez C., Dymant J., **Bourgeois J.**, Royer J.Y., Calmus T., Sosson M., Ortega-Ramirez J. (2011) The Mid-Rivera-Transform Discordance: Morphology and Tectonic Development, *Pure and Applied Geophysics*, 168, 8-9, 1391-1413, 10.1007/s00024-010-0208-8
- ACL167 **Basuyau C.**, Tiberi C. (2011) Imaging lithospheric interfaces and 3D structures using receiver functions, gravity, and tomography in a common inversion scheme, *Computers and Geosciences*, 37, 9, 1381-1390, 10.1016/j.cageo.2010.11.017

- OS10 Beaux J.F., Fogelsang J.F., **Agard P.**, Boutin V. (2011) Atlas de Géologie-Pétrologie, Dunod, Coll.J'intègre, 176 p.
- ACL168 **Bourgeois J.**, Bourles D., Braucher R. (2011) Reply to comment by K. Pedoja et al. on "Tectonic record of strain buildup and abrupt coseismic stress release across the northwestern Peru coastal plain, shelf, and continental slope during the past 200 kyr", *Journal of Geophysical Research*, 116, B09402, 1-6, 10.1029/2011JB008582
- ACL169 **Burov E.** (2011) Rheology and strength of the lithosphere, *Marine and Petroleum Geology*, 28, 8, 1402-1443, 10.1016/j.marpetgeo.2011.05.008
- OS11 **Burov, E.** (2011) Lithosphere, mechanical properties, in: H. Gupta, Ed., Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, Springer, p. 693-701.
- ACL170 Cloetingh S., **Burov E.** (2011) Lithospheric folding and sedimentary basin evolution: a review and analysis of formation mechanisms, *Basin Research*, 23, 3, 257-290, 10.1111/j.1365-2117.2010.00490.x
- ACL171 Daoud A. M., Le Gall B., Maury R.C., Rolet J., **Huchon P.**, Guillou H. (2011) Young rift kinematics in the Tadjoura rift, western Gulf of Aden, Republic of Djibouti, *Tectonics*, 30, TC1002, 10.1029/2009TC002614
- ACL172 Guillou-Frottier L., **Burov E.**, Cloetingh S., Le Goff E., Deschamps Y., **Huet B.**, Bouchot V. (2011) Plume-induced dynamic instabilities near cratonic blocks: implications for P-T-t paths and metallogeny, *Global and Planetary Change*, 1-14, 10.1016/j.gloplacha.2011.10.007
- ACL173 Hayman N., Grindlay N., Perfit M., Mann P., **Leroy S.**, Mercier De Lépinay B. (2011) Oceanic core complex development at the ultraslow spreading Mid-Cayman Spreading Center, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 12, Q0AG02, 1-21, 10.1029/2010GC003240
- ACL174 **Huet B.**, **Le Pourhiet L.**, **Labrousse L.**, **Burov E.**, Jolivet L. (2011) Formation of metamorphic core complex in inherited wedges: A thermomechanical modelling study, *Earth and Planetary Science Letters*, 309, 3-4, 249-257, 10.1016/j.epsl.2011.07.004
- ACL175 **Huet B.**, **Le Pourhiet L.**, **Labrousse L.**, **Burov E.**, Jolivet L. (2011) Post-orogenic extension and metamorphic core complexes in a heterogeneous crust: the role of crustal layering inherited from collision. Application to the Cyclades (Aegean domain), *Geophys. J. Intern.*, 184, 611-625, 10.1111/j.1365-246X.2010.04849.x
- ACL176 **Lepvrier C.**, Faure M., Nguyen V., Van Vu T., Lin W., Ta Trong T., Ta Hoa P. (2011) North-directed Triassic nappes in Northeastern Vietnam (East Bac Bo), *Journal of Asian Earth Sciences*, 41, 1 56-68, 10.1016/j.jseaes.2011.01.002
- ACL177 Tesauro, M., **Burov, E.**, Kaban, M., Cloetingh, S. (2011) Ductile crustal flow in Europe's lithosphere, *Earth and Planetary Science Letters*, 312, 1-2, 254-265.
- ACL178 **Verlaguet A.**, Goffé B., Brunet F., Poinssot C., Vidal O., Findling N., Menut D. (2011) Metamorphic veining and mass transfer in a chemically-closed system: a case study in Alpine metabauxite (Western Alps), *Journal of Metamorphic Geology*, 29, 275-300, 10.1111/j.1525-1314.2010.00918.x
- ACL179 Watremez L., **Leroy S.**, **Rouzo S.**, **D'Acremont E.**, Unternehr P., Ebinger C., Lucazeau F., Al-Lazki A. (2011) The crustal structure of the north-eastern Gulf of Aden continental margin: insights from wide-angle seismic data, *Geophysical Journal International*, 184, 2, 575-594, 10.1111/j.1365-246X.2010.04881.x
- 2012**
- ACLN20 Al Lazki A, Ebinger C, Kendall M, Hellfrich G, **Leroy S**, Tiberi C, Stuart G, Al-Toubi K. (2012) Upper mantle anisotropy of southeast Arabia passive margin (Gulf of Aden northern conjugate margin), Oman. *Arab. J. Geosciences*. DOI 10.1007/s12517-011-0477-2
- ACL180 **Angiboust S.**, **Agard P.**, Yamato P., Raimbourg H. (2012) Eclogite breccias in a subducted ophiolite: a record of intermediate-depth earthquakes? *Geology* (sous presse)
- OS12 Bosworth W., **Huchon P.**, McClay K. (2012) The Red Sea and Gulf of Aden basins, In : D.G. Roberts & A.W. Bally, Eds, "Regional Geology and Tectonics : Phanerozoic Passive Margins, Cratonic Basins and Global Tectonic Maps", 1A, 63-139, 10.1016/B978-0-444-56357-6.00003-2
- ACLN21 Denèle Y., **Leroy S.**, Pelleter E., Pik R., Talbot J-Y, Khanbari K. (2012) The Cryogenian juvenile arc formation and successive high-K calc-alkaline plutons intrusion of Socotra Island (Yemen). *Arab. J. Geosciences*. DOI 10.1007/s12517-011-0476-3
- ACL181 Plunder A., **Agard P.**, Dubacq B., Chopin C., Bellanger M. (2012) How continuous and precise is the record of P-T paths? Insights from combined thermobarometry and thermodynamic modelling into subduction dynamics (Schistes Lustre's, W. Alps), *J. Metamorphic Geology*, 30, 2, 323-346, 10.1111/j.1525-1314.2011.00969.x

- ACL182 Roger F., Maluski H., Lepvrier C., Vu Van T., Paquette J.L. (2012) LA-ICPMS zircons U/Pb dating of Permo-Triassic and Cretaceous magmatism in Northern Vietnam - Geodynamical implications, *Journal of Asian Earth Sciences*, 48, 72-82, 10.1016/j.jseaes.2011.12.012
- ACL183 Rosenberg, C.L., Garcia, S. (2012) Reply to the comment of Fügenschuh et al. on the paper 'Estimating displacement along the Brenner Fault and orogen-parallel extension in the Eastern Alps' by Rosenberg and Garcia, *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* (2011) 100:1129-1145. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, DOI 10.1007/s00531-011-0726-3
- ACL184 Saleeby, J., L. Le Pourhiet, Z. Saleeby, Gurnis, M. (2012) Epeirogenic transients related to mantle lithosphere removal in the southern Sierra Nevada region, California, Part I: Implications of thermo-mechanical modeling, *Geosphere*, in press .
- Auxquelles s'ajoutent les publications inter-équipes suivantes : ACL291, ACL293, ACL294, ACL295, ACL296, ACL297, ACL299, ACL300, ACL301, ACL302, ACL303, ACL304, ACL305, ACL306, ACL310, ACL311, ACL312, ACL313, ACL315, ACL318, ACL321, ACL322, ACLN23 et ACL324.

## Equipe « Magma, minéraux matériaux » (2009-2012)

### 2009

- ACL185 D'Arco P., Noël Y., Demichelis R., Dovesi R. (2009) Single-layered chrysotile nanotubes: A quantum mechanical *ab initio* simulation, *Journal of Chemical Physics*, 131, 20, 7p.
- OS13 Lejeune A.-M., B. E. Hill, A. W. Woods, R. S. J. Sparks and C. B. Connor [2009] Intrusion dynamics for volatile-poor basaltic magma into subsurface nuclear installations, in 'Volcanic and Tectonic Hazard Assessment for Nuclear Facilities', p. 429-451, Cambridge University Press ISBN 978-0-521-88797-7, DOI 10.1017/CBO9780511635380.019
- ACL186 Noel Y., Demichelis R., Pascale F., Ugliengo P., Orlando R., Dovesi R. (2009) *Ab initio* quantum mechanical study of gamma- $\text{AlOOH}$  boehmite: structure and vibrational spectrum, *Phys. Chem. Minerals*, 36, 47-59
- ACL187 Ottonello G., Civalleri B., Ganguly J., Vetuschi Zuccolini M., Noel Y. (2009) Thermophysical properties of the a-b-g polymorphs of  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  : a computational study», *Phys. Chem. Minerals*, 36, 2, 87-106, 10.1007/s00269-008-0260-4
- ACL188 Pascal M.L., Di Muro A., Fonteilles M., Principe C. (2009) Zirconolite and calzirtite in banded forsterite-spinel-calcite skarn ejecta from the 1631 eruption of Vesuvius : inferences for magma-wallrock interactions, *Mineralogical Magazine*, 73, 2, 333-356, 10.1180/minmag.2009.073.20333
- ACL189 Principe M., Noel Y., Bruno M., Dovesi R. (2009) The vibrational spectrum of lizardite-1T  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  at the F point : A contribution from an *ab initio* periodic B3LYP calculation, *American Mineralogist*, 94, 986-994, 10.2138/am.2009.3127
- ACL190 Meyer A., D'Arco Ph., Orlando R., et al. (2009) Andradite-Uvarovite solid solutions. An *ab initio* all-electron Quantum mechanical simulation with the CRYSTAL06 code. *Journal of physical chemistry C*, 113, 14507-14511

### 2010

- ACL191 Blancher S., D'Arco P., Fonteilles M., Pascal M.L. (2010) Evolution of nepheline from mafic to highly differentiated members of the alkaline series: the Messum complex, Namibia, *Mineralogical Magazine*, 74, 3, 415-432, 10.1180/minmag.2010.074.3.415
- ACL192 Demichelis R. Civalleri B., D'Arco Ph. et al., (2010) Performance of 12 DFT functionals in the study of Crystal Systems :  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  orthosilicates and Al hydroxides as a case study. *International journal of Quantum chemistry*, 110, 2260-2273.
- ACL193 Demichelis R., Noel Y., D'Arco P., Maschio L., Orlando R., Dovesi R. (2010) Structure and energetics of imogolite: a quantum mechanical *ab initio* study with B3LYP hybrid functional, *Journal of Materials Chemistry*, 20, 10417-10425
- ACL194 Noel Y., D'Arco P., Demichelis R., Zicovich-Wilson C., Dovesi R. (2010) On the Use of Symmetry in the *Ab Initio* Quantum Mechanical Simulation of Nanotubes and Related Materials, *Journal of Computational Chemistry*, 31, 4, 855-862, 10.1002/jcc.21370
- ACL195 Szieberth D., Ferrari A., Noel Y., Ferrabone M., (2010) *Ab initio* modeling of  $\text{TiO}_2$  nanotubes, *Nanoscale*, 2, 81-89

## 2011

- ACL196 Demichelis R., Noel Y., D'Arco P., Rérat M., Zicovich-Wilson C., Dovesi R. (2011) Properties of Carbon Nanotubes: An ab Initio Study Using Large Gaussian Basis Sets and Various DFT Functionals, *Journal of Physical Chemistry C*, 115, 18, 8876-8885, 10.1021/jp110704x
- ACL197 Demichelis R., Noel Y., Ugliengo P., Zicovich-Wilson C., Dovesi R. (2011) Physico-Chemical Features of Aluminum Hydroxides As Modeled with the Hybrid B3LYP Functional and Localized Basis Functions, *Journal of Physical Chemistry C*, 115, 27, 13107-13134, 10.1021/jp200523x
- ACL198 Ferrari A.M., Szieberth D., Noel Y. (2011) DFT modeling of anatase nanotubes, *Journal of Materials Chemistry*, 21, 12, 4568-4580, 10.1039/c0jm03257c
- ACL199 Fialin M., Wagner C., Pascal M.L. (2011) Iron speciation using electron microprobe techniques: application to glassy melt pockets within a spinel lherzolite xenolith, *Mineralogical Magazine*, 75, 2, 347-362, 10.1180/minmag.2011.075.2.347
- ACL200 Szieberth, D., Ferrari, A-M., D'Arco, Ph., Orlando, R. (2011) Ab initio modeling of trititanate nanotubes, *Nanoscale*, 3, 1113-1119.

## 2012

- ACL201 Orberger B., Wagner C., Wirth R., Quirico E., Gallien J.P., Derré C., Montagnac G., Noret A., Mudlappa J., Massault M., Rouchon V. (2012) Origin of iron. Oxide sphérules in the banded iron formation of the Bababudan Group, Dharar Craton, Southern India, *Journal of Asian Earth Science*, 10.1016/j.jseaes.2012.02.0008, *in press*
- ACL202 Demichelis, R., Suto, H., Noel, Y., Sogawa, H., Naoi, T., Koike, C., Chihara, H., Shimobayashi, N., Ferrabone, M., Dovesi, R. (2012) The infrared spectrum of ortho-enstatite from reflectance experiments and first-principle simulations. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 420, 147-154.
- ACL203 Noel, Y., De la Pierre, M., Maschio, L., Rerat, M., Zicovich-Wilson, C. M., Dovesi, R. (2012) Electronic structure, dielectric properties and infrared vibrational spectrum of fayalite: An ab initio simulation with an all-electron Gaussian basis set and the B3LYP functional. *Intern. Journ. Quantum Chemistry*, 112, 9, 2098-2108
- ACL204 Fialin M, Wagner C. (2012) Redox kinetics of iron in alkali silicate glasses exposed to ionizing beams: Examples with the electron microprobe, *Journal of Non-Crystalline Solids*, doi:10.1016/j.jnoncrsol.2012.04.026, *in press*
- AP1 Raddi Y., Derré C., Lécalle M., Michard A., Baidder L. et Tahiri M. (2012) : Carte géologique du Maroc à 1/50 000, feuille Bou Adil. *Notes et Mémoires, Service géologique du Maroc*, n° 577.
- AP2 Raddi Y., Derré C., Lécalle M., Michard A., Baidder L. et Tahiri M. (2012) : Notice explicative de la carte géologique du Maroc à 1/50 000, feuille Bou Adil. *Notes et Mémoires, Service géologique du Maroc*, n° 577bis. (70p. et annexes)

Auxquelles s'ajoute la publication inter-équipes suivante : ACL314

## Equipe « Pétrologie, géochimie, minéralogie » (2009-2012)

## 2009

- ACL205 Baker D.R. and Balcone-Boissard H. (2009) Halogen diffusion in magmatic systems. In D. Baker, A. Aiuppa and J. Webster (Ed.), Halogens in Volcanic Systems and Their Environmental Impacts, *Chemical Geology*, Vol. 263, 82-89.
- ACL206 Balcone-Boissard H., Michel A., Villemant B. (2009) Simultaneous determination of Fluorine, Chlorine, Bromine and Iodine in six Geochemical Reference Materials Using Pyrohydrolysis, Ion Chromatography and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, *Geostandards and Geoanalytical Research*, 33, 4, 477-485
- ACL207 Balcone-Boissard H., Baker D.R., Villemant B., Boudon G. (2009) F and Cl diffusion in phonolitic melts: Influence of the Na/K ratio, *Chemical Geology*, 263, 89-98.
- ACL208 Boudon G., Komorowski J.-C., Villemant B, Semet M.P. (2009) A new scenario for the last magmatic eruption of La Soufrière de Guadeloupe (Lesser Antilles) in 1530 A.D.: evidence from stratigraphy, radiocarbon dating and magmatic evolution of erupted products. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 178,3, 474-490. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2008.03.006
- ACL209 Catinon M., Ayrault S., Clocchiatti R., Boudouma O., Asta J., Tissot M., Ravel P. (2009) The anthropogenic atmospheric elements fraction: A new interpretation of elemental deposits on tree barks, *Atmospheric Environment*, 43, 1124-1130.



- ACL210 Catinon M, Ayrault S, **Boudouma O**, Asta J, Tissut M, Ravanel P. (2009) The inclusion of atmospheric particles into the bark suber of ash trees. *Chemosphere*, October 19
- ACL211 Goncharov A.F., **Sanloup C.**, Goldman N., Crowhurst J.C., Bastea S.H., Fried W.M., Guignot E., Mezouar M., Meng Y. (2009) Dissociative melting of ice VII at high pressure», *Journal of Chemical Physics*, 130, 124514
- OS14 **Jambon, A.** et Thomas, A. (2009) *Géochimie : Géodynamique et Cycles*. Dunod 406 p.
- ACL212 Marty B. and the KRONOS consortium (2009) (dont **Jambon A.**) Kronos : exploring the depths of Saturn with probes and remote sensing through an international mission. *Exp. Astron.* 23, 947-976.
- ACL213 **Villemant B.**, Salaun A., Staudacher T. (2009) Evidence for a homogeneous primary magma at Piton de la Fournaise (La Réunion) : a geochemical study of matrix glass, melt inclusions and Pele's hairs of the 1998-2008 eruptive activity, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 184, 1-2, 79-92, 10.1016/j.jvolgeores.2009.03.015
- ACL214 **Villemant, B.**, Mouatt J., Michel A. (2009) Andesitic Magma Degassing Investigated Through H<sub>2</sub>O Vapour-Melt Partitioning of Halogens at Soufrière Hills Volcano, Montserrat (Lesser Antilles) *Earth Planet. Sci. Lett.*, 269,1-2, 212-229.doi:10.1016/j.epsl.2008.02.014.

## 2010

- ACL215 **Balcone-Boissard H.**, **Villemant B.**, Boudon G. (2010) Behavior of halogens during the degassing of felsic magmas, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 11, Q09005, 10.1029/2010GC003028
- ACL216 Caillet Komorowski C., Miyahara A., El Goresy M., **Boudouma O.**, Humayun M. (2010) HgS, Hg-METAL, Cu<sub>2</sub>S and Native Cu in Opaque Assemblages in a Primitive H3 Chondrite : Novel constraints for early solar system condensation and accretion episodes, *Meteoritics and Planetary Science*, 45, A28-A28
- ACL217 Chassefiere, E., et al. (dont **Jambon A.**) (2010) PHEBUS : A double ultraviolet spectrometer to observe Mercury's exosphere. *Planet. Sp. Sci.* 58, 201-223.
- ACL218 Chennaoui-Aoudjehane H., Larouci N., **Jambon A.** (2010) A classification table for Achondrites, *Meteoritics & Planetary Science*, 45, A3-A34
- ACL219 Javoy M., Kaminski E., Guyot F., Andrault D., **Sanloup C.**, Moreira M., Labrosse S., **Jambon A.**, Agrinier P., Davaille A., Jaupart C. (2010) The chemical composition of the Earth: Enstatite chondrite models, *Earth and Planetary Science Letters*, 293, 259-268, 10.1016/j.epsl.2010.02.033
- ACL220 Komorowski C.C., Miyahara M., El Goresy A., **Boudouma O.**, Humayun M. (2010) HgS, Hg Metal, CU<sub>2</sub>S and native Cu in opaque assemblages in a primitive H3 Chondrite : novel constraints for early solar system condensation and accretion episodes, *Meteoritics & Planetary Science*, 45, A28-A28
- ACL221 Le Guillou C., Rouzaud J.N., Remuzat L., **Jambon A.**, Bourot-Denise M. (2010) Structural Study of Carbon in ureilite Northwest Africa 4742 compared with laboratory shocked, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 74, 4167-4185
- ACL222 Salaün A., **Villemant B.**, Semet M.P., Staudacher T. (2010) Cannibalism of olivine-rich cumulate xenoliths during the 1998 eruption of Piton de la Fournaise (La Réunion hotspot): Implications for the generation of magma diversity, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 198, 187-204
- ACL223 Van Kan Parker M., **Sanloup C.**, Tronche E.J., Perrillat J.P., Mezouar M., Rai N., Van Westrenen W. (2010) Calibration of a diamond capsule cell assembly for in situ determination of liquid properties in the Paris-Edinburgh press, *High Pressure Research*, 30, 2, 332-341, 10.1080/08957959.2010.484283
- ACL224 Villeneuve M., Martin R., Bellon H., Réhault J.P., Cornée J.J., Bellier O., Burhannuddin S., Hirschberger F., **Honthaas C.**, Monnier C. (2010) Deciphering of six blocks of Gondwanan origin within Eastern Indonesia (South East Asia), *Gondwana Research*, 18, 2-3, 420-437, 10.1016/j.gr.2009.12.011

## 2011

- ACL225 Aoudjehane H., **Jambon A.**, Larouci N., Gako H. (2011) A new meteorite fin in Bou Azarif, Alnif Area (South Morocco), *Meteoritics & Planetary Science*, 46, A44-A44
- ACL226 **Balcone-Boissard H.**, Boudon G., **Villemant B.** (2011) Textural and geochemical constraints on eruptive style of the 79AD eruption at Vesuvius, *Bulletin of Volcanology*, 73, 3, 279-294, 10.1007/s00445-010-0409-0
- ACL227 Boichu M., **Villemant B.**, Boudon G. (2011) Degassing at La Soufrière de Guadeloupe volcano (Lesser Antilles) since the last eruptive crisis in 1975-77: Result of a shallow magma intrusion?, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 203, 102-112, 10.1016/j.jvolgeores.2011.04.007



- ACL228 Catinon M., Ayrault S., Spadini L., **Boudouma O.**, Asta J., Tissut M., Ravel P. (2011) Tree bark sub-included particles: A long-term accumulation site for elements of atmospheric origin, *Atmospheric Environment*, 45, 1102-1109, 10.1016/j.atmosenv.2010.11.038
- ACL229 Komorowski C.C., **Boudouma O.**, Reynard B., Van De Moortèle B., El Goresy A. (2011) Insights on the thermal history of the paris cm chondrite based on the phase relations of its opaque assemblages, *Meteoritics & Planetary Science*, 46, A35-A35
- ACL230 Laroussi A., **Jambon A.**, **Boudouma O.**, Chennaoui H. (2011) Silica speciation: coupling sem raman and cathodoluminescence, *Meteoritics & Planetary Science*, 46, A134-A134
- ACL231 **Martin E.**, Bindeman J., Grove T.L. (2011) The origin of high-Mg magmas in Mt Shasta and Medicine Lake volcanoes, Cascade Arc (California): higher and lower than mantle oxygen isotope signatures attributed to current and past subduction, *Contrib. Mineralogy and Petrology*, 162, 5, 945-960, 10.1007/s00410-011-0633-4
- ACL232 **Martin E.**, Paquette J.L., Bosse V., Ruffet G., Tiepolo M., Sigmarsson O. (2011) Geodynamics of rift-plume interaction in Iceland as constrained by new  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and in situ U-Pb zircon ages, *Earth and Planetary Science Letters*, 311, 28-38, 10.1016/j.epsl.2011.08.036
- PV1 Pelé P.M. and A. **Jambon** (2011) The Draveil Chondrite, a new french Hammer. *Meteorite Magazine* 17, 39-40.
- ACL233 Salaün A., **Villemant B.**, Gérard M., Komorowski J.C., Michel A. (2011) Hydrothermal alteration in andesitic volcanoes: Trace element redistribution in active and ancient hydrothermal systems of Guadeloupe (Lesser Antilles), *Journal of Geochemical Exploration*, 111, 59-83, 10.1016/j.gexplo.2011.06.004
- ACL234 **Sanloup C.**, Schmidt B.C., Gudfinnsson G. H., Dewaele A., Mezouar M. (2011) Xenon and Argon: A contrasting behavior in olivine at depth, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 75, 6271-6284, 10.1016/j.gca.2011.08.023
- ACL235 **Sanloup C.**, Van Westrenen W., Dasgupta R., Maynard-Casely H., Perrillat J.P. (2011) Compressibility change in iron-rich melt and implications for core formation models, *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 306, 118-122, 10.1016/j.epsl.2011.03.039

## 2012

- ACL236 **Balcone-Boissard H.**, G. Boudon, G. Ucciani, B. **Villemant**, R. Cioni R, L. Civetta, G. Orsi (2012). Magma degassing and eruption dynamics of the Avellino Pumice Plinian eruption of Somma-Vesuvius (Italy). Comparison with the Pompeii eruption. *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 331-332, 257-268, doi: 10.1016/j.epsl.2012.03.011
- ACL237 Bindeman I., Gurenko A., Carley T., Miller C., **Martin E.**, Sigmarsson O. (2012) Silicic magma petrogenesis in Iceland by remelting of hydrothermally altered crust based on oxygen isotope diversity and disequilibria between zircon and magma with implications for MORB. *Terra Nova*. doi: 10.1111/j.1365-3121.2012.01058.x
- ACL238 **Caron B.**, Siani G., Sulpizio R., Zanchetta G., Paterne M., Santacroce R. (2012) Late Pleistocene-Holocene tephrostratigraphical record from Ionian Sea: insight for activity of Italian volcanoes. *Marine Geology*, 311-314, 41-51.
- ACL239 Catinon M, Ayrault S, **Boudouma O**, Asta J, Tissut M, Ravel (2012) Atmospheric element deposit on tree barks: The opposite effects of rain and Transpiration - *Ecological Indicators* 14 - 170-177
- PV2 Chennaoui-Aoudjehane H. et A. **Jambon** (2012) Tis sint : la chute d'une météorite martienne au Maroc en 2011. in Les météorites différenciées. A. Jambon et B. Zanda eds. *Les cahiers du Règne Minéral* 18-19.
- PV3 **Jambon A.** (2012) Les météorites lunaires. in Les météorites différenciées. A. Jambon et B. Zanda eds. *Les cahiers du Règne Minéral* 52-55.
- PV4 **Jambon A.** (2012) Les groupes rares. in Les météorites différenciées. A. Jambon et B. Zanda eds. *Les cahiers du Règne Minéral*. 61-64.
- ACL240 Nuriel P., Rosenbaum G., Zhao J.X., Feng Y., Golding S.D., **Villemant B.**, Weinberger R. (2012) U-Th dating of striated fault planes, *Geology*, G32970, 1-4, 10.1130/G32970.1
- ACL241 **Réhault, P.P. Honthaas, C., Guennoc, P., Bellon, H., Ruffet, G., Cotten, J., Sosson, M., Maury R.C.** (2012) Offshore Oligo-Miocene volcanic fields within the Corsica-Liguria Basin: magmatic diversity and slab evolution in the western Mediterranean Sea. *Journal of Geodynamics* (2010) doi:10.1016/j.jog.2012.02.003, in press.
- ACL242 Sanloup, C. (2012) High-pressure experimental geosciences: state of the art and prospects, *Bull. Soc. Géol. France*, 183, 173-185.
- ACL243 Turner S., Caulfield J., Turner M., Van Keken P., Maury R. C., Sandiford M., **Prouteau G.** (2012) Recent contribution of sediments and fluids to the mantle's volatile budget, *Nature geoscience*, 5, 50-54, 10.1038/ngeo1325

- ACL244 Van Kan Parker M., **Sanloup C.**, Sator N., Guillot B., Tronche E. J., Perrillat J.P., Mezouar M., Rai N., Van Westrenen W. (2012) Neutral buoyancy of titanium-rich melts in the deep lunar interior, *Nature Geosciences*, 5, 186-189, 10.1038/NGEO1402
- PV5 Zanda B. et A. **Jambon** (2012) Les météorites différenciées in Les météorites différenciées. A. Jambon et B. Zanda eds. *Les cahiers du Règne Minéral*, 5-8.
- PV6 Zanda B. et A. **Jambon** (2012) La classification des météorites différenciées. in Les météorites différenciées. A. Jambon et B. Zanda eds. *Les cahiers du Règne Minéral*, 79-80.
- Auxquelles s'ajoutent les publications inter-équipes suivantes : ACL293, ACL312 et ACL314*

## Equipe « Systèmes fracturés, sismotectonique » (2009-2012)

### 2009

- ACL245 Albaric J., Déverchère J., **Petit C.**, Perrot J., Le Gall B. (2009) Crustal rheology and depth distribution of earthquakes: Insights from the central and southern East African Rift System, *Tectonophysics*, 468, 1-4, 28-41, 10.1016/j.tecto.2008.05.021
- ACL246 **De Boisgrollier T.**, **Petit C.**, **Fournier M.**, Leturmy P., Ringenbach J.C., San'Kov A. V., Anasimova A.S., Kovalenko N.S. (2009) Palaeozoic orogeneses around the Siberian craton: Structure and evolution of the Patom belt and foredeep, *Tectonics*, 28, TC1005, 10.1029/2007TC002210
- ACL247 Jolivet, M., T. de Boisgrollier, C. **Petit**, M. **Fournier**, V. A. San'kov, J.-C. Ringenbach, L. Byzov, A. I. Miroshnichenko, S. N. Kovalenko, and S. V. Anisimova (2009), How old is the Baikal Rift Zone? Insight from apatite fission track thermochronology, *Tectonics*, 28, TC3008, doi:10.1029/2008TC002404.
- ACL248 **Lacombe O.**, Malandain J., Vilasi N., **Amrouch K.**, Roure F., (2009) From paleostresses to paleoburial in fold-thrust belts : Preliminary results from calcite twin analysis in the Outer Albanides, *Tectonophysics*, 475, 128-141
- ACL249 **Le Dortz K.**, **Meyer B.**, Braucher R., **Sébrier M.**, Nazari H., Fattahi M., Benedetti L., Foroutan M., Siame L., Bourlès D., Talebian M., Bateman M.D., Ghorashi M. (2009) Holocene right-slip rate determined by cosmogenic and OSL dating on the Anar fault, Central Iran, *Geophysical Journal International*, 179, 700-710, 10.1111/j.1365-246X.2009.04309.x
- ACL250 **Loget N.** and Van Den Driessche J., (2009), Wave train model for knickpoint migration. *Geomorphology*, 106, 376-382.
- ACL251 **Mouthereau F.**, Fillon C.F., Ma K.F. (2009) Distribution of strain rates in the Taiwan orogenic wedge, *Earth and Planetary Science Letters*, 284, 361-385, 10.1016/j.epsl.2009.05.005
- ACL252 Nazari H., Fattahi M., **Meyer B.**, **Sébrier M.**, Talebian M., **Foroutan M.**, **Le Dortz K.**, Bateman M.D., Ghorashi M. (2009) First evidence for large earthquakes on the Deshir Fault, Central Iran Plateau, *Terra Nova*, 21(6) 417-426, 10.1111/j.1365-3121.2009.00892.x
- ACL253 **Petit C.**, **Meyer B.**, Gunnell Y., Jolivet M., San'Kov A. V., **Strak V.**, Gonga-Saholiariliva N. (2009) Height of faceted spurs, a proxy for determining long-term throw rates on normal faults: Evidence from the North Baikal Rift System, Siberia, *Tectonics*, 28, TC6010, 10.1029/2009TC002555
- ACL254 **Petit C.**, Gunnell Y., Gonga-Saholiariliva N., **Meyer B.**, Seguinot J. (2009) Faceted spurs at normal fault scarps : Insights from numerical modeling, *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, 114, B05403, 1-20, 10.1029/2008JB005955.
- ACL255 **Rolandone F.**, R. Burgmann, D.C. Agnew, I.A. Johanson, D.C. Templeton, M.A. dAlessio, S.J. Titus, C. DeMets, and B. Tikoff, 2009, Reply to Comment by J.C. Savage on 'Aseismic slip and fault-normal strain along the creeping section of the San Andreas Fault, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2009GL039167.
- ACL256 Vilasi N., Malandain J., Barrier L., Callot J.P., **Amrouch K.**, Guilhaumou N., **Lacombe O.**, Muska K., Roure F., Swennen R. (2009) From outcrop and petrographic studies to basin-scale fluid flow modelling: The use of the Albanian natural laboratory for carbonate reservoir characterisation, *Tectonophysics*, 474, 367-392, 10.1016/j.tecto.2009.01.033

### 2010

- ACL257 **Amrouch K.**, **Lacombe O.**, **Bellahsen N.**, Daniel J.M., Callot J.P. (2010) Stress and strain patterns, kinematics and deformation mechanisms in a basement-cored anticline: Sheep Mountain Anticline, Wyoming, *Tectonics*, 29, TC1005, 1-27, 10.1029/2009TC002525

- ACL258 Amrouch K., Robion P., Callot J.P., Lacombe O., Daniel J.M., Bellahsen N., Faure J.L. (2010) Constraints on deformation mechanisms during folding provided by rock physical properties: a case study at Sheep Mountain anticline (Wyoming, USA), *Geophysical Journal International*, 182, 3, 1105-1123, 10.1111/j.1365-246X.2010.04673.x
- ACL259 Andreani L., Loget N., Rangin C., Le Pichon X. (2010) New structural constraints on the southern Provence thrust belt (France): evidences for an Eocene shortening event linked to the Corsica-Sardinia subduction, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, 6, 547-563
- OS14 Aubourg C., Smith B., Eshraghi A., Lacombe O., Authemayou C., Amrouch K., Bellier O., Mouthereau F. (2010) New magnetic fabric data and their comparison with palaeostress markers in the Western Fars Arc (Zagros, Iran): tectonic implications, In : *Tectonic and stratigraphic evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic-Cenozoic*, P. Leturmy, C. Robin (Ed.), 97-120, 10.1144/SP330.6
- ACL260 Fattahi M., Nazari H., Bateman M.D., Meyer B., Sébrier M., Talebian M., Le Dortz K., Foroutan M., Ahmadi Givi F., Ghorashi M. (2010) Refining the OSL age of the last earthquake on the Dsheshir fault, Central Iran», *Quaternary Geochronology*, 1-7, 10.1016/j.quageo.2009.04.005
- PV7 Fournier M., Chamot-Rooke N. (2010) Naissance d'un océan, la dorsale de Sheba, *Pour la Science*, 390, 44-49
- ACL261 Khadivi S., Mouthereau F., Larrasoana J.C., Vergés J., Lacombe O., Khademi E., Beamud E., Melinte-Dobrinescu M., Suc J. P. (2010) Magnetostratigraphy of synorogenic Miocene foreland sediments in the Fars arc of the Zagros Folded Belt (SW Iran), *Basin Research*, 22, 918-932, 10.1111/j.1365-2117.2009.00446.x
- ACLN22 Lacombe O. (2010) Calcite Twins, a Tool for Tectonic Studies in Thrust Belts and Stable Orogenic Forelands, *Oil & Gas Science and Technology*, 65, 6, 808-838, 10.2516/ogst/2009088
- ACL262 Le Pichon X., Rangin C., Hamon Y., Loget N., Lin J. Y., Andreani L., Flotté N. (2010) Geodynamics of the France Southeast Basin, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, 6, 477-501
- ACL263 Le Roux O., Schwartz S., Gamond J.F., Jongmans D., Tricart P., Sébrier M. (2010) Interaction between tectonic and érosion processes on the morphogenesis of an Alpine valley : geological and geophysical investigations in the lower Romanche valley (Belledonne massif, wester Alps), *International Journal of Earth Sciences*, 99, 427-441, 10.1007/S00531-008-0393-1
- AP3 Loget N. and Lericolais G. (2009), Catalog of physiographic and sedimentologic observations of shelfal to deepwater Quaternary systems, part2: the Black Sea, a semi-enclosed basin with fast transgression and climate driven system, *Catalogue EXXONMOBIL/IFREMER*, 17 p.
- ACL264 Michard A., Dumont T., Andreani L., Loget N. (2010) Cretaceous folding in the Dévoluy mountains (Subalpine Chains, France): gravity-driven detachment at the European paleomargin versus compressional event, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, 6, 565-581, 10.2113/j.gssgfbull.181.6.565
- ACL265 Rangin C., Le Pichon X., Hamon Y., Loget N., Crespy A. (2010) Gravity tectonics in the SE Basin (Provence, France) imaged from seismic reflection data, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, 6, 503-530
- ACL266 Roure F., Andriessen P., Callot J.P., Faure J.L., Ferket H., Gonzales E., Guilhaumou N., Lacombe O., Malandain J., Sassi W., Schneider F., Swennen R., Vilasi N. (2010) The use of palaeo-thermo-barometers and coupled thermal, fluid flow and pore-fluid pressure modelling for hydrocarbon and reservoir prediction in fold and thrust belts, *Geological Society, London, Special Publications*, 348, 87-114, 10.1144/SP348.6
- ACL267 Wang, Y.-J., Ma, K.-F., Mouthereau, F., Eberhart-Phillips, D., 2010. Three-dimensional Qp- and Qs-Tomography beneath Taiwan Orogenic Belt: Implication to the Tectonic and Thermal Structure, *Geophys. J. Int.*, v. 180, p. 891-910
- 2011**
- ACL268 Amrouch K., Beaudoin N., Lacombe O., Bellahsen N., Daniel J.-M. (2011) Paleostress magnitudes in folded sedimentary rocks, *Geophysical Research Letters*, 38, L17301, 1-6, 10.1029/2011GL048649
- ACL269 Castelltort S., Nagel S., Mouthereau F., Tien-Shun Lin A., Wetzel A., Kaus J.P.B., Willett S., Chlang S.P., Chiu W.Y. (2011) Sedimentology of Early Pliocene Sandstones in the South-Western Taiwan foreland: implications for basin physiography at the onset of collision, *Journal of Asian Earth Sciences*, 40, 1, 52-71, 10.1016/j.jseaes.2010.09.005
- ACL270 Chlieh M., Perfettini H., Tavera H., Avouac J.P., Remy D., Nocquet J.M., Rolandone F., Bondoux F., Gabalda G., Bonvalot S. (2011) Interseismic coupling and seismic potential along the Central Andes subduction zone, *Journal of Geophysical Research*, 116, B12405, 10.1029/2010JB008166

- ACL271 De Michele M., Raucoules D., **Rolandone F.**, Briole P., Lemoine A., Salichon J., Aochi H. (2011) Spatiotemporal evolution of surface creep in the Parkfield region of the San Andreas Fault (1993-2004) from synthetic aperture radar, *Earth and Planetary Science Letters*, 308, 141-150, 10.1016/j.epsl.2011.05.049
- ACL272 Filleaudeau P.Y., **Mouthereau F.**, Pik R. (2011) Thermo-tectonic evolution of the south-central Pyrenees from rifting to orogeny: insights from detrital zircon U/Pb and (U-Th)/He thermochronometry, *Basin Research*, 23, 1-17, 10.1111/j.1365-2117.2011.00535.x
- ACL273 Garcia, M., **A. Rabaute**, B. Yven, D. Guillemot (2011), Multivariate and spatial statistical analysis of Callovo-Oxfordian physical properties from lab and borehole logs data: towards a characterization of lateral and vertical spatial trends in the Meuse/Haute-Marne Transposition Zone, *Phys. Chem. Earth*, Vol. 36, doi:10.1016/j.pce.2011.07.086.
- ACL274 Jacques E., Kidane T., Taponnier P., Manighetti I., Gaudemer Y., **Meyer B.**, Ruegg J.C., Audin L., Armijo R. (2011) Normal Faulting during the August 1989 Earthquakes in Central Afar: Sequential Triggering and Propagation of Rupture along the Dôbi Graben, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101, 3, 994-1023, 10.1785/0120080317
- ACL275 **Lacombe O.**, Grasemann B., Simpson G. (2011) Introduction: geodynamic evolution of the Zagros, *Geological Magazine*, 148, 5-6, 689-691, 10.1017/S0016756811000550
- ACL276 **Lacombe O.**, **Bellahsen N.**, **Mouthereau F.** (2011) Fracture patterns in the Zagros Simply Folded Belt (Fars, Iran): constraints on early collisional tectonic history and role of basement faults, *Geological Magazine*, 148, 5-6, 940-963, 10.1017/S001675681100029X
- ACL277 **Le Dortz K.**, **Meyer B.**, **Sébrier M.**, Braucher R., Nazari H., Benedetti L., Fattahi M., Bourlès B., **Foroutan M.**, Siame L., Rashidi A., Bateman D. (2011) Dating inset terraces and offset fans along the Dehshir Fault (Iran) combining cosmogenic and OSL methods, *Geophysical Journal International*, 185, 2, 1-28, 10.1111/j.1365-246X.2011.05010.x
- ACL278 **Mouthereau F.** (2011) Timing of uplift in the Zagros belt/Iranian plateau and accommodation of late Cenozoic Arabia-Eurasia convergence, *Geological Magazine*, 148, 5-6, 726-738 10.1017/S0016756811000306
- ACL279 **Strak V.**, Dominguez S., Petit C., **Meyer B.**, **Loget N.** (2011) Interaction between normal fault slip and erosion on relief evolution: Insights from experimental modelling, *Tectonophysics*, 513, 1-19, 10.1016/j.tecto.2011.10.005
- ACL280 Titus S. J., Dyson M., Demets C., Tikoff B., **Rolandone F.**, Bürgmann R. (2011) Geologic versus geodetic deformation adjacent to the San Andreas fault, central California, *Geological Society of America Bulletin*, 123, 5/6, 794-820, 10.1130/B30150.1
- ACL281 Yamato P., Kaus J.P.B., **Mouthereau F.**, Castelltort S. (2011) «Dynamic constraints on the crustal-scale rheology of the Zagros fold belt, Iran, *Geology*, 39, 9, 815-818, 10.1130/G32136.1

## 2012

- ACL282 **Foroutan M.**, **Sébrier M.**, Nazari H., **Meyer B.**, Fattahi M., Rashidi A., Le Dortz K., Bateman D. (2012) New evidence for large earthquakes on the Central Iran plateau: palaeoseismology of the Anar fault, *Geophysical Journal International*, 189, 6-18, 10.1111/j.1365-246X.2012.05365.x
- ACL283 **Khadivi S.**, **Mouthereau F.**, Barbarand J., Adatte T., **Lacombe O.** (2012). Constraints on paleodrainage evolution induced by uplift and exhumation on the southern flank of the Zagros-Iranian Plateau. *Journal of the Geological Society of London*, 169, (1), 83-97, (IF 3,312)
- ACL284 **Lacombe O.** (2012) Do fault slip data inversions actually yield paleostresses that can be compared with contemporary stresses? A critical discussion. *C.R. Geoscience*, 344, 159-173, doi : 10.1016/j.crte.2012.01.006.
- ACL285 **Le Dortz K.**, **B. Meyer**, **Sébrier, M.**, R. Braucher, D. Bourlès, L. Benedetti, H. Nazari, M. **Foroutan** (2012) Interpreting scattered in-situ produced cosmogenic nuclide depth-profile data, *Quaternary Geochronology*, 11, 98-115, doi:10.1016/j.quageo.2012.02.020.
- ACL286 **Michel R.**, J.-P. Ampuero, J.-P. Avouac, N. Lapusta, S. Leprince, S. Primet and S. Somala (2012) A Geostationary Optical Seismometer, Proof of Concept, *IEEE Trans. on Geo. and Rem. Sens.*, sous presse.
- ACL287 **Mouthereau F.**, **Lacombe O.** & **Verges J.** (2012) Building the Zagros collisional orogen: timing, strain distribution and the dynamics of Arabia/Eurasia plate convergence. *Tectonophysics*, 532-535, 27-60, doi: 10.1016/j.tecto.2012.01.022.
- ACL288 Petit, C., **Mouthereau, F.** (2012) Anisotropic diffusion preserves steep topographic slopes: an example from the Neogene Têt fault scarp, eastern Pyrenees, *Geomorphology*, in press, doi:10.1016/j.geomorph.2012.05.016.

