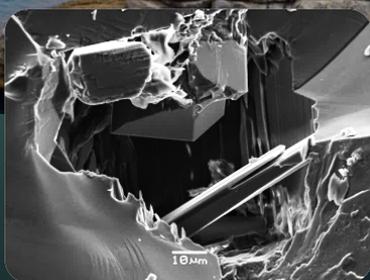
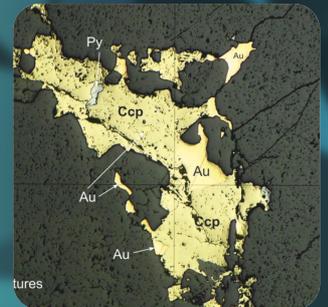
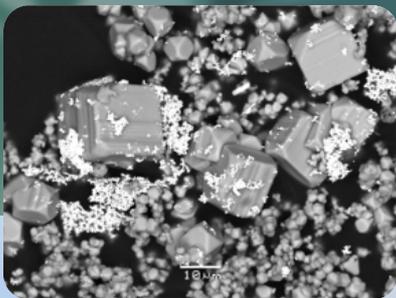


Ecole Thématique du CNRS
Institut National des Sciences de l'Univers

Ressources Minérales :

Du Terrain à l'Expérimentation

Du 7 au 9 juin 2016
à Toulouse



Amphi Concorde
Université Toulouse III – Paul Sabatier



Organisée par Géosciences Environnement Toulouse
et l'Université Toulouse III – Paul Sabatier



<http://ecolermte.sciencesconf.org/>

Contact: stefano.salvi@get.omp.eu

PREFACE

Nous sommes heureux de vous proposer la sixième édition de l'école thématique du CNRS sur les ressources minérales. Cette édition, organisée par le laboratoire GET, se tient à l'Université Paul Sabatier de Toulouse (amphithéâtre Concorde). Cette année, l'ambition de l'école thématique est de montrer les différentes facettes de la métallogénie allant du terrain à l'expérimental, en cherchant de démontrer la complémentarité des diverses disciplines utilisées.

L'école débutera par une série de conférences en amphithéâtre, organisées sur le mode de séminaire, et offrira ainsi un enseignement approfondi sur un grand nombre de thématiques, suivi d'une période de discussion ouverte où les étudiants seront encouragés à participer. Les séminaires seront donnés par plusieurs spécialistes invités, ayant de fortes reconnaissances internationales. Les étudiants seront invités à présenter leurs travaux par des posters, discutés lors de plages horaires dédiées. Une seconde partie sera consacrée à l'observation des phénomènes géologiques sur le terrain, sur des sites choisis et encadrés par des experts. Cette journée permettra également de favoriser les échanges entre les étudiants et les seniors.

Ce document contient la programmation des événements ainsi que les résumés des posters présentés par les étudiants.

Au plaisir de vous accueillir à Toulouse,

Le comité organisateur

Présentation scientifique

L'industrie minière connaît des changements profonds du fait : (1) de l'émergence de pays tels que la Chine, le Brésil, etc., lesquels engendrent une croissance importante des besoins, notamment au niveau des matières premières minérales ; (2) de l'apparition de nouveaux besoins dans la société, comme l'émergence de nouveaux métaux, telles les terres rares pour satisfaire les nouveaux développements technologiques et industriels; et (3) une volonté de réduire les impacts environnementaux lié à l'extraction des ressources minérales. En conséquence, on assiste ces dernières années à un effort croissant de l'industrie minière pour découvrir à l'échelle mondiale de nouveaux gisements mais également pour développer de nouvelles techniques d'exploration. Ce courant s'est fait particulièrement ressentir en Europe, qui n'était jusqu'à un passé très récent pas très active dans ce domaine, et qui maintenant affiche un fort intérêt pour ce secteur industriel. La France, qui ne compte pratiquement plus de mine en activité et où l'exploration minière a été inexistante durant les dernières décennies (fin des années 80), a entrepris une reprise des activités dans ce domaine, ce qui se traduit par exemple par la réforme du code minier, la création de nouvelles compagnies d'exploration minière (e.g., Variscan, Sudmine) et la demande de plusieurs permis d'exploration. Il est donc impératif de former en France, des géologues dans le domaine des ressources minérales, en leur transmettant les savoir-faire fondamentaux de cette discipline qu'est la Métallogénie, pour créer la nouvelle génération d'experts dans ce domaine de recherche.