- ACL289 Pinel-Puysségur, B., R. Michel, J.-P. Avouac (2012) Multi-Links InSAR Time Series: enhancement of a wrapped interferometric database, *IEEE Trans. on Geo. and Rem. Sens.*, sous presse
- Auxquelles s'ajoutent les publications inter-équipes suivantes : ACL290, ACL291, ACL292, ACL294, ACL295, ACL296, ACL299, ACL300, ACL301, ACL302, ACL303, ACL304, ACL305, ACL307, ACL310, ACL311, ACL313, ACL315, ACL316, ACL317, ACL318, ACL320, ACL321, ACL322, ACL323 et ACL324.

## Publications inter-équipes (2009-2012)

### 2009

- ACL290 Huyghe D., Mouthereau F., Castelltort S., Filleaudeau P.Y., Emmanuel (2009) Paleogene propagation of the southern Pyrenean thrust wedge revealed by finite strain analysis in frontal thrust sheets; implications for mountain building, *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 288, 3-4, 421-433
- ACL291 Lucazeau F., Leroy S., Autin J., Bonneville A., Goutorbe B., Watremez L., D'Acremont E., Düsünür D., Rolandone F., Bellahsen N., Huchon P., Tuchais P. (2009) Post-rift volcanism and high heat-flow at the ocean-continent transition of the eastern Gul of Aden, *Terra Nova*, 21, 285-292, 10.1111/j.1365-3121.2009.00883.x
- ACL292 Melinte-Dobrinescu M.C., Suc J.P., Clauzon G., Popescu S.M., Armijo R., Meyer B., Biltekin D., Cagatay M.N., Ucarus G., Jouannic G., Fauquette S., Cakir Z. (2009) The Messinian salinity crisis in the Dardanelles region : chronostratigraphic constraints, *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 278, 1-4, 24-39, 10.1016/j.palaeo.2009.04.009
- ACL293 Omrani J., Agard P., Whitechurch H., Benoit M., Prouteau G., Jolivet L. (2009) Reply to: Comment by Aftabi and Atapour on "Arc magmatism and subduction history beneath the Zagros Mountains, Iran : A new report of adakites and geodynamic consequences", *Lithos*, 113, 847-849, 10.1016/j.lithos.2009.04.012
- ACL294 Yamato P., Mouthereau F., Burov E. (2009) Taiwan mountain building: insights from 2-D thermomechanical modelling of a rheologically stratified lithosphere, *Geophys. J. Intern.*, 176, 1, 307-326, 10.1111/j.1365-246X.2008.03977.x

### 2010

- ACL295 Autin J., Bellahsen N., Husson L., Beslier M.O., Leroy S., D'Acremont E. (2010) Analog models of oblique rifting in a cold lithosphere, *Tectonics*, 29, TC6016, 1-23, 10.1029/2010TC002671
- ACL296 Autin J., Leroy S., Beslier M.O., D'Acremont E., Razin P., Ribodetti A., Bellahsen N., Robin C., Al Toubi K. (2010) Continental break-up history of a deep magma-poor margin based on seismic reflection data (northeastern Gulf of Aden margin, offshore Oman), *Geophys. J. Intern.*, 180, 2, 501-519, 10.1111/j.1365-246X.2009.04424.x
- ACL297 Bache F., Olivet J.L., Gorini C., Aslanian D., Labails C., Rabineau M. (2010) Evolution of rifted continental margins: The case of the Gulf of Lions (Western Mediterranean Basin), *Earth and Planetary Science Letters*, 292, 3-4, 345-356, 10.1016/j.epsl.
- ACL298 Boulila S., De Rafelis M., Hinnov L.A., Gardin S., Galbrun B., Collin P.Y., (2010) Orbitally forced climate and sea-level changes in the Paleoeceanic Tethyan domain (marl-limestone alternations, Lower Kimmeridgian, SE France), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 292, 57-70, 10.1016/j.palaeo.2010.03.026
- ACL299 Fournier M., Chamot-Rooke N., Petit C., Huchon P., Al-Kathiri A., Audin L., Beslier M.O., D'Acremont E., Fabbri O., Fleury J.-M., Khanbari K., Lepvrier C., Leroy S., Maillot B., Merkouriev S. (2010) Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction, and opening of the Gulf of Aden, *Journal of Geophysical Research*, 115, 1-24, 10.1029/2008JB006257
- ACL300 Jolivet L., Labrousse L., Agard P., Lacombe O., Bailly V., Lecomte E., Mouthereau F., Mehl C. (2010) Rifting and shallow-dipping detachments, clues from the Corinth Rift and the Aegean, *Tectonophysics*, 483, 3-4, 287-304, 10.1016/j.tecto.2009.11.001
- ACL301 Jolivet L., Lecomte E., Huet B., Denèle Y., Lacombe O., Labrousse L., Le Pourhiet L., Mehl C. (2010) The North Cycladic Detachment System, *Earth and Planetary Science Letters*, 289, 87-104, 10.1016/j.epsl.2009.10.032
- ACL302 Lecomte E., Jolivet L., Lacombe O., Denèle Y., Labrousse L., Le Pourhiet L. (2010) Geometry and kinematics of Mykonos detachment, Cyclades, Greece: Evidence for slip at shallow dip, *Tectonics*, 29, TC5012, 1-22, 10.1029/2009TC002564



ACL303 Leroy S., Lucazeau F., D'Acromont E., Watremez L., Autin J., Rouzo S., Bellahsen N., Tiberi C., Ebinger C., Beslier M.O., Perrot J., Razin P., Rolandone F., Sloan H., Stuart G.W., Al-Lazki A., Al Toubi K., Bache F., Bonneville A., Goutorbe B., Huchon P., Unternehr P., Khanbari K. (2010) Contrasted styles of rifting in the eastern Gulf of Aden: A combined wide-angle, multichannel seismic, and heat flow survey, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 11, 7, Q07004, 10.1029/2009GC002963

ACL304 Lucazeau F., Leroy S., Rolandone F., D'Acromont E., Watremez L., Bonneville A., Goutorbe B., Düsünür D. (2010) Heat-flow and hydrothermal circulation at the ocean-continent transition of the eastern gulf of Aden, *Earth and Planetary Science Letters*, 554-570, 10.1016/j.epsl.2010.04.039

## 2011

ACL305 Agard P., Omrani J., Jolivet L., Whitechurch H., Vrielynck B., Spakman W., Monié P., Meyer B., Wortel R. (2011) Zagros orogeny: a subduction-dominated process, *Geological Magazine*, 148, 5-6, 692-725, 10.1017/S001675681100046X

ACL306 Bache F., Leroy S., Baurion C., Robinet J., Gorini C., Lucazeau F., Razin P., D'Acromont E., Al-Toubi K. (2011) Post-rift uplift of the Dhofar margin (Gulf of Aden), *Terra Nova*, 23, 11-18, 10.1111/j.1365-3121.2010.00975.x

ACL307 Beaudoin N., Bellahsen N., Lacombe O., Emmanuel L. (2011) Fracture controlled paleohydrogeology in a basement-cored, fault-related fold: Sheep Mountain Anticline, Wyoming, United States, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 12, 6, 1-15, 10.1029/2010GC003494

ACL308 Beltran C., Flores J.A., Sicre M.A., Baudin F., Renard M., De Rafelis M. (2011) Long chain alkenones in the Early Pliocene Sicilian sediments (Trubi Formation -- Punta di Maiata section): Implications for the alkenone paleothermometry, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 308, 3-4, 253-563, 10.1016/j.palaeo.2011.03.017

ACL309 Boulila S., Gardin S., De Rafelis M., Hinnov L. A., Galbrun B., Collin P.Y. (2011) Reply to the comment on "Orbitally forced climate and sea-level changes in the Paleocene Tethyan domain (marl-limestone alternations, Lower Kimmeridgian, SE France) by S. Boulila, M. de Rafélis, L. A. Hinnov, S. Gardin, B. Galbrun, P.Y. Collin [Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 292 (2010) 57-70]», *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 306, 252-257, 10.1016/j.palaeo.2011.04.017

ACL310 Denèle Y., Lecomte E., Jolivet L., Lacombe O., Labrousse L., Huet B., Le Pourhiet L. (2011) Granite intrusion in a metamorphic core complex: The example of the Mykonos laccolith (Cyclades, Greece), *Tectonophysics*, 501, 1-4, 52-70, 10.1016/j.tecto.2011.01.013

ACL311 Fournier M., Chamot-Rooke N., Rodriguez M., Huchon P., Petit C., Beslier M.O., Zaragosi S. (2011) Owen Fracture Zone: The Arabia-India plate boundary unveiled, *Earth and Planetary Science Letters*, 302, 247-252, 10.1016/j.epsl.2010.12.027

ACL312 Labrousse L., Prouteau G., Ganzhorn A. (2011) Continental exhumation triggered by partial melting at ultrahigh pressure, *Geology*, 39, 12, 1171-1174, 10.1130/G32316.1

ACL313 Lecomte E., Le Pourhiet L., Lacombe O., Jolivet L., (2011) A continuum mechanics approach to quantify brittle strain on weak faults: application to the extensional reactivation of shallow dipping discontinuities, *Geophysical Journal International*, 184, 1-11, 10.1111/j.1365-246X.2010.04821.x

ACL314 Pascal M.-L., Fonteilles M., Boudouma O., Principe C. (2011) Qandilite from Vesuvius skarn ejecta: Conditions of formation and miscibility gap in the ternary spinel-qandilite-magnesioferrite, *The Canadian Mineralogist*, 49, 459-485, 10.3749/canmin.49.2.459

ACL315 Rodriguez, M., M. Fournier, N. Chamot-Rooke, P. Huchon, J. Bourget, M. Sorbier, S. Zaragosi, and A. Rabaute (2011), Neotectonics of the Owen Fracture Zone (NW Indian Ocean): Structural evolution of an oceanic strike-slip plate boundary, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12, Q12006, doi:10.1029/2011GC003731.

## 2012

ACL316 Bache F., Popescu S.-M., Rabineau M., Gorini C., Suc J.P., Clauzon G., Olivet J.L., Rubino J.L., Melinte-Dobrinescu M. C., Estrada F., Londeix L., Armijo R., Meyer B., Jolivet L., Jouannic G., Leroux E., Aslanian D., Tadeu Dos Reis A., Mocochain L., Dumurdžanov N., Zagorchev I., Lesic V., Tomic D., Cagatay N., Brun J.P., Sokoutis D., Csato I., Ucarukus G., Çakir Z. (2012) A two-step process for the reflooding of the Mediterranean after the Messinian Salinity Crisis», *Basin Research*, 24, 125-153, 10.1111/j.1365-2117.2011.00521.x

ACL317 Beaudoin N., Leprêtre R., Bellahsen N., Lacombe O., Amrouch K., Callot J.P., Emmanuel L., Daniel J.M. (2012) Structural and microstructural evolution of the Rattlesnake Mountain Anticline (Wyoming, USA): New insights into the Sevier and Laramide orogenic stress build-up in the Bighorn Basin. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2012.03.036.

- ACL318 **Bellahsen N.**, Jolivet L., **Lacombe O.**, Bellanger M., **Boutoux A.**, Garcia S., **Mouthereau F.**, **Le Pourhiet L.**, Gumiaux C. (2012). Mechanisms of margin inversion in the external Western Alps: implications for crustal rheology. *Tectonophysics*, sous presse
- ACL319 **Hermoso M.**, **Minoletti F.**, Rickaby R. E., Hesselbo S. P., **Baudin F.**, Jenkyns H. C. (2012) Dynamics of a stepped carbon-isotope excursion: Ultra high-resolution study of Early Toarcian environmental change. *Earth and Planetary Science Letters*, 319-320, 45-54, 10.1016/j.epsl.2011.12.021
- ACL320 Huyghe, D., Castelltort, S., **Mouthereau, F.**, Serra-Kiel, J., Filleaudeau, P.Y., **Emmanuel, L.**, Berthier, B., **Renard, M.**, 2012, Large scale facies change in the middle-Eocene South-Pyrenean foreland basin: the role of tectonics and prelude to Cenozoic ice-ages, *Sedimentary Geology*, 253-254, 25-46, doi: 10.1016/j.sedgeo.2012.01.004.
- ACL321 Jolivet, L., Faccenna, C., **Labrousse, L.**, Huet, B. **Le Pourhiet, L.**, **Lacombe, O.**, **Lecomte, E.** Denèle, Y., **Burov, E.** Brun, J.P., Gueydan, F., Philippon, M., Paul, A., Salaün, G., Piromallo, C., Monié, P., Augier, R., Gadenne, L., Driussi, O., Okay, A.I., Bozkurt, E. (2012) Aegean tectonics: progressive strain localisation, slab tearing and trench retreat, *Tectonophysics*, sous presse
- ACL322 **Lecomte E.**, **Le Pourhiet L.**, **Lacombe O.** (2012). Mechanical basis for slip along low-angle normal faults, *Geophysical Research Letters*, 39, L03307, 1-6, 10.1029/2011GL050756
- ACLN23 **Leroy S.**, Razin P., Autin J., Bache F., **d'Acremont E.**, **Watremez L.**, Robinet J., **Baurion C.**, Denèle Y., **Bellahsen N.**, Lucazeau F., **Rolandone F.**, Rouzo S., Serra Kiel J., Robin C. et al. (2012) From rifting to oceanic spreading in the Gulf of Aden: a synthesis. *Arab J. Geosciences*. DOI 10.1007/s12517-011-0475-4
- ACL323 Thibault N., Harlou R., Schovsbo N., Schiøler P., **Minoletti F.**, **Galbrun B.**, Lauridsen B. W., Sheldon E., Stemmerik L., Surlik F. (2012) Upper Campanian-Maastrichtian nannofossil biostratigraphy and high-resolution carbon-isotope stratigraphy of the Danish Basin: Towards a standard  $\delta^{13}C$  curve for the Boreal Realm, *Cretaceous Research*, 33, 72-90, 10.1016/j.cretres.2011.09.001
- ACL324 **Rodriguez, M.**, **M. Fournier**, N. Chamot-Rooke, P. **Huchon**, S. Zaragosi, A. **Rabaute** (2012) Mass wasting processes along the Owen Ridge (Northwest Indian Ocean), *Marine Geology*, sous presse.
- ACL325 **Schnyder J.**, Deconinck J.F., **Baudin F.**, Colombié C., **Jan du Chêne R.**, Gardin S., **Galbrun B.**, **de Rafelis M.** (2012) Purbeck beds from the Phare de Chassiron section (Oléron Island, Late Jurassic, NW Aquitaine Basin, France): refined age-assignment and long-term depositional sequences, *Geobios*, in press

## Publications 2007-2008

### 2007

- ACL326 Abdallah C., **Chorowicz J.**, Bou Kheir R., Dhont D. (2007) Comparative use of processed satellite images in remote sensing of mass movements: Lebanon as a case study, *International Journal of Remote Sensing*, 28, 19, 4409-4427
- ACL327 **Agard P.**, Jolivet L., **Vrielynck B.**, **Burov E.**, Monie P. (2007) Plate acceleration: The obduction trigger?, *Earth and Planetary Science Letters*, 258, 3-4, 428-441, 10.1016/j.epsl.2007.04.002
- OS15 **Ahmadhadi F.**, **Lacombe O.**, Daniel J.M. (2007) Early reactivation of basement faults in Central Zagros (SW Iran): evidence from pre-folding fracture populations in the Asmari Formation and Lower Tertiary paleogeography. In "Thrust belts and foreland basins: from fold kinematics to hydrocarbon systems" O. Lacombe, J. Lavé, J. Vergés et F. Roure Ed., *Frontiers in Earth Sciences*, Springer-Verlag, chapter 11, 205-228
- ACL328 **Baudin F.**, Combourieu-Nebout N. & Zahn R. (2007). - Organic signatures of rapid climatic changes in Western Mediterranean during North Atlantic cold events of the Last Glacial. - *Bull. Soc. Géol. France*, 178, 1, 3-13.
- OS16 **Baudin F.**, Tribouvillard N. & Trichet J. (2007). - Géologie de la Matière Organique. - Ed. Vuibert, Collection Interactions, 263 p.
- ACL329 Beck, C., B Mercier de Lépinay, J-L Schneider, M Cremer, N Çagatay, E Wendenbaum, S Boutareaud, G Ménot, S Schmidt, O Weber, K Eris, R Armijo, B Meyer, N Pondard, M-A Gutscher and the MARMACORE Cruise Party. (2007) Late Quaternary co-seismic sedimentation in the Sea of Marmara's deep basins. *Sedimentary Geology*, 199, 65-89,. doi:10.1016/j.sedgeo.2005.12.031.
- ACLN24 **Beltran C.**, **De Rafélis M.**, **Renard M.**, Moullade M., Tronchetti G. (2007) Environmental changes during marl-limestone formation: evidence from the Gargasian (middle Aptian) of La Marcouline , Quarry (Cassis, SE France), *Carnets de Géologie*, CG2007, A01, 1-13

- ACL330 **Beltran C., de Rafelis M., Minoletti F., Foucault A., Renard M. & Sicre MA.**, 2007, Coccolith d18O and alkenone records in middle Pliocene orbitally-controlled deposits : high frequency temperature and salinity variations of sea surface water. *Geochem., Geophys., Geosyst.* 8, 1, doi: 10.1029/2006GC001483
- ACL331 **Bergerat F., Angelier J., Andreasson P.G.** (2007) Evolution of paleostress fields and brittle deformation of the Tornquist Zone in Scania (Sweden) during Permo-Mesozoic and Cenozoic times, *Tectonophysics*, 444, 1-4, 93-110, 10.1016/j.tecto.2007.08.005
- ACL332 **Bergerat F., Elion P., Frizon De Lamotte D., Proudhon B., Combes P., André G., Willeveau Y., Laurent-Charvet S., Kourdian R., Lerouge G., Ott D'Estevou P.**, (2007) 3D multiscale structural analysis of the Eastern Paris Basin: the ANDRA contribution, *Mém. Soc. Géol. France*, 178 15-35
- ACL333 **Broutin J. & de Ricqlès A.** (2007) Paléobotanique et évolution du monde végétal : quelques problèmes d'actualité, *Comptes Rendus Palevol*, Vol 6, 6-7, 369-373
- C-ACTI **Brunet M.F., Ershov A.V., Volozh Y.A., Korotaev M.V., Antipov M.P., Cadet J.-P.**, (2007) «Precaspian and South Caspian basins : subsidence evolution of two superdeep basins, In: P.O. Yilmaz and G.H. Isaksen compilers, Oil and Gas of the Greater Caspian area : Selected publications from the 2000 Istanbul Regional International Conference, *AAPG Studies in Geology*, 55 1-4
- OS17 **Burov E.**, (2007) Coupled lithosphere-surface processes in collision context. In Thrust belts and foreland basins: from fold kinematics to Hydrocarbon systems O. Lacombe, J. Lavé, F. Roure et J. Vergès Ed., *Frontiers in Earth Sciences, Springer*, Chapter 1 1-40
- ACL334 **Burov, E.** (2007) The role of the gravitational instabilities, the density structure and the extension rate in the evolution of slow continental margins, G. D. Karner, G Manatschal, and L M Pinheiro Eds., *Geological Society of London Special Publications* , SP 282 "Imaging, Mapping and Modelling Continental Lithosphere Extension and Breakup", ISBN-13: 978-1-86239-228-1, 488 pp..
- ACL335 **Burov E., Guillou-Frottier L., D'Acremont E., Le Pourhiet L., Cloething S.** (2007) The plume head-lithosphere interactions near intra-continental plate boundaries, *Tectonophysics*, 434 1-4 15-38 10.1016/j.tecto.2007.01.002
- OS18 **Burov E., Toussaint G.** (2007) Surface processes and tectonics: forcing of continental subduction and deep processes, *Global & Planetary Change, Special volume on Topography of Europ*, 58, 1-4, 141-164, 10.1016/j.gloplacha.2007.02.009
- ACL336 **Danelian T., Baudin F., Gardin S., Masure E., Ricordel C., Fili I., Meçaj T. & Muska C.** (2007). - The record of mid Cretaceous oceanic anoxic events from the Ionian zone of southern Albania. - *Rev. Micropaléontologie*, 50, 225-237.
- ACL337 **Dellisanti F., Pini G.A, Tateo F., Morandi N. & Baudin F.** (2007). - The role of tectonic shear strain on the evaluation of clay minerals parameters. A case study from a fault zone in the northern Apennines, Italy. - *Int. J. Earth Sci (Geol. Rundsch)*, 97, 601-616.
- ACL338 **Demichelis R., Noel Y., Civalleri B., Roetti C., Ferrero M., Dovesi R.** (2007) The vibrational spectrum of alpha-A100H Diaspore: An Ab Initio Study with the CRYSTAL Code», *Journal of Physical Chemistry B*, 111, 9337-9346
- ACL339 **de Ricqlès A.** (2007) . Fifty years after Enlow and Brown's Comparative histological study of fossil and recent bone tissues (1956-1958): A review of Professor Donald H. Enlow's contribution to palaeohistology and comparative histology of bone, *Comptes Rendus Palevol*, Vol. 6, 8, 591-601
- OS19 **Ellouz-Zimmermann N., Lallemand S.J., Castilla R., Mouchot N., Leturmy P., Battani A., Buret C., Cherel L., Desaubliaux G., Deville E., Ferrand J., Lügke A., Mathieux G., Mascle G., Mühr P., Pierson-Wickmann A.C., Robion P., Schmitz J., Danish M., Hasany S., Shahzad A., Tabreez A.** (2007) «Offshore frontal part of the Makran accretionary prism (Pakistan). In "Thrust Belts and Foreland Basins: from fold kinematics to hydrocarbon systems. O. Lacombe, J. Lavé, F. Roure et J. Vergés Ed.», *Frontiers in Earth Sciences, Memoirs*, Chapter 18 351-366
- OS20 **Emmanuel L., De Rafelis M., Pasco A.** (2007) Maxifiches Géologie, *Dunod Ed.*, 228 p
- ACL340 **Fiore P., Bellahsen N., Pollard D.D.** (2007) Folding and fracturing based on GPS data collected at Sheep Mountain anticline, WY, *Geosphere*, doi: 10.1130/GES00088.1.
- ACL341 **Fournier M., Huchon P., Khanbari K., Leroy S.** (2007) Segmentation and along-strike asymmetry of the passive margin in Socotra, eastern Gulf of Aden: Are they controlled by detachment faults?, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 8, Q03007, 10.1029/2006gc001526
- ACL342 **Fournier M., Petit C.** (2007) Oblique rifting at oceanic ridges: Relationship between spreading and stretching directions from earthquake focal mechanisms, *J. Struct. Geol.*, 29, 201-208, 10.1016/j.jsg.2006.07.017

- ACL343 Goffé B., Jolivet L., Raimbourg H. (2007) Garnet reequilibration in the eclogite facies and geodynamical evolution near peak metamorphic conditions, *Contrib. Mineralogy & Petrology*, 153, 1-28
- ACL344 Guillou-Frottier L., Burov E., Nehlig P., Wyns R. (2007) Deciphering plume-lithosphere interactions beneath Europe with topographic signatures, *Global and Planetary Change*, 58, 1-4, 119-140, 10.1016/j.gloplacha.2006.10.003
- ACL345 Gunnell Y., Carter A., Petit C., Fournier M. (2007) Post-rift seaward downwarping at passive margins: new insights from southern Oman using stratigraphy to constrain apatite fission-track and (U-Th)/He dating, *Geology*, 35, 647-650, 10.1130/G23639A.1
- ACL26 Hübscher C., Cartwright J., Cypionka H., DeLange G.J., Robertson A., Suc J.P., Urai J.L. (2007) Global look at salt giants”, *Eos Trans. AGU*, 88 (16), 177, 10.1029/2007EO160002.
- ACL346 Khemiri S., Gaamour A., Meunier F.J., Zylberberg L. (2007). Age and growth of *Engraulis encrasicolus* (Clupeiforme : Engraulidae) in tunisian waters. *Cahiers de Biologie Marine*. 48 : 259-269.
- OS21 Lacombe O., Lavé J., Vergés J., Roure F. (eds) (2007) Thrusts belts and foreland basins : from fold kinematics to hydrocarbon systems, *Frontiers in Earth Sciences*, Springer-Verlag
- ACL347 Lacassin R., Arnaud N., Leloup P.H., Armijo R., Meyer B. (2007) Syn- and post-orogenic exhumation of metamorphic rocks in North Aegean, *eEarth*, 2, 2, 51-63
- ACL348 Lacassin R., Arnaud N., Leloup P.H., Armijo R., Meyer B. (2007) Exhumation of metamorphic rocks in N Aegean: the path from shortening to extension and extrusion», *eEarth Discussions*, 2, 1, 1-35
- ACL349 Lacombe O. (2007) Comparison of Paleostress magnitudes from calcite twins with contemporary stress magnitudes and frictional sliding criteria in the continental crust: Mechanical implications» *Journal of Structural Geology*, 29, 86-99, 10.1016/j.jsg.2006.08.0009
- ACL350 Lacombe O., Amrouch K., Mouthereau F., Dissez L. (2007) Calcite twinning constraints on late Neogene stress patterns and deformation mechanisms in the active Zagros collision belt, *Geology*, 35, 3, 263-266, 10.1130/G23173A.1
- ACL351 Leblanc F., Chassefière E., Johnson R.E., Hunten D.M., Kallio E., Delcourt D.C., Kille R.M., Luhmann J.G., Potter A.E., Jambon A., Cremonese G., Mendillo M., Yan N., Sprague A.L. (2007) Mercury's exosphere origins and relations to its magnetosphere and surface, *Planetary and space Science*, 55, 1069-1092, 10.1016/j.pss.2006.11.008
- ACL352 Masuvu-Moussavou B., Danelian T., Baudin F., Coccioni R. & Fröhlich F. (2007). - The Radiolarian biotic response during OAE2. A high-resolution study across the Bonarelli level at Bottacione (Gubbio, Italy). - *Rev. Micropaléontologie*, 50, 253-287.
- ACL353 Mauffret A. (2007) The northwestern (Maghreb) boundary of the Nubia (Africa) Plate, *Tectonophysics*. 429, 21-44
- ACL354 Mauffret A., Ammar A., Gorini C., Jabour H. (2007) The Alboran Sea (Western Medetirreanean) revisited with a view from the Moroccan Margin, *Terra Nova*, 19, 3, 195-203
- ACL355 Mehl C., Jolivet L., Lacombe O., Labrousse L., Rimmele G. (2007) Structural evolution of Andros Island (Cyclades, Greece): a key to the behaviour of a (flat) detachment within an extending continental crust, *Geological Society Special Publication*, 291, 41-73, 10.1144/SP291.3
- ACL356 Meyer B., Le Dortz K. (2007) Strike-slip kinematics in Central and Eastern Iran : estimating fault slip-rates averaged over the Holocene, *Tectonics*, 6, TC5009, doi:10.1029/2006TC002073.
- ACL357 Meyer B., Sébrier M., Dimitrov D. (2007) Rare destructive earthquakes in Europe: The 1904 Bulgaria event case, *Earth and Planetary Science Letters*, 253, 485-496, 10.1016/j.epsl.2006.11.011
- ACL358 Missenard Y., Taki Z., Frizon De Lamotte D., Benammi M., Sébrier M., Leturmy P., Hafid M. (2007) Tectonic styles in the Marrakesh High Atlas (Morocco): The role of heritage and mechanical stratigraphy, *Journal of African Earth Sciences*, 48, 247-266, 10.1016/j.jafrearsci.2007.03.007
- ACL359 Montes, L., Le Roy, N., Perret, M., de Buffrénil, V., Castanet, J., Cubo, J. 2007. Relationship between bone growth rate, body mass and resting metabolic rate in growing amniotes : a phylogenetic approach. *Biol. J. Linn. Soc.* 92 : 63-76.
- ACL360 Morard G., Sanloup C., Fiquet G., Mezouar M., Rey N., Poloni R., Beck (2007) Structure of eutectic Fe-FeS melts to pressures up to 17 GPa: Implications for planetary cores, *Earth and Planetary Science Letters*, 263, 1-2, 128-139, 10.1016/j.epsl.2007.09.009



- OS22 **Mouthereau F., Lacombe O., Tensi J., Bellahsen N., Kargar S., Amrouch K.** (2007) Mechanical constraints on the development of the Zagros Folded Belt. In "Thrust belts and foreland basins: from fold kinematics to hydrocarbon systems" O. Lacombe, J. Lavé, J. Vergés et F. Roure Ed., *Frontiers in Earth Sciences, Springer-Verlag*, chapter 13, 247-266 ACL
- ACL361 **Mouthereau F., Tensi J., Bellahsen N., Lacombe O., De Boisgrollier T., Kargar S.** (2007) Tertiary sequence of deformation in a thin-skinned/thick-skinned collision belt: The Zagros Folded Belt (Fars, Iran), *Tectonics*, 26; TC5006 1-28 10.1029/2007TC002098
- ACL362 Navabpour P., Angelier J., **Barrier E.** (2007) Cenozoic post-collisional brittle tectonic history and stress reorientation in the High Zagros Belt of Iran, Fars Province, *Tectonophysics*, 432, 101-131, 10.1016/j.tecto.2006.12.007
- ACL363 Negro F., **Agard P., Goffé B., Saddiqi O.** (2007) Tectono-metamorphic evolution of the Tamsamani (Rif, Morocco): implications for convergence across of the Western Mediterranean, *Journal of the Geological Society*, 164, 829-842, 10.1144/0016-76492006-112
- ACL364 Orberger B., Vymazolova A., **Wagner C., Fialin M., Gallien J.P., Wirth R., Pasava J., Montagnac G.** (2007). Biogenic origin of intergrown Mo-sulphide and carbonaceous matter in Lower Cambrian black shales (Zunji Formation, S China), *Chemical Geology*, 238, 213-231
- ACL365 **Petit C., Fournier M., Gunnell Y.** (2007) Tectonic and climatic controls on rift escarpments: Erosion and flexural rebound of the Dhofar passive margin (Gulf of Aden, Oman), *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, 112, B03406, 10.1029/2006JB004554
- ACL366 Pondard N., Armijo R., King G.C.P., **Meyer B., Flerit F.** (2007) Fault interactions in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault) : Earthquake clustering and propagating earthquake sequences, *Geophysical Journal International*, 171, 3, 1185-1197, 10.1111/j.1365-246X.2007.03580.x
- ACL367 Ponton, F., **Montes, L., Castanet, J., Cubo, J.** 2007. Bone histological correlates of high frequency flapping flight and body mass in the furculae of birds : a phylogenetic approach. *Biol. J. Linn. Soc.* 91 : 729-738.
- ACL368 **Raimbourg H., Jolivet L., Leroy Y.** (2007) Consequences of progressive eclogitization on crustal exhumation, a mechanical study, *Geophysical Journal International*, 168, 1, 379-401 10.1111/j.1365-246X.2006.03130.x
- ACL27 **Renard M., De Rafélis M., Emmanuel L., Beltran C., Moullade M., Tronchetti G.** (2007) Fluctuations of sea-water chemistry during Gargasian (Middle Aptian) time. Data from trace-element content (Mg, Sr, Mn, Fe) in hemipelagic carbonates from La Marcouline Quarry (Cassis, SE France), *Carnets de Géologie - Notebooks on Geology*, Brest, Article 2007/03 (CG2007-A03), 28 p., 15 figs., 2 tables.
- ACL369 Riboulleau A., **Schnyder J., Riquier L., Lefebvre V., Baudin F., Deconinck J.F.** (2007) Environmental change during the Early Cretaceous in the Purbeck-type Durlston Bay section (Dorset, Southern England): a biomarker approach, *Organic Geochemistry*, 38, 11, 1804-1823, 10.1016/j.orggeochem.2007.07.006
- OS23 Robin C., Guillocheau F., Dauteuil O., **Vrielynck B.** (2007) Sea-level change during the last 250 My: New perspectives in quantification and causes, *H.S.* 7 4 p.
- ACL370 Roger F., Maluski H., Leyreloup A., **Lepvrier C., Thi P.T.** (2007) U-Pb dating of high temperature metamorphic episodes in the Kon Tum Massif (Vietnam), *Journal of Asian Earth Sciences*, 30, 3-4, 565-572, 10.1016/j.jseaes.2007.01.005
- ACL371 **Ségalen L., Lee-Thorp J.A., Cerling T.E.** (2007) Timing of C4 grass expansion across Sub-Saharan Africa, Special issue "African palaeoclimate and early Human Evolution", *Journal of Human Evolution* 53: 549-559
- ACL372 **Tiberi C., Leroy S., D'Acromont E., Bellahsen N., Ebinger C., Al-Lazki A., Pointu A.** (2007) Crustal geometry of the northeastern Gulf of Aden passive margin: localization of the deformation inferred from receiver function analysis, *Geophysical Journal International*, 168, 1247-1260, 10.1111/j.1365-246X.2006.03294.x
- ACL373 Valenzano L., **Noel Y., Orlando R., Zicovich-Wilson C., Ferrero M., Dovesi R.** (2007) Ab initio vibrational spectra and dielectric properties of carbonates: magnesite, calcite and dolomite, *Theoretical Chemistry Accounts*, 117, 991-1000, 10.1007/s00214-006-0213-2
- ACL374 Vigny C., De Chabalière J.B., Ruegg J.-C., **Huchon P., L. Feigl K., Cattin R., Asfaw L., Kanbari K.** (2007) Twenty-five years of geodetic measurements along, *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, 112, B06410, 10.1029/2004JB003230
- ACL375 Vincent B., **Emmanuel L., Houel P., Loreau J.P.** (2007) Geodynamic control on carbonate diagenesis: Petrographic and isotopic investigation of the Upper Jurassic formations of the Paris Basin (France), *Sedimentary Geology*, 197, 3-4, 267-289, 101016/j.sedgeo.2006.10.008



- ACL376 **Wagner C.**, Deloule E. (2007) Behaviour of Li and its isotopes during metasomatism of French Massif central lherzolites, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71, 4279-4296.
- ACL377 **Yamato P.**, **Agard P.**, **Burov E.**, **Le Pourhiet L.**, **Jolivet L.**, **Tiberi C.** (2007) Burial and exhumation in a subduction wedge: mutual constraints from thermo-mechanical modelin and natural P-T-t data (Sch. Lustrés, W. Alps), *Journal of Geophysical Research*, 112, B07410, 1-28 10.1029/2006JB004441
- ACL378 **Yamato P.**, **Agard P.**, **Goffé B.**, **De Andrade V.**, **Vidal O.**, **Jolivet L.** (2007) New high-precision P-T estimates for Oman blueschists: implications for obduction, nappe stacking and exhumation processes, *Journal of Metamorphic Geology*, 25, 6, 657-682, 10.1111/j.1525-1314.2007.00722.
- 2008**
- ACL379 **Ahmadhadi F.**, **Daniel J.M.**, **Azzizadeh M.**, **Lacombe O.** (2008) Evidence for pre-folding vein development in the Oligo-Miocene Asmara Formation in the Central Zagros Fold Belt, Iran, *Tectonics*, 27, TC1016, 1-22, 10.1029/2006TC001978
- ACL380 **Angelier J.**, **Bergerat F.**, **Stephenson R.**, **Bellou M.**, (2008) «Seismotectonics of a newly formed transform zone near a hotspot: Earthquake mechanisms and regional stress in the ACL South Iceland Seismic Zone», *Tectonophysics*, 447, 1-4, 95-116, 10.1016/j.tecto.2006.07.016
- ACL381 **Badea L.**, **Ionescu I.R.**, **Wolf S.**, (2008) Schwarz method for earthquake source dynamics, *Journal of Computational Physics*, 277, 3824-3848, 10.1016/j.jcp.2007.11.044
- ACL382 **Balcone-Boissard H.**, **Villemant B.**, **Boudon G.**, **Michel A.** (2008) Non-volatile vs volatile behaviours of halogens during the AD 79 plinian éruption of Mt Vesuvius, Italy, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 269, 1-2, 66-79
- AP4 **Barrier E.**, **Vrielynck B.** (contributors : **Bergerat F.**, **Brunet M.F.**, **Mosar J.**, **Poisson A.**, **Sosson M.**) (2008) Paleotectonic maps of the Middle East: Tectono-Sedimentary-Palinspactic maps from Late Norian to Pliocene, Atlas of 14 maps at 1/18 500 000, Publisher CGMW, Paris, France
- ACLN28 **Baudin F.**, **Moullade M.**, **Tronchetti G.** (2008) Characterisation of the organic matter of upper Bedoulian and lower Gargasian strata in the historical stratotypes (Apt and Cassis-la-Bédoule areas, SE France), *Carnets de Géologie*, CG2008, L01, 1-9
- ACL383 **Bergerat F.**, **Angelier J.** (2008) Immature and mature transform zones near a hot spot : the South Iceland Seismic Zone and the Tjörnes Fracture Zone (Iceland), *Tectonophysics*, 447, 142-154
- ACL384 **Boichu M.**, **Villemant B.**, **Boudon G.** (2008) A model for episodic degassing of an andesitic magma intrusion, *Journal of Geophysical Research*, 113, B07202, 1-18, 10.1029/2007JB005130.
- OS24 **Boillot G.**, **Huchon P.**, **Lagabrielle Y.** (2008) Introduction à la géologie - La dynamique de la Terre, Dunod, 4ème édition, 217pp.
- ACL385 **Bou Kheir R.**, **Chorowicz J.**, **Abdallah C.**, **Dhont D.** (2008) Soil and bedrocks distribution estimated from gully form and density: a GIS-based decision-tree model for Lebanon, *Geomorphology*, 93, 3-4, 482-492
- ACL386 **Boudon G.**, **Komorowsky J.C.**, **Villemant B.**, **Semet M.P.** (2008) A new scenario for the last magmatic eruption of La Soufrière of Guadeloupe (Lesser Antilles) in 1530 A.D. Evidence from stratigraphy radiocarbon dating and magmatic evolution of erupted products, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 178, 474-4901, 10.1016/j.jvolgeores.2008.03.006.
- ACL387 **Boulila S.**, **Galbrun B.**, **Hinnov L. A.**, **Collin P.Y.** (2008) High-resolution cyclostratigraphic analysis from magnetic susceptibility in a Lower Kimmeridgian (Upper Jurassic) marl-limestone succession (La Méouge, Vocontian Basin, France), *Sedimentary Geology*, 203, 54-63, 10.1016/j.sedgeo.2007.10.04
- ACL388 **Boulila S.**, **Galbrun B.**, **Hinnov L.A.**, **Collin P.Y.** (2008) Orbital calibration of the Early Kimmeridgian (southeastern France) : implications for geochronology and sequence stratigraphy, *Terra Nova*, 20, 245-462
- ACL389 **Boulila S.**, **Hinnov L. A.**, **Huret E.**, **Collin P.Y.**, **Galbrun B.**, **Fortwengler D.**, **Marchand D.**, **Thierry J.** (2008) Astronomical calibration of the Early Oxfordian (Vocontian and Paris basins, France): Consequences of revising the Late Jurassic time scale, *Earth and Planetary Science Letters*, 276, 1-2, 40-51, 10.1016/j.epsl.2008.09.006
- ACL390 **Burov E.**, **Yamato P.** (2008) Continental plate collision, P-T-t-z conditions and unstable vs. Stable plate dynamics: Insights from thermo-mechanical modelling, *Lithos*, 103, 1-2, 178-204, 10.1016/j.lithos.2007.09.014
- ACL391 **Burov E.B.**, **Molnar, P.** (2008) Rayleigh-Taylor instability of a viscoelastic (Maxwell solid): Dependence of growth rates on wave number and elastic constants, *Earth and Planetary Sci. Lett*, 275 (3-4), 370-381.
- ACL392 **Cubo, J.**, **Legendre, P.**, **de Ricqlès, A.**, **Montes, L.**, **de Margerie, E.**, **Castanet, J.**, **Desdevises, Y.** (2008) Phylogenetic, functional, and structural components of variation in bone growth rate in amniotes. *Evol. & Dev.* 10(2): 217-227.

- ACL393 Cushing E. M., O. Bellier, S. Nechtschein, M. Sébrier, A. Lomax, Ph. Volant, P. Dervin, P. Guignard & L. Bove - A multidisciplinary study of a slow-slipping fault for seismic hazard assessment: the example of the Middle Durance Fault (SE France). *Geophys. J. Int.*, 172 (3), 1163-1178, doi:10.1111/j.1365-246X.2007.03683, 2008.
- ACLN29 Deconinck J.F., **Baudin F.**, (2008) Les dépôts du Kimmeridgien et du Tithonien du nord-ouest du bassin de Paris (Haute-Normandie, Boulonnais), *Annales de la Société Géologique du Nord*, 15, 2, 77-90
- ACL394 Demichelis R., Civalleri B., **Noel Y.**, Mayer A., Dovesi R. (2008) Structure and stability of aluminium trihydroxides bayerite and gibbsite: A quantum mechanical ab initio study with the CRYSTAL06 code, *Chemical Physics Letters*, 465, 4-6, 220-225, 10.1016/j.cplett.2008.09.070
- ACL395 **de Ricolès A.**, Padian K., Knoll F. & Horner J.R. (2008) On the origin of high growth rates in archosaurs and their ancient relatives: Complementary histological studies on Triassic archosauriforms and the problem of a "phylogenetic signal" in bone histology. *Annales de Paléontologie*, Vol 94, 2, 57-76
- ACL396 **Di Muro A.**, Pallister J., **Villemant B.**, Newhall C., Semet M., Martinez M., Mariet C. (2008) Pre-1991 sulfur transfer between mafic injections and dacite magma in the Mt. Pinatubo reservoir, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 175, 517-540, 10.1016/j.jvolgores.2008.02.025.
- ACLN30 Dos Reis A.T., **Gorini C.**, Weibull W., Peronavo R., Mepen M., Ferreira E. (2008) Radial gravitational gliding indicated by subsalt relief and salt-related structures: the example of the gulf of lions, western mediterranean, *Revista Brasileira de Geofísica*, 26, 3, 347-365 10.1590/S0102-261X2008000300008
- ACL397 **Fournier M.**, **Agard P.**, **Petit C.** (2008) Micro-tectonic constraints on the evolution of the Barles half-window (Digne Nappe, southern Alps). Implications for the timing of folding in the Valensole foreland basin, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 179, 551-568
- ACL398 **Fournier M.**, Chamot-Rooke N., **Petit C.**, **Fabbri O.**, **Huchon P.**, **Maillot B.**, **Lepvrier C.**, (2008) In-situ evidence for dextral active motion at the Arabia-India plate boundary, *Nature geoscience*, 1, 54-58, 10.1038/ngeo.2007.24
- ACL399 **Fournier M.**, **Petit C.**, Chamot-Rooke N., **Fabbri O.**, **Huchon P.**, **Maillot B.**, **Lepvrier C.** (2008) Do ridge-ridge-fault triple junctions exist on Earth? Evidence from the Aden-Owen-Carlsberg junction in the NW Indian Ocean, *Basin Research*, 20, 575-590, 10.1111/j.1365-2117.2008.00356.x
- OS25 **Galbrun B.**, Belkaaloui N.K., Lanci L. (2008) Chapitre 4 : Magnetostratigraphy. In *Stratigraphy, Terminology and Practice*, 53-64
- ACL400 **Garcia S.**, Angelier J., **Bergerat F.**, **Homberg C.**, Dauteuil O. (2008) Influence of rift jump and excess loading on the structural evolution of Northern Iceland, *Tectonics*, 27, 1, TC1006 10.1029/2006TC002029
- ACL401 **Jambon A.**, **Boudouma O.**, **Fonteilles M.**, Le Guillou C., **Badia D.**, Barrat J.A. (2008) Petrology and mineralogy of the angrite Northwest Africa 1670, *Meteoritics and Planetary Science*, 43, 11, 1783-17-95.
- ACL402 **Jolivet L.**, **Augier R.**, Faccenna C., Negro F., Rimmelé G., **Agard P.**, Robin C. (2008) Subduction, convergence and the mode of back-arc extension in the Mediterranean region, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 179, 6, 525-550, 10.2113/gssgfbull.179.6.525
- ACL403 **Labrousse L.**, Elvevold S., **Lepvrier C.**, **Agard P.** (2008) Structural analysis of high-pressure metamorphic rocks of Svalbard: Reconstructing the early stages of the Caledonian orogeny, *Tectonics*, 27, doi:10.1029/2007TC002249.
- ACL404 **Lepvrier C.**, Maluski H. (2008) The Triassic Indosinian orogeny in East Asia - Foreword, *Comptes Rendus Géoscience*, 340, 2-3, 75-82, 10.1016/j.crte.2007.12.003
- ACL405 **Lepvrier C.**, Van Vuong N., Maluski H., Thi P.T., Van Vu T. (2008) Indosinian tectonics in Vietnam, *Comptes Rendus Géosciences*, 340, 2-3, 94-111, 10.1016/j.crte.2007.10.005
- PV8 **Leroy S.** (2008) Entre continents et océans : les marges continentales In Goffé B., L Jolivet, Eds, *Terre, planète mystérieuse*. - Editions Recherche Midi - INSU
- ACL406 **Lucazeau F.**, **Leroy S.**, Bonneville A., Goutorbe B., **Rolandone F.**, **D'Acromont E.**, **Watremez L.**, Düsünür D., Tuchais P., **Huchon P.**, **Bellahsen N.**, Al-Toubi K. (2008) Persistent thermal activity at the Eastern Gulf of Aden after continental break-up, *Nature geoscience*, 1-5, 10.1038/ngeo359
- ACLN31 **Martin-Closas C.**, Colin J.P., Billon-Bruyat J.P., El-Albani A., Mazin J.M., **Schnyder J.** (2008) Palaeobiogeography of the genus *Latochara* (fossil Charophyta) in the Upper Jurassic of Southern Europe. New data from Oléron Island (France), *Geologia Croatica*, 61, 2-3, 177-184

- ACLN32 Mbina MOUNGUENGUI M., **Baudin F.**, Guiraud M. (2008) Caractérisation et paléoenvironnements des dépôts riches en matière organique de la série de l'Anguille d'âge coniacien-santonien dans le bassin sédimentaire côtier gabonais, *Africa Geoscience Review*, 15, 1, 89-97
- ACL407 Morard G., Andraut D., Guignot N., **Sanloup C.**, Mezouar M., Petitgirard S., Fiquet G. (2008) In situ determination of Fe-Fe<sub>3</sub>S phase diagram and liquid structural properties up to 65 GPa, *Earth and Planetary Science Letters*, 272, 620-626
- ACL408 Morard G., **Sanloup C.**, Guillot B., Mezouar M., Perrillat J.P., Garbarino G., Mibe K., Komabayashi T., Funakoshi K. (2008) In situ structural investigation of Fe-S-Si immiscible liquid system and evolution of Fe-S bond properties with pressure, *Journal of Geophysical Research*, 113, B10205, 1-12, 10.1029/2008JB005663
- ACL409 Moreno E., Bassinot F., **Baudin F.**, Vénec-Peyré M.T. (2008) Influence of orbital forcing and sea level changes in the sedimentation of the Timor Sea during the last 260 kyr, *Paleoceanography*, 23, PA1207
- ACL410 Ntamak-Nida M.J., **Baudin F.**, Schnyder J., Makong J.C., Komguem P.B., Abolo G.M. (2008) Depositional environments and characterisation of the organic matter of the Lower Mundeck Formation (Barremian ?-Aptian) of the Kribi-Campo sub-basin (South Cameroon) : Implications for petroleum exploration, *Journal of African Earth Sciences*, 51, 207-219, 10.1016/j.jafrearsci.2008.01.006
- ACL411 Omrani J., **Agard P.**, Whitechurch H., Benoit M., **Prouteau G.**, Jolivet L. (2008) Arc-magmatism and subduction history beneath the Zagros Mountains, Iran: A new report of adakites and geodynamic consequences, *Lithos*, 106, 3-4, 380-398, 10.1016/j.lithos.2008.09.008
- ACL412 Petit C., Tiberi C., Deschamps A., Déverchère J. (2008) Teleseismic traveltimes, topography and the lithospheric structure across central Mongolia, *Geophysical Research Letters*, 35, L11301, 10.1029/2008GL033993
- ACL413 Peyret M., **Rolandone F.**, Dominguez S., Djamour Y., Meyer B. (2008) Source model for the Mw 6.1, 31 March 2006, Chalan-Chulan earthquake (Iran) from InSAR, *Terra Nova*, 20, 2, 126-133, 10.1111/j.1365-3121.2008.00797.x
- OS26 **Prouteau G.**, Scaillet B. (2008) Chapitre 3 : L'activité magmatique cénozoïque du domaine méditerranéen. Méditerranée centrale et arc Egéen, 71-113, in « Géodynamique méditerranéenne », Ed. Vuibert.
- ACLN33 Reis A.T., Silva C.G., Vendeville B., **Gorini C.**, Perovano R., Ferreira E., Mattioda (2008) Investigaçao da tectônica gravitacional na Bacia da Foz do Amazonas a partir de análise sísmica e de modelagem experimental, *Bolletín of the Brazilian Society of Geophysics*, 6, 16-19
- ACL414 **Rolandone F.**, R. Burgmann, D.C. Agnew, I.A. Johanson, D.C. Templeton, M.A. d'Alessio, S.J. Titus, C. DeMets, B. Tikoff (2008) Aseismic slip and fault-normal strain along the central creeping section of the San Andreas fault, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L14305, doi:10.1029/2008GL034437.
- ACL415 **Sanloup C.**, Gregoryanz E., Degtyareva O., Hanfland M. (2008) Structural Transition in Compressed Amorphous Sulfur", *Physical Review Letters*, 100, 7, 075701, 4.
- ACL416 Segalen L., **De Rafélis M.**, Lee-Thorp J.A., Maurer A.F., **Renard M.** (2008) Cathodoluminescence tools provide clues to depositional history in Miocene and Pliocene mammalian teeth, *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 266, 3-4, 246-253, 10.1016/j.palaeo.2008.03.035.
- ACLN34 Shahidi A., **Barrier E.**, **Brunet M.F.**, Saidi A. (2008) Tectonic evolution and Late Triassic- Middle Eocene extension in central Alborz, Iran, *Geosciences, Geological Survey of Iran, Quarterly Journal, Special issue*, 17, 1, 4-25
- ACL417 Tiberi C., Deschamps A., Déverchère J., **Petit C.**, Perrot J., Appriou D., Mordvinova V., Dugaarma T., Ulzibaat M., A. Artemiev A. (2008) Asthenospheric imprints on the lithosphere in Central Mongolia and Southern Siberia from a joint inversion of gravity and seismology (MOBAL experiment), *Geophysical Journal International*, 175, 3, 1283-1297, 10.1111/j.1365-246X.2008.03947.x
- ACL418 Tirel C., Brun J.P., **Burov E.** (2008) Dynamics and structural development of metamorphic core complexes, *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, 113, B4, B04403, 10.1029/2005JB003694
- ACL419 Tribouvillard N., Bout-Roumazeilles V., Algeo T., Lyons T. W., Sionneau T., Montero-Serrano, J.C., Riboulleau A., **Baudin F.**, (2008) Paleodepositional conditions in the Orca Basin as inferred from organic matter and trace metal contents, *Marine Geology*, 254 1-2 62-72 10.1016/j.margeo.2008.04.016
- ACL420 Turpin M., **Emmanuel L.**, **Renard M.** (2008) Nature and origin of carbonate particles along a transect on the western margin of Great Bahama Bank (Middle Miocene): sedimentary processes and depositional model, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 179, 3, 231-244

- ACL421 **Villemant B.**, Mouatt J., Michel A. (2008) Andesitic magma degassing investigated through H<sub>2</sub>O vapour-melt partitioning of halogens at Soufrière Hills volcano, Monserrat (Lesser Antilles), *Earth and Planetary Science Letters*, 269, 212-229, 10.1016/j.epsl.2008.02.014.
- ACL422 **Wagner C.**, Deloule E., Fialin M., King, P.L. (2008) Dehydrogenation of kaersutitic amphibole under electron beam excitation recorded by changes in Fe<sup>3+</sup>/ΣFe ratios: An EMP and SIMS study, *American Mineralogist*, 93, 1273-1281
- ACL423 Yamato P., **Burov E.**, **Agard P.**, Jolivet L., **Le Pourhiet L.** (2008) HP-UHP exhumation during slow continental subduction: Self-consistent thermodynamically and thermomechanically coupled model with application to the Western Alps, *Earth and Planetary Science Letters*, 27,1, 63-74, 10.1016/j.epsl.2008.03.049
- ACL424 **Zylberberg L.** & Meunier F.J. (2008). New data on the structure and the chondrocyte populations of the haemal cartilage of abdominal vertebrae in the adult carp *Cyprinus carpio* (Ostariophysi, Cyprinidae); *Cybiurn*, 32:225-239.

## Publications antérieures des membres rattachés en cours de contrat

- OS27 Baumgartner, L.P., B. Bos, J. Connolly, J.-P. Gratier, F. Gueydan, S.A. Miller, M. Person, C.L. **Rosenberg**, J. Urai, B.W.D. Yardley (2007) Fluids, Geochemical Cycles, and Mass Transport in Fault Zones. In: M. Handy, G. Hirth, and N. Hovius (editors), *Tectonic Faults: Agents of Change on a Dynamic Earth*, 403-426. *M.I.T. Press*.
- ACL425 Berger, A., **Rosenberg**, C.L., Schaltegger, U. (2009) Stability and isotopic dating of monazite and allanite in partially molten rocks: Examples from the Central Alps. *Swiss Journal of Geoscience*, 1-15, DOI 10.1007/s00015-009-1310-8.
- ACL426 **Caron B.**, Sulpizio R., Zanchetta G., Siani G., Santacroce R., 2010. The Late Holocene to Pleistocene tephrostratigraphic record of Lake Ohrid (Albania). *Comptes Rendus Géoscience*. doi:10.1016/j.crte.2010.03.007
- ACL427 Cattin, R., N. Chamot-Rooke, M. Pubellier, A. **Rabaute**, M. Delescluse, C. Vigny, L. Fleitout, P. Dubernet (2009), Stress change and effective friction coefficient along the Sumatra-Andaman-Sagaing fault system after the 26 December 2004 (Mw=9.2) and the 28 March 2005 (Mw=8.7) earthquakes, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q03011, doi:10.1029/2008GC002167.
- ACL428 Censi P. **Zuddas P.** Larocca P. Saiano F., Placenti F., Bonanno A. (2008). Recognition of water masses according to geochemical signature in the Central Mediterranean sea: Y/Ho ratio and Rare Earth Element behaviour. *Chemistry and Ecol.* 23, 2, 1-17.
- ACL429 Censi P., **Zuddas P.**, Randazzo L.A., Saiano F., Mazzola S., Arico' P., Cuttitta A., Punturo R. (2010). Influence of dissolved organic matter on rare earth elements and yttrium distribution in coastal waters. *Chemistry and Ecol.* 26, 2, 1-18.
- ACL430 Censi P., Randazzo L., **Zuddas P.**, Saiano F., Arico' P., Andò S., Mazzola S. (2010). Trace elements behaviour in seawater during pyroclastic Etna's activity in 2001. Concurrent effect of nutrients and formation of alteration minerals. *Jour. Volc. and Geoth. Research*, 193, 106 -116.
- ACL431 Censi P., **Zuddas P.**, Randazzo L.A., Tamburo E., Speziale S., Cuttitta A., Punturo R., Arico' P., Santagata R. (2011). Source and nature of inhaled atmospheric dust from trace element analyses of human bronchial fluids. *Environmental Science and Technology* 45, 15, 6262-6267.
- ACL432 Censi P. Tamburo E. Speziale S., **Zuddas P.** Randazzo L.A., Punturo R. (2011) Yttrium and lanthanides in human lung fluids, probing the exposure to atmospheric fallout. *Jour. of Hazard. Materials* 186, 1103-1110.
- ACL433 Cheddadi R., Fady B., François L., Hajar L., Suc J.-P., Huang K., Demarteau M., Vendramin G.G. (2009) Putative glacial refugia of *Cedrus atlantica* from Quaternary pollen records and modern genetic diversity. *Journal of Biogeography*, 36, 7, 1361-1371.
- ACL434 Clauzon G., Fleury T.J., Bellier O., Molliex S., **Mocochain L.**, Aguilar J.P. (2011) Morphostructural evolution of the Luberon since the Miocene (SE France), *Bull. Soc. Géol. France*, 182, 2, 95-110, 10.2113/gssgfbull.182.2.95
- ACL435 Colin C., Siani G., Segueni F., Blamart D., Giunta S., Suc J.-P., Liu Z., Frank N., Briquieu L. (2008) Restitution de l'histoire de la mousson nord-africaine entre 6,2 et 4,9 Ma et relations possibles avec les événements tardi-Miocene. *Comptes-Rendus Geoscience*, 340, 749-760.
- ACL436 Faivre D., **Zuddas P.** (2007) Mineralogical and isotopic properties of biogenic nanocrystalline magnetites. In *Magnetoreception and magnetosomes in bacteria*. (D. Schüler ed) Springer, Heidelberg, Series: *Microbiol. Monogr.*, vol.3, 176-196.



- ACL437 Favre E., Escarguel G., Suc J.-P., Vidal G., Thévenod L. (2008) A contribution to deciphering the meaning of AP/NAP with respect to vegetation cover. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 148, 13-35.
- ACL438 Gibbard P., Head M.J., Walker M. and the International Subcommission on Quaternary Stratigraphy (incluant Suc J.-P.) (2010) Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Sciences*, 25, 2, 96-102.
- ACL439 Goutorbe B., Poort J., Lucazeau F., Raillard S. (2011) Global heat flow trends resolved from multiple geological and geophysical proxies, *Geophysical Journal International*, 187, 1405-1419, 10.1111/j.1365-246X.2011.05228.x
- ACL440 Gréselle, B., Pitter, B., Mattioli, E., Joachimski, M., Barbarin, N., Riquier, L., Reboulet, S., Pucéat, E. (2011) The Valanginian isotope event: A complex suite of palaeoenvironmental perturbation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 306, 41-57.
- ACL441 Hachikubo A., Khlystov O., Manakov M., Kida A., Krylov H., Sakagami H., Minami N., Takahashi H., Shoji G., Kalmychkov G., Poort J. (2009) Model of formation of double structure gas hydrates in Lake Baikal based on isotopic data, *Geophysical Research Letters*, 36, L18504, 1-5, 10.1029/2009GL039805
- ACL442 Hachikubo A., Khlystov O., Krylov A., Sakagami H., Minami H., Nunokawa Y., Yamashita S., Takahashi N., Shoji H., Nishio S., Kida M., Ebinuma T., Kalmychkov G., Poort J. (2010) Molecular and isotopic characteristics of gas hydrate-bound hydrocarbons in southern and central Lake Baikal, *Geo-Marine Letters*, 30, 321-329, 10.1007/s00367-010-0203-1
- ACL443 Handy, M.R., Rosenberg, C.L. (2011) From embryonic tectonics and geosynclines to modern concepts of rifting, spreading, and Alpine orogenesis: a summary of contributions to the 9th Alpine Workshop (Cogne, 2009). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, 100:895-897, DOI 10.1007/s00531-011-0647-1
- ACL444 Hus R, Poort J., Charlet F., Naudts L., Khlystov, O., Klerkx J., De Batist M. (2012) Lake Baikal. In : Phanerozoic Regional Geology of the World (eds: D. Roberts & B. Bally), Elsevier publications, in press
- OS28 Jahani S., Letouzey J., Frizon De Lamotte D., Callot J.P., Leturmy P. (2007) The salt diapirs of the Eastern Fars province (Zagros, Iran) : a brief outline of their past and present activities, In "Thrust Belt and Foreland Basins". O. Lacombe, J. Lavé, F. Roure et J. Vergès (Eds), *Frontiers in Earth Sciences, Springer*, Chapter 15, 289-308
- ACL445 Jamieson, R.A., Unsworth, M.J., Harris, N.B.W., C.L. Rosenberg, K. Schulmann (2011) Crustal melting and the flow of mountains. *Elements*, 7, 253-260, DOI: 10.2113/gselements.7.4.253.
- ACL446 Jiménez-Moreno G., Fauquette S., Suc J.-P. (2008) Vegetation, climate and palaeoaltitude reconstructions of the Eastern Alps during the Miocene based on pollen records from Austria, Central Europe. *Journal of Biogeography*, 35, 1638-1649.
- ACL447 Jiménez-Moreno G., Fauquette S., Suc J.-P. (2010) Miocene to Pliocene vegetation reconstruction and climate estimates in the Iberian Peninsula from pollen data. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 403-415.
- ACL448 Jost, A., Fauquette, S., Kageyama, M., Krinner, G., Ramstein, G., Suc, J.-P., Violette, S. (2009) High resolution climate and vegetation simulations of the Late Pliocene, a model-data comparison over western Europe and the Mediterranean region. *Climate of the Past*, 5, 585-606.
- AP5 Le Pichon X., Rangin C., Loget N., Hamon Y., Lin J.Y, Andréani L. (2008), Tectonique provençale et sismicité associée : rôle des phénomènes gravitaires et diapiriques. *Rapp. final progr. CASHIMA/CEA Cadarache*, 124 p.
- ACL449 Lopez O., Zuddas P., Faivre D (2009). Influence of temperature and seawater composition on calcite crystal growth mechanisms and kinetics: implications for Mg incorporation in calcite lattice. *Geochim. Cosmochim. Acta* 73, 23370-3470.
- ACL450 Kida M., Hachikubo A., Sakagami H., Minami H., Krylov A., Yamashita S., Takahashi N., Shoji H., Khlystov O., Poort J., Narita H. (2009) Natural gas hydrates with locally different cage occupancies and hydration numbers in Lake Baikal, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 10, Q05003, 1-8, 10.1029/2009GC002473
- ACL451 Komorowski J.-C., Legendre Y., Caron B., Boudon G., 2008. Reconstruction and analysis of sub-Plinian tephra dispersal during the 1530 A.D. Soufrière (Guadeloupe) eruption: implications for scenario definition and hazards assessment. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, special issue on Evaluating Explosive Risk at European Volcanoes (Exploris issue) 178 (2008) 491-515 doi:10.1016/j.jvolgeores.2007.11.022
- ACL452 Krylov A., Khlystov O., Hachikubo A., Minami H., Nunokawa Y., Shoji H., Zemskaya T., Naudts L., Pogodaeva T., Kida M., Kalmychkov G., Poort J. (2010) Isotopic composition of dissolved inorganic carbon in subsurface sediments of gas hydrate-bearing mud volcanoes, Lake Baikal: implications for methane and carbonate origin, *Geo-Marine Letters*, 30, 427-437, 10.1007/s00367-010-0190-2



- ACL453 Lézine A.-M., von Grafenstein U., Andersen N., Belmecheri S., Bordon A., **Caron B.**, Cazet J.-P., Erlenkeuser H., Fouache E., Grenier C., Huntsman-Mapila P., Hureau-Mazaudier D., Manelli D., Mazaud A., Robert C., Sulpizio R., Tiercelin J.-J., Zanchetta G., Zeqollari Z., (2010) Lake Ohrid, Albania, provides an exceptional multi-proxy record of environmental changes during the last glacial-interglacial cycle. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*. doi: 10.1016/j.palaeo.2010.01.016.
- ACL454 Lustrino, M., Duggen, S., **Rosenberg, C.L.** (2011) The central-western Mediterranean: anomalous igneous activity in an anomalous collisional tectonic setting. *Earth-Science Reviews*, 1-40. doi:10.1016/j.earscirev.2010.08.002
- ACL455 **Martin E.**, Sigmarsson O. (2007) Crustal Thermal state and origin of silicic magma in Iceland : the case of Torfajökull, Ljósufjöll and Snæfellsjökull volcanoes, *Contrib. Mineralogy and Petrology*, 153, 5, 593-605, 10.1007/s00410-006-0165-5
- ACL456 **Martin E.**, Sigmarsson O. (2007) Low-pressure differentiation of tholeiitic lavas as recorded in segregation veins from Reykjanes (Iceland), Lanzarote (Canary Islands) and Masaya (Nicaragua), *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 154, 5, 559-573, 10.1007/s00410-007-0209-5
- ACL457 **Martin E.**, Martin H., Sigmarsson O. (2008) Could Iceland be a modern analogue for the Earth's early continental crust?, *Terra Nova*, 20, 463-468, 10.1111/j.1365-3121.2008.00839.x
- ACL458 **Martin E.** (2009) Mass-independent isotopic signatures of volcanic sulfate from three supereruption ash deposits in Lake Tecopa, California, *Earth and Planetary Science Letters*, 282, 102-114
- ACL459 **Martin E.**, Martin H., Sigmarsson O. (2010) Comment on "Continental geochemical signatures in dacites from Iceland and implications for models of early Archaean crust formation" by Willbold, M., Hegner, E., Stracke A. and Rocholl A, *Earth and Planetary Science Letters*, 293, 218-219, 10.1016/j.epsl.2010.02.021
- ACL460 **Martin E.**, Sigmarsson O. (2010) Thirteen million years of silicic magma production in Iceland: Links between petrogenesis and tectonic settings, *Lithos*, 116, 129-144, 10.1016/j.lithos.2010.01.005
- ACL461 Mazurenko L.L., Matveeva T., Prasolov E.M., Shoji H., Obzhairov A.I., Jin Y.K., **Poort J.**, (2009) Gas hydrate forming fluids on the NE Sakhalin slope, Sea of Okhotsk, *Geological Society, London, Sp. Publ.*, 319, 51-72
- AP6 **Michel R.**, S. Leprince, S. Primet, J.-P. Avouac (2010) "Toward a Concept of Space-based Seismometer," IEEE - IGARSS.
- ACL462 **Mocochain L.**, Audra P., Bigot J.Y. (2011) Base level rise and per ascensum model of speleogenesis (PAMS). Interpretation of deep phreatic karsts, vauclosian springs and chimney-shafts, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 182, 2, 87-93, 10.2113/gssgfbull.182.2.87
- ACL463 Naudts L., Greinert J., **Poort J.**, Belza J., Vangampelaere E., Boone D., Linke P., Henriët J.P., De Batist M. (2010) Active venting sites on the gas-hydrate-bearing Hikurangi Margin, off New Zealand: Diffusive- versus bubble-released methane, *Marine Geology*, 272, 233-250, 10.1016/j.margeo.2009.08.002
- ACL464 Popescu S.-M., Melinte M.-C., **Suc J.-P.**, Clauzon G., Quillévéré F., Sütő-Szentai M. (2008) Marine re-flooding of the Mediterranean after the Messinian Salinity Crisis predates the Zanclean GSSP. Reply to the "Comment o, 'Earliest Zanclean age for the Colombacci and uppermost Di Tetto formations of the "latest Messinian" northern Apennines: New palaeoenvironmental data from the Maccarone section (marche Province, Italy)' by Popescu et al. (2007) *Geobios* 40 (359-373)" authored by Roveri et al. *Geobios*, 41, 657-660.
- ACL465 Popescu S.-M., Dalesme F., Jouannic G., Escarguel G., Head M.J., Melinte-Dobrinescu M.C., Sütő-Szentai M., Bakrac K., Clauzon G., **Suc J.-P.** (2009) *Galeacysta etrusca* complex, dinoflagellate cyst marker of Paratethyan influxes into the Mediterranean Sea before and after the peak of the Messinian Salinity Crisis. *Palynology*, 33, 2, 105-134.
- ACL466 Popescu S.-M., Biltekin D., Winter H., **Suc J.-P.**, Melinte-Dobrinescu M.C., Klotz S., Combourieu-Nebout N., Rabineau M., Clauzon G., Deaconu F. (2010) Pliocene and Lower Pleistocene vegetation and climate changes at the European scale: Long pollen records and climatostratigraphy. *Quaternary International*, 219, 152-167.
- AP7 Pubellier M., L.S. Chan et al. (dont A. **Rabaute**) (2007) Morpho-tectonic Map of Cenozoic structures of the South China / Northern Vietnam coastal region. map 1:1.250.000 scale with explanatory notes and remote cdrom, OutPut Express Print Off, Hong-Kong, ISBN 978-988-98896-4-7, 16p.
- AP8 Pubellier M., N. Chamot-Rooke, F. Ego, E. Konstantinovskaya, A. **Rabaute** (2008) Structural Map of Eastern Eurasia / Carte Structurale de l'Eurasie Orientale. *Commission for the Geological Map of the World (CGMW)*, map at 1:12.500.000 scale.
- ACL467 **Rabaute A.**, Chamot-Rooke N. (2007) Quantitative mapping of mud volcanism at the western Mediterranean Ridge - backstop contact, *Mar Geophys Res*, 28, 271-295, doi: 10.1007/s11001-007-9031-8.

- ACL468 **Riquier L.**, Averbuch O., Devleeschouwer X., Tribovillard N. (2010) Diagenetic versus detrital origin of the magnetic susceptibility variations in some carbonate Frasnian-Famennian boundary sections from Northern Africa and Western Europe: implications for paleoenvironmental reconstructions, *International Journal of Earth Sciences*, 99, Suppl 1, 57-73, 10.1007/s00531-009-0492-7
- ACL469 **Riquier, L.**, Averbuch, O., Tribovillard, N., El Albani, A., Lazreq, N., Chakiri, S. (2007) Environmental changes at the Frasnian-Famennian boundary in Central Morocco (Northern Gondwana): integrated rock-magnetic and geochemical studies. In: Becker, R.T., & Kirschgasser, W.T. (Eds.), Devonian Events and Correlation. *Geological Society of London Special Publication* 278, Chapitre 9, 197-217.
- ACL470 **Rosenberg, C. L.**, A. Berger (2009) On the causes and modes of exhumation and lateral growth of the Alps, *Tectonics*, 28, TC6001, doi:10.1029/2008TC002442.
- OS29 **Rosenberg, C.L.**, Medvedev, S., and Handy, M. (2007) On the effects of melting on continental deformation and faulting. In: M. Handy, G. Hirth, and N. Hovius (editors), *Tectonic Faults: Agents of Change on a Dynamic Earth*, 357-402. M.I.T. Press.
- ACL471 **Rosenberg, C. L.**, Brun, J.-P., Cagnard, F., and Gapais, D. (2007) Oblique indentation in the Eastern Alps: Insights from laboratory experiments. *Tectonics*, 26, TC2003, doi:10.1029/2006TC001960
- ACL472 **Rosenberg, C.L.**, Schneider, S. (2008) The western termination of the SEMP fault (Eastern Alps) and its bearing on the exhumation of the Tauern Window. In: S. Siegesmund, B. Fügenschuh, and N. Froitzheim (eds.), Tectonic aspects of the Alpine-Carpathian-Dinaride System, *Geol. Soc., London, spec. publ.*, 298, 197-218.
- ACL473 **Rosenberg, C. L.**, A. Berger (2010) Correction to 'On the causes and modes of exhumation and lateral growth of the Alps'. *Tectonics*, 29, doi:10.1029/2009TC002633.
- ACL474 **Rosenberg, C.L.**, Garcia, S. (2011) Estimating displacement along the Brenner Fault, and orogen-parallel extension in the Eastern Alps. *International Journal of Earth Sciences, (Geol Rundsch)*, DOI 10.1007/s00531-011-0645-3
- ACL475 **Rosenberg C.L.**, Garcia S. (2011) Reply to comment of Fügenschuch et al., on the paper « Estimating displacement along the Brenner Fault and orogen-parallel extension in the Eastern Alps », by Rosenberg and Garcia, *International Journal Earth Science (Geol Rundsch)*, 100, 1129-1145, 10.1007/s00531-011-0726-3
- ACL476 Schwalenberg K., Haeckel M., Poort J., Jegen D. M. (2010) Evaluation of gas hydrate deposits in an active seep area using marine controlled source electromagnetics: Results from Opouawe Bank, Hikurangi Margin, New Zealand, *Marine Geology*, 272, 79-88, 10.1016/j.margeo.2009.07.006
- ACL477 Scislewski A. Zuddas P. (2010). Estimation of reactive mineral surface area during water-rock interaction using fluid chemical data. *Geochim. Cosmochim. Acta* 74, 6996-7007.
- ACL478 Smet, S., R. Michel, L. Bollinger (2008) Uplift of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake measured from differential hyperspectral imagery of coastal waters, *J. Geophys. Res.*, B09403.
- ACL479 Smit J., Burg J. P., Dolati A., Sokoutis D. (2010) Effects of mass waste events on thrust wedges: Analogue experiments and application to the Makran accretionary wedge, *Tectonics*, TC3003, 1-11, 10.1029/2009TC002526
- ACL480 Suc J.-P., Combourieu-Nebout N., Seret G., Popescu S.-M., Klotz S., Gautier F., Clauzon G., Westgate J., Sandhu A.S. (2010) The Croton series: a synthesis and new data. *Quaternary International*, 219, 121-133.
- ACL481 Sulpizio R., Van Welden A., Caron B., Zanchetta G. (2010) The Holocene tephrostratigraphic record of Lake Shkodra (Albania and Montenegro), *Journal of Quaternary Science*, 25, 5, 633-650, 10.1002/jqs.1334
- ACL482 Van Rensbergen P., A. Rabaute, A. Colpaert, T. St. Ghislain, M. Mathijs, A. Bruggeman (2007) Fluid migration and fluid seepage in the Connemara Field, Porcupine Basin interpreted from industrial 3D seismic and well data combined with high-resolution site survey data, *Int. J. Earth Sci.*, doi: 96, 185-197, 10.1007/s00531-005-0021-2
- ACL483 Verlaquet A, Brunet F. (2007) Effect of incongruent dissolution on mineral solubility data derived from quench experiments, *European Journal of Mineralogy*, 19 (6), 783-789
- ACL484 Zanchetta G., Sulpizio R., Roberts N., Cioni R., Eastwood W. J., Siani G., Caron B., Paterne M., Santacrose R., 2010. Tephrostratigraphy, chronology and climatic events of the Mediterranean basin during the Holocene, *Holocene* doi: 10.1177/0959683610377531.
- ACL485 Zuddas P. (2010). Water-rock interaction processes seen through thermodynamics. *Elements* 6, 305-308.