Nos objectifs

Les activités de ce colloque sont conçues pour favoriser les interactions entre chercheurs universitaires, étudiants et partenaires industriels et gouvernementaux (e.g. BRGM). Elle contribue également à la formation des étudiants en Master et en Thèse en Sciences de la Terre, en leur permettant d'accéder à l'état de l'art de la recherche la plus récente appliquée à cette discipline, en interaction avec les partenaires gouvernementaux et industriels, dans un milieu diversifié et stimulant.

L'école permet également à la communauté des chercheurs et enseignants-chercheurs de créer des synergies de coopération autour de projets de recherche. Le transfert des connaissances vers les utilisateurs constitue un des éléments clef de cette école thématique. Elle favorise les contacts humains directs au cours de conférences et de débats qui facilitent les rencontres entre les partenaires industriels, gouvernementaux, et académiques et permet aussi de sensibiliser les participants aux débats de société concernant les substances minérales.

Comités

Comité organisateur

Stefano Salvi, Didier Béziat, Gleb Pokrovski, Olivier Vanderhaeghe, Marieke van Lichtervelde, Gaston Giuliani et Jérôme Vidal (Gestion financière)

GET - OMP - Université de Toulouse III – Paul Sabatier

Marie Ange Albouy et Laury Boyer *Cellule Congrès Université Toulouse III – Paul Sabatier*

Laurence Neuville *Ecoles thématiques - DR14 - CNRS*

Comité scientifique

Le comité scientifique de cette école thématique est constitué de chercheurs et enseignants-chercheurs qui sont actifs dans la recherche et dans l'enseignement dans ce domaine à l'échelle nationale et internationale.

- Anne-Sylvie ANDRE-MEYER, GeoRessources - Nancy
- Thierry AUGÉ, BRGM - Orléans
- Didier BEZIAT, GET - Toulouse
- Philippe BOULVAIS, Géosciences - Rennes
- Alain CHAUVET, Géosciences - Montpellier
- Georges CEULENEER, GET - Toulouse
- Lev FILIPPOV, ENSG - Nancy
- Yves FOUQUET, IFREMER
- Damien GOEZT, Ecole des Mines - ParisTech
- Eric MARCOUX, ISTO - Orléans
- Robert MORITZ, Université - Genève
- Michel PICHAVANT, ISTO - Orléans
- Marc POUJOL, Géosciences - Rennes
- Olivier VIDAL, CNRS

Intervenants

Les séminaires seront donnés par des spécialistes invités, ayant de fortes reconnaissances internationales, couvrant les différentes facettes de la métallogénie allant du terrain à l'expérimental :

- Anne-Sylvie André-Mayer (GeoRessources, Nancy)
- Elena Bazarkina (GeoRessources, Nancy)
- Marie-Christine Boiron (GeoRessources, Nancy)
- Alan Boyle (University of Liverpool, Angleterre)
- Anastassia Borisova (GET, Toulouse)
- Yannick Branquet (ISTO, Orléans)
- Jean-Christophe Cadot (Terreal)
- Georges Ceuleneer (GET, Toulouse)
- Dominique Chardon (GET, Toulouse)
- Paolo Garofalo (Università di Bologna, Italie)
- Pierre Gibert (Auplata)
- Thomas Hainschwang (GEMLAB, Liechtenstein)
- Kalin Kouzmanov (Université de Genève, Suisse)
- Robert Linnen (University of Western Ontario, Canada)
- François Martin (GET, Toulouse)
- John Miller (CSIRO, Perth, Australie)
- Gleb Pokrovski (GET, Toulouse)
- Marc Poujol (Géosciences Rennes)
- Christian Vallier (Sudmine)
- Marieke van Lichtervelde (GET, Toulouse)
- Guillaume Vic (BRGM, Orléans)

Institutionnels et partenaires

Le comité d'organisation et le comité scientifique de l'Ecole Thématique « Ressources Minérales » remercient tous les partenaires institutionnels et privés qui contribuent à la réalisation de cette manifestation scientifique.



PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Mardi 7 Juin

M
A
T
I
N

08:30 accueil des participants

09:00 *Mots de bienvenue* | P. Soler (Directeur de l'OMP)
| M. Grégoire (Directeur du GET)

Introduction : la vision académique et industrielle

09:30 **F. Martin** (GET, Toulouse)

Les nouveaux besoins des industriels des minéraux ou minéral naturel versus composé synthétique

10:00 **J-C. Cadot** (TERREAL)

Apport de la modélisation 3D de gisement argileux – compréhension – exploitation

10:30 Pause café 15'

10:45 **C. Vallier** (SUDMINE)

Les défis de la relance d'une activité minière raisonnée en France : les enjeux essentiels

11:15 **P. Gibert** (AUPLATA)

Les gisements d'or en Guyane française, Auplata acteur de l'industrialisation de l'activité minière

11:45 **A-S. André-Mayer** (GeoRessources, Nancy)

Formation pour les matières premières minérales : quelles formations pour quels métiers ?

Minéralisations associées aux intrusions felsiques : du terrain à l'expérimental

12:15 **Y. Branquet** (ISTO, Orléans)

Les skarns à magnétite : une synthèse

12:45 PAUSE DEJEUNER 1h15'

14:00 **R. Linnen** (UWO, Canada)

Syenite-hosted gold mineralization in the Abitibi belt, Canada

14:45 **M. van Lichtervelde** (GET, Toulouse)

Les minéraux porteurs de métaux stratégiques dans les pegmatites vus à travers les expériences en cristallisation

L'or et l'Afrique de l'Ouest

15:15 **J. Miller** (CSIRO, Australie)

Craton scale deformation and mineral systems - focus on gold

15:45 Pause café 15'

16:15 **P. Garofalo** (Università di Bologna, Italie)

Genetic models of orogenic Au deposits depend on datasets collected at the large and small scales

17:00 **D. Chardon** (GET, Toulouse)

Weathering, regolith and mineral exploration challenges in tropical shields

17:30 - 19:00 **Session posters**

A
P
R
E
S
M
I
D
I

Mercredi 8 Juin

M A T I N	Les développements analytiques en métallogénie
	09:00 K. Kouzmanov (Université de Genève, Suisse) <i>Quels sont les « vrais » fluides minéralisateurs dans les systèmes magmatique-hydrothermaux ? Les inclusions fluides dans les minéraux opaques : développement méthodologique, applications, limitations et perspectives</i>
	09:45 A. Boyle (University of Liverpool, RU) <i>Using electron backscatter diffraction (EBSD) to understand microstructure in mineral deposits</i>
	10:30 M-C. Boiron (GeoRessources, Nancy) <i>Circulations fluides et concentrations métalliques : l'analyse in situ des paléofluides</i>
	11:00 Pause café 15'
	11:15 M. Poujol (Géosciences, Rennes) <i>Le minéral apatite : un nouveau proxy pour la datation des circulations de fluide</i>
	Métallogénie expérimentale
	11:45 E. Bazarkina (GeoRessources, Nancy) <i>Hydrogène, redox et processus métallogéniques</i>
	12:15 G. Pokrovski (GET, Toulouse) <i>Comment le soufre et le carbone forment-ils les gisements hydrothermaux des métaux?</i>

12:45 PAUSE DEJEUNER 1h15'

A P R E S M I D I	Les roches basiques et ultrabasiques en métallogénie
	14:00 G. Ceuleneer / A. Borisova (GET, Toulouse) <i>Genesis of chromitite ore bodies in ophiolites: problems and (possible) solutions</i>
	14:45 T. Hainschwang (GEMLAB, Liechtenstein) <i>L'origine naturelle et artificielle de la couleur des gemmes : le contexte géologique et la modification artificielle des chromophores et d'autres défauts responsables de la couleur</i>
	Et la métallogénie dans les Pyrénées?
	15:30 G. Vic (BRGM, Orléans) <i>Les ressources minérales des Pyrénées : un potentiel à valoriser</i>
	16:00 Fin de présentations