## Bilan 2009-2012 de l'équipe « Biominéralisations et environnements Sédimentaires » (BES)

### 1. Composition et évolution de l'équipe

L'équipe LBES de l'ISTeP est une évolution de la JE2477 UPMC « Biominéralisations et Paléoenvironnements » créée en 2005 par M. Renard et M. de Rafélis. En 2009, le groupe participe à la création de l'ISTeP en s'enrichissant de collègues biologistes de l'UPMC (J. Cubo-PR, A. de Ricqlès PR collègue de France et A. Quilhac-MCF) issus du « groupe Castanet » de l'UFR de Biologie. Actuellement, l'équipe est constituée uniquement d'enseignants-chercheurs (3 PR, 8 MCF) auxquels s'ajoutent des personnels techniques de l'UMR : N. Labourdette (A.I.), M. Mucchielli-Person (T), H. Lamrous (Adj. T) et V. Nantet (Adj. Adm.). En début de contrat, le Pr. De Ricqlès (Collège de France) a fait valoir ses droits à la retraite et obtenu son éméritat. Au cours du contrat actuel, l'équipe enseignants-chercheurs s'est agrandie avec l'arrivée du Pr. P. Zuddas (échange inter-universitaire UPMC-Lyon I, Janvier 2012), géochimiste spécialiste des interactions fluides/roches. Du côté des personnels techniques, l'équipe LBES a perdu un adjoint technique (J Benmamar, fin janvier 2012) à l'occasion d'une mobilité interne à l'UPMC. Le Pr. M. Renard est à la retraite depuis le 31 aout 2012. A ces permanents s'ajoutent des doctorants et des ATER, des chercheurs bénévoles/émérites ainsi que des chercheurs invités.

Equipe Biominéralisations et Environnements Sédimentaires (le 15 mars 2012)			
NOM Prénom	Statut	Age	Thématique
BELTRAN Catherine	MCF	35	Alcénones, nannofossiles calcaires, isotopes stables
CUBO-GARCIA Jorge	PR	43	Paléohistologie – Paléobiologie - Vertébrés
EMMANUEL Laurent	MCF	48	Géochimie sédimentaire – Paléoenvironnements - sédimentologie
LE CALLONNEC Laurence	MCF	40	Géochimie sédimentaire – Paléoenvironnements - Bivalves
MINOLETTI Fabrice	MCF	37	Géochimie du plancton calcaire – sédimentologie
PERSON Alain	MCF	63	Sédimentologie – minéralogie environnementale
SEGALEN Loïc	MCF	37	Sédimentologie continentale - Biogéochimie - Vertébrés
QUILHAC Alexandra	MCF	42	Ostéogénèse, histologie osseuse, squeletteochronologie
De RAFELIS Marc (Resp.)	MCF-HDR	39	Géochimie – Sclérochronologie - Paléoenvironnements /Paléoclimats
RENARD Maurice	PR	67	Sédimentologie – Géochimie sédimentaire
ZUDDAS Pierpaolo	PR	50	Géochimie de l'environnement – Interactions eau/roche

Evolution du personnel statutaire entre 2009 et 2012		
NOM Prénom	Statut 2009	Statut 2012
BENMANAR Jamel	ADJT	Départ le 12/02/2012 (mutation interne)
CUBO-GARCIA Jorge	MCU	PR
de RICQLES Armand	PR coll. France	Retraite fin 2009 - PR émérite
RENARD Maurice	PR	Retraite le 31/08/2012
ZUDDAS Pierpaolo	PR Univ. Lyon 1	PR UPMC au 1/01/2012 (échange)

Chercheurs et Enseignants-Chercheurs non permanents			
NOM Prénom	Statut	Durée	Thématique
BLANC Philippe	Coll. bénévole		Caractérisation des géomatériaux
HUYGHE Damien	ATER	1 an	Interaction Tectonique/climat
MARTINEZ-Maza Caitana	Post-Doc	jan 2009- déc 2010	Paléohistologie
MONTES Laetitia	Post-Doc	En cours 3 ans	Paléohistologie
PIRAS Paolo	Post-Doc	2008-2009	Evolution des crocodiles
De RICQLES Armand	PR Emérite (CdF)	Depuis 2010	Paléontologie (Collège de France)
ROCHE Damien	ATER	1 an	Géochimie – Néogène - Hominidés
VENTURA Jacint	PR invité	6 mois (2009)	Evolution des rongeurs
VERRECCHIA Eric	PR invité	2 mois (2010)	Géochimie – Environnements continentaux
ZILBERBERG Louise	DR émérite	depuis 2009	Géochimie – Interactions fluide/roche

Doctorants			
NOM Prénom	Financement	Encadrement	Situation actuelle
BEAUDOIN Nicolas	UPMC	L. Emmanuel	En cours (thèse commune équipe SFS)
BONNEAU Lucile	UPMC	L. Emmanuel	En cours
CANDELIER Yaël	UPMC	F. Minoletti	En cours
DERICQUEBOURG Perrine		A. Person	En cours (Thèse Univ. Liège)
HUYGHE Damien	UPMC	L. Emmanuel	Post-Doc Univ. Pau (thèse commune équipe SFS)
GRESSIER Vincent	UPMC	M. Renard	Post-Doc UPMC ISTeP TOTAL
LEGENDRE LUCAS	UPMC	J. Cubo	En cours
MONTES Laetitia	UPMC	J. Cubo	Post-Doc Univ. Barcelone - UPMC
ROCHE Damien	UPMC	L. Segalen	ATER UPMC
ROUSSELLE Gabrielle	UPMC	C. Beltran	En cours

## 2. Domaines de compétences de l'équipe

L'équipe LBES regroupe des sédimentologues et des géochimistes dont les compétences croisées permettent de reconstituer, à différentes échelles temporelles, les variations de l'environnement et du climat. En utilisant à la fois les données minéralogiques, géochimiques (éléments traces, isotopes stables, alcénones) et écologiques, les chercheurs de l'équipe s'attachent à discriminer signaux métaboliques, environnementaux et diagenétiques présents dans les tissus biominéralisés en domaine marin comme en domaine continental.

Nos approches paléoenvironnementales, si elles reposent sur l'étude des biominéralisations, présentent la particularité de ne jamais être découplées de l'archive sédimentaire caractéristique de l'environnement associé. L'une de nos spécificités est de coupler à la fois de l'expérimentation actuelle et des applications fossiles à des périodes clés de l'histoire climatique de la planète.

Notre savoir-faire sur l'utilisation du nannoplancton calcaire en domaine hauturier, des bivalves en domaine littoral ou continental dulçaquicole et des tissus osseux et dentaires de vertébrés continentaux/marins est maintenant reconnu. L'intégration au sein d'une même équipe de compétences sur des supports et donc des environnements aussi variés est unique et parfaitement en phase avec certains champs thématiques de l'INSU comme en témoigne la mise en place récente du CT4-INTERRVIE.

Les compétences pluri-disciplinaires de l'équipe LBES positionnent les enseignants-chercheurs à l'interface de nombreuses thématiques scientifiques ce qui se traduit par des collaborations à la fois à l'échelle de l'ISTeP (équipe SFS et MEBS notamment) mais également sur le plan national ou international avec des collaborations dans les domaines de la biologie ou de la chimie.

## 3. Principaux résultats scientifiques de l'équipe

Pour le contrat en cours, le projet scientifique de l'équipe LBES s'articule autour de 3 axes :

- 1 les cultures en milieux contrôlés de producteurs carbonatés
- 2 l'étude des processus de conservation et la mise en évidence des signaux originels enregistrés dans les tissus minéralisés par l'intermédiaire d'espèces biologiques
- 3 les applications des problématiques paléoenvironnementales, paléobiologiques ou paléoclimatiques.

A l'heure actuelle, des résultats ont été publiés sur ces trois axes et de nombreux travaux sont encore en cours, notamment au niveau de l'axe "culture" dont la mise en œuvre est longue et complexe à mettre en œuvre.

### Axe 1 : cultures en milieux contrôlés de producteurs carbonatés

La mise en place de modèles biologiques permettant de discriminer les effets métaboliques des effets environnementaux lors de l'analyse géochimique des tissus biominéralisés nécessite une phase d'élevage d'espèces en milieux contrôlés.

En domaine marin, les résultats acquis reposent en partie sur des collaborations avec des partenaires des stations marines de l'UPMC (élevage de coccolithophoridés) et de l'IFREMER (élevage de mollusques) mises en place en fin du quadriennal précédent. Une partie des résultats obtenus concernent l'utilisation des coquilles de mollusques en eaux douce ou marine. Dans ce cadre, un modèle d'âge permettant une étude sclérochronologique à l'échelle journalière a été développé sur les coquilles d'huitres (*C. gigas*, *O. edulis*). L'utilisation de marquages chimiques *in-vivo* au chlorure de manganèse révélés par les observations en cathodoluminescence permet en effet de déterminer les différents patterns de croissance de ces organismes en fonction des variations environnementales saisonnières (Lartaud et al., 2010-Aquaculture). Ce modèle d'âge, transposable dans les archives fossiles, permet d'établir la stratégie d'échantillonnage géochimique sur les coquilles en phase avec un calendrier précis. L'utilisation des isotopes stables de l'oxygène (Lartaud et al., 2010-Facies) ont montré la pertinence de ces approches dans des reconstitutions des variations thermiques saisonnières à l'échelle de la façade atlantique européenne (Fig. 1). Toutefois, les variations de salinité dans les milieux de vie de ces ostréidés compliquent l'interprétation des isotopes stables de l'oxygène en terme de température. Nous avons donc développé un modèle géochimique parallèle utilisant la thermodépendance du rapport Mg/Ca des coquilles (Mouchi et al., 2012-Paleo3). Le modèle géochimique basé sur les isotopes du carbone a montré que l'influence du métabolisme dominait l'enregistrement obtenu sur les coquilles et que l'utilisation d'un tel proxy dans les archives sédimentaires ne permettait que des reconstitutions partielles des paléoenvironnements (Lartaud et al., 2010-GML).

Le développement similaire d'un tel modèle est en cours (utilisation combinée des marquages au  $MnCl_2$  et à la calcéine des coquilles) sur des espèces dulçaquicoles (*A. cygnea*, *C. fluminea*). La participation de l'équipe aux projets de la FIRE (FR3020) nous a permis de bénéficier des sites expérimentaux de la Seine, en amont et en aval de la ville de Paris. En parallèle, une phase d'élevage en aquarium au Laboratoire a été entreprise afin de valider l'utilisation des coquilles de ces bivalves comme sondes naturelles de l'environnement (climat et pollution). Les

phases d'élevage et en milieux naturels se terminent. Les résultats préliminaires ont été présentés à l'EGU en 2010 et les résultats géochimiques (éléments métalliques et isotopiques) sont en cours de publication.

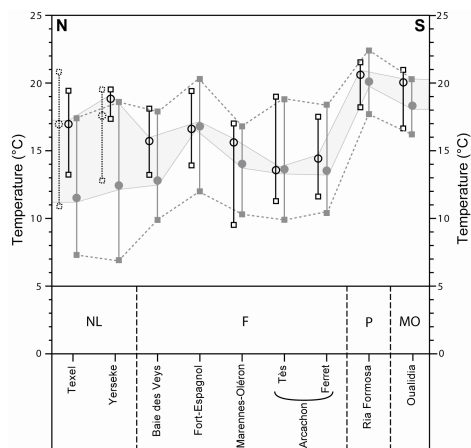


Figure 1 : Températures moyennes annuelles (cercles) et des extrema saisonniers (carrés) le long de la façade Atlantique ouest européenne. Les données mesurées sont en gris et les températures calculées à partir de l'isotopie des coquilles de bivalves sont en noir. Les données en pointillées (sites hollandais) sont calculées après modification du  $\delta^{18}O_w$  local. L'enveloppe grisée représente l'écart entre les moyennes annuelles calculées et mesurées (Lartaud et al. 2010).

En domaine continental, les travaux de l'équipe concernent des environnements arides dans lesquels les restes biologiques fossiles sont souvent représentés par les coquilles d'œufs d'autruche (organismes largement répartis sur le continent Africain, en milieu de savane et aride). Afin, de contraindre les modalités d'enregistrements environnementaux par ce type de biominéralisation, un modèle biologique et géochimique a également été développé en collaboration avec la ménagerie du MNHN. Un suivi rigoureux de la ponte de 2 femelles sur plus de 1 ans couplé à un contrôle de l'alimentation et de l'eau de boisson a été entrepris. L'humidité relative de l'air ainsi que les températures atmosphériques contrôlent de manière forte les signatures isotopiques de l'oxygène des coquilles alors que le régime alimentaire (alimentation dominée par des plantes en C3 vs plantes en C4) impacte celles en carbone.

## Axe 2 : processus de conservation et mise en évidence des signaux originels enregistrés dans les tissus minéralisés

L'accès aux paramètres de l'environnement fossile à partir de signaux géochimiques implique de bien contraindre les processus de conservation des tissus minéralisés. A cela s'ajoutent le fait que dans la sédimentation pélagique, les producteurs carbonatés sont de taille micrométrique et sont mélangés à des particules de carbonates de calcium dont l'origine est, la plupart du temps, très mal contrainte (particules nommées classiquement *micarb*). Au cours du précédent contrat, une technique de séparation granulométrique de ces sédiments fins a été développée (Minoletti et al., 2005). Depuis, ce protocole a été affiné afin d'isoler les différents constituants du sédiments (Minoletti et al., 2009-Nature Protocols), qu'ils soient d'origine biologique (foraminifères, nanofossiles calcaires) ou non (diagenèse, précipitation physico-chimique...). En combinant cette technique de tri granulométrique avec les outils géochimiques, minéralogiques et d'imagerie, nous avons démontré 1- l'importance quantitative du *micarb* dans les bilans production carbonatée océanique et 2- qu'il était possible de déterminer la nature et l'origine de ce *micarb* (Beltran et al., 2009-Sedimentary Geology).

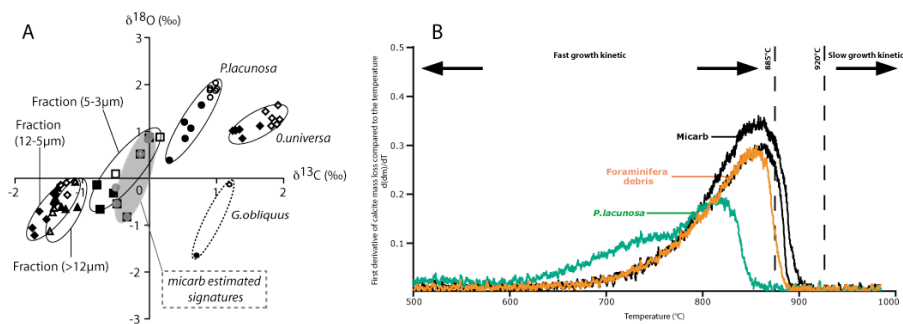


Figure 2 : A- Composition isotopique des différentes fractions et constituants carbonatés de sédiments d'âge Pliocène de Sicile (les symboles pleins correspondent aux niveaux sapropéliques). B- Résultats de l'analyse par ATD-TG des fractions à foraminifères, à coccolithes *P. lacunosa* et à *micarb* (d'après Beltran et al., 2009).

En domaine continental, la carbonate hydroxylapatite compose la fraction minérale des os, de la dentine et de l'émail des vertébrés dans des proportions variables (65% de l'os à 97% de l'émail). Ces bioapatites liées au métabolisme des vertébrés (famille des apatites hydroxylées) sont formées d'ions calcium ( $Ca^{2+}$ ) et phosphates ( $PO_4^{3-}$ ) associés à des anions hydroxyles ( $OH^-$ ). Au cours de l'évolution post-mortem, ces trois sites peuvent être le siège de multiples substitutions ioniques ( $CO_3^{2-}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $F^-$ , REE..) conférant ainsi une grande complexité chimique à la molécule. Les signaux géochimiques de ces tissus sont souvent utilisés pour reconstruire les environnements associés aux biotopes de ces vertébrés (par l'intermédiaire de l'alimentation disponible). Toutefois, une bonne compréhension des modifications minéralogiques (et donc chimiques) de ces restes au cours de l'histoire taphonomique est indispensable. Nous avons montré que l'observation en cathodoluminescence (optique et MEB) des tissus dentaires fossiles permettait, en amont des analyses géochimiques, d'établir une cartographie précise des modifications diagénétiques (Segalen et al., 2008- Paleo3). Ce type d'approche a été appliquée conjointement à des observations paléohistologique pour affiner le diagnostic taphonomique d'échantillons fossiles (Bailleul et al., 2010-CR Palevol). De même l'identification des modifications de la cristallinité par l'intermédiaire de l'étude de la stœchiométrie des



groupements  $PO_4$  et  $CO_3$  des bioapatites (actuelles et fossiles) a été mis en évidence par spectroscopie infrarouge couplée aux données géochimiques (Roche et al., 2010-JAS).

### Axe 3 : applications aux problématiques paléoenvironnementales, paléobiologiques ou paléoclimatiques

En domaine océanique, l'un des points fort de notre équipe réside dans l'utilisation de la géochimie organique (alcénones) et minérale (isotopes stables C et O) du nannoplancton calcaire et plus particulièrement des coccolithes. L'utilisation combinée de ces signaux nous permet de reconstituer de manière précise les paramètres de l'environnement océanique à des périodes relativement anciennes. En effet, si l'utilisation des alcénones pour reconstruire les SST est fréquente dans les environnements Quaternaires, elle l'est beaucoup moins dans les périodes anciennes notamment lorsque les affleurements sont maintenant continentalisés. Toutefois, nous avons montré que les assemblages micropaléontologiques ainsi que les rapports  $C_{37}$  et  $C_{38}$  méthyl et éthyl obtenus dans des sédiments Pliocènes (coupe de Punta di Maiata, Sicile ; Beltran et al., 2011-Paleo3) déposés sous contrôle climatique étaient similaires à ceux observés dans les écosystèmes modernes. Nous avons ainsi pu calculer des températures de surface marine en utilisant les calibrations obtenues sur des espèces actuelles appartenant à la même famille biologique (Noelaerhabdaceae).

Tout au long du Néogène, les faunes et les flores d'Afrique ont enregistré les changements climatiques qui se sont produits à l'échelle du globe. Nous présentons ici les résultats permettant l'étude de la désertification néogène en Afrique, à partir des données obtenues sur les isotopes stables dans les coquilles de ratites et d'émail de mammifère, ainsi qu'à partir des changements dans les faunes (variations de l'hypsodontie, etc.) et les flores dans des séquences stratigraphiques situées à des latitudes extrêmes du continent et à l'Équateur. Nous avons ainsi montré que la désertification a débuté il y a 17 à 16 millions d'années environ au sud-ouest du continent, bien avant qu'elle ne s'établisse dans les régions situées aujourd'hui au Sahara (vers 8 à 7 Ma) et bien plus tôt qu'en Afrique orientale (Plio-Pléistocène). Les animaux et les plantes qui vivaient au Sud du continent ont pu s'adapter au désert et à des conditions climatiques instables, pendant une très longue période de temps. Lorsque certaines régions d'Afrique orientale devinrent arides au cours du Miocène supérieur et au Plio-Pléistocène, plusieurs de ces lignées ont migré vers le nord et ont occupé les niches qui se formaient avant que les lignées locales ne puissent elles-mêmes s'adapter. Plusieurs de ces derniers s'éteignirent à cette époque, mais d'autres se restreignirent en Afrique occidentale, avec la réduction de la forêt tropicale (Fig. 3 ; Senut et al., 2009-CR Geosciences).

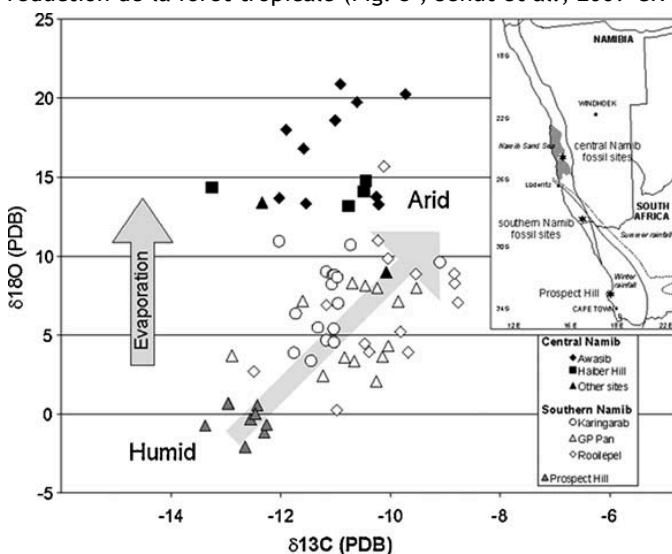


Figure 3 : Valeurs des  $\delta^{13}C$  et  $\delta^{18}O$  dans les coquilles de *Diamantornis wardi* (10–12 Ma) provenant de Prospect Hill (Afrique du Sud) et des sites du Désert de Namib (Namibie).

L'intégration à l'équipe en début de contrat de collègues biologistes spécialistes d'histologie osseuse nous a permis de développer à la fois des modèles de conservation des tissus osseux et dentaire (cf axe 2) et d'aborder des questions liées à la paléobiosphère et la paléobiologie au travers de modèle de minéralisation osseuse. Des travaux récents ont montré que les analyses de caractères histologiques osseux permettaient d'accéder, entre autre, aux taux de croissance osseuse et aux taux métaboliques chez les vertébrés éteints. Ces observations ont permis de proposer un modèle paléobiologique chez les

archausauriens (Amniotes) et de montrer qu'à l'intérieur de ce clade, deux tendances évolutives distinctes pouvaient être déterminées pour les ancêtres des crocodyliens et des oiseaux (Cubo et al., 2012).

## 4. Implication dans les programmes nationaux et internationaux, collaborations, relations avec l'industrie

Les projets de recherche de l'équipe LBES sont essentiellement liés aux financements académiques en réponse à des appels d'offres. Compte tenu de nos axes de recherche, nous n'avons que peu de relations avec le tissu industriel national ou international. Les AO de l'INSU constitue donc à l'heure actuelle une source importante du financement de notre recherche via les appels de l'INSU (SYSTERRE, INTERREVIE...) ou de l'INEE (EC2CO, PEPS...). L'opérateur de recherche qu'est devenue l'UPMC ces dernières années, nous a permis d'émarger à des appels à projets de recherche d'établissement dont les financements dépassent largement ceux de l'INSU : les projets Emergence. Une participation à la campagne IODP PEAT 321 ainsi que l'organisation au printemps 2011 du *post-cruise meeting* témoigne de notre

engagement dans les programmes internationaux. Enfin, nous sommes partenaire de l'ANR PYRAMID portée par F. Mouthereau de l'équipe SFS à l'ISTeP.

Les collaborations scientifiques des membres du LBES sont à la fois scientifiques mais également techniques avec une implication forte dans la mise en place et le développement des plates-formes analytiques de l'UPMC et donc de l'OSU ECCE-TERRA. Nos axes de recherches sur les biominéralisations nous ont également amenés à participer à la création et au fonctionnement du Labex MATISSE.

Nous collaborons avec de nombreux collègues français et étrangers comme le prouvent la liste des co-signataires de nos publications. Parmi les établissements avec lesquels nous avons des collaborations fortes et suivies, on peut citer :

- Universités/Etablissements français : Rennes, Dijon, Lyon, La Rochelle, Bordeaux, Aix-Marseille, LSCE Gif-sur-Yvette, IPGP, IFREMER, MNHN.
- Universités/Etablissements étrangers : Boston, Utrecht, Mainz, Oxford, Le Cap, Egerton, Utrecht.
- à l'UPMC : IMPMC, CR2P, BIOEMCO, BOREA, LOCEAN, LCMCP, stations marines de Banyuls-sur-mer, Roscoff et Villefranche-sur-mer

## 5. Production scientifique de l'équipe

La bibliométrie de l'équipe donnée ici prend en compte les membres publiants faisant partie de l'équipe depuis le début du contrat en cours. Le Pr. P. Zuddas ayant rejoint l'équipe au 1er janvier 2012, sa production n'est pas prise en compte. La production scientifique de l'équipe LBES entre 2008 et 2012 *p.p.* comprend donc 63 articles de rang A, 16 publications de rang B, chapitres d'ouvrages ou ouvrages, 2 manuels d'enseignement (Eléments de Géologie 14<sup>ème</sup> ed. et Maxi-Fiches Géologie 2<sup>nd</sup> ed.) et plus de 80 participations à congrès ou conférences nationaux ou internationaux.

Le bilan annuel des publications de rang A de l'équipe se répartit comme suit : 2008 - 2 articles ; 2009 - 24 articles ; 2010 - 13 articles ; 2011 - 19 articles ; 2012 *p.p.* - 16 articles. Cela représente en moyenne 14,3 articles A/an, soit 2,8 articles/ETP/an, l'équipe LBES n'étant composée que d'enseignants/chercheurs. Si l'on tient compte du nombre d'occurrence des membres de l'équipe dans les publications de rang A, c'est-à-dire si l'on valorise la co-signature d'un même article par plusieurs membres de l'équipe (doctorants non compris), on arrive à 85 occurrences (63 + 22) ou 3,86 articles/ETP/an.

Depuis la création de l'ISTeP en 2009, les membres de l'équipe LBES ont diversifié les vecteurs de publications choisis. Plus de 25 supports de publications différents ont été utilisés : une majorité d'entre eux concernent les Sciences de la Terre ou la Paléontologie mais une ouverture vers la biologie/écologie a été entreprise afin de toucher les communautés aux interfaces. Les impacts facteurs sont très variables avec des IF de 0.7 pour les revues françaises à plus de 9 pour le PNAS.

## Bilan 2009-mi 2012 de l'équipe « Evolution et Modélisation des Bassins Sédimentaires » (EMBS)

### 1. Composition et évolution de l'équipe

L'équipe «Evolution et Modélisation des Bassins Sédimentaires» (EMBS) s'est constituée en 2007 avec l'intégration de cinq sédimentologues-stratigraphes dans l'UMR de Tectonique et leur association à cinq tectoniciciens-géodynamiciens. Aujourd'hui, l'équipe comprend 13 permanents : 7 enseignants-chercheurs, 5 chercheurs et 1 ingénieur de recherche, soit au total 9 personnes équivalent temps plein (ETP). Depuis sa création, l'équipe s'est étoffée avec le recrutement de Christian Gorini (PR) en septembre 2008, Slah Boulila (MCF) en avril 2010 et Jeffrey Poort (IR) en octobre 2010. En septembre 2011, Pierre-Yves Collin (MCF) a quitté l'équipe par un échange de poste avec Laurent Riquier (MCF), qui l'a intégrée. Depuis début 2011, l'équipe accueille Jean-Pierre Suc en tant que DR CNRS émérite et Jean Letouzey (ex-ingénieur à l'IFPEN) en tant que collaborateur bénévole. Quatre membres du personnel technique de l'UMR travaillent très étroitement, voire exclusivement pour l'équipe : Florence Savignac (T, géochimie organique), Isabelle Morgant (T, gestion BDD), Jean-François Brouillet (AI, cartographe) et Danièle Pasquier (IE, SIG). L'équipe compte aussi de manière non permanente une dizaine de doctorants, 2 ou 3 E-C ou C en CDD (ATER, post-docs) et accueille régulièrement des collègues étrangers comme professeurs/chercheurs invités.

Equipe Evolution et Modélisation des Bassins Sédimentaires			
13 permanents (9 ETP) : 7 EC, 5 C et 1 IR			
Nom	Statut	Age	Thématique
BARRIER Eric	CR	60	Tectonique - Fracturation - Evolution des bassins
BAUDIN François (resp.)	PR	48	Sédimentologie - Matière organique - Evolution des bassins
BERGERAT Françoise	DR	63	Tectonique - Fracturation
BOULILA Slah	MCF	37	Astrochronologie - Cyclostratigraphie
BRUNET Marie-Françoise	CR	55	Tectonique - Subsidence - Evolution des bassins
COLLIN Pierre-Yves *	MCF	40	Sédimentologie - Carbonates
GALBRUN Bruno	DR	55	Astrochronologie - Cyclostratigraphie
GORINI Christian	PR	49	Stratigraphie - Sismostratigraphie - Evolution des bassins
HOMBERG Catherine	MCF	42	Tectonique - Fracturation - Modélisation tectonique cassante
POORT Jeffrey	IR	41	SIG-Géophysique - Evolution des bassins
REYNAUD Jean-Yves	MCF-MNHN	43	Sédimentologie - Modélisation stratigraphique - Bassins
RIQUIER Laurent **	MCF	33	Sédimentologie - Matière organique - Paléoenvironnements
SCHNYDER Johann	MCF	35	Sédimentologie - Matière organique - Paléoclimats
VRIELYNCK Bruno	CR	61	Stratigraphie - Paléogéographie - Evolution des bassins

\* jusqu'au 09/2011 ; \*\* à partir de 09/2011

Chercheurs & Enseignants-Chercheurs non permanents (≥ 1 mois)					
Nom	Statut	Durée	Thématique	Financement	Accueil/Collab.
BOULILA Slah	ATER	1 an (2008-09)	Astrochronologie/Cyclostratigraphie		Galbrun
DEBOISGROLLIER Thomas	CDD Chercheur	3 ans (2010-12)	Géodynamique/Evolution bassins	GRI Téthys Nord	Barrier
DEFFONTAINES Benoit	PR détachement	1 an en 2010	SIG		
DOS REIS Tadeus	PR invité	1 mois en 2012	Géodynamique/Evolution bassins	Prof. invité UPMC	Gorini
ELKADI Mohamed	PR invité	1 mois en 2012	Géodynamique/Evolution bassins	MAE	Baudin
GRESSION Vincent	CDD Chercheur	1 an (2011-12)	Géodynamique/Evolution bassins	GRI Arctique	Baudin
HAQ Bilal	PR associé	2 mois/an	Sismo/Stratigraphie		Gorini
HINNOV Linda	PR invitée	1 mois en 2009	Astrochronologie/Cyclostratigraphie	Prof. invité UPMC	Galbrun
HUSSON Dorothée	ATER	1 an (2010-11)	Astrochronologie/Cyclostratigraphie		Galbrun
KERSHAW Steve	PR invité	1 mois en 2010	Carbonates	Prof. invité UPMC	Collin
LETOUZEY	Coll. bénévole	depuis 2011	Géodynamique/Evolution bassins		Barrier/Brunet
MOCOCHAIN Ludovic	CDD Chercheur	3 ans	Géodynamique/Evolution bassins	GRI Méditerranée	Gorini
NICOT Elisabeth	Coll. bénévole	1 an en 2010	Minéralisations		Bergerat
ROCHE Vincent	ATER	1 an (2011-12)	Fracturation		Homberg
SILVA Cleverson	PR invité	1 mois en 2010	Géodynamique/Evolution bassins	CAFES-COFECUB	Gorini
SMIT Jeroen	CDD Chercheur	2 ans (2010-11)	Géodynamique/Evolution bassins	GRI Téthys Nord	Barrier/Brunet
SUC Jean-Pierre	DR émérite	depuis 2011	Stratigraphie / Evolution bassins		Gorini

Doctorants (12 thèses en cours) & Docteurs (7)					
Nom	Encadrants	Financement	Début	Fin	Situation actuelle
BAURION Céline **	Gorini *	Contrat doctoral UPMC	sept-09		
DO COUTO Damien	Gorini	CIFRE	sept-10		
FERREIRA Erika	Gorini *	Bourse CAFES-COFECUB	sept-09		
GAREL Sylvain	Schnyder/Baudin	Contrat doctoral UPMC	sept-10		
GRUNDMAN Gaëlle	Baudin *	Contrat INRS-Québec	janv-08		
HARDY Clément	Homberg/Barrier	Contrat doctoral UPMC	oct-05	oct-09	Ing. Exxon-Mobil
HAWIE Nicolas	Baudin/Gorini	Bourse PED CNRS	mars-11		
HUSSON Dorothée	Galbrun *	Contrat doctoral UPMC	oct-07	nov-10	Ing. Geolink
KIANI Taybebeh	Brunet/Vrielynck	Bourse Coopération	oct-05	févr-10	Ing. Geol. Survey Iran
LIU Wei	Baudin *	Bourse Chine	févr-08	déc-11	Agence gouvern. chinois
MAIA Renata	Gorini *	Bourse CAFES-COFECUB	sept-10		
MAKHOULFI Yasin	Collin/Bergerat	Contrat doctoral UPMC	sept-10		
MARFISI Emerson	Reynaud	Bourse Venezuela	sept-09		
MORDVINTSEV Dimitriy	Brunet/Barrier	Contrat UPMC-Total	nov-11		
MUSIAL Geoffrey	Reynaud	CIFRE	oct-07	sept-10	Ing. Beicip-Franlab
RAVIN Azdine	Baudin *	Contrat doctoral UPMC	sept-09		
ROCHE Vincent	Homberg *	Contrat IRSN	oct-08	oct-11	ATER depuis sept. 2011
SHEKARIFARD Ali	Baudin/Schnyder	Bourse Coopération	oct-05	janv-09	EC Téhéran (Iran)
SIRWAN Ahmad	Barrier	Contrat UPMC-Total	déc-09		

\*\* rattachement partiel

\* encadrement à 50%

CCD en italique

### 2. Domaines d'activités de l'équipe

L'équipe EMBS regroupe des compétences complémentaires pour réaliser des études intégrées de bassins sédimentaires, en utilisant les ressources de la paléogéographie, de la sédimentologie, de la cyclostratigraphie/astrochronologie, de la modélisation stratigraphique, de l'analyse de la subsidence, de la caractérisation des déformations cassantes et des paléocontraintes, ainsi que leur modélisation. Cette pluridisciplinarité nous permet d'appréhender des phénomènes d'échelle temporelle du millier à la dizaine de millions d'années, et d'extension spatiale de l'affleurement au bassin sédimentaire. Nos résultats sont généralement replacés dans le cadre de reconstitutions paléo-géographiques à l'échelle des plaques lithosphériques. Cette dimension est un savoir-faire reconnu au niveau international, acquis notamment lors des programmes Téthys, Péri-Téthys, MEBE et Darius auxquels nous sommes nombreux à avoir contribué. Notre spécificité par rapport aux autres équipes françaises s'intéressant aux bassins

sédimentaires est la caractérisation fine des cycles et séquences stratigraphiques à toute échelle, et leur utilisation comme chronomètres ou marqueurs des forçages externes (tectonique, climat), ainsi que l'analyse des déformations cassantes notamment par des approches mécaniques et de modélisation.

### 3. Principaux résultats scientifiques de l'équipe

Nos travaux des 4 dernières années s'organisent en trois grandes thématiques : (1) l'évolution tectono-sédimentaire des bassins, (2) l'analyse de leur fracturation et (3) l'influence des forçages tectoniques et climatiques sur la sédimentation et les paléoenvironnements. Des approches de modélisations numériques ont été développées dans ces trois thèmes. Nous présentons ci-dessous des résultats particulièrement marquants et novateurs. Pour une vision exhaustive des résultats de l'équipe, on consultera les fiches individuelles des membres de l'équipe qui viennent compléter cet exposé.

#### Thème 1 : Evolution tectono-sédimentaire des bassins

Les chaînes du Moyen-Orient et du SW de l'Asie centrale, correspondant à d'anciens bassins aujourd'hui inversés, ont été particulièrement étudiées en intégrant les données cinématiques, tectoniques et sédimentologiques. Ces travaux se sont inscrits dans le cadre des programmes "Middle East Basins Evolution" (MEBE ; Barrier & Vrielynck, 2008) puis DARIUS, consortia financés par l'industrie pétrolière et des organismes de recherche français.

L'analyse des phases d'extension et d'ouverture du bassin sud-Caspien a été faite à terre, en considérant que l'Alborz et le Kopet Dagh représentaient au Mésozoïque les marges de ce bassin et son prolongement oriental, avant l'inversion cénozoïque. Une double période de subsidence active au Trias supérieur et au Lias a été mise en évidence, qui est interprétée comme étant la phase de rifting du bassin sud-Caspien (Shahidi, 2008 - *Thèse UPMC* ; Shahidi et al., 2008 ; Brunet et al., 2010 ; Fig. 1). L'épaississement des séries crétacées de l'Alborz vers la Mer Caspienne au nord prouve que le bassin sud-Caspien était bien présent ; la subsidence du nord de l'Alborz, était peu active au Paléogène contrairement à sa partie sud et centrale. Ces deux éléments prouvent que l'hypothèse de certains auteurs d'une ouverture éocène du bassin sud-Caspien est impossible, et que son ouverture est d'âge mésozoïque avec un rifting débutant avec certitude au Jurassique inférieur et probablement même dès le Trias supérieur. Les courbes de subsidence ainsi établies ont été utilisées pour estimer les paléoflux thermiques grâce à des modélisations de la maturation de la matière organique de la formation charbonneuse de Shemshak (Shekarifard, 2009 - *Thèse UPMC* ; Shekarifard et al., 2009, 2012).

Par ailleurs, des modélisations ont montré qu'une nature pseudo-océanique du bassin sud-Caspien permet d'expliquer l'ensemble de la subsidence avec de plus, un début de subduction vers le nord (Egan et al., 2009). Les modèles montrent aussi que cette subduction cesse en allant vers l'est, c'est-à-dire au nord du Kopet Dagh, renforçant le résultat d'une nature continentale de son socle (Motavalli Anbaran et al., 2012). Par contre la lithosphère sous le bassin sud-Caspien semble beaucoup plus épaisse qu'une lithosphère océanique ce qui reste à expliquer.

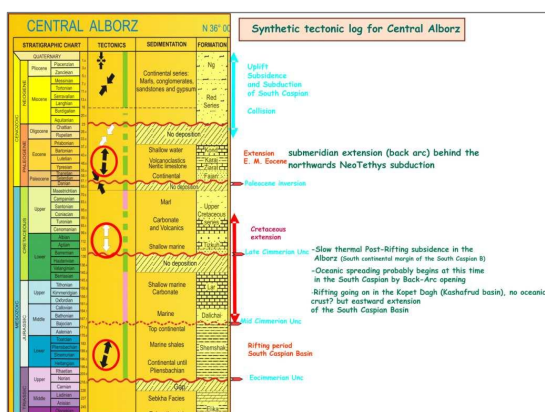


Fig. 1 – Log tectonique synthétique pour l'Alborz central montrant les phases d'évolution tectonique et les replaçant dans le contexte géodynamique de la subsidence de la région nord Iran-sud Caspienne. Les phases principales d'extension prennent place au Jurassique et à l'Eocène inférieur ainsi que de manière moins prononcée au Crétacé inférieur, alternant avec des phases de compression (légende colonne tectonique: flèches paléocontraintes noires bien déterminées, blanches moins bien contraintes; ligne verticale verte et rose: respectivement durée des événements tectonique et de subsidence). (tiré de Brunet et al., 2010 – *Spec. Publ. Geol. Soc London*)

Les résultats obtenus dans le domaine levantin (Syrie, Liban, Israël), amènent à réviser la succession et l'âge des phases de déformation post-rift. L'âge de la première phase d'inversion ('syrian arc') ne débute qu'au Maastrichtien et continue probablement pendant le Paléocène (Hardy, 2009 - *Thèse UPMC* ; Homberg et al., 2009, 2010 ; Al-Abdallah et al., 2010 ; Hardy et al., 2010). Des périodes distensives, jusque là inconnues ont été mises en évidence. Ces conclusions apportent un cadre de lecture des réseaux de fractures qui découpent la marge et le bassin levantin. La déformation de la marge du bassin levantin dans le contexte de l'individualisation de la plaque arabe au Cénozoïque a été abordée à l'appui de la modélisation numérique en plaques minces. Nous avons mis en évidence que la localisation de la frontière transformante du Levant a été guidée par la structuration crustale héritée de l'histoire distensive du bassin levantin et par la variation latérale des forces le long de la zone convergente au nord, suggérant une différence entre les panneaux plongeants sous les plaque anatolienne et eurasiatique. L'obliquité du segment central de la faille du Levant ne résulte pas d'une rotation mais correspond à une zone de relais, la faille du Levant s'étant initiée à peu près simultanément au nord et au sud.



Avec le recrutement de Christian Gorini en 2008 et de Jeffrey Poort en 2010, l'équipe s'est partiellement tournée vers la mer en s'intéressant à la formation et la déformation des marges, aux processus sédimentaires, aux bilans érosion/sédimentation en intégrant les données dans un cadre géodynamique et paléogéographique. Ces études intégrées terre-mer ont été menées notamment dans différents bassins méditerranéens aux contextes géodynamiques variés : marges étirées des bassins de divergence en avant des zones de subduction de la Téthys (bassin Liguro-Provençal, golfe de Valence) ou marges en inversion (algérienne et levantine, bassin d'Alboran).

Les travaux sur l'impact de la crise messinienne sur ces segments de marges ont été nombreux (Bache et al., 2009, 2010, 2011 ; El Euch-El Koundi et al., 2012 ; Garcia et al., 2011 ; Garcia-Castellanos et al., 2009 ; Lofi et al., 2011 ; Suc et al., 2011 ; Figs. 2 et 3) et se poursuivent (thèses en cours de D. Do Couto et N. Hawie) dans la perspective d'un forage profond sous le sel messinien (projet GOLD). L'évolution tectono-sédimentaire des bassins est également étudiée sur des marges plus anciennes, notamment au Brésil (bassins d'Amazonas et de Santos) dans le cadre de coopérations soutenues par le CAFES-COFEUCUB et plus récemment par un PICS (thèses en cours d'E. Ferreira et R. Maia) mais aussi dans le cadre des travaux menés par l'équipe LPP sur les marges du golfe d'Aden (thèse en cours de C. Baurion).

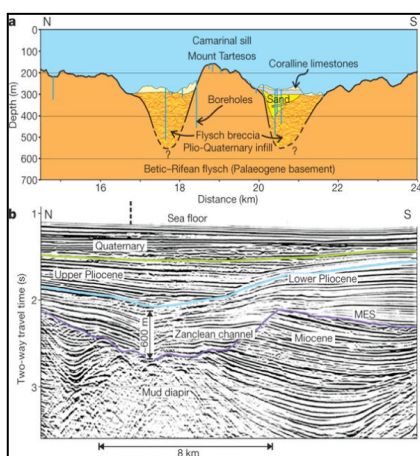


Fig. 3 (à droite) – Carte géologique et bathymétrique de la zone de l'arc de Gibraltar montrant la cicatrice d'érosion laissée par le chenal de ré-ennoiement du bassin méditerranéen après la crise de salinité messinienne. La tête de ce canyon se trouve à plus de 70 km à l'ouest de la paléo-ligne de partage des eaux, résultat d'une érosion régressive au cours du ré-ennoiement.

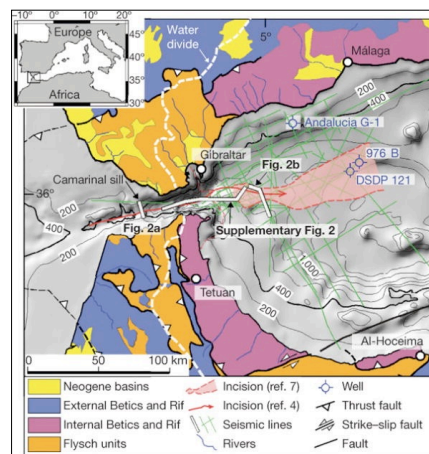
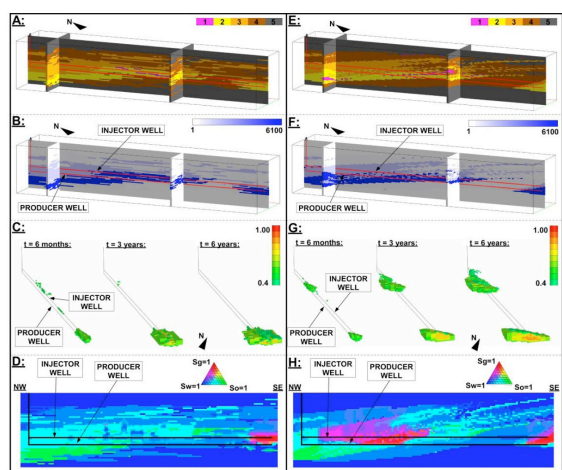


Fig. 4 (à gauche) – Interprétation des deux lignes sismiques montrant sur la ligne a, à l'ouest du détroit de Gibraltar, le remplissage de deux paléo-canyons par plus de 250 m de flysch bréchiq (exagération verticale 5:1). Le profil b montre la forme en U de l'érosion à l'est du détroit de Gibraltar (exagération 4:1). Tiré de Garcia-Castellanos et al., 2009 – Nature.

L'équipe EMBS intègre dans ses méthodes la modélisation stratigraphique et paléohydrodynamique à l'échelle des bassins et de leurs paléogéographies. L'iSTeP bénéficie depuis 2010 d'une convention pour l'utilisation du code DIONISOS développé par l'IFPEN afin de reconstituer, à l'aide d'un ensemble d'équations de diffusion, les corps sédimentaires (lithologie et géométrie). Ce modèle est utilisé dans le cadre de quatre thèses en cours (E. Marfisi, D. Do Couto, R. Maia et N. Hawie).

La restauration des paléoreliefs sur 10 Ma dans le prisme orogénique de l'île nord de la Nouvelle-Zélande est tentée à partir des données de subsurface des bassins entourant la chaîne axiale, de l'avant-arc vers l'arrière-arc (thèse d'E. Marfisi). La synthèse de ces données montre une réponse cohérente des systèmes de dépôt à la déformation et à la migration de l'axe orogénique, ainsi qu'un changement brutal du régime sédimentaire à 5 Ma, avec l'émergence définitive de la chaîne et l'initiation d'un système de piémont. La modélisation permettra de dire si cela est le résultat de la dégradation du climat (augmentation des précipitations sur le relief émergent), ou bien s'il s'agit de l'effet de l'inversion tectonique du bassin central de l'île nord.



Du point de vue plus appliqué, notre équipe s'intéresse également à la caractérisation et à la modélisation des corps sédimentaires à l'échelle des hétérogénéités réservoir observables à l'affleurement, sur carotte, en diagraphie ou en sismique 3D. L'idée est de développer des modèles de faciès répondant aux demandes formulées par l'industrie que ce soit sur dans des environnements carbonatés (thèse en cours de Y. Makhloufi ; Casteleyn et al., 2009, 2010) ou silicoclastiques (Musial, 2010 - Thèse UPMC ; Musial et al., 2012 ; Fig. 4).

Fig. 4 – Simulations de la récupération d'huile dans des réservoirs à IHS (Inclined Heterolithic Bedding) des sables bitumineux d'Athabasca. A gauche : le modèle de réservoir utilisé en entrée ne tient pas compte des barrières de perméabilité obliques liées à la géométrie des barres de méandres formées dans des estuaires à prédominance tidale. A droite, il tient compte et les injecteurs de vapeur sont orientés en conséquence : la récupération du bitume est meilleure. Cette amélioration est imputable au

développement d'un modèle de faciès spécifique (tiré de Musial et al., 2012 – AAPG Bull.).



## Thème 2 : Analyse de la fracturation dans les bassins

L'équipe cherche tout particulièrement à localiser, caractériser, quantifier mais aussi modéliser les déformations cassantes passées et actuelles, en particulier dans le cas d'inversion tectonique et de réactivations multiples d'accidents anciens. Ces travaux ont été menés en Europe occidentale et centrale (notamment les Balkanides, Bergerat et al., 2010) et dans plusieurs régions du Moyen-Orient (Navabpour et al., 2010, 2011 ; thèse en cours de A. Sirwan) et d'Asie centrale (thèse en cours de D. Mordvintsev). Certains de ces travaux sont menés en collaboration avec les collègues de l'équipe SFS.

Dans le secteur du Levant, la modélisation numérique a permis de caractériser le rôle des différentes forces géodynamiques et de la structuration rhéologique du secteur dans la mise en place de la frontière transformante du Levant (Homberg et al., 2010). Il semble que la localisation de la frontière de plaques ait été guidée par la variation latérale des forces le long de la zone convergente, suggérant une différence entre les panneaux plongeants sous les plaques anatolienne et eurasiatique, ainsi que par la distribution des propriétés crustales. L'obliquité du segment central ne résulte pas d'une rotation mais correspond à une zone de relais, la faille du Levant s'étant initiée à peu près simultanément au nord et au sud. Enfin, la poussée à la ride au Sud est responsable d'une ré-orientation des contraintes qui adoptent alors une direction NNW-SSE le long de la frontière de plaque naissante. Ce cas d'étude illustre entre autre le rôle des hétérogénéités héritées de l'histoire distensive téthysienne sur la localisation et l'organisation des structures associées à la convergence.

Plusieurs de nos travaux sur ce thème ont été conduits dans le domaine dauphinois et dans le bassin du Sud-Est de la France. Dans le bassin vocontien et le long de la marge ardéchoise nous documentons une activité tectonique distensive au passage Jurassique-Crétacé. Le réseau de fractures affectant les séries oxfordiennes à aptiennes comporte des failles normales aux directions hétérogènes, variant de WSW-ENE and NNW-SSE en sens horaire. Nous montrons que le mécanisme de déformation change drastiquement à la transition Jurassique-Crétacé (Tithonien terminal?) avec une direction d'extension passant de WNW-ESE à NNE-SSW (Homberg et al., soumis). Parmi les failles normales actives pendant cette période, des failles dans les carbonates fins et se développant avant la lithification complète du sédiment ont été étudiés en détail et nous avons entre autre mis en évidence des particularités géométriques et cinématiques de ces objets.

Dans le cadre d'un contrat de recherche avec l'IRSN, l'analyse de la croissance des failles normales à rejet décimétrique à métrique a été menée dans des alternances marno-calcaires dans le bassin du Sud-Est (V. Roche, 2011 - *Thèse UPMC*). Il a tout d'abord été confirmé, à partir d'objets naturels, que le gradient de déplacement, et donc la propagation des failles au cours de l'accumulation des déplacements, est caractéristique de chaque lithologie. On a pu démontrer que le contraste lithologique et le développement de plans plats dans les argiles sont responsables d'un confinement des failles dans les unités calcaires et que les failles qui traversent les unités argileuses et calcaires montrent une très forte segmentation avec un étalement latéral de la zone fracturée (Roche et al., 2011 ; Fig. 5). Une étude paramétrique par modélisation numérique a permis de déterminer les conditions de sites qui contrôlent le

lieu de nucléation des failles.

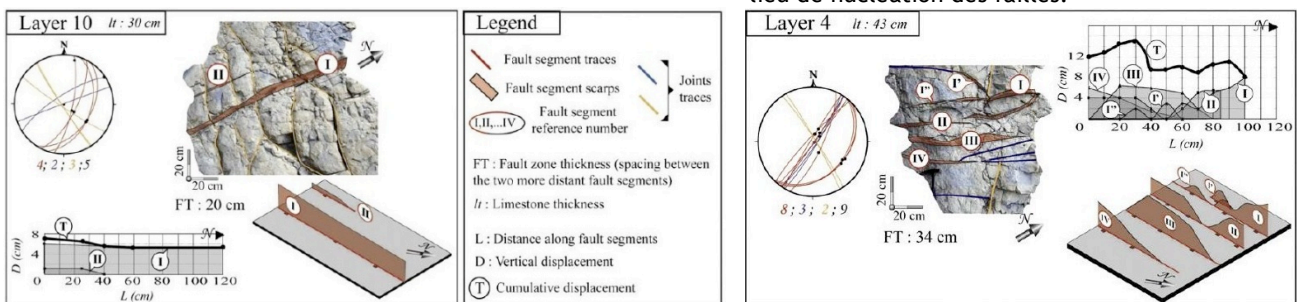


Fig. 5 – Vue en plan d'une zone de faille (tiré de Roche et al., 2012 – *J. Struct. Geol.*). L'analyse comprend une cartographie des traces de failles, la mesure systématique des fractures affectant le multi-couche (segments de failles en rouge, réseaux de joints en jaune et bleu, projection stéréographique), les valeurs de déplacement le long de la faille (diagramme  $D_{max}/L$ ). Les profils de déplacement cumulés sont en gras. La même analyse est faite sur des vues en coupe. La zone de faille étudiée à un déplacement maximum de 15 cm et recoupe une alternance marnes-calcaires d'âge Hauterivien du bassin du Sud-Est.

Des structures d'instabilités, des failles synsédimentaires et des turbidites ont été étudiées en zone dauphinoise dans les alternances marno-calcaires du Pliensbachien inférieur de Saint-Michel-en-Beaumont, secteur rattaché au bloc du Taillefer. L'analyse géométrique et mécanique de ces objets montre que les structures d'instabilités sont associées au jeu de « failles molles », alors que les calcaires étaient déjà indurés et partiellement fracturés par des fentes de tension. Les bancs turbiditiques à base érosive, montrant des séquences de Bouma incomplètes, sont probablement des séismites. Les analyses géométriques de ces objets tectono-sédimentaires permettent de reconstituer la mise en place des structures d'instabilité, à partir de (1) la sédimentation alternante hémipélagique (2) recevant brutalement un apport de calciturbidites en provenance de la tête du bloc basculé, puis

(3) la cimentation précoce de ces faciès, (4) eux-mêmes déstabilisés par un séisme majeur (5) produisant alors les « failles molles » et (6) entraînant le glissement d'un paquet de sédiments (pseudo-slump) (7) parfois jusqu'à leur bréchification. Des comparaisons avec des séismes actuels permettent d'estimer que ces événements, très probablement liés au jeu de la faille d'Ornon, ont été engendrés par des séismes d'une magnitude  $> 5$ , ce qui est compatible avec le contexte distensif général de ce secteur au Lias (Bergerat et al., 2011 ; Fig. 6).

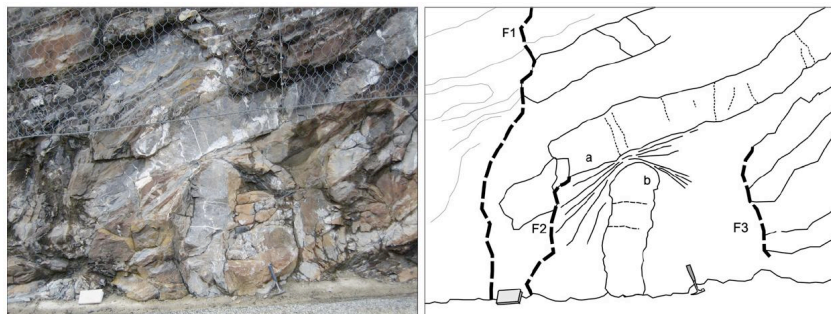


Fig. 6 – Structures d'instabilité dans les alternances marno-calcaires du Pliensbachien inférieur de St Michel-en-Beaumont. Trois failles « molles »  $\pm N-S$  y sont observables. (a) and (b) sont deux parties du même banc décalées par la faille F2 (sub-parallèle à la route). Les lignes pointillées indiquent la position des fentes de tension à l'intérieur des bancs (tiré de Bergerat et al., 2011 – J. Geodyn.).

Du point de vue plus appliqué, notre équipe s'intéresse également à la déformation de la craie et d'autres faciès calcaires, avec une approche pluridisciplinaire (pétrophysique, mécanique, diagenèse, tectonique, ...), en particulier dans le cadre des projets de stockage de déchets radioactifs de l'ANDRA à Bure (Bergerat et al., 2007 ; V. Roche - Thèse UPMC, 2011, collaboration avec l'IRSN) ou du stockage géologique du CO<sub>2</sub> (collaborations avec le BRGM et l'IFPEN ; thèse en cours de Y. Makhloufi).

### Thème 3 : Forçages climatiques/tectoniques, séquences sédimentaires et paléoenvironnements

L'approche cyclostratigraphique et astrochronologique a été largement développée par l'équipe au cours des quatre dernières années. La caractérisation des cyclicités orbitales dans les sédiments repose classiquement sur l'analyse mathématique de signaux quantifiés. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux marqueurs suivants : susceptibilité magnétique, gamma-ray, teneurs ou rapports isotopiques des carbonates et du carbone organique, diagraphies ; et à l'occasion des développements méthodologiques sur des marqueurs magnétiques ont été élaborés pour des analyses cyclostratigraphiques à partir de diagraphies (Thiesson et al., 2009 ; Huret et al., 2011). Le traitement de ces signaux permet à la fois des calibrations temporelles pour différents intervalles du Mésozoïque, mais aussi de discuter des éventuels facteurs astronomiques forçant des changements environnementaux et/ou du niveau marin au Méso-Cénozoïque. Parmi les résultats marquants, acquis notamment dans le cadre de l'ANR ASTS-CM (2007-2012), on notera :

- Une calibration du Maastrichtien et de la limite Crétacé-Paléogène a été proposée à partir de forages océaniques ODP et de coupes à terre sur la base du modèle astronomique publié en 2011 par Jacques Laskar (Husson, 2010 - Thèse UPMC). Ceci a permis de donner un âge à toutes les limites de magnétochrones de cet intervalle (de C29 à C33) et de proposer un âge de 66 Ma pour la limite Crétacé-Paléogène, antérieurement placée à 65,5 Ma (Husson et al., 2011, 2012).

- Des analyses cyclostratigraphiques ont également été menées sur les alternances marno-calcaires du Pliensbachien inférieur de la coupe de Saint Michel-en-Beaumont, alternances interrompues par une sédimentation calciturbiditique que nous interprétons comme des séismites (cf. supra). Tous les cycles de la bande de Milankovitch ont été reconnus dans la sédimentation hémipélagique marno-calcaire, permettant ainsi de préciser la récurrence des (paléo)séismes enregistrés par le dépôt de calciturbidites et par les structures d'instabilités. Au cours des 2 Ma que nous avons étudiées, on note des variations dans l'occurrence des séismes à l'origine du dépôt des calciturbidites (de 6 à 40 ka, avec une moyenne autour de 20 ka), alors que les 3 séismes majeurs ( $M > 5$ ) à l'origine des structures d'instabilité sont enregistrés tous les 200 à 300 ka (Galbrun et al., soumis).

- Afin de mieux comprendre le lien entre forçage orbital, climat et niveau marin, une étude multi-disciplinaire à très haute résolution a été entreprise sur un intervalle d'alternances marno-calcaires du Kimméridgien du bassin du Sud-Est. Ainsi, un modèle de dépôt des couplets et des supercouplets a été proposé et a permis de montrer que (1) les bancs calcaires ont probablement été mis en place sous des conditions climatiques relativement chaudes et arides, en période de haut niveau marin tandis que, (2) les niveaux marneux se sont déposés sous des conditions climatiques relativement froides et plus humides, en période de bas niveau marin (Boulila et al., 2010). Plusieurs de nos travaux de cyclostratigraphie et de caractérisation des paléoenvironnements/paléoclimats (cf. infra) ont été menés en collaboration avec les collègues de l'équipe BES.

- Une comparaison entre les cycles orbitaux à long terme de  $\sim 1,2$  et  $\sim 2,4$  Ma, issus des modèles astronomiques, et les variations eustatiques de 3<sup>ème</sup> ordre dans les séries sédimentaires méso-cénozoïques a aussi été entreprise. Il semblerait que les cycles de  $\sim 1,2$  Ma (modulation de l'obliquité) contrôlent les séquences eustatiques

cénozoïques en périodes “icehouse”, alors que les cycles de -2,4 Ma (modulation de l’excentricité) pilotent les séquences eustatiques mésozoïques en période “greenhouse” (Boullila et al., 2011 ; Fig. 7). De même des liens entre cycles biogéochimiques à très basse fréquence (9 Ma) et modulation de l’excentricité ont été mis en évidence au Cénozoïque (Boullila et al., 2012).

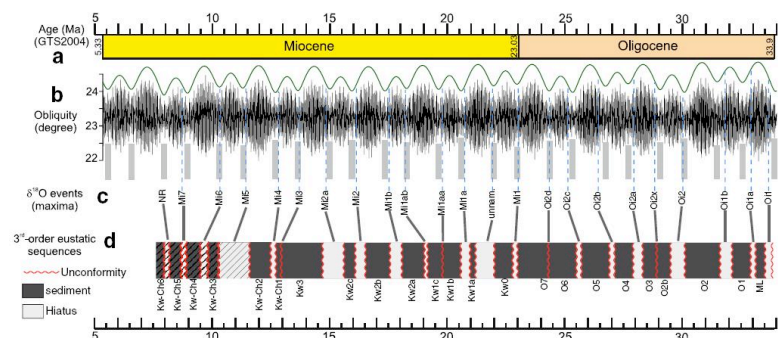
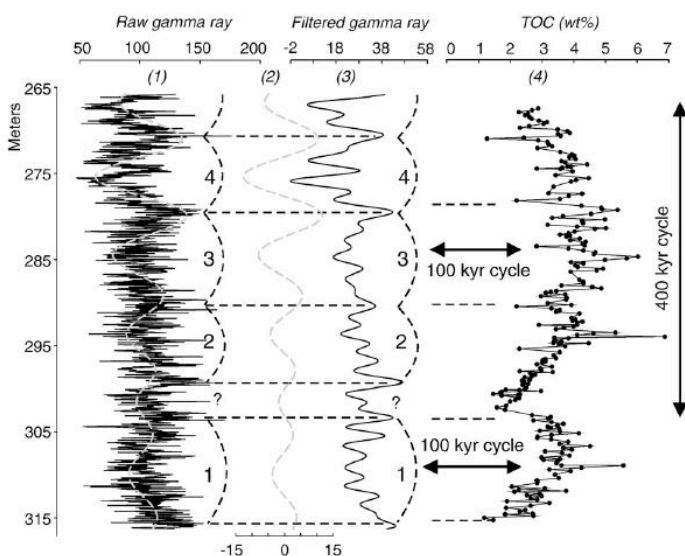


Fig. 7 – Corrélation des séquences eustatiques de 3<sup>ème</sup> ordre reconnues sur la marge du New Jersey au cours de l'intervalle oligo-miocène et comparaison avec la modulation des cycles de l'obliquité modélisée par Laskar et al. (2004). Les limites de séquences correspondent au minimum de modulation de l'obliquité dont la fréquence est de 1,2 Ma. (tiré de Boullila et al., 2011 – Earth Sci. Rev.)

L'analyse des cyclicités sédimentaires a également été utilisée pour comprendre la dynamique des paléoenvironnements margino-littoraux à continentaux qui sont trop souvent négligés car réputés difficiles à dater et sujets à de fréquents hiatus. Le gamma-ray spectral, la matière organique et la minéralogie des argiles sont des outils de choix pour suivre les changements dans les environnements continentaux.



Nous avons étudié tout particulièrement le Crétacé inférieur, que ce soit les faciès purbeckiens du sud de l'Angleterre ou de l'île d'Oléron (Schnyder et al., 2009 ; 2012) ou les faciès lacustres de l'Hauterivien du bassin de Mons (Schnyder et al., 2009 ; Yans et al., 2010). Dans ces derniers, nous avons montré que la dynamique de la paléoproduktivité lacustre était sous dépendance des cycles de précessions (Fig. 8), ce qui a permis d'estimer la durée de ces dépôts jusqu'alors très imprécise et de leur attribuer un âge sur la base de données isotopiques sur la matière organique.

Fig. 8 – Mesure du gamma-ray (GR) et variation des teneurs en carbone organique total (TOC) dans le sondage de Bernissart (bassin de Mons, Belgique). Leur analyse spectrale permet de faire ressortir des cycles à 100 et 400 ka qui contrôlent très probablement la paléoproduktivité

du lac si on interprète la courbe de TOC comme lui étant directement liée. Des cycles de précessions paraissent également enregistrés par le GR mais ils sont fortement modulés par ceux d'excentricité. (tiré de Schnyder et al., 2009 – Palaeo<sup>31</sup>).

Le maximum thermique de la limite Paléocène-Eocène (ou PETM à 55,8 Ma) est un autre de nos chantiers sur cette thématique paléoenvironnementale en milieu continental. En partenariat avec le BRGM, nous étudions les dépôts riches en matière organique terrestre du bassin de Paris (thèse en cours de S. Garel). Des analyses pluridisciplinaires sur une coupe normande ont montré l'enregistrement de cycles sec/humide au passage Paléocène/Eocène (Storme et al., 2012 ; Garel et al., soumis). En partenariat avec le BRGM et l'ISTO, nous nous intéressons également au passage Eocène-Oligocène en étudiant un sondage carotté (400m d'épaisseur) ayant recoupé des dépôts lacustres dans le graben de Rennes.

La matière organique continentale préservée en domaine marin permet également de suivre les influences tectoniques et climatiques qui affectent le bassin versant. Nous abordons cette question à travers la quantification des paléoflux de matière organique dans le système turbiditique actuel et ancien du Congo/Zaire (Baudin et al., 2010 ; Deniau et al., 2010) ; projet qui prend de l'ampleur avec le démarrage récent de l'ANR Congolobe (2011-2015). Cette approche a également été menée dans le secteur des détroits indonésiens (W. Liu, 2011 - Thèse UPMC).

D'un point de vue plus appliqué, notre équipe s'intéresse également à mieux comprendre la préservation de la matière organique dans les sédiments, notamment en partenariat avec l'industrie pétrolière, que ce soit pour la production précoce du gaz biogénique (thèse en cours de A. Ravin) ou tardif (thèse en cours de G. Grundman).

L'arrivée récente de Laurent Riquier dans l'équipe vient renforcer nos compétences en terme de caractérisation des paléomilieus, notamment à travers les outils géochimiques inorganiques et magnétiques qu'il maîtrise et leur interprétation comme marqueurs des changements tectoniques et/ou climatiques.





*Last but not least ...* Deux membres de l'équipe ont été distingués lors de ce contrat :  
 Françoise Bergerat est lauréate (2011) du Prix Paul Fourmarier de l'Académie Royale de Belgique.  
 Dorothée Husson a obtenu le prix de thèse (2011) du Comité Français de Stratigraphie

#### 4. Implications dans les programmes nationaux et internationaux, collaborations, relations avec l'industrie

Les travaux de l'équipe EMBS ont bénéficié du soutien de grands programmes nationaux, notamment à travers :

- deux projets ANR blancs (ASTS-CM [2007-2012] et Congolobe [2011-2015])
- des programmes de l'INSU : Actions Marges, INTERRVIE, CESSUR, TERMEX (MISTRALS) ...
- un projet financé par l'IPEV, un projet financé par la Fondation pour la Recherche de la MAIF.

On notera également le soutien par les programmes de coopération scientifique « Hubert Curien » (Pologne, Grèce, Islande...) ou CAFES-COFECUB et PICS avec le Brésil.

Nous collaborons avec de nombreux collègues français et étrangers comme le prouvent la liste des co-signataires de nos publications. Parmi les établissements avec lesquels nous avons des collaborations fortes et suivies, on peut citer :

- Universités/Etablissements français : Brest (IUEM, Ifremer), Cergy-Pontoise, Chambéry, Dijon, Lille, Lyon, Marseille, Nice, Orléans (ISTO et BRGM), Rennes, Rueil (IFPEN), ...
- Universités/Etablissements étrangères : Amsterdam, Beyrouth, Bruxelles, Lund, Mons, Moscou, Namur, Sofia, Québec, Reykjavik, Téhéran, Varsovie, ...

Les travaux de l'équipe EMBS sont aussi pour une large part financés par une activité contractuelle. Nos principaux partenaires au cours des quatre dernières années sont le BRGM, l'ANDRA, l'IRSN, AREVA, Total, Petrobras, Maerks oil, Georex, Statoil, .... Ces contrats, notamment à travers les GRI «Méditerranée», «Téthys Nord» et «Arctique» avec Total, ont aussi permis de financer quatre post-docs et deux thèses. Par ailleurs trois conventions CIFRE avec Total ont également été obtenues au cours des quatre dernières années.

Enfin, l'animation et la coordination du consortium DARIUS (INSU-CNRS, UPMC + 6 compagnies pétrolières : Total, BP, ENI, Petronas, Shell, Statoil), qui a pris la suite en 2009 du programme MEBE, est assurée par des membres de l'équipe EMBS. Ce programme apporte un fort soutien à notre équipe et à nos chantiers et permet également de financer des thèses et des post-docs (cf. le bilan général de l'UMR). De nombreuses études se sont développées en Asie Centrale dans le cadre de ce programme impliquant plus de 350 chercheurs européens et des pays de la zone d'étude.

#### 5. Production scientifique de l'équipe

La production scientifique de l'équipe EMBS entre 2008 et mi-2012 comprend 113 articles de rang A référencés dans le Web of Science et 21 chapitres d'ouvrage reconnus internationalement (*Geol. Soc. London Special Publication*, *SEPM Special Publication*, *AAPG Memoir*, ...), sur un total de 161 publications. Trois volumes spéciaux de la *Geological Society of London* ont été (co-)édités par des membres de l'équipe (respectivement par M.-F. Brunet, C. Homberg et F. Bergerat). Deux autres volumes spéciaux sont en cours d'édition à *Tectonophysics* (prévue en 2012) et un n° spécial du *Bulletin de la Société géologie de France* (prévu en 2013).

Le bilan annuel des publications de rang A de l'équipe se répartit comme suit : 2008 - 15 articles ; 2009 - 22 articles ; 2010 - 23 articles ; 2011 - 34 articles ; 2012 p.p. - 19 articles ; ce qui représente en moyenne 26 articles A/an, soit 2 articles par chercheur ou E-C/an (ou 2,9 articles/ETP/an). Si l'on tient compte du nombre d'occurrence des membres de l'équipe dans les publications de rang A, c'est-à-dire si l'on valorise la co-signature d'un même article par plusieurs membres de l'équipe, on arrive à 144 occurrences (113 + 31) ou 3,5 articles/ETP/an.

Nos vecteurs de publications privilégiés -où paraissent 50% de nos articles- sont : *Palaeo*<sup>3</sup> (12 articles) ; *Tectonophysics* (9) ; *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7) ; *EPSL* (6) ; *CR Geosciences* (6) ; *Terra Nova* (6) ; *Tectonics* (3) ; *Geol. Mag.* (3) ; *J. Struct. Geol.* (3) ; *Mar. Geol.* (3) ; *Mar. & Petr. Geol.* (3). On compte aussi un article à *Nature* (IF = 36) et un à *Earth Sciences Reviews* (IF = 7,8).

A cela viennent s'ajouter de nombreuses communications dans des congrès nationaux ou internationaux -dont certains organisés par des membres de l'équipe (session spéciale EUG, ASF, Strati 2010, Réunion spécialisée SGF)-, des publications de vulgarisation, des ouvrages pédagogiques ainsi que la rédaction de rapports d'expertises pour les partenaires industriels.

## Bilan 2009-2012 de l'équipe « Lithosphère, processus profonds » (LPP)

### 1. Composition et évolution de l'équipe

L'équipe « Lithosphère et Processus Profonds» (LPP) s'est constituée en 2009 largement sur la base de l'équipe « Structure et Dynamique de la Lithosphère » et en partie de l'équipe « Déformations Crustales » de l'UMR de Tectonique. L'équipe est formée d'un groupe de géologues spécialistes en géologie marine, géologie structurale (avec une forte connotation en pétrologie métamorphique), des géophysiciens et des spécialistes en modélisation numérique thermomécanique. Aujourd'hui, l'équipe comprend 12 permanents: 9 enseignants-chercheurs, 2 chercheurs CNRS et 1 ingénieur de recherche, soit au total 7 ETP-recherche. Depuis sa création, l'équipe s'est renouvelée avec le recrutement de B. Dubacq (CR2; janvier 2012), L. Boschi (MCF, sept. 2012) et C. Rosenberg (PR2) en septembre 2011, promotion en PR2 (2010) puis PR1 (2012) de P. Agard et DR2 de S. Leroy en 2012.

Equipe Lithosphère et Processus Profondes			
11-12 permanents (6 ETP) : 8 EC, 2 C et 1 IR			
	Statut	Age	Thématique
d'ACREMONT Elia	MCF	37	Géologie marine - Géophysique marine
AGARD Philippe	PR1	41	Géologie structurale - Pétrologie métamorphique
BUROV Evgueni	PR1	49	Géophysique - modélisation thermomécanique numérique
DUBACQ Benoît***	CR2	28	Pétrologie métamorphique
HUCHON Philippe	PRCE	56	Géologie marine - Géophysique marine
LABROUSSE Loic	MCF	38	Géologie structurale
LEROY Sylvie	DR2	42	Géophysique marine
LE POURHIET Laetitia	MCF	34	modélisation thermomécanique - géologie structurale
ROSENBERG Claudio**	PR2	48	Géologie structurale - Pétrologie métamorphique
VERLAGUET Anne	MCF	34	Pétrologie métamorphique
WOLF Sylvie	IR	34	modélisation thermomécanique numérique
BOSCHI Lapo***	MCF	40	Géophysique - Sismologie
C. TIBERI *	CR	40	Géophysique - Sismologie
L. JOLIVET*	PRCE	55	Géologie structurale

En 2009, C. Tiberi a quitté l'équipe (mutation à Montpellier), suivie par Laurent Jolivet (PRCE) qui a rejoint l'Université d'Orléans. L'équipe accueille également J. Chorowitz en tant que PR émérite, C. Lepvrier (collaborateur bénévole) et J. Bourgois (DR CNRS émérite). L'équipe compte aussi une dizaine de doctorants, 2 ou 3 ATER et post-docs et accueille régulièrement des chercheurs invités.

\* jusqu'au 09/2009 ; \*\* à partir de 09/2011, \*\*\* à partir de 09/2012

Chercheurs & Enseignants-Chercheurs non permanents (≥ 1 mois)					
	Statut	Durée	Thématique	Financement	Accueil/Collab.
AL-GANAD Ismaël	C invité	1 mois en 2010	Géologie	MAE Yémen	Leroy
ANGIBOUST Samuel	ATER	2011-2012	Géologie structurale	UPMC	Agard
AUTIN Julia	ATER	1 an 2008	Géologie marine Modélisation	UPMC	Leroy
BACHE François	Post-Doc	2008-2010	Géologie marine - stratigraphie	CNRS	Leroy
BOURGOIS Jacques	DR émérite	2009-2014	Géologie structurale	CNRS	éméritat
BUCK Roger	PR invité	1 mois en 2007	Géodynamique	Prof. invité UPMC	Burov
CHOROWITZ Jean	PR émérite	2009-2014	Télé-détection	UPMC	éméritat
DURETZ Thibault	Post-Doc	2012-2013	Modélisation	ANR O:NLAP	Agard/Burov
HUET Benjamin	ATER	2010-2011	Géologie structurale	UPMC	Labrousse
DENELE Yoann	ATER/Post-doc	2009-2010	Géologie structurale	UPMC/ANR EGEO	Leroy/Le Pourhiet
EL ATRASSI Fatima	ATER	2011-2012	Pétrologie - géochimie	UPMC	Verlaguet
GERYA Taras	PR invité	2 mois (2012)	Modélisation/Pétrologie	Prof. invité UPMC	Burov/Agard
GRESSION Vincent	ATER/post-doc	1 an	SIG Arctique	UPMC	Galbrun/Labrousse
KHANBARI Khaled	C invité	1 mois 2011	Géologie structurale	MAE	Leroy
LÉPVRIER Claude	CB	2009-2014	Géologie structurale	bénévole	Labrousse
ROUZOU Stéphane	Post-Doc	2007-2009	Géophysique Marine	CNRS/Total	Leroy
VITALE-BROVARONE	Post-Doc	2012-2013	Pétrologie, Tectonique	ANR O:NLAP	Monié/Agard
YAMATO Philippe	ATER	1 an 2009	Modélisation/ Pétrologie	UPMC	Agard/Burov
WATTS Anthony	PR invité	1 mois en 2010	Géodynamique	Prof. invité UPMC	Burov
WATREMEZ Louise	ATER	1 an 2009	Géophysique marine Modélisation	UPMC	Burov/Leroy/d'Ac

Doctorants (17 thèses) dont Docteurs (9)					
Nom	Encadrants	Financement	Début	Fir	Situation actuelle
ANGIBOUST Samuel	Agard, Burov	Contrat doctoral UPMC	2008	2011	Post-doc GFZ
AHMED Abdulkhakim	Leroy/Burov	MAE Yémen	2010	2013	
AUTIN Julia	Leroy/d'Acremont/Huchon	Contrat doctoral UPMC	2005	2008	MCF EOST/U Strasbourg
BASUYAU Clémence	Tiberi/Leroy/Burov	Contrat doctoral UPMC	2007	2010	Post-doc CNES/IPGP
BAURION Céline	Gorini/Leroy	Contrat doctoral UPMC	2009	2012	
HUET Benjamin	Labrousse/Jolivet/Burov	Contrat doctoral UPMC	2007	2010	Assist. Pr. U. Vienne
FRANCOIS Thomas	Burov/Agard/Meyer	Contrat doctoral UPMC	2009	2012	
GANZHORN Anne-Céline	Labrousse	Contrat doctoral UPMC	2010	2013	
KOROSTELEV Félicie	Leroy	Contrat doctoral UPMC	2011	2014	
LECOMTE Emmanuel	Lacombe/Jolivet/Le Pourhiet	Contrat doctoral UPMC	2007	2010	Post-doc
PLUNDER Alexis	Agard	Contrat doctoral ENS	2009	2012	



ROBINET Jérémy*	Razin/Leroy	ANR YOCCAL	2009	2012	
RODRIGUEZ Mathieu	Huchon/Fournier	Contrat doctoral UPMC	2009	2012	
STAB Martin*	Leroy/Pik/Bellahsen	Contrat Doctoral UPMC	2012	2015	
TRAORE Nafissatou	Le Pourhiet/Meyer	Contrat émergence UPMC	2010	2013	
YAMATO Philippe	Agard/Burov/Jolivet	Contrat doctoral UPMC	2006	2009	MCF U. Rennes 1
WATREMEZ Louise	Leroy/Burov/d'Acremont	Contrat doctoral UPMC	2007	2010	Post-doc U. Dalhousie

\*\* rattachement partiel

\* encadrement à 50%

CCD en italique

## 2. Domaines de compétences de l'équipe

L'équipe est regroupée autour des thématiques de recherche communes dont l'axe général porte sur la dynamique lithosphérique (océanique et continentale) et la rhéologie, avec un accent sur le chantier commun "Plaque arabe et Méditerranée".

Un aspect essentiel de nos problématiques scientifiques réside dans la manière dont la déformation, distribuée uniformément ou non en surface, est prise en compte en profondeur. La nature de ce problème implique de travailler à différentes échelles spatiales et temporelles, et de rendre compte des déformations des différents niveaux de la lithosphère : relations entre les comportements cassants et ductiles, fonctionnement du canal de subduction, métamorphisme, mécanismes d'exhumation de roches HP-BT et UHP, transitions océan-continent et formation de marges continentales passives, interactions manteau-lithosphère...).

Les observations de terrain (géologie, géophysique terre-mer, géologie et géophysique marine) et les travaux sur l'exhumation des roches de haute et ultra-haute pression (y compris l'ensemble des méthodes pétrologiques) nous permettent de mieux contraindre le fonctionnement du canal de subduction, l'évolution des prismes d'accrétion, de la formation et de l'évolution des marges continentales et de l'impact de l'héritage structural sur l'ensemble de ces phénomènes.

Ces observations sont utilisées pour contraindre des modèles numériques thermomécaniques de la lithosphère océanique et spécifiquement continentale qui prennent en compte la complexité rhéologique (stratification visco-élasto-plastique), thermique et thermodynamique de la lithosphère. Pour cela, nous avons développé et adopté plusieurs codes numériques en éléments finis qui nous permettent de construire, grâce à notre cluster de calcul parallèle, des modèles (thermomécaniques visco-élasto-plastiques thermodynamiquement couplés) de divers processus géologiques et géodynamiques.

## 3. Principaux résultats scientifiques de l'équipe

Nos travaux des 4 dernières années se sont organisés en trois grandes thématiques : (1) Processus de subduction, collision, d'obduction et mécanismes de formation et d'exhumation des roches métamorphiques, (2) Mécanique, rhéologie et modélisation numérique thermomécanique de la lithosphère à court et long terme et (3) Mécanismes d'extension océanique et continentale (exhumation du manteau, détachements) à partir des observations terre-mer et de l'inversion des données géophysiques. Des approches de modélisations numériques ont été développées dans l'ensemble de ces trois thèmes. Nous présentons ci-dessous des résultats particulièrement marquants et novateurs. Pour une vision exhaustive des résultats de l'équipe, on consultera les fiches individuelles des membres de l'équipe, ainsi que leurs publications, qui complètent cet exposé.

### **Thème 1 : Processus de subduction, de collision, d'obduction et mécanismes de formation et d'exhumation des roches métamorphiques (approche structurale, pétro-métamorphique et thermo-mécanique) (~20 publications depuis 2007)**

Une partie des travaux de recherche conduits au cours des dernières années à l'UPMC, au sein du Laboratoire de Tectonique puis de l'ISTEP, porte sur l'exhumation des roches et la compréhension des systèmes orogéniques, et notamment des **zones de convergence lithosphérique**, à la croisée entre **Métamorphisme et Géodynamique**. Notons ici que, historiquement, notre groupe a été le premier à développer un modèle numérique thermomécanique d'exhumation des roches de HP/UHP dans le contexte de convergence continentale (Burov et al., 2001, l'anniversaire de ce modèle a été célébré au congrès international de pétrologie Goldschmidt 2011). Depuis, nous avons considérablement progressé dans le développement de modèles et de concepts de la convergence et de la subduction continentale et océanique ainsi que des mécanismes d'exhumation des roches métamorphiques (Figure 1, Yamato et al. 2007; Burov et Yamato, 2008; Yamato et al., 2009 ; thèses de S. Angiboust et de T. Francois, Tirel et al., 2012). Ces progrès sont devenus possibles grâce aux derniers développements de nos recherches sur le thème 2.

Les zones de subduction sont des zones de déformations spectaculaires et de risques majeurs (séismes du Chili, Sumatra, Haïti, Sendai) et sont aussi d'un intérêt capital pour l'étude des mouvements passés et présents du globe et pour la compréhension des processus internes qui l'affectent: couplages mécaniques, transferts d'éléments vers le manteau ou les arcs volcaniques, etc. Pourtant, malgré une profusion récente de travaux suggérant l'existence d'une

zone épaisse de 2 à 5 km en surface du panneau plongeant, on ignore toujours la nature exacte de l'interface des plaques dans une zone de subduction.

Ce type d'inconnue a motivé des recherches originales, avec cet angle d'attaque : **quelles informations la pétrologie métamorphique, la tectonique, la modélisation thermomécanique sont-elles en mesure de contraindre les observations géophysiques ?**

→ depuis quelles profondeurs extrêmes des roches subductées peuvent-elles revenir et comment, quelles sont les conditions de leur préservation (notamment vis-à-vis des fluides), et quel est le comportement respectif de lithologies contrastées ?

→ en quoi ces informations éclairent-elles les processus physiques et mécaniques à l'interface des plaques ? Quelle est la nature du 'chenal' de subduction ?

→ quels sont les exemples régionaux les plus à même de fournir ces informations-clé ?

Au-delà des recherches focalisées sur des cibles privilégiées (Alpes, Iran, Turquie; Thèses S. Angiboust, A. Plunder, T. Francois), signalons également quelques actions d'envergure initiées en ce sens :

- depuis 2011, un projet ANR fédérateur (ANR Blanche O:NLAP) est consacré à l'étude de l'obduction.

- constitution, fin 2010, d'un groupement international sur l'interface des plaques en subduction (ILP Task Force IX; <http://sclilp.gfz-potsdam.de>) : celui-ci a déjà donné lieu à plusieurs manifestations (sessions aux congrès EGU 2011-2012 & AGU 2011; workshop international en Italie en 2011), collaborations scientifiques (avec l'ETH Zurich et les universités de Bern, Münster, Gênes et Grenade) et devrait déboucher sur la soumission, en 2012, d'un projet Européen (réseau ITN) doublé d'un projet Méditerranéen (Mistrals/Termex).

- développement d'un projet (dans le cadre de l'UFR; P. Agard), visant à contraindre la nature physico-chimique du « chenal » de subduction avec une résolution de 0,5-1 km, par une approche multiscalaire thermobarométrique, géochimique et géodynamique couplée à des modélisations thermomécaniques numériques s'appuyant sur une caractérisation sismique et thermique fine.

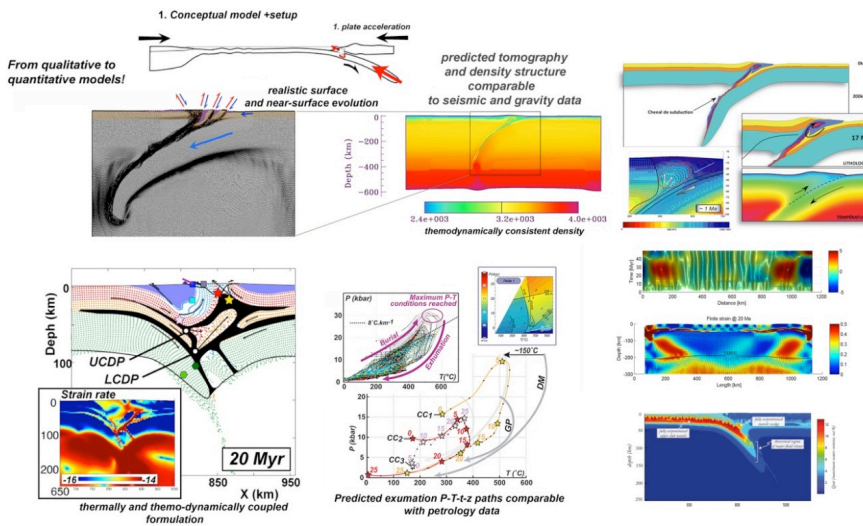
Quelques résultats marquants: modalités d'exhumation des roches de HP-BT dans les différentes zones de convergence du globe (Agard et al., 2009), dans les Alpes et l'Oman (Angiboust et al., 2009, Agard et al., 2010, Plunder et al. 2012), modèle d'évolution géodynamique pour le Zagros (Agard et al., 2011), quantification de la déformation ductile (Agard et al., 2010), liens entre exhumation et couplages (Monié & Agard, 2009, Angiboust et al., 2011), découverte de séismes fossiles dans les Alpes (Angiboust et al., 2012), découverte d'adakites en Iran (Omrani et al., 2008), développement de nouveaux modèles numériques (thermodynamiquement couplés) de collision et subduction dans le contexte Alpine (thèse S. Angiboust, 2009-2011), au Zagros (thèse T. Francois, 2009-2012), à Taiwan (Yamato et al., 2009), en Méditerranée (Tirel et al., 2012), et en Asie Centrale (Burov & Yamato, 2008).

## **Thème 2 : Mécanique, rhéologie et modélisation numérique thermo-mécanique de la lithosphère (~40 publications depuis 2007)**

Ce thème représente l'axe à la fois principal et transverse des recherches de l'équipe. L'étude du comportement rhéologique est un point clé pour comprendre le comportement de la lithosphère à toutes les échelles de temps. Au sein de l'équipe, nous effectuons des études pluridisciplinaires de la rhéologie et du comportement mécanique de la lithosphère par différentes méthodes, dont la partie principale est la **modélisation numérique thermomécanique** (Figure 1).

La rhéologie et le comportement mécanique de la lithosphère suscitent de nombreux débats et font l'objet d'approches et de modélisations très diverses (e.g., Burov, 2007, Burov & Molnar, 2008 ; Burov, 2010, 2011a,b; Tesaro et al., 2012 ; Francois et al., 2012). De nombreuses questions se posent, en particulier sur les relations entre les lois rhéologiques «réelles» (applicables aux échelles de temps et d'espace géologiques) et celles dérivées de l'étude de la mécanique des roches en laboratoire ou de l'observation de la déformation instantanée ou court terme (Figure 2).

**Le plus grand défi est donc d'élaborer une approche indépendante permettant une re-paramétrisation, la mise à l'échelle de données de laboratoire à l'échelle du temps géologique, et de les relier aux observations à court et long termes** (Figure 2). Nous avons considérablement avancé dans cette direction en développant une nouvelle approche de validation et de vérification des lois rhéologiques déduites des données de la mécanique des roches par modélisation de la réponse de la lithosphère aux conditions géodynamiques connues (Figure 2, Yamato et al., 2007; Burov et Yamato, 2008; Burov, 2009; 2010; 2011; Burov et Toussaint, 2007; Burov & Cloetingh, 2010; Huet et al., 2011; Francois et al., 2012; Le Pourhiet et al., soumis). Ce travail a abouti, par exemple, à élucider des liens entre la rhéologie à long terme et la sismicité (Angiboust et al. 2012), la microsismicité (Lecomte et al. 2012) et à une meilleure caractérisation et quantification des conditions thermo-rhéologiques permettant la **subduction continentale** et l'**exhumation de roches HP/UHP** (Figure 1). Nos recherches dans ce domaine ont été couronnées par l'attribution à E. Burov en tant que Co-PI en 2011 d'un **Senior ERC research Grant RHEOLITH** (2012-2017, 2.7 M€ PI L. Jolivet, Co-PI E. Burov). Il s'agit du premier Senior ERC Grant dans le domaine de modélisation numérique.



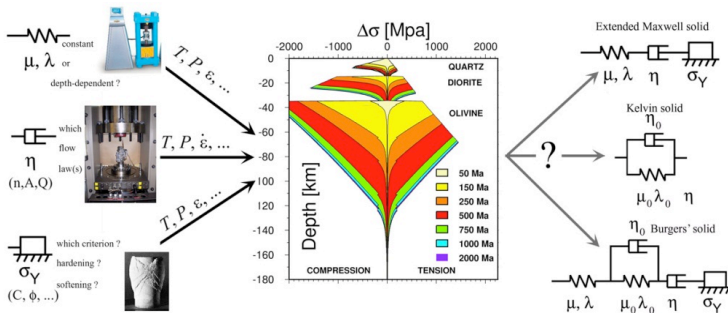
**Figure 1.** Exemple d'études sur convergence lithosphérique (voir aussi thème 1) basées sur des modèles thermomécaniques-thermodynamiques (FLAMAR). Ces modèles sont utilisés pour l'intégration et la prédiction des données multi-physiques et multidisciplinaires, générant des contraintes plus fortes, à la fois sur les modèles et sur plusieurs catégories de données [Yamato et al., 2007, 2008 ; Burov & Yamato, 2008 ; T. Francois, thèse ; Angiboust et al., thèse, 2012 in prep ; Smit et al., 2012].

Nos recherches portent aussi sur l'exploration des couplages entre les deux échelles géodynamiques : dynamique du manteau et dynamique de la lithosphère rhéologiquement stratifiée. Ce type d'approche multi-

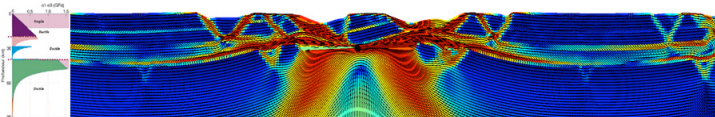
échelles s'avère très prometteuse car il nous a permis de mettre de contraintes supplémentaires à la fois sur les mécanismes de la déformation tectonique et ceux de la dynamique du manteau (e.g. Burov & Cloetingh, 2010 ; Figure 4), et de mieux évaluer et interpréter la topographie dynamique qui résulte des interactions entre les instabilités mantelliques et la lithosphère.

Nous avons aussi fait des avancées majeures quant à la caractérisation et quantification des contributions respectives de la croûte et du manteau lithosphérique continental (Francois et al., 2012) et à l'évaluation de la résistance intégrale de la lithosphère (Burov & Cloetingh, 2009,2010) et leurs rôles dans la déformation aux échelles de temps géologique (Burov, 2007 ; Burov & Yamato, 2008) et sismiques (Angiboust 2012, Lecomte et al. 2011- ; 2012).

Les autres résultats de nos recherches portent sur l'avancement considérable dans la compréhension des relations entre les observations/données rhéologiques à long terme et celles à court terme, des mécanismes de localisation de la déformation cassante et sismique (Thèse N. Traoré et E. Lecomte, Lecomte et al. 2011, 2012, Le Pourhiet 2012, Le Pourhiet et al. soumis, Le Pourhiet et Saleeby, soumis, Traoré et al. soumis), ainsi que des mécanismes de localisation de la déformation cassante-ductile dans les contextes post-orogéniques et marges passives (Figure 3), où nos travaux ont réussi à démontrer, caractériser et quantifier l'impact de l'héritage structural et celui des propriétés de la croûte et du manteau (Thèses B. Huet, E. Lecomte, L. Watremez ; Huet et al., 2011a,b, Lecomte 2012 ; Tirel et al., 2012, Watremez et al soumis, (fig.3)).



**Figure 2a :** Schéma montrant une enveloppe rhéologique «typique» de la lithosphère continentale (YSE, profil de résistance maximale verticale) (au milieu) tirée des données de la mécanique des roches expérimentale (à gauche) et extrapolées à des échelles spatio-temporelles géologiques pour certaines hypothèses sur la structure thermique, la vitesse de déformation et la structure lithologique. Enfin, pour déduire le comportement mécanique pour un YSE donné, il faut aussi définir le modèle du milieu établissant les relations entre la déformation élastique, plastique et visqueuse (à droite).



**Figure 2b.** Exemple d'un modèle d'extension haute résolution (zoom sur la partie supérieure) de l'initialisation de la déformation durant la formation de la marge continentale faiblement magmatique, avec un effet d'inversion rhéologique [Burov et al., AGU 2011 ; Burov et al., 2012 en préparation].

**Développement des méthodes de calcul thermo-mécanique 2D et 3D:** depuis 2007, nous avons avancé dans le développement de plusieurs codes thermomécaniques : Flamar (2D, algorithme hybride FEM-FDM type FLAC, E. Burov, Figure 1,2b), un code FEM 3D (L. Le Pourhiet-D. May, Figure 3), un code FDM 3D I3DELVIS (T. Gerya - E. Burov - S. Wolf - T. Duretz, Figure 4). La nécessité de développement de codes spécifiques est dictée par le fait que la modélisation de comportements de milieux géologiques (visco-élasto-plastiques) à l'échelle d'espace-temps géologique est un problème très complexe, qui ne peut pas être résolu par les approches de base telles que les outils numériques commerciaux pour l'ingénierie civile et géotechnique adoptées à la modélisation de déformation instantanée ou à court terme. Par conséquent, il faut développer *in situ* des méthodes spécifiquement adaptées pour résoudre les difficultés liées à la complexité de la rhéologie, l'échelle de temps géologiques et l'importance de déformations accumulées.



L'autre point important de notre travail porte sur le couplage entre les processus *thermomécaniques* et *thermodynamiques* (changement des phases minéralogiques en fonction des conditions P-T) avec une prise en compte immédiate de changements minéralogiques (rhéologie et propriétés physiques) dans la partie thermo-mécanique du modèle. Nos modèles numériques sont aussi couplés avec les processus de surface (érosion, sédimentation), ce qui est très important pour la modélisation de bassins, d'exhumation des roches ou d'orogénèse (Burov, 2010) et pour l'étude de relations entre le climat et la tectonique. Le couplage *thermodynamique* a été largement développé dans le cadre de la thèse de doctorat de P. Yamato, S. Angiboust et T. Francois (Yamato et al., 2007a,b,2009; Burov et Yamato, 2008 ; Francois et al. 2012, Angiboust et al., 2012). Depuis ce temps, nous avons développé une nouvelle version du code Flamar. En plus du couplage thermodynamique, cette version bénéficie d'un nouveau module de couplage avec le *transfert de fluides* issus des réactions métamorphiques (Angiboust et al., 2012).

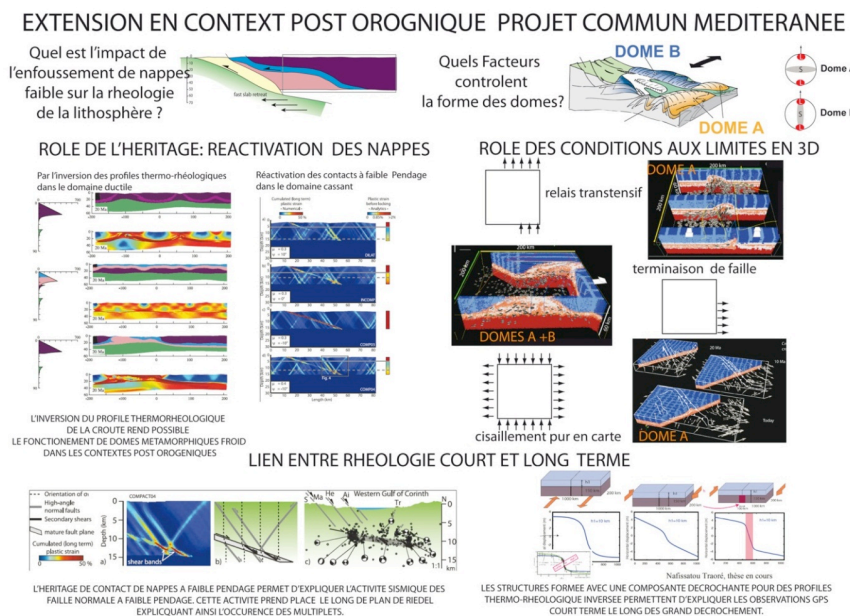


Figure 3. Contraintes sur la rhéologie et les mécanismes d'extension à partir de modélisations thermomécaniques à grande échelle : effets de l'héritage structural (Huet et al. 2011ab ; Lecomte et al. 2011, 2012, Le Pourhiet et al. 2012, Traoré et al soumis, Le Pourhiet et al. in prep. ).

Parallèlement à l'amélioration des techniques de modélisation de type FLAC, nous avons également développé l'approche visco-élasto-plastique 3D, en collaboration avec l'ETH-Zurich. Il s'agit de deux techniques complémentaires : un code FDM basé sur I3DELVIS (Collaboration E. Burov - T. Gerya, Figure 4) et un code FEM basé sur la méthode des « particles in cell » (May et Le Pourhiet in prep), qui permettent la modélisation de

processus géologiques de très longue durée. Ces deux méthodes diffèrent principalement par l'implémentation de la surface libre (« sticky air » vs vraie surface libre), par leur architecture parallèle (openmp vs mpi) et par la gestion des non-linéarités (petit pas de temps vs résolution des équations non linéaires).

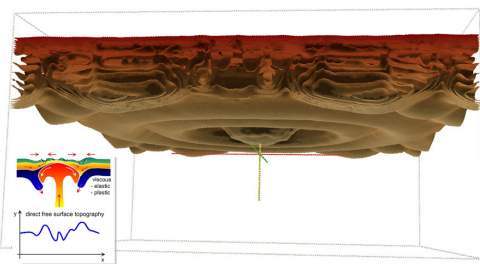


Figure 4. Conséquences de l'impact d'un panache mantellique à la base d'une lithosphère continentale rhéologiquement stratifiée [Burov et Gerya, 2012].

Nous avons aussi développé des méthodes permettant de « reproduire » les données synthétiques (ex : chemins PTt (Figure 1), ondes sismiques synthétiques ou anomalies de densité/topographie (Figure 1), microstructures synthétiques (linéation, schistosité, *riedels*), anomalies gravimétriques et flux de chaleur, distributions de vitesse en surface, etc.) de manière à

pouvoir tester les résultats de la modélisation sur des cas géologiques (e.g., Yamato et al., 2008 ; Gouillou-Frottier et al., 2007, Burov & Cloetingh, 2010 ; Huet et al., 2011, Lecomte et al., 2011 2012, Le Pourhiet et al., 2012).

Enfin, pendant les 3 dernières années, nous avons beaucoup investi dans l'amélioration de notre plateforme de calcul numérique (augmentation de 5 fois de la puissance de calcul, amélioration des infrastructures dont les systèmes de stockage, de protection des données, d'alimentation et de climatisation). Nos deux clusters possèdent respectivement 68 « cores » AMD Opteron64 « *distributed memory* » et 48 « cores » Intel sur un cluster SGI basé sur l'architecture de la dernière génération « *sheared memory* ». La mise à jour du cluster SGI vers 300 cores prévu dans le cadre du projet ERC RHEOLITH permettra d'effectuer des calculs 3D en haute résolution surpassant, selon nos tests, les performances des clusters conventionnels ayant jusqu'à 2 fois plus de cores.

**Thème 3 : Mécanismes d'extension océanique et continentale à partir des observations terremer, inversion des données géophysiques et modélisation (environ 40 publications depuis 2007)**

La rupture des continents (et la création de nouveaux océans) est un processus fondamental de la tectonique des plaques, encore mal connu. Les marges continentales sont des lieux d'interaction entre les domaines océaniques et continentaux, ainsi qu'entre les processus superficiels et profonds : elles représentent par conséquent des lieux stratégiques pour l'étude de la dynamique des déformations terrestres.

La plupart d'entre elles sont pourtant trop anciennes pour appréhender toute la complexité des mécanismes de leur formation: l'érosion et la sédimentation y ont effacé une partie des informations de surface, la relaxation du champ de température, une partie de l'information profonde

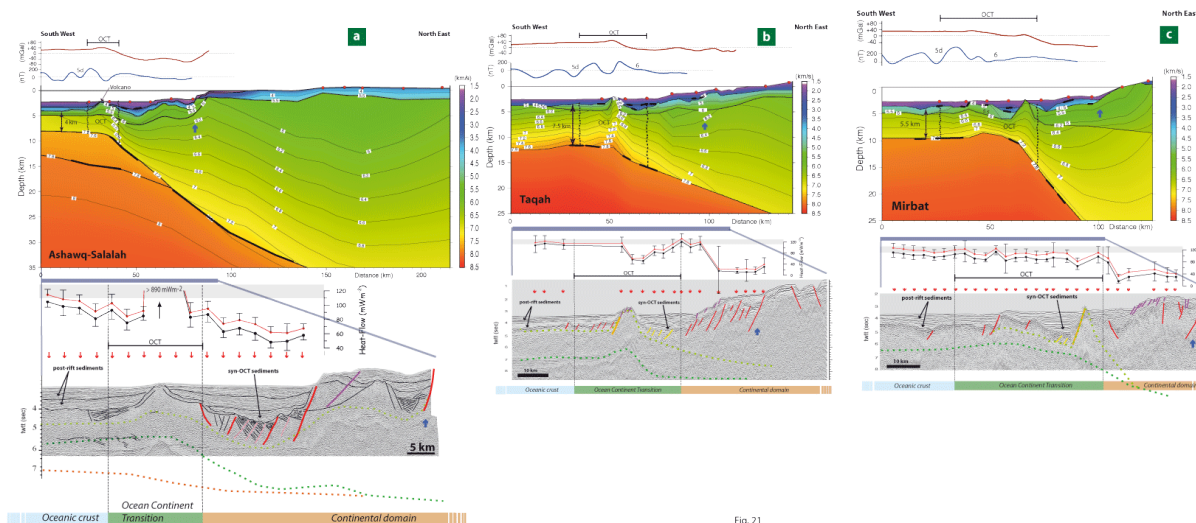


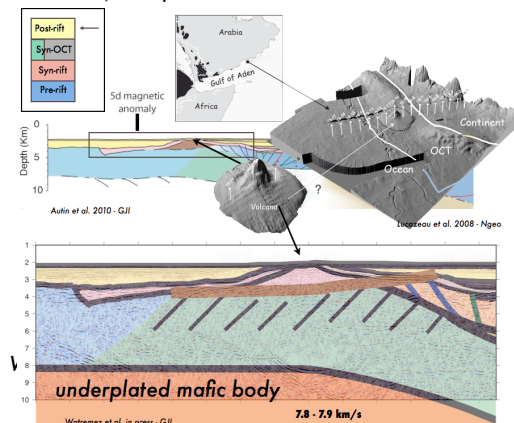
Fig. 21

**Fig. 5 :** a - Segment de Ashawq-Salalah de la campagne Encens. **Panneau supérieur:** Modèle de la structure de vitesse sismique. OCT indique la transition océan-continent. Les anomalies magnétiques sont représentées en bleu avec les anomalies interprétées et les anomalies gravimétriques à l'air libre sont en rouge. **Panneau central:** Sismique réflexion profonde et profil coincident de flux de chaleur et interprétation. b - Segment de Taqah. c - Segment de Mirbat

Les marges jeunes sont donc susceptibles de fournir les observations sur les stades précoces (depuis le rifting jusqu'au début de l'accrétion océanique). Parmi elles, les marges conjuguées du golfe d'Aden représentent un exemple archétypique pour l'ensemble des marges continentales, puisqu'elles sont à la fois volcaniques à l'Ouest (Yémen) et non volcaniques à l'Est (Sultanat d'Oman) et évoluent de marges divergentes à transformantes vers l'Est (Sultanat d'Oman). Des actions pluri-disciplinaires ont été menées afin d'approcher de nouveaux concepts ayant un impact tant sur la dynamique des marges depuis la marge proximale (onshore) jusqu'à la marge distale (offshore), que sur la mise en place de la croûte océanique à l'axe d'une dorsale active. C'est pourquoi ont été développées des collaborations étroites permettant d'appréhender les problèmes à différentes échelles depuis la surface (sédiments) jusqu'à la profondeur (manteau). Et c'est dans cette optique que de nombreuses acquisitions ont été réalisées depuis 2007, à la fois géologiques (stratigraphie, sédimentologie, analyse structurale) et géophysiques (bathymétrie, gravimétrie, magnétisme, sismique réflexion rapide et multitrace, sismique grand-angle (OBS et stations à terre), tomographie télésismique et flux de chaleur. Ces méthodes et approches ont été également complétées par des modélisations analogiques et numériques. Le projet YOCCAL (PI Leroy) et Rift2ridge, (PI Cannat, coPI d'Acremont), deux PICS CNRS Yémen et Oman (PI Leroy) et Actions Marges (PI Leroy) ont financé ces recherches.

Un des résultats les plus inattendus est la grande variabilité de structures, et donc probablement de processus, d'un sous-segment de la marge à un autre (Leroy et al 2010b). C'est le cas, en particulier, dans la TOC qui peut passer, en quelques dizaines de kilomètres, d'un caractère plutôt volcanique, à une structure qui suggère que le manteau continental serait exhumé et serpentinisé. Ceci est basé sur la structure de vitesse des ondes P dans la lithosphère (Leroy et al., 2010b ; Watremez et al 2011) et sur la localisation des déformations dans le graben le plus distal de la marge durant les stades tardifs du rifting (Autin et al., 2010).

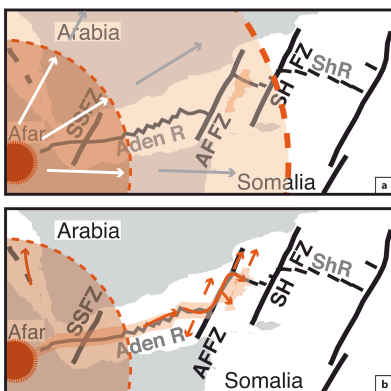
Un autre caractère de cette marge jeune est la grande stabilité des valeurs de flux de chaleur obtenues dans la TOC et le domaine océanique (Lucazeau et al, 2010), qui peuvent s'expliquer par la persistance d'anomalies thermiques lithosphériques après la rupture continentale (Lucazeau et al 2008) et par une très faible importance des circulations hydrothermales (à l'exception d'un profil dans la région à l'Est de la zone de fracture de Socotra-Hadbeen). La persistance d'une activité thermique dans le Golfe d'Aden pendant 20 Ma environ après la fin du rifting s'accompagne aussi d'une activité volcanique post-rift, ainsi que de déformations verticales dans les parties distales et proximales de la marge (Lucazeau et al 2010 ; Leroy et al 2010 ; Basuyau et al 2010 ; d'Acremont et al 2010 ; Bache et al 2011 ; Leroy et al 2012).



**Fig. 6 :** Volcan mis en place sur la transition océan-continent dès sa formation, imagé par bathymétrie multifaisceaux (Leroy et al 2010; Lucazeau et al 2009), sismique réflexion multitrace (Autin et al 2010). Un corps à vitesse forte a été modélisé grâce aux données de sismique grand angle, sous le volcan (la toc et la croûte océanique Watremez et al 2011), avec un double réflecteur caractéristique des corps sous-plaqués (e.g. Minshall et al 2008).



A la fin du rifting, la rupture continentale s'opère et laisse place à la dorsale océanique de Sheba à l'est du golfe et celle d'Aden à l'ouest de façon synchrone sur l'ensemble du golfe (Leroy et al 2012). La segmentation de la dorsale océanique est guidée par la segmentation de la marge, mais évolue très rapidement (d'Acremont et al 2006). Après 1 Ma d'activité, la segmentation de la dorsale océanique évolue en fonction des changements cinématiques globaux et de la présence d'épisodes de volcanisme à l'axe d'un des segments et hors axe (d'Acremont et al 2010). Ainsi, plusieurs réorganisations ont modifié la géométrie de la dorsale et celle des zones transformantes pendant l'histoire de l'ouverture, en abandonnant certaines de ces failles transformantes ou en créant de nouvelles. Seule, la segmentation de premier ordre est pérenne. La réorganisation majeure s'effectue entre 9 et 6 Ma (A4a et A3a). L'asymétrie de l'accrétion océanique est expliquée par des sauts de dorsale induit par l'apparition d'une anomalie de fusion et d'un important volcanisme associé, hors axe, à 10 Ma (d'Acremont et al 2010; Leroy et al 2010a). Ce volcanisme est lié à un réchauffement anormal associé à une activité volcanique intense depuis plus de 10 Ma entre les zones de fracture de Alula Fartak et de Socotra Hadbeen (d'Acremont et al 2010; Leroy et al 2010a). Cet épisode se poursuit actuellement et a commencé vraisemblablement depuis la rupture continentale (Autin et al 2010). Un autre indice de la présence de matériel "chaud" est obtenu par tomographie télésismique (Basuyau et al 2010). Des zones de vitesses faibles où peuvent se produire de la fusion partielle ont été mises en évidence dans le prolongement des zones de fracture de Alula Fartak et de Socotra Hadbeen. Du volcanisme récent est également répertorié au Yémen et en Somalie et sur la dorsale d'Aden (Leroy et al 2010a). Tous ces indices permettent de proposer une influence du point chaud Afar dans le golfe d'Aden jusqu'à l'Est de la faille transformante d'Alula Fartak avec un processus de chenalisation du matériel chaud provenant du panache Afar le long des corridors tectoniques que représentent le système de dorsales océaniques Aden-Sheba et la zone transformante de fort décalage d'Alula-Fartak (plus de 180 km) (Fig. 11). Ce modèle d'interaction panache-ride océanique par chenalisation permet l'extension latérale de l'influence du point chaud jusqu'à au moins 54°E de longitude et de ce fait, l'alimentation de l'anomalie de fusion hors axe, du volcanisme anormal du segment 1 de la zone Encens-Sheba et du volcan situé sur la TOC et actif jusqu'à très récemment (Lucazeau et al 2009; Leroy et al 2010a).



**Fig. 11** : Schéma conceptuel de l'anomalie magmatique hors axe, rayonnant depuis la partie ouest du golfe d'Aden jusqu'à l'est de la zone de fracture Alula Fartak Fracture Zone (AFFZ). (a) – Dispersion diffuse du panache en profondeur sous le golfe d'Aden. La zone orange foncée correspond au possible conduit du panache et en orange ombré à la localisation du point chaud des Afars d'après Sicilia et al. (2008). L'orange clair montre la dispersion du matériel du panache englobant la zone volcanique cartographiée à l'Est de AFFZ. Les flèches indiquent les directions de dispersion. (b) – Illustration schématique de la dispersion chenalisée le long de l'axe, du panache des Afars depuis l'ouest jusqu'en est. Les flèches indiquent les écoulements de matériel du point chaud depuis le panache jusqu'à la dorsale océanique d'Aden et la dispersion ultérieure le long de l'axe en profondeur dans une zone de fusion partielle

L'héritage que constituent ces différents domaines de marges continentales lorsqu'ils sont réactivés dans les zone de convergence, est abordé depuis deux ans dans la mer d'Alboran (projet Marlboro ; d'Acremont et al ; cf prospectives).

Last but not least ...



- Ph. Agard a été élu junior professeur IUF en 2011 et obtenu le financement d'un projet ANR blanche O:NLAP en 2011
- E. Burov a été élu membre de l'Académie de l'Europe en 2009, et a obtenu un Advanced Senior ERC Grant en 2011
- L. Le Pourhiet a obtenu un contrat de thèse d'émergence UPMC
- S. Leroy a obtenu le financement d'un projet ANR Blanche YOCMAL ; deux PICS (Yémen – Oman) et pilote Actions Marges et trois campagnes dans le golfe d'Aden.
- E. d'Acremont a obtenu le financement d'un projet ANR Blanche Rift2ridge, ainsi que trois campagnes (projet Alboran)
- L. Labrousse est responsable scientifique du GRI Arctique avec Total ainsi que d'un PICS avec la Norvège



#### 4. Implication dans les programmes nationaux et internationaux, collaborations, relations avec l'industrie

- Les travaux de l'équipe LPP ont bénéficié du soutien de grands programmes nationaux, notamment à travers :
  - Quatre projets ANR blancs EGEO [2006-2009 ; PI Jolivet] , ONLAP [2011-2013 ; Resp. : Agard] ; ANR Rift2ridge [2009-2013 ; coPI d'Acremont] ; ANR Yocmal [2007-2012 ; PI Leroy]
  - Senior ERC Grant RHEOLITH [2012 - 2017 ; PI-Co-PI : Jolivet-Burov]
  - Des actions de l'INSU : Verlaguet, 2010 ; Le Pourhiet, 2010 ; Actions Marges Leroy, d'Acremont, Le Pourhiet, TERMEX (MISTRALS), INCITATIVE, Burov, 2009 ; Burov, 2012
  - Un GRI « Arctique » financé par Total (Labrousse)

- Trois PICS CNRS : Yémen (Leroy), Oman (Leroy), Norvège (Labrousse)
- Conventions avec le BRGM (E. Burov), avec Total et Total Yémen (Leroy)

On notera également le soutien par les programmes de coopération scientifique « Hubert Curien » (Egide...) ou avec le Brésil.

Nous collaborons avec de nombreux collègues français et étrangers comme le montre la liste des co-signataires de nos publications. Parmi les établissements avec lesquels nous avons des collaborations fortes et suivies:

- Universités/Etablissements français : Orléans, Cergy-Pontoise, Montpellier, Nice, Grenoble , Lyon, ENS-Paris, IGP, Rennes, Rueil (IFPEN), Strasbourg, Bordeaux 1, Bordeaux III, Perpignan, Toulouse, Brest...
- Universités/Etablissements étrangers : Amsterdam, Oxford, Utrecht, ETH-Zurich, U. Roma III, Caltech , Dublin, Bergen, Leeds, Lamont Doherty Earth Observatory, Lehigh...

Les travaux de l'équipe LPP sont aussi pour une large part financés par une activité contractuelle. Nos principaux partenaires au cours des quatre dernières années sont le BRGM, Total, IFPEN, ExxonMobil, Petrobras. Ces contrats, notamment à travers le GRI «Arctique» avec Total, ont aussi permis de financer des post-docs . Par ailleurs plusieurs conventions CIFRE ont également été obtenues au cours des quatre dernières années.

## 5. Production scientifique de l'équipe

La production scientifique de l'équipe LPP entre 2007 et 2012 *p.p.* comprend 131 articles (155 si l'on prend en compte les publications de L. Jolivet et C. Tiberi qui sont partis en 2009) de rang A référencés dans le Web of Science et 18 (25) chapitres d'ouvrages reconnus internationalement (*Geol. Soc. London Special Publication, Elsevier, ...*), sur un total de 150 (180) publications. Deux volumes spéciaux sont en cours d'édition à *Geological Society of London* (prévue en 2012) et un n° spécial de *Tectonophysics* sur les résultats de l'ANR YOCMAL édité par G. Peron-Pinvidic & P. Osmundsen (prévu en 2013).

Le bilan annuel des publications de rang A de l'équipe représente en moyenne 27-29 articles A/an, soit ~2.9 - 3 articles par chercheur ou E-C/an (ou ~4 articles/ETP/an). Ce bilan tient compte du nombre d'occurrence des membres de l'équipe dans les publications de rang A, c'est-à-dire qu'il se base sur valorisation de la co-signature d'un même article par plusieurs membres de l'équipe. Un facteur d'environ 0.75 est à appliquer pour la statistique « absolue » (articles non-co-signés).

Nos vecteurs de publications privilégiés - où paraissent 50% de nos articles- sont : *Tectonics; Tectonophysics; GRL; GJI; Lithos; EPSL, Bull. Soc. Géol. Fr.; J. Metamorph. Geol.; J. Struct. Geol.; Mar. Geol.; CR Geosciences; Terra Nova; Mar. & Petr. Geol.*

A cela viennent s'ajouter de nombreuses communications dans des congrès nationaux ou internationaux -dont certains organisés par des membres de l'équipe (session spéciale EGU, ASF, RST, SGF, AGU, Goldschmidt, Geomod ...), des publications de vulgarisation, des ouvrages pédagogiques ainsi que la rédaction de rapports d'expertises pour les partenaires industriels.

## Bilan 2009-2012 de l'équipe « Magma-Minéraux-Matériaux »

### 1. Composition et évolution de l'équipe

L'équipe MMM constituée en 2007 correspondait aux enseignants-chercheurs et chercheurs installés à l'UPMC et membre de l'UMR7160 (UPMC-MNHN-CNRS). Son effectif s'est réduit d'un membre suite au départ à la retraite de Mme Colette Derré. A ce jour elle comprend 5 enseignants-chercheurs et 1 chercheur.

Equipe MMM : Permanents			
Nom	Statut	Age	Thématiques
D'ARCO Philippe	Pr	55	Modélisation matériaux - Pétrologie endogène
LEJEUNE Anne-Marie	MCF	45	Propriétés des magmas - Pétrologie magmatique
NOEL Yves	MCF	38	Modélisation matériaux
PASCAL Marie-Lola	CR	59	Pétrologie endogène - thermodynamique
WAGNER-RAFFIN Christiane	MCF	60	Pétrologie endogène - géochimie

Deux collaborateurs bénévoles : Michel Fonteilles et Colette Derré sont associés.

### 2. Domaines d'activités de l'équipe

L'équipe MMM, dans sa configuration actuelle, regroupe des personnes montrant des compétences variées et complémentaires utilisées 1- pour mener des études des processus physico-chimiques mis en jeu lors des transformations tant en contexte magmatique que métamorphique 2- comprendre le comportement rhéologique des magmas et 3- modéliser les matériaux cristallins de dimensions variées afin d'appréhender les variables chimiques ou structurales contrôlant leurs propriétés.

La particularité de ce groupe est l'origine diverse de ses membres issus des Sciences de la Terre, de la Physique et de la Chimie. Les interactions à l'intérieur du groupe sont variables comme le montrent les contributions publiées. Les processus, objets étudiés et les contextes dans lesquels ils se trouvent sont variés : processus métasomatiques impliquant des liquides en milieu silicaté ou carbonaté, l'évolution des systèmes alcalins, la mise en place des magma et les interactions minéraux-matière organique.

#### **Relations avec d'autres groupes**

Les articles publiés sont généralement co-signés avec des collègues d'autres établissements parmi lesquels :

##### **Nationaux :**

- CRPG (Nancy), ENS (Lyon), Université Joseph Fourier (Grenoble), ERAMET Research (Trappes)
- Université de Pau et des Pays de l'Adour (Pau)
- Institut de Mathématiques de Jussieu

##### **Internationaux**

- Czech Geological Survey, GFZ (Postdam Allemagne),
- University of Alberta (Edmonton),
- Università di Torino (Italie),
- Univ. Autonoma Estado Morelo (Mexique),
- University of Bristol (UK)

#### **Accueil de chercheurs**

Nous accueillons régulièrement des collègues turinois ou leurs étudiants sur des périodes allant de deux à trois semaines. Pour un mois et plus, nous avons accueilli :

- Raffaella Demichelis (actuellement Université de Perth) en Janvier-Février 2010.
- le professeur Roberto Dovesi de l'université de Torino en tant que professeur invité. Une doctorante (Valentina Lacivita) et un post-Doc (Marco de la Pierre) l'accompagnaient. (oct-nov. 2011).

### 3. Principaux résultats scientifiques de l'équipe

Les travaux menés entre 2009 et 2012 et les orientations susceptibles de se développer dans la prochaine période peuvent être réparties en deux grandes thématiques : 1- évolution des systèmes magmatiques et interactions des liquides avec leur environnements, 2- modélisation des matériaux cristallins et nano-matériaux d'intérêt géologique. Dans ces deux thèmes, des activités amont méthodologiques importantes couvrent le développement analytique et l'écriture d'éléments de code pour la modélisation.

## 1- Interactions des liquides avec leur environnement et évolution des systèmes magmatiques

### Processus métasomatiques impliquant des liquides

(a) **en milieu carbonaté** : cas du Vésuve, à partir de l'étude pétrologique des skarns. Ces skarns magnésiens, « de haute température », enregistrent les réactions qui se produisent aux épontes carbonatées de la chambre magmatique durant les périodes pré-éruptives. A partir de l'observation texturale et chimique des associations minérales produites par ces réactions et de leur modélisation thermochimique, un modèle non classique de formation a été proposé. Il s'agit d'endoskarns, développés par des fluides carbonatés aux dépens de corps magmatiques. Cette conclusion, difficile à faire accepter, a récemment reçu une confirmation par des données isotopiques. Elle nécessite la fusion de l'encaissant carbonaté et s'applique probablement à tous les skarns de haute température (étude en cours).

(b) **en milieu silicaté**: métasomatose mantellique, à partir de xénolithes mantelliques remontés par des basaltes alcalins (Massif Central).

La percolation de fluide/liquides silicatés dans le manteau lithosphérique conduit à une métasomatisme modal ou cryptique dû à l'interaction entre les péridotites et l'agent métasomatique. Dans le cas du massif Central français, il a été montré en utilisant les concentrations en Li et la composition isotopique de cet élément que l'agent modifiant est un liquide alcalin dont la composition évolue (modèle chromatographique) au cours de sa percolation. Si les effets de la percolation magmatique sont bien identifiés, il reste difficile d'isoler différentes sources mantelliques.

Afin de tirer parti du modèle chromatographique pour caractériser les « fluides » (melts silicatés) responsables du développement d'amphibole (entre autres) dans les nodules de péridotite, nous nous attachons maintenant à d'établir avec précision les séquences métasomatiques, c'est-à-dire les profils de composition des minéraux, soit formé au cours de la métasomatose comme les amphiboles, soit modifiés comme les spinelles, en équilibre chimique local. Un résultat important est que les différentes substitutions impliquant le titane dans l'amphibole dépendent des conditions locales de formation de l'amphibole. Celles formées par réaction entre le liquide et les spinelles, source de l'aluminium, ne montrent pas les mêmes relation Ti-Al que celles cristallisant à partir du liquide.

### Magmatisme alcalin à néphéline (complexe du Messum, Namibie)

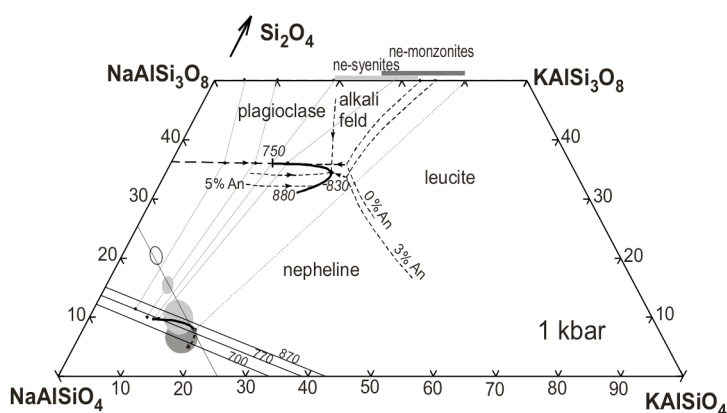


Figure 1: Diagramme de phase montrant l'évolution du liquide en équilibre avec la néphéline (courbe épaisse) dans le système résiduel contenant de l'anorthite

S. Blancher a soutenu sa thèse en 2008 sur la pétrologie du complexe annulaire du Messum en 2008. Dans ce massif une série sous-saturée en silice et à néphéline coexistent avec des roches à quartz peu ou très différenciées. Par un travail pétrographique très détaillé, il a été montré que la néphéline enregistre l'évolution magmatique notamment par sa concentration en calcium, élément généralement négligé.

L'évolution de la composition de la néphéline (Fig.1) au cours de la différenciation de ces magmas, établie par S. Blancher et en apparente contradiction avec le « thermomètre néphéline » (Fig.2) comme déjà notée par différents auteurs, a été interprétée à l'aide des relations de phase expérimentales entre liquides silicatés, feldspaths et feldspathoïdes.

Cette évolution est parfaitement cohérente, elle permet de conclure que l'échec du thermomètre néphéline, basé sur sa teneur en SiO<sub>2</sub> et connu pour n'être pas utilisable dans les roches plutoniques, résulte de sa faible sensibilité par rapport à d'autres paramètres compositionnels.

### Développements analytiques

En collaboration avec Michel Fialin (IR, centre CAMPARIS) le groupe participe au développement de méthodes d'analyse à la microsonde électronique : estimation des états redox du Fer en particulier dans les amphiboles et dans les verres silicatés.

Dans le cadre d'une collaboration avec l'ENS Lyon, Christiane Wagner-Raffin travaille sur la détermination de la teneur en eau des olivines via la spectroscopie Raman.

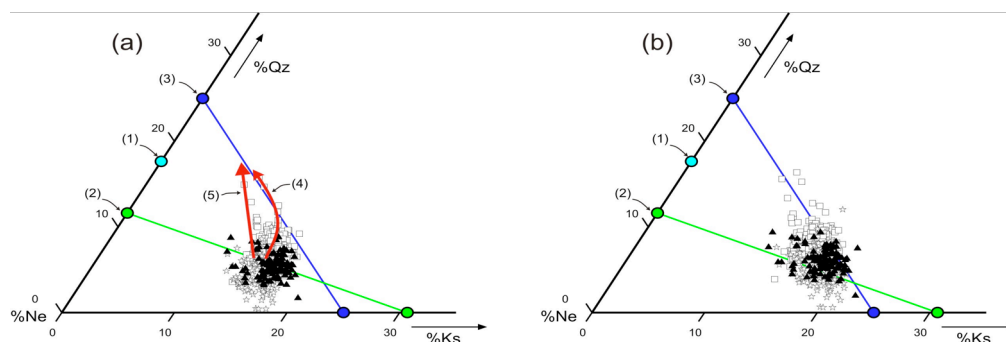


Figure 2: Représentation des néphélines du Messum dans le plan Ne-Ks-Qtz. (a) projection depuis le pôle Anorthite, (b) projection depuis le pôle Ne50-An50. En (a) les flèches rouges représentent l'évolution apparente de la néphéline en contradiction avec les données thermodynamiques.

## 2- Modélisation des matériaux cristallins et nano-matériaux.

Depuis de nombreuses années nous travaillons activement avec des collègues de l'Université de Turin sur la modélisation quanto-mécanique des matériaux. Cette collaboration comporte un volet développement méthodologique et un volet applicatif.

Sur la période écoulée, deux efforts méthodologiques importants ont porté sur les nano-matériaux de type tube et de type fullerène, d'une part, et sur les solutions solides, d'autre part. Dans le cas des nano-matériaux, l'objectif était de disposer d'outils permettant de les créer de manière très simple et d'exploiter totalement leur symétrie. Les groupes de symétrie des tubes peuvent être bien plus grands que les groupes cristallins réduisant d'autant les calculs. Sur les nano-tubes, 7 articles ont été publiés dont deux sur des matériaux naturels : le chrysotile (amiante) et l'imogolite constituant important des sols. L'approche quanto-mécanique se heurte à de nombreuses difficultés pour la modélisation des solutions solides : leur symétrie macroscopique ne peut être la symétrie à l'échelle de la maille, à composition donnée (sauf cas particulier) la distribution des éléments impliqués dans la solution solide n'est pas connue et correspond en général à de nombreuses configurations. Nous avons cependant abordé le problème sur l'exemple des grenats, un travail a été publié sur le système grossulaire-uvarovite. Un autre a été soumis sur le spectre IR de la solution solide grossulaire-andradite. Dans le cas des solutions solides nous travaillons actuellement sur une factorisation du problème pour réduire le nombre de calculs à réaliser. L'idée est d'exploiter la symétrie macroscopique pour déterminer le nombre de configurations indépendantes et leur multiplicité. Ces informations sont essentielles pour remonter aux grandeurs thermodynamiques des solutions solides. Cette direction nous a conduit à ouvrir une collaboration avec S. Mustapha, Professeur à l'Institut de Mathématiques de Jussieu. Un article vient d'être soumis sur le sujet.

Les calculs réalisés sur l'imogolite et le chrysotile étaient les premiers à ce niveau. Ils montrent très clairement que les facteurs assurant l'agencement tubulaires peuvent être de natures très différentes.

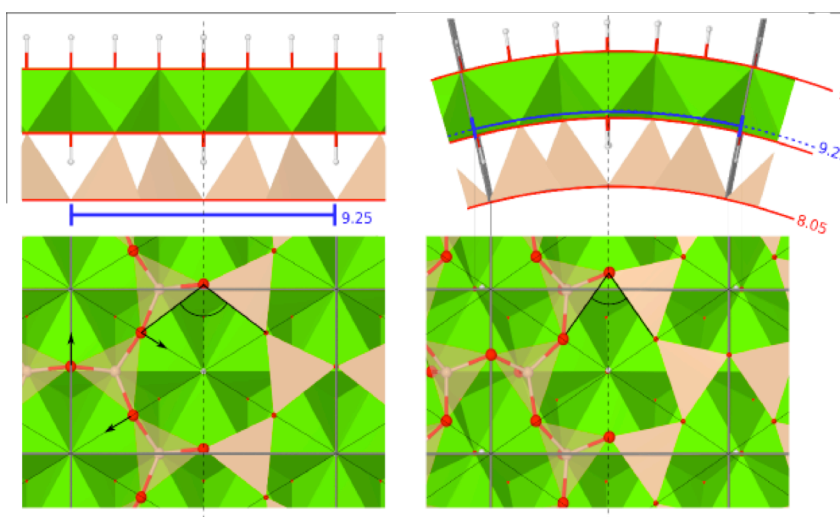


Illustration 1: Comparaison structure du feuillet plan de la lizardite et de la paroi interne du chrysotile

liaisons hydrogène impliquant les hydrogènes situés à l'intérieur du tube déterminent la géométrie optimale du tube, alors que un désaccord stérique entre les couches octaédrique et tétraédrique du feuillet de lizardite est la cause de l'enroulement de ce dernier. Dans le cas des nano-tubes, nous sommes limités à des tubes mono-mur, nous travaillons à la possibilité de simuler des tubes multi-mur. Les matériaux abordés sont les polymorphes des hydroxydes d'aluminium (stabilité relative, processus de déshydratation), les silicates d'alumine (structure et stabilité relative, ce travail amène à s'interroger sur les différents hamiltoniens modèles), les grenats (solutions solides), les olivines (spectres vibrationnels).

### Production globale

Sur la période 2007-2012, les cinq membres de l'équipe ont publié 26 articles de rang A en ne tenant pas compte des signatures multiples à l'intérieur de l'équipe, soit 5 articles A par an ou 1 article A par EC.



## Bilan 2009-2012 de l'équipe « Pétrologie, géochimie, volcanologie »

### 1. Composition et évolution de l'équipe

L'équipe « Pétrologie Volcanologie et Géochimie » (PGV) s'est constituée en 2009 à partir de chercheurs de l'UPMC qui appartenaient majoritairement à l'UMR IPGP. L'équipe est constituée d'un groupe de géochimistes pétrologues des roches magmatiques. Aujourd'hui, l'équipe comprend 9 permanents : 6 enseignants-chercheurs, 1 ingénieur de recherche et 2 ingénieurs d'étude.

Depuis sa création, l'équipe s'est renouvelée avec le recrutement de E. Martin (MC) en Septembre 2010 et les départs de G. Prouteau (mutation à Orléans en 2011) et B. Déruelle (retraite en 2011). B. Villemant est venu nous rejoindre en 2012 venant de l'IPGP. Benoît Caron ingénieur d'étude, a été également recruté en 2011 pour prendre en charge l'ICP-MS.

L'équipe compte aussi de manière non permanente deux doctorants, et a accueilli un collègue étranger comme professeur invité. Une post-doctorante IPGP (A. Salaün) a effectué une année d'ATER à l'UPMC en 2009.

<b>Pétrologie, Géochimie, Volcanologie</b>			
<b>8 à 10 permanents (4 ETP) : 8 EC et 1 IR ; 2 IE</b>			
Nom	Statut	Age	Thématique
BALCONE BOISSARD	MC	31	Magmatologie-Volcanologie
BOUDOUMA Omar	IR	48	Responsable MEB
CARON Benoît	IE	32	Responsable ICP-MS
DERUELLE Bernard <sup>(1)</sup>	PR	62	Magmatologie
FUCHS-BADIA Dominique	IE	60	Préparation échantillons
HONTHAAS Christian	MC	47	Petro-géochimie magmatique
JAMBON Albert	PR	62	Planétologie
MARTIN Erwan	MC	32	Magmatologie - Planétologie – Volcanologie
PROUTEAU Gaëlle <sup>(2)</sup>	MC	45	Magmatologie - Pétrologie Expérimentale
SANLOUP Chrystelle <sup>(3)</sup>	MC	47	Pétrologie Expérimentale
VILLEMANT Benoît <sup>(4)</sup>	PR	57	Géochimie-Magmatologie- Volcanologie

(1) retraité en 2010

(2) en détachement, puis mutation Orléans 2011

(3) titulaire ERC depuis 2010, en détachement

(4) arrivé en 2012

### 2. Domaines de compétence de l'équipe

L'équipe est constituée autour de thématiques de recherche dont l'axe général porte sur le rôle du magmatisme dans la différenciation planétaire (terrestre et extra-terrestre) et le volcanisme, en utilisant des outils de la pétrologie et la géochimie analytiques et expérimentales. Elle s'appuie majoritairement sur les outils des plateformes du Pole 3 de l'UPMC (OSU Ecce Terra, plateformes MEN -micro-analyse d'échantillons naturels et GI (géochimie Inorganique)). Elle est en particulier responsable du MEB et de l'ICP-MS. Les thèmes essentiels sont le magmatisme et le volcanisme d'arc et de point chaud, le magmatisme planétaire terrestre et extra-terrestre en couplant les approches de terrain, analytiques et expérimentales.

### 3. Principaux résultats scientifiques de l'équipe

Nos travaux des 4 dernières années peuvent s'organiser en trois grandes thématiques : (1) volcanisme d'arc et formation de la croûte continentale, volcanisme de point chaud (2) processus éruptifs et volcanisme actif (3) magmatisme planétaire terrestre et extra-terrestre, (4) développement de méthodes analytiques et expérimentales. Nous présentons ci-dessous des résultats particulièrement marquants et novateurs. Pour une vision exhaustive des résultats de l'équipe, on consultera les fiches individuelles des membres de l'équipe qui viennent compléter cet exposé.

#### Thème 1a : Magmatisme d'arc et la formation de la croûte continentale

Cette thématique initiée par B. Déruelle et G. Prouteau s'est prolongée après leur départ avec la venue de C. Honthaas et E. martin.

- Etude pétro-géochimique (minéralogie, majeurs, traces et isotopes) des roches volcaniques quaternaires au Sud du désert d'Atacama, au Chili. Ces roches s'apparentent aux adakites, sans pour autant être liées à la fusion partielle de la croûte océanique subductante. Le modèle de genèse de ces pseudo-adakites fait intervenir la contamination des magmas mantelliques par des liquides magmatiques issus de la fusion partielle de la croûte continentale inférieure. La compréhension de la genèse de ces roches volcaniques particulières devrait nous permettre de mieux comprendre l'interface croûte-manteau dans les marges actives et avoir des implications sur la croissance continentale (Honthaas, Deruelle et al., in preparation).

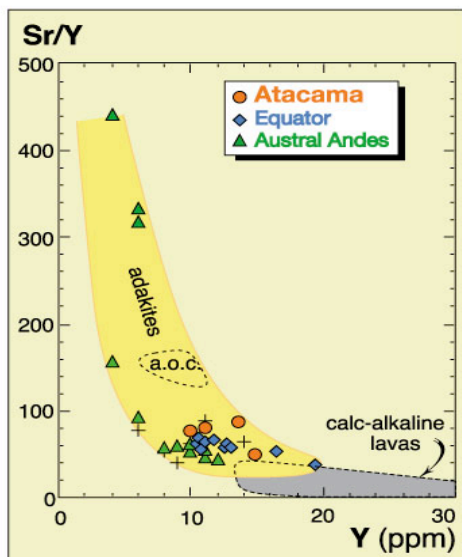


Diagramme Y-Sr/Y pour les adakites d'Atacama, d'Équateur et des Andes Australes. a.o.c.: croûte océanique altérée.

Figure 1 : Par rapport aux autres roches calco-alkalines, les adakites sont définies sur la base d'éléments traces (Sr, Y, REE). L'abondance de Sr (fig.1) pourrait s'expliquer par le retard à la cristallisation du plagioclase dans un magma riche en eau. Le rapport La/Sm élevé est interprété soit par un héritage d'une source particulière (croûte océanique par exemple dans le modèle standard) soit par la fusion mantellique à grande profondeur (grenat résiduel). La fusion de croûte océanique, n'est possible que si la croûte subduite est extrêmement jeune : ce modèle n'est pas applicable dans le cas des Andes d'Atacama.

- Etude des compositions isotopiques de l'oxygène des magmas riches en Mg de l'arc des Cascades (Californie) : elle met en évidence le rôle complexe des interactions récentes et anciennes entre la croûte en subduction et le manteau dans la production de ces magmas (Martin E et al., 2011).

## Thème 1b : Magmatisme de point chaud

- Evolution géodynamique des interactions panache-rift en Islande. Les chronologies  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  et U-Pb sur zircons (mesures in situ) permettent d mieux contraindre l'évolution spatio-temporelle de ces interactions à l'échelle de l'Islande (Martin E. et al. 2011)

- Différenciation primaire des magmas du Piton de la Fournaise: l'étude pétro-géochimique détaillée (éléments majeurs et traces) de verres des cheveux et larmes de Pélé émis par les éruptions récentes du Piton de la Fournaise (2003-2007) et des laves émises en 1998 met en évidence une très forte homogénéité des magmas primaires qui ont subi une différenciation pré-éruptive importante, probablement à la base de la croûte océanique. Bien que pétrologiquement diversifiées ces magmas sont tous produits par le même processus de différenciation mais ont également subi à des degrés divers des phénomènes d'incorporation de cumulats de xénolites à olivine et parfois (comme en 1998) des processus plus complexes de cannibalisme de magmas plus différenciés (Villemant et al., 2009, Salaün et al., 2010).

## Thème 1c : Reconstruction des histoires magmatiques régionales; études téphrostratigraphiques et téphrochronologiques

Les enregistrements marins de l'activité volcanique régionale sont souvent mieux préservés et plus exhaustifs que les affleurements à terre. Cela est particulièrement vrai dans les contextes d'arcs volcaniques. Plusieurs membres du laboratoire sont engagés à des degrés divers dans ces études téphrostratigraphiques à partir de carottages en milieux marins ou lacustres: Italie (B. Caron), Antilles (B. Villemant, B. Caron, H. Balcone-Boissard), Indonésie (B. Caron, B. Villemant).

Ces études ont permis (Bassin de la Méditerranée Centrale, Caron et al. 2010, 2012) ou permettront (projet Carib et campagne IODP 340, projet Indonésie-ISTeP) de reconstruire les histoires magmatiques régionales de l'arc des Antilles récent (0-2 Ma) ou des éruptions du Toba (Indonésie). Ces études nécessitent des mises au point analytiques (en cours) en particulier pour travailler sur de très petites quantités de matériel (< 5mg) pour les analyses de traces (ICP-MS). De même le traçage des compositions en halogènes des sources magmatiques est en cours de développement pour ce type de matériau (ainsi que sur les météorites, cf Thème 4).

Le programme de forage international IODP 340 (Mars-Avril 2012, Chief Scientist : A. LeFriant, IPGP) auquel l'un d'entre nous a participé (B. Villemant) a permis de forer au large des îles de Montserrat, Martinique et Dominique (22 forages, plus de 2km de carottes) les produits volcaniques issus de cet arc depuis au moins 2 Ma jusqu'à l'actuel. B. Caron et B. Villemant sont impliqués dans les différents programmes d'exploitation de ces carottes avec la responsabilité des analyses pétrologiques et géochimiques des produits volcaniques et les développements analytiques associés (en particulier programme ANR Cari, 2012), dont la mise au point d'une pyrohydrolyse avec four à induction.

## Thème 2 : Processus éruptifs et Volcanisme actif: mécanismes de dégazage, styles éruptifs, impact atmosphérique, systèmes hydrothermaux

Cette thématique est portée par les géochimistes et pétrologues issus du laboratoire de Volcanologie de l'IPGP (B. Villemant, H. Balcone-Boissard) ainsi que par E. Martin (MC) recruté en 2010 et B. Caron (IE), recruté en 2011. Elle regroupe des objets et des méthodes de recherche très variées qui s'organisent en trois principaux volets : Dynamique des éruptions explosives, Dégazage volcanique et impact atmosphérique, Systèmes Hydrothermaux liés au volcanisme. **Mécanismes de dégazage des éruptions explosives :** Balcone-Boissard et al., 2008, 2010, 2011 ; Villemant et al., 2008.

**Conditions pré-éruptives : l'analyse de l'eau et des halogènes dans les liquides magmatiques (liquides résiduels, inclusions vitreuses) permet d'établir les conditions d'équilibre thermodynamique (P-T) entre liquide magmatique et phase(s) fluide(s) exsolvée(s) aux stades pré-éruptifs .**

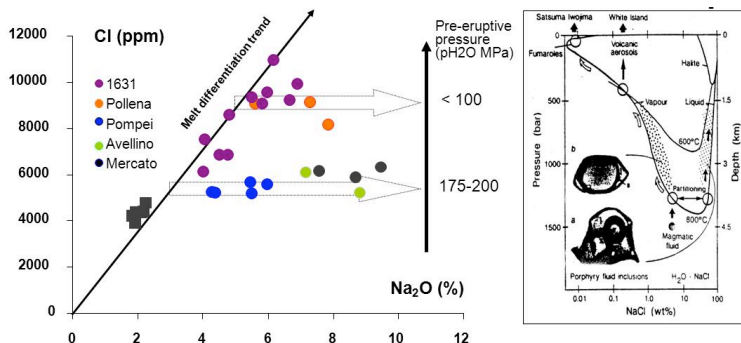


Figure 2 : Le Chlore, un baromètre des conditions pré-éruptives La composition en Cl des verres de certaines éruptions du Vésuve montre qu'elles sont tamponnées ce qui indique une saturation pré-éruptive en H<sub>2</sub>O et l'existence d'un fluide diphasé composé d'une saumure et d'une phase vapeur riche en Cl et H<sub>2</sub>O. Dans ces conditions, il est possible d'en déduire les pressions pré-éruptives d'après les lois de solubilité de H<sub>2</sub>O.

**Traçage du dégazage syn-éruptif : analyse texturale**

L'analyse des texture (densité, vésicularité, micro-cristallinité) et des compositions chimiques en volatils (H<sub>2</sub>O, halogènes) des ponces des éruptions pliniennes au Vésuve permet de reconstruire le chemin de dégazage (formation, croissance et éventuellement ouverture des vésicules) en fonction de la profondeur dans le conduit. Associé à l'analyse des conditions pré-éruptives elle permet de proposer un modèle de chambre et d'éruption.

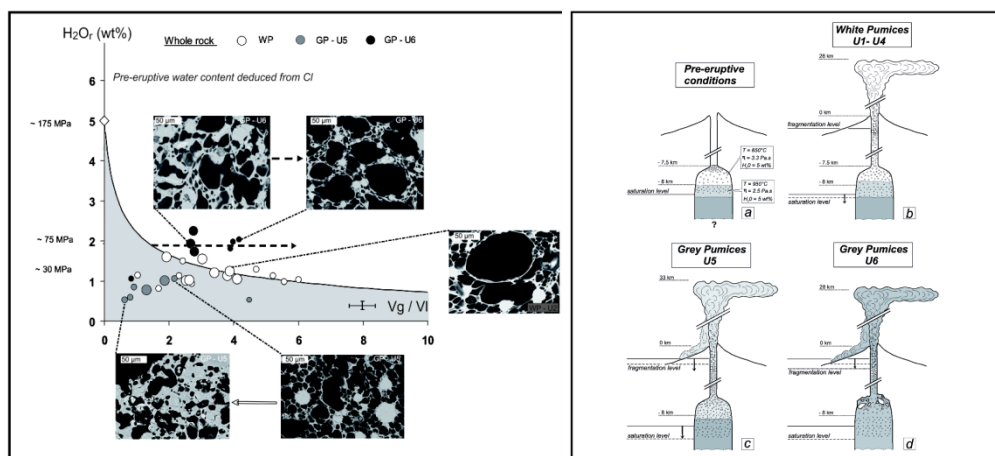
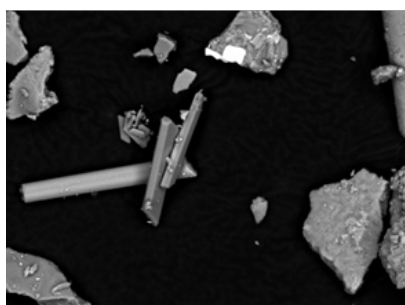


Figure 3 : Modèle de dégazage (composition en volatils et textures des ponces) et reconstruction des conditions pré-éruptives et éruptives de l'éruption de 79 AD. Les conditions initiales sont déduites des compositions en Cl et H<sub>2</sub>O (cf Fig. 2) et le modèle éruptif est déduit des textures et composition en H<sub>2</sub>O résiduelle des ponces de chaque dépôt (retombée plinienne, coulées de ponces, coulées pyroclastiques).

**Impact climatique des gaz volcaniques: (E. Martin)**

Le SO<sub>2</sub> (ou H<sub>2</sub>S) est le gaz volcanique qui a l'impact majeur sur le climat terrestre. Lors d'une éruption ce gaz est oxydé dans l'atmosphère et forme des aérosols de sulfates (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) qui modifient significativement les propriétés physico-chimiques de l'atmosphère et en particulier le bilan radiatif terrestre. L'analyse des isotopes de l'oxygène et du soufre dans les sulfates d'origine volcanique permet de mieux comprendre ces processus d'oxydation. Ces analyses



minéralogiques et isotopiques sont en cours sur divers échantillons de cendres volcaniques provenant d'éruptions 'troposphériques' historiques et actuelles de systèmes volcaniques variés. En parallèle, en collaboration avec le laboratoire du LATMOS de l'UPMC (S. Bekki), la modélisation du rôle de ces sulfates dans la chimie et la dynamique atmosphérique a été entreprise.

Figure 4: Cristaux d'anhydrite dans les retombées volcaniques du Stromboli (MEB, électrons secondaires ; cristaux environ 30 μm) ; ces sulfates sont des traceurs de l'oxydation du soufre lors de leur transit dans l'atmosphère

## Systèmes hydrothermaux liés au volcanisme:

Le système hydrothermal de la Soufrière de Guadeloupe a été étudié (1) au travers de la surveillance du système hydrothermal actif (collaboration Observatoires Volcanologiques IGP) et la modélisation de l'origine et du transfert des fluides volcaniques dans le système hydrothermal superficiel et (2) par l'étude minéralogique et isotopique du matériel volcanique altéré par l'activité hydrothermale sur le dôme actif et dans les avalanches de débris. Les anomalies en Cl, Br et SO<sub>4</sub> dans les eaux thermales de la Soufrière depuis la crise sismo-volcanique de 1976 peut être interprétée par une intrusion magmatique à faible profondeur au cours de cette crise. La modélisation thermo-mécanique du dégazage induit par la cristallisation de ce magma permet de contraindre certains paramètres de cette intrusion et en particulier sa masse (Boichu et al., 2008, 2011). L'analyse de l'ensemble des données chimiques et thermiques des eaux thermales et des fumeroles actives depuis ~35 ans permet de proposer un modèle cohérent de l'évolution du système hydrothermal de la Soufrière depuis la crise de 1976 (Villemant et al., soumis).

La minéralogie et la composition chimique (REE, U, Th) et isotopique (chaîne de <sup>238</sup>U) des produits de l'altération hydrothermale montre que ces avalanches de débris n'échantillonnent que les zones superficielles du volcan. Les déséquilibres dans la chaîne de <sup>238</sup>U induits par les fractionnements chimiques U-Th lors de cette altération, permettent de dater l'arrêt de l'activité hydrothermale. Ces résultats permettent de reconstruire l'évolution spatio-temporelle de l'activité hydrothermale et de dater les événements de déstabilisation de flanc. (Salaün 2009, Salaün et al., 2011 et en préparation)

## Thème 3 : Pétrogénèse et différenciation planétaire.

### 3a Météorites :

- **Roches martiennes** : dans le cadre d'un consortium ad hoc, nous avons pu étudier la météorite de Tissint chute de juillet 2011 au sud du Maroc. Nous avons effectué des mesures d'isotopes cosmogéniques de courte période (mise en évidence de <sup>48</sup>V de 16 jours de période) une première sur une chute martienne. La mise en évidence d'un composant de surface (fluor, soufre, gaz atmosphérique, T.Rares) est aussi une première dans une shergottite.

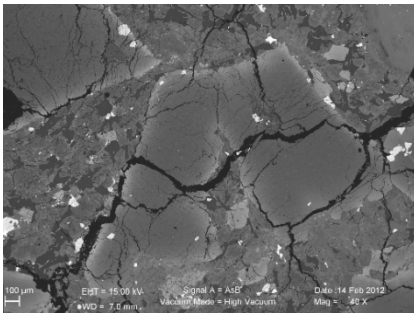
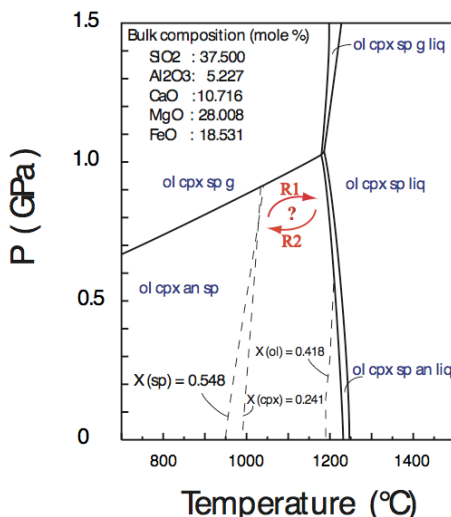


Figure 5 : Image en électrons rétrodiffusés de la météorite de Tissint. On distingue les phénocristaux d'olivine subautomorphe dans une mesostase constituée d'olivine, pyroxène (gris, zoné) de maskelynite (plagioclase amorphisé, sombre) et d'oxydes (blanc). Notez la fracturation typique des shergottites. De nombreuses veines de chocs et des poches de fusion (non visibles sur cette image) contiennent des composants de surface qui, dans le cas d'une chute sont identifiés sans ambiguïté.

- **Angrites** : Il s'agit d'un petit groupe d'achondrites à minéralogie unique. Nous avons présenté un modèle pétrogénétique nouveau impliquant la fusion magmatique en présence de carbonate. NWA 2999/3164 présente deux spécificités : la présence de métal et des réactions métamorphiques. L'étude de ces couronnes réactionnelles autour des spinelles et des anorthites indique une tectonique sur un corps parent extra terrestre à une époque extrêmement reculée. La modélisation thermodynamique nous donne des indications de température sur cette réaction mais pas de pression : en effet pour l'assemblage minéralogique concerné (absence d'orthopyroxène), la réaction spinelle/anorthite n'est pas un baromètre. La présence de métal est démontrée comme provenant d'un impacteur avec comme conséquence l'inanité des mesures isotopiques Hf/W. La



recherche d'anomalies isotopiques du <sup>60</sup>Ni fait partie de nos projets (analyses nanoSIMS). On peut penser que le magmatisme des angrites, le plus ancien du système solaire correspond à la déstabilisation des carbonates lorsque les planétoïdes ont commencé à se réchauffer. Ce processus ne s'est sans doute produit qu'une seule fois dans l'histoire des planètes

Figure 6 : grille pétrogénétique obtenue avec le logiciel Thermocalc. L'échantillon étudié se place dans la zone à olivine-clinopyroxène-anorthite et spinelle. En principe les isoplethes (tirets) devraient se couper pour les conditions P-T de la réaction. En pratique, l'absence d'intersection est probablement le résultat d'une modélisation limitée par le modèle de pyroxène tschermakitique d'une part et de spinelle chromifère d'autre part. On constate que si la température est à peu près définie, il n'en est pas de même de la pression. Les flèches rouges illustrent les réactions coronitiques.



**3b : Terre profonde et différenciation planétaire (C. Sanloup):**

- réactivité du Xe avec les matériaux terrestres et conséquences sur la géochimie du Xe.
- propriétés physiques du fer liquide et de ses alliages, afin de mieux comprendre la composition et la formation du noyau de la Terre et autres planètes telluriques.
- Propriétés physiques des liquides silicatés.

**Thème 4 : Thématique transversale : Développements analytiques (éléments traces, volatils)**

L'équipe est fortement impliquée dans les développements analytiques pour l'étude des matériaux volcaniques et les météorites (majeurs, traces, volatils) et les méthodes de pétrologie expérimentale (mesures HP-HT, cellule enclume de diamant, mesures de diffusion). Divers développements techniques, expérimentaux et analytiques ont été réalisés ces dernières années ou sont en cours de réalisation.

**- Détermination expérimentale de la diffusivité des halogènes dans les magmas phonolitiques :**

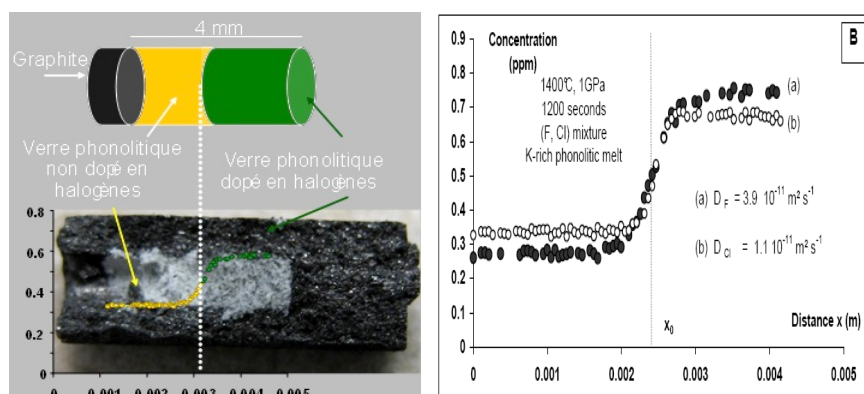


Fig. 9 : La mesure expérimentale de la diffusion des halogènes dans les verres phonolitiques par la méthode piston-cylindre (F, Cl Balcone-Boissard et al., 2008, Don Baker and Balcone, 2008 ; Br, in preparation) est une donnée nécessaire au développement des modèles de dégazage au cours des processus éruptifs. Les données obtenues indiquent que la diffusion n'est pas un facteur limitant pour ces modèles.

- Analyse des volatils dans les solides et fluides volcaniques: Développement d'une chaîne d'extraction par pyro-hydrolyse pour l'extraction des halogènes des solides (Analyse F, Cl, Br, I).

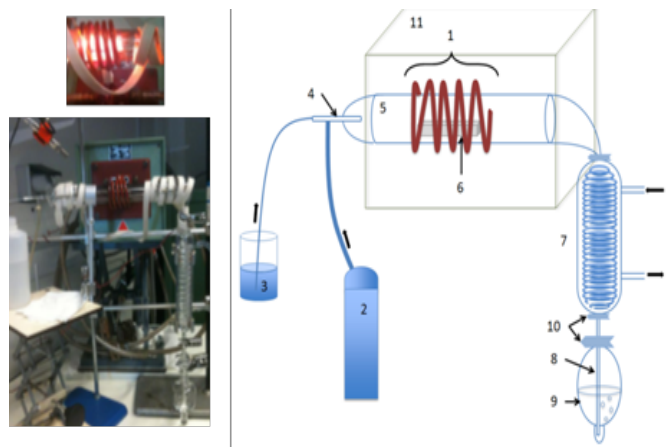
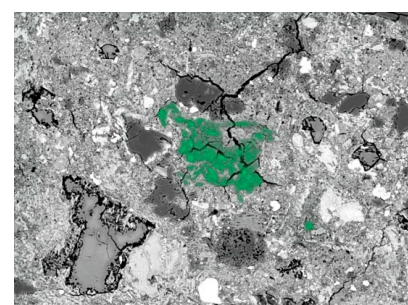


Fig. 10 Un nouveau montage de pyrohydrolyse en utilisant un four à induction a été réalisé. Il doit permettre de traiter des très petites quantités de matériau avec de très bons rendements d'extraction. Les halogènes majeurs (F, Cl) et S dans les hydrolysats sont mesurés par Cl, Br et I par ICP-MS. Les analyses préliminaires ont montré que la reproductibilité pour F et Cl était excellente pour 50 mg d'échantillons de standards de roches, ce qui réduit déjà d'un facteur 10 les quantités auparavant nécessaires. Un gain d'un facteur 10 supplémentaire est envisageable permettant de réduire soit la masse d'échantillons (application à la téphrostratigraphie) soit les limites de détection (application aux météorites).

**- Analyse des éléments traces par ICP-MS :**

Le développement de l'analyse des éléments traces dans les matériaux en très faibles quantités (<50 mg) est nécessaire pour de nombreuses thématiques du laboratoire. Un programme de développement de ces techniques par ICP-MS nous a permis de montrer qu'il était possible d'analyser la majorité des éléments traces et peut-être des halogènes, avec de bonnes précisions (<5%) jusqu'à des dilutions de l'ordre de 10<sup>6</sup> pour des échantillons standard de roches magmatiques (basaltes, rhyolites, granites). Ceci permet soit de diminuer considérablement les masses d'échantillons analysables (classiquement de l'ordre de 50 mg pour une dilution de 10<sup>4</sup>), soit de diminuer les limites de détection pour des éléments très peu abondants (ppb à ppt). Ces améliorations techniques seront exhaustivement exploitées pour l'analyse des météorites et en téphro-stratigraphie (magmatologie).



**- Analyses ponctuelle des halogènes (F, Cl) par microsonde électronique et cartographie chimique (MEB).**

Figure 11 : Sur cette image de la météorite CM Paris, on a superposé le signal BSE et les données EDS pour le pic du chlore (en vert). Le chlore a une distribution très hétérogène et est associé aux zones à PDP (tochilinite et cronstedtite) avec quelques % de Cl.

L'estimation de la teneur moyenne (~ 1200 ppm) est conditionné par de sérieux problèmes d'échantillonnage.

- Développement d'un spectromètre Raman dans le MEB couplé au spectromètre de cathodoluminescence.

### Système couplé Cathodoluminescence -Raman sur MEB Zeiss Supra 55VP

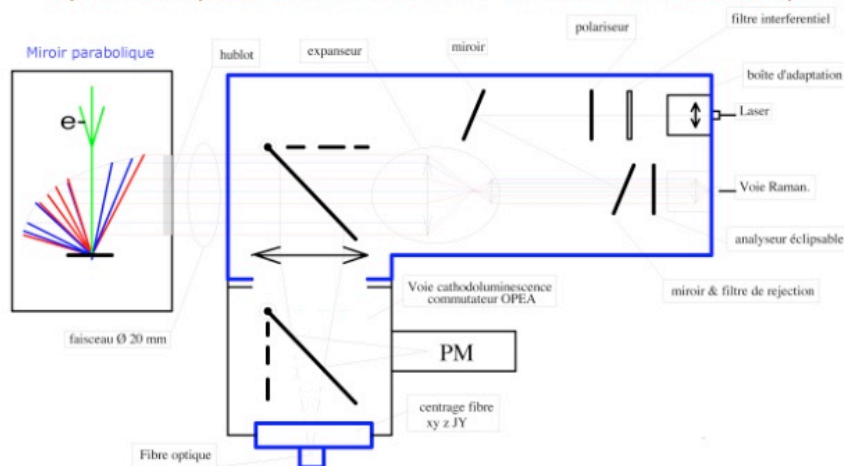


Figure 12 : Le prototype installé dans le MEB permet l'analyse Raman de microphases avec un repérage simplifié sur une section polie. La platine motorisée du microscope permet de générer des cartes Raman que l'on peut associer aux images électroniques et aux images de répartition EDS

## 5. Implications dans les programmes nationaux et internationaux, collaborations, relations avec l'industrie

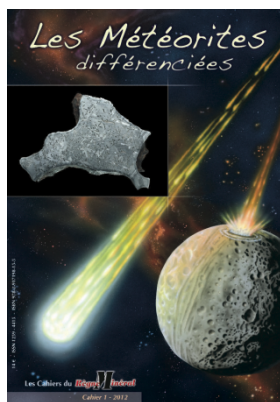
- Programme national de planétologie
- PICS avec le Maroc
- Collaboration avec INGV(Italie), Univ. of Bristol (UK), SRU (Trinidad).
- Junior ERC Grant C. Sanloup
- ANR : Projet Risk-Volc-An ( 2006-2009-Systèmes Hydrothermaux)

Nous collaborons avec de nombreux collègues français et étrangers comme le prouvent la liste des co-signataires de nos publications. Parmi les établissements avec lesquels nous avons des collaborations fortes et suivies, on peut citer :

- **Universités/Etablissements français** : Collaborations avec IPGP (Paris, équipe volcanologie) et Observatoires Volcanologiques, UR (Réunion), CRPG (Nancy), Université Paris XI et LSCE, UBO Brest (J-A. Barrat) , MNHN Paris (V. Sautter, B. Zanda), CRPG Nancy (B. Marty).CEREGE Aix-Marseille (P. Rochette, J. Gattacceca), UDD Paris 7 (G. Godard). Observatoire Midi-Pyrénées (D. Baratoux).

- **Universités/Etablissements étrangers** : Open Univ. (I.A. Franchi, R. Greenwood), Univ. Florida (M. Humayun), Univ. Casablanca (H. Chennaoui-Aoudjehane, A. Laroussi), Univ. Munich (S. Gilder), G. Washington Univ. St Louis (R. Korotev). Univ. Damas (A. Bilal). Univ. College London (Thilo Rehren), Université de Naples (G. Orsi et L. Civetta), Université de Pise et INGV (R. Santacroce et Université de Concepcion (Chili ; O. Figuerroa).

## 6. Production scientifique de l'équipe



La production scientifique de l'équipe PGV entre 2007 et 2012, comprends 59 articles de rang A référencés dans le Web of Science, soit 2 publications par an et par chercheur, tous les membres publiants étant des enseignants-chercheurs ainsi que un IR et un IE.

Un ouvrage d'enseignement en français est paru et un volume spécial sur les achondrites est en cours d'édition (ci-contre ; sortie prévue mi juillet 2012).

## Bilan 2009-2012 de l'équipe « Systèmes fracturés, sismotectonique » (SFS)

### 1. Composition et évolution de l'équipe

**Responsable** : Michel Sébrier

**Membres permanents (au 1<sup>er</sup> avril 2012)** : Nicolas Bellahsen (MC), Marc Fournier (PR), Olivier Lacombe (PR), Nicolas Loget (MC, depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2010), Nikos Lyberis (MC), Bertrand Meyer (PR), Rémi Michel (PA, depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2011), Frédéric Mouthereau (MC), Alain Rabaute (PAST, depuis le 1<sup>er</sup> novembre 2010), Frédérique Rolandone (MC), Michel Sébrier (DR). Carole Petit (MC), promue PR à l'université de Nice, a quitté l'équipe le 1<sup>er</sup> septembre 2010. En résumé, depuis le début du contrat au 1<sup>er</sup> janvier 2009, l'équipe a perdu une MC et gagné 3 membres par recrutements : 1 PAST, 1 PA et 1 MC. Enfin, une de ses MC, Marc Fournier, a été promu PR en 2011.

**Doctorants** (année de soutenance) : Thomas de Boisgrollier (2009), Kristell Le Dortz (2010), Shokofeh Khadivi-Denboli (2010), Khalid Amrouch (2010), De Michele (2010), Emmanuel Lecomte (2010), Pierre-Yves Fillaudeau (2011), Vincent Strak (2012), et thèses en cours : Guillaume Bacques, Nicolas Beaudoin, Alexandre Boutoux, Mohammad Foroutan, Félicie Lancelot, Mathieu Rodriguez, Claudio Turrini, Arnaud Vacherat,

### 2. Domaines de compétences de l'équipe

L'équipe SFS est spécialisée dans la mécanique de la lithosphère par l'analyse des déformations de la croûte supérieure (zone sismogénique). Son expertise couvre toute la zone sismogéniques et jusqu'à la transition ductile - cassant. Ses membres ont des approches pluridisciplinaires et multi-échelles qui s'appuient sur des compétences très variées qui vont de la géomorphologie à la géophysique (sismologie, GPS, INSAR...) en passant par la géologie (tectonique, géologie structurale, géologie du quaternaire...). Ces compétences permettent donc de partir de l'observation et de la récolte de données et d'aller jusqu'à la modélisation. L'équipe possède une interaction forte avec l'équipe LPP : modélisation numérique avec E. Burov et L. Le Pourhiet, Géophysique marine avec S. Leroy et P. Huchon, Géochimie des fluides avec A. Verlaquet. L'approche géochimique repose aussi sur une collaboration avec L. Emmanuel de l'équipe Biominéralisations et environnements sédimentaires.

### 3. Principaux résultats scientifiques de l'équipe

Avant d'exposer les principaux résultats scientifiques acquis au cours de l'actuel quinquennal, il convient de rappeler brièvement quels étaient les objectifs qui avaient été proposés initialement :

(1) acquérir des observations contraignantes pour modéliser en 3D la rhéologie et la mécanique de la lithosphère ;

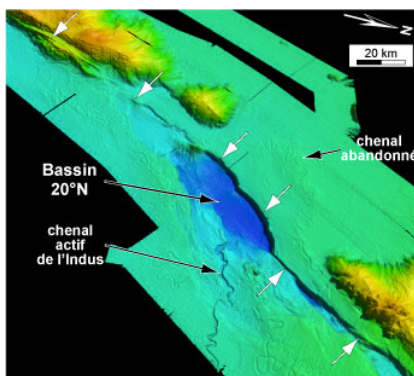
(2) analyser les déformations de la zone sismogéniques en contribuant à trois questions. Quelle est la durée, l'amplitude et la répartition des déformations de la croûte supérieure ? Comment évoluent les segments de failles sismogéniques ? Que signifie la déformation transitoire ?

Il était mentionné que ces objectifs nécessitaient des interactions fortes avec l'équipe LPP pour contribuer au but commun de la modélisation 3D. Ces interactions ont été développées.

Les résultats les plus marquants sont présentés, ci-dessous, et rassemblés en deux grandes thématiques générales. La première est centrée sur la sismotectonique et la tectonique récente tandis que la seconde concerne la dynamique des systèmes orogéniques et l'analyse des systèmes fracturés.

#### Thème 1 - Sismotectonique et tectonique récente

*Cinématique et déformations le long de la bordure de plaque Arabie-Inde (Owen), Marc Fournier*



#### - Anatomie de la frontière de plaque Arabie-Inde

Nous avons mené en 2009 une reconnaissance de la frontière de plaque Arabie-Inde localisée au niveau de la zone de fracture d'Owen (ZFO) dans le NO de l'océan Indien (campagne OWEN, N/O Beautemps-Beaupré). Les données bathymétriques révèlent un système de failles sous-marines jusqu'ici inconnues préservées sur le plancher océanique sur plus de 800 km (Fournier et al., 2011). Les décalages des reliefs sous-marins par ces failles décrochantes actives atteignent 10 à 12 km. Le principal relais transtensif le long de la ZFO est marqué par un bassin en pull-apart de 90 km de long, aux dimensions comparables à celles de la Mer Morte.

Fig. 1 - Imagerie bathymétrique du bassin en pull-apart

Le bassin est alimenté en dépôts turbiditiques par un chenal actif de l'Indus. Au nord, la ZFO se termine par une spectaculaire structure en queue de cheval de 30 km de large.

*Thèse en cours (M. Rodriguez)*

#### - Cinématique actuelle Arabie-Inde

Trois jeux de données indépendants (données bathymétriques multi-faisceaux acquises pendant les campagnes AOC et OWEN, mesures GPS, mécanismes au foyer des séismes) indiquent que la ZFO est une frontière purement décrochante dextre qui suit un petit cercle centré sur le pôle de rotation voisin. En combinant toutes les données disponibles, la meilleure estimation du mouvement actuel sur la ZFO est de  $3 \pm 1$  mm an<sup>-1</sup> (Fournier et al., 2008a). Une extrapolation de ce taux restaurerait le déplacement total observé sur les failles (10-12 km) en 3 à 6 millions d'années. Ce faible décalage fournit la preuve que le système de faille actuel s'est initié récemment à l'échelle des temps géologiques (Pliocène).

#### *Couplage sismique le long de la subduction Pérou-Equateur, Frédérique Rolandone*

Les méga-séismes récents (Sumatra, Chile, Tohoku) ont remis en question les notions simples de couplage sismique. Evaluer le potentiel sismique de chaque segment d'une zone de subduction et anticiper les mouvements du sol induits par les grands séismes sont des objectifs majeurs. Pour imager les variations spatiales et temporelles du comportement mécanique de la zone de subduction Pérou-Equateur, nous avons installé un réseau GPS et déterminé le champ de vitesse intersismique. Nous avons ainsi pu mettre en évidence les variations de couplage sismique le long de la zone de subduction en identifiant un fort risque sismique dans la région de Lima. Au nord de Lima jusqu'à la latitude 2°S le couplage est faible mais les données géodésiques n'excluent pas un couplage superficiel proche de la fosse avec des implications importantes en terme de séismes tsunamigéniques (Chlieh et al., 2011, Rolandone et al., 2011).

#### *Transition collision-subduction (les décrochements du plateau iranien), B. Meyer et M. Sébrier*

##### - Détermination des taux de déplacements dextres "long-termes" ( $\approx 1$ mm/a)

Le plateau iranien central et oriental montre des décrochements dextres approximativement orientés N-S. Ces décrochements sont interprétés comme l'accommodement différentiel de la convergence entre les plaques arabe et eurasiatique. Celle-ci se traduit par un raccourcissement distribué à l'ouest entre le Zagros et l'Alborz, tandis qu'il est localisé à l'est au niveau de la marge active du Makran. Dans la partie la plus orientale du plateau iranien, les décrochements dextres sont associés à une activité sismique instrumentale, tandis que la partie centrale de ce plateau n'a pas d'activité sismique documentée, qu'elle soit historique ou instrumentale. Les données GPS paraissent conforter ces observations dans la mesure où l'intérieur du plateau iranien apparaît « rigide » tandis sa partie orientale est caractérisée par un cisaillement dextre d'environ 16 mm/a entre le plateau iranien "stable" et l'Afghanistan, ce dernier appartenant à la plaque eurasiatique. Nos travaux de tectonique active montrent que les décrochements dextres du plateau iranien central et oriental déplacent les réseaux de drainage et qu'en conséquence ils sont actifs à l'échelle des derniers 10-15 ka (Meyer et Le Dortz, 2007). Les valeurs mesurées de ces décalages couplées à des datations par cosmonucléides (<sup>10</sup>Be et <sup>36</sup>Cl) et OSL permettent de calculer des taux de glissement dextres de l'ordre du millimètre par an sur les décrochements de l'Iran central, soit  $0,8 \pm 0,1$  mm/a et  $1,2 \pm 0,3$  mm/a, respectivement pour les failles de Dehshir et d'Anar (Le Dortz et al., 2009 et 2011; Foroutan et al., 2012). Ces résultats montrent donc que le plateau iranien n'est pas totalement rigide et que le cisaillement dextre, qui accomode la différence de répartition du raccourcissement entre la zone en collision et la zone en subduction, n'est pas restreint à la partie la plus orientale de ce plateau.

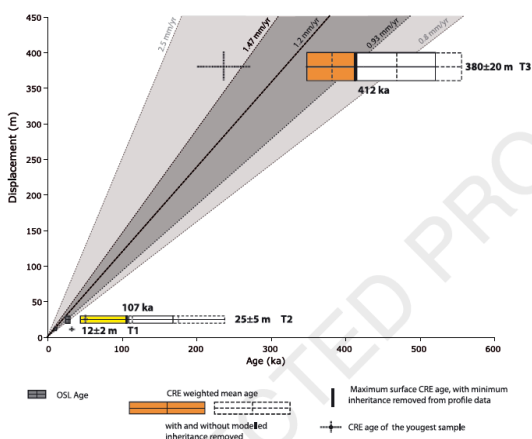


Fig 2 - Détermination du taux de glissement de la faille de Dehshir

##### - Mise en évidence de paléoséismes destructeurs sur le plateau iranien

Les données de sismicité historique et instrumentale suggèrent que le plateau iranien est asismique alors que les observations de tectonique démontrent que sa partie centrale est affectée par des décrochements actifs caractérisés par des taux de glissement de l'ordre du millimètre par an. Nous avons donc entrepris des études paléosismologiques sur ces failles pour savoir si les faibles taux de glissement déterminés sur ces failles sont associés à un fonctionnement par fluage (creep-slip) ou par séismes (stick-slip). Les résultats obtenus par des observations microstratigraphiques, réalisées dans des tranchées artificielles, montrent que ces failles ont produit de manière



répétée des séismes destructeurs ( $M=7$ ) au cours de l'Holocène (Nazari et al., 2009; Foroutan et al., 2012). Les intervalles entre deux séismes sont plurimillénaires et relativement variables avec des récurrences entre au minimum de 2,4 ka et au maximum de 5 ka pour la faille d'Anar et de  $7\pm 4$  ka pour la faille de Dehshir. L'Iran central est donc caractérisé par une sismicité faible mais qui génère des séismes destructeurs. L'âge du dernier tremblement de terre sur ces failles permet d'expliquer que l'apparente nature asismique du plateau iranien résulte du fait que soit ce dernier séisme peut être relativement ancien ( $4,4\pm 0,8$  ka sur la faille d'Anar d'après Foroutan et al., 2012), soit qu'il n'est pas listé dans les chroniques historiques ( $2\pm 0,2$  ka sur la faille de Dehshir d'après Fattahi et al., 2010). Le

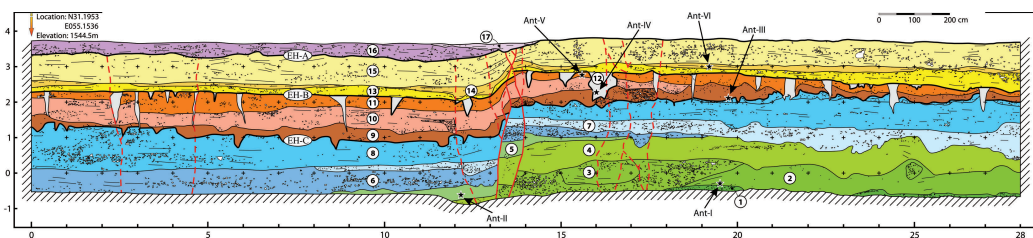


Fig 3 - Log du mur S de la tranchée effectuée à travers la faille d'Anar(EH1, 2 et 3 indiquent les "event horizons" des trois paléoséismes qui ont été identifiés dans la tranchée.

catalogue iranien de sismicité historique est donc en partie incomplet, ce qui a des conséquences importantes sur l'évaluation de l'aléa sismique.

- Mise en évidence et prise en compte d'un héritage cosmogénique variable

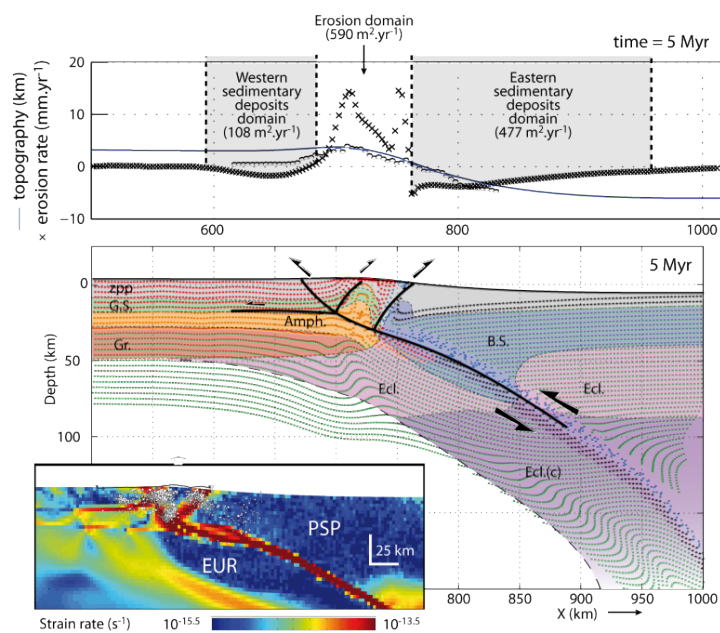
Les concentrations mesurées d'isotopes cosmogéniques tendent à être dispersées en surface lorsqu'il y a de la dénudation ou de l'héritage variable. Ainsi ces concentrations fournissent des âges d'exposition *in-situ* qui sont, en moyenne, trop jeunes lorsqu'il y a de la dénudation et inversement trop vieux lorsqu'il y a de l'héritage. Les travaux effectués sur le plateau iranien ont permis de mettre en évidence que le matériel des cônes alluviaux analysés était caractérisé par une pré-exposition variable (dispersion des concentrations de surface, absence de décroissance exponentielle des concentrations avec la profondeur...) qui ne permettait pas de modéliser les concentrations d'échantillons de profils (Le Dortz et al., 2009 et 2011). L'utilisation de deux isotopes ( $^{10}\text{Be}$  et  $^{36}\text{Cl}$ ) a permis de montrer que cet héritage variable était associé à une dénudation très faible ( $\approx 1\text{m/Ma}$ ) et donc négligeable. En conséquence, nous avons pu mettre au point une méthode qui permet de calculer, grâce aux concentrations de profil et de surface, l'âge maximum possible d'abandon du niveau alluvial analysé ainsi que l'âge minimum fourni par les concentrations de surface (Le Dortz et al., 2012).

Iran : 1 thèse soutenue (Le Dortz, 2010) et 1 thèse en cours (Foroutan)

**Thème 2 - Dynamique des systèmes orogéniques et analyse des systèmes fracturés**

*Caractérisation des couplages entre déformation, héritage structural, climat et géodynamique dans les chaînes de collision, Olivier Lacombe et Frédéric Mouthereau*

- Taiwan : Héritage rhéologique, extrusion ductile et dynamique orogénique dans un prisme de collision arc/continent



Dans la chaîne de collision active de Taiwan, la combinaison d'une modélisation thermo-mécanique et de l'analyse de la distribution des taux actuels de déformation a démontré l'implication forte de la croûte profonde dans la construction orogénique, aidée par les forts taux d'érosion et le gradient géothermique très élevé, hérité de l'histoire récente de la marge de la Mer de Chine du Sud.

L'étude détaillée de la sédimentation synorogénique dans le bassin d'avant-pays a mis en évidence l'étonnante stabilité des conditions paléoenvironnementales et sédimentologiques au début de la collision. Ainsi les typhons et les marées contrôlent la redistribution des sédiments orogéniques dans l'avant-pays. Depuis le Pléistocène, cependant, l'augmentation des flux sédimentaire, corrélée à l'accélération de l'exhumation, indique des changements des conditions aux limites qui restent à préciser

Fig 4 - Modélisation du fonctionnement du prisme orogénique de la collision arc-continent à Taiwan

Taiwan : 2 thèses (Nagel, 2008 [ETH] et Mesalles, 2009[NCU/CEREGE/ISTerre])

**- Zagros : Calendrier déformation/exhumation, fracturation et dynamique orogénique au front du plateau Iranien**

Un scénario de croissance des plis du Zagros, validé par une **modélisation thermo-mécanique** du plissement, a été proposé sur la base de la datation **magnétostratigraphique** des séries syn-plissement et des événements d'exhumation par traces de fission sur apatites détritiques dans les séries détritiques syn-orogéniques. L'étude de la **fracturation**, en relation avec les contraintes régionales et la croissance des plis, ainsi que les études microstructurales (ASM, macles de la calcite) ont montré l'importance de l'acquisition précoce de la déformation interne des strates plissées. Un nouveau modèle mettant en avant le rôle de la distribution de l'amincissement dans la marge Arabe dans les processus géodynamique et la construction de la chaîne a été proposé. Suite à l'organisation d'une session sur le Zagros à l'EGU en 2010, un volume spécial a été co-édité par O. Lacombe dans la revue Geological Magazine.

Zagros : 1 thèse (Khadivi, 2010)

**Interaction fluides-fractures-roches dans les structures plissées, Olivier Lacombe et Nicolas Bellahsen**

**- Cinématique du plissement thick-skinned, relations fractures-plis, mécanismes de déformation**

Les analyses structurales et microstructurales de plusieurs anticlinaux sur failles de socle du bassin du Bighorn dans l'avant-pays des Rocheuses ont documenté des déformations distribuées avec une cinématique différente du modèle « trishear » couramment admis. L'étude détaillée de la fracturation et de la physique des roches (ASM, vitesse de propagation des ondes, Fry) a permis de préciser la **déformation interne des strates plissées** et d'en préciser les **mécanismes**. L'analyse combinée des macles de la calcite, des failles à stries, de la fracturation et des données de la mécanique des roches a fourni pour la première fois une **image quantitative de la distribution des orientations ET des grandeurs des contraintes différentielles et principales dans un pli et à leur évolution au cours du temps**. Une

synthèse tectonique à l'échelle du bassin des BigHorn a été proposée. Suite à l'organisation d'une session sur les contraintes et les déformations dans les plis à l'EGU en 2011, un volume spécial est en cours de co-édition par O. Lacombe dans la revue Tectonophysics.

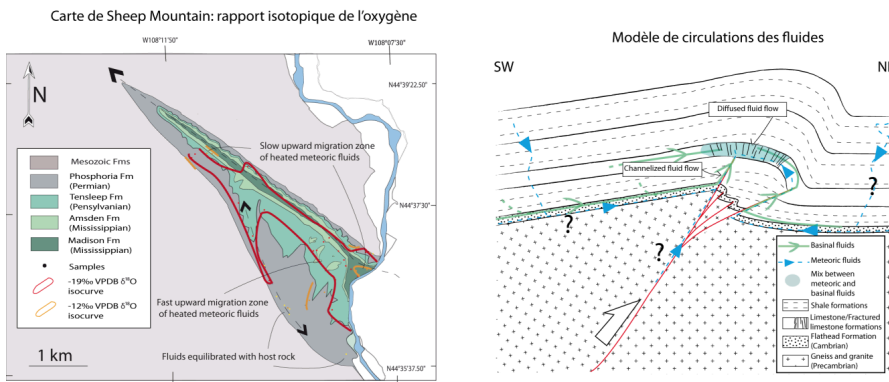


Fig 5 - Anticlinale de Sheep Mountain : rapport isotopique de l'oxygène et modèle de circulation des fluides

**- Interactions fluides-fractures-roches dans les structures plissées, Wyoming et Alpes**

Alors que les circulations de fluides dans les grandes failles ont été bien étudiées, notamment en contexte de tectonique de couverture, les circulations dans les failles et les fractures diffuses en contexte de tectonique de socle sont bien moins documentées. Nous avons reconstitué la **chimie et la paléo-thermo-barométrie des fluides** et l'historique et les **modalités de leurs circulations** dans des structures plissées à partir de la fracturation et de l'analyse **pétrographique et géochimique des veines minéralisées** en contexte thick-skinned (Rocheuses, USA). Dans les structures thick-skinned du Wyoming, les fluides remontent à travers le socle et la couverture à une vitesse suffisamment grande pour conserver leur température élevée en déséquilibre avec la roche environnante où ils précipitent. Ces fluides ont circulé dans les failles majeures du socle puis dans les fractures diffuses de la couverture, notamment au moment de la formation des fractures syn-pli de type extradors. Ce résultat est en accord avec les grandeurs de contraintes déterminées par paléopiezométrie qui suggèrent une augmentation des surpressions de fluides avant, et une chute pendant, l'initiation des fractures syn-pli. Nous montrons enfin une possible « **signature géochimique** » du style structural à l'échelle du bassin, les fluides circulants étant beaucoup moins chauds dans les quelques plis de détachement où le socle n'est pas impliqué.

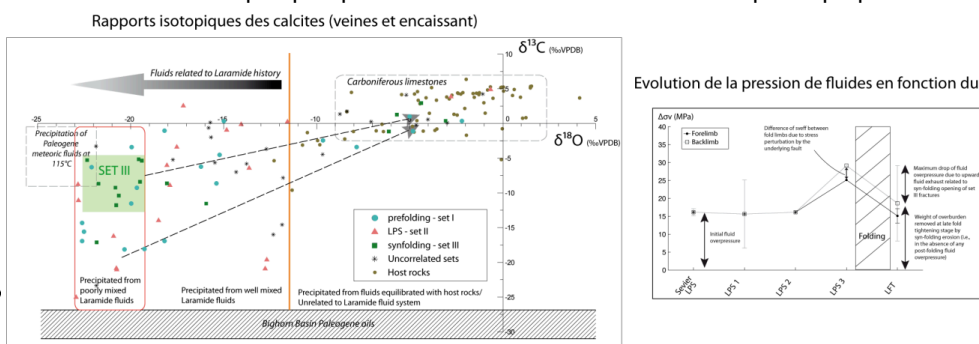


Fig 6 - Analyse des veines minéralisées dans le contexte "thick-skinned" du Wyoming

*Fluides-Roches : 1 thèse soutenue (Amrouch, 2010) 2 thèses encours (Beaudoin et Boutoux)*

**Extension post-orogénique: mécanique des détachements en faille normale à faible pendage**, Olivier Lacombe avec Laurent Jolivet

- Géométrie et cinématique des détachements égéens - modèle mécanique de glissement et de comportement sismogène le long des failles normales à faible pendage.

De nouvelles études de terrain ont permis de caractériser la géométrie et la cinématique du détachement ductile-cassant de Mykonos, et la réalité d'un **glissement à faible profondeur le long d'une zone cataclastique à faible pendage**, contemporain du dépôt des séries syn-rift, a été démontrée. Cette cinématique est cohérente avec les rotations paléomagnétiques et la déformation interne du granite syn-cinématique de Mykonos. Ce détachement appartient au **Système de Détachements Nord-Cycladiques** qui constitue une grande structure qui réactive la suture du Vardar, a permis d'exhumer des dômes métamorphiques d'Evia jusqu'à Mykonos et a joué un rôle important dans l'extension continentale post-orogénique égéenne.

Pour réconcilier les observations de failles normales actives à faible pendage et la théorie, un modèle analytique de glissement le long d'une zone de faille préexistante présentant une gouge épaisse de **rhéologie élastoplastique** a été mis au point, puis testé en grande déformation par une modélisation mécanique 2D. Ce modèle autorise un **comportement compactant** plastique de la gouge, ce qui permet une **réduction de la friction effective de la faille normale qui peut être active avec un pendage aussi faible que 20°**. Le régime durcissant associé explique l'absence de gros séismes, tandis que la néoformation de bandes de cisaillement de type Riedel dans la zone de faille rend compte des petits séismes répétés comme dans le golfe de Corinthe.

*Détachements égéens : 1 thèse (Lecomte, 2010)*

#### 4. Implication dans les programmes nationaux et internationaux, collaborations, relations avec l'industrie

L'équipe est impliquée dans de nombreuses collaborations nationales et internationales dans le cadre de plusieurs projets. Les financements de ces projets sont essentiellement académiques, soit dans le cadre d'appels d'offres nationaux (ANR, UPMC, INSU, Campagnes à la mer...), soit dans le cadre de coopérations internationales (LIA, EGIDE, contrat bilatéraux...). Cependant l'équipe reçoit des financements dans le cadre de programmes ou contrats avec des partenaires industriels (DARIUS, IFP, projet PATOM avec Total...).

- Les travaux à la mer sur la bordure de plaque Inde-Arabie ont bénéficié du financement de trois campagnes : AOC, OWEN-1 et 2, des soutiens INSU pré et post campagnes et l'ANR ONLAP pour la relation terre-mer sur les ophiolites d'Oman.

- Les travaux sur le couplage de la subduction andine au Pérou et en Equateur ont été financés dans le cadre de l'ANR ADN.

- Les recherches sur la tectonique active de l'Iran ont été financées au début par l'INSU (cosmonuclides) puis par la suite, à cause de problèmes politiques uniquement dans le cadre du contrat entre le GSI et l'ISTeP avec le soutien de l'Ambassade de France et de l'UPMC (bourse de thèse de Foroutan). Dans les années récentes aucun projet INSU ou ANR n'a été accepté bien que ces recherches soient très productives. Malgré ces conditions très difficiles nos efforts visent à permettre l'achèvement de la thèse de Mohammad Foroutan dans les meilleures conditions.

- Les travaux à Taiwan ont été financés par le LIA Adept et le programme ORCHID avec un complément de l'INSU.

- Les recherches sur le Zagros ont été financées par l'INSU et le programme DARIUS.

- Les travaux sur les relations fluides-roches (Wyoming et Alpes) ont bénéficié des financements de l'IFP et du BRGM.

- Enfin, l'équipe a aussi participé aux ANR suivantes : EGEO et YOCMAL et les travaux en cours sur les Pyrénées ont permis à Frédéric Mouthereau d'obtenir le financement de l'ANR PYRAMID.

#### 5. Production scientifique de l'équipe

Les recherches de l'équipe ont permis de réaliser huit thèses, directement rattachées à l'équipe (voir tableau pour les détails), entre 2007 et la mi-2012. En outre, sept thèses sont actuellement en cours dont plusieurs devraient être soutenues avant le terme de l'actuel quinquennal.

Le nombre de publications (voir listes de publications) réalisées par l'équipe SFS dans le cadre de l'ISTeP en 3,5 ans est de 73 (47 propres et 26 inter-équipes). Si l'on prend compte toutes les publications, que les onze membres actuels ont produites depuis 2007, on obtient un chiffre de 103 ; soit approximativement un taux similaire de publication par chercheur et par an de 1,9.