Jeudi 9 Juin

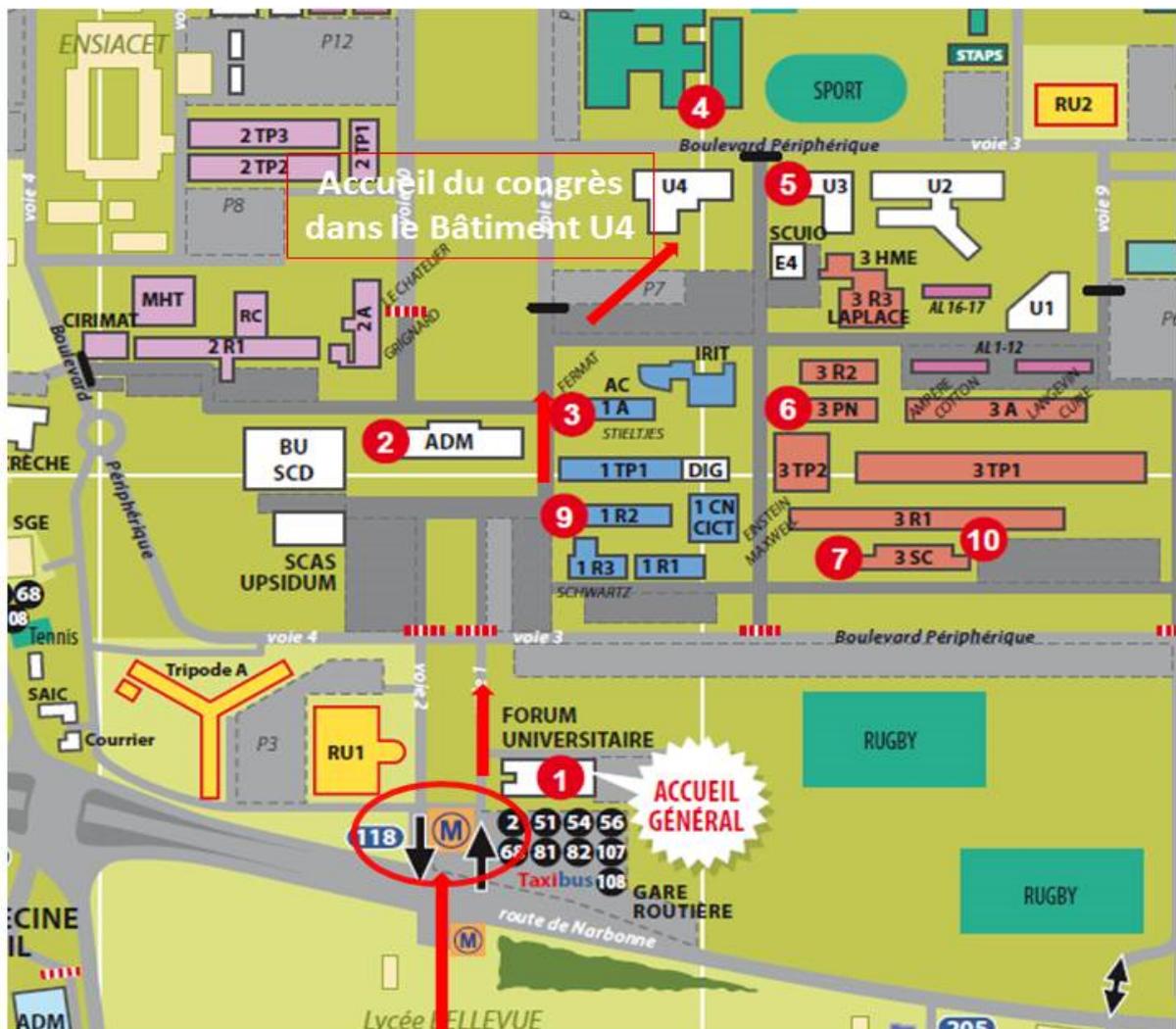
Excursions

depart le 8 dans l'après-midi *Pegmatites à métaux rares dans leur jus : le Cap de Creus*
E. Druguet, P. Olivier, M. van Lichtenvelde

depart le 9 au matin *Rupture crustale, exhumation du manteau, et formation du gisement de talc de Luzenac (Ariège) : la coupe de Bestiac - Trimouns*
M. de Saint Blanquat, P. de Parseval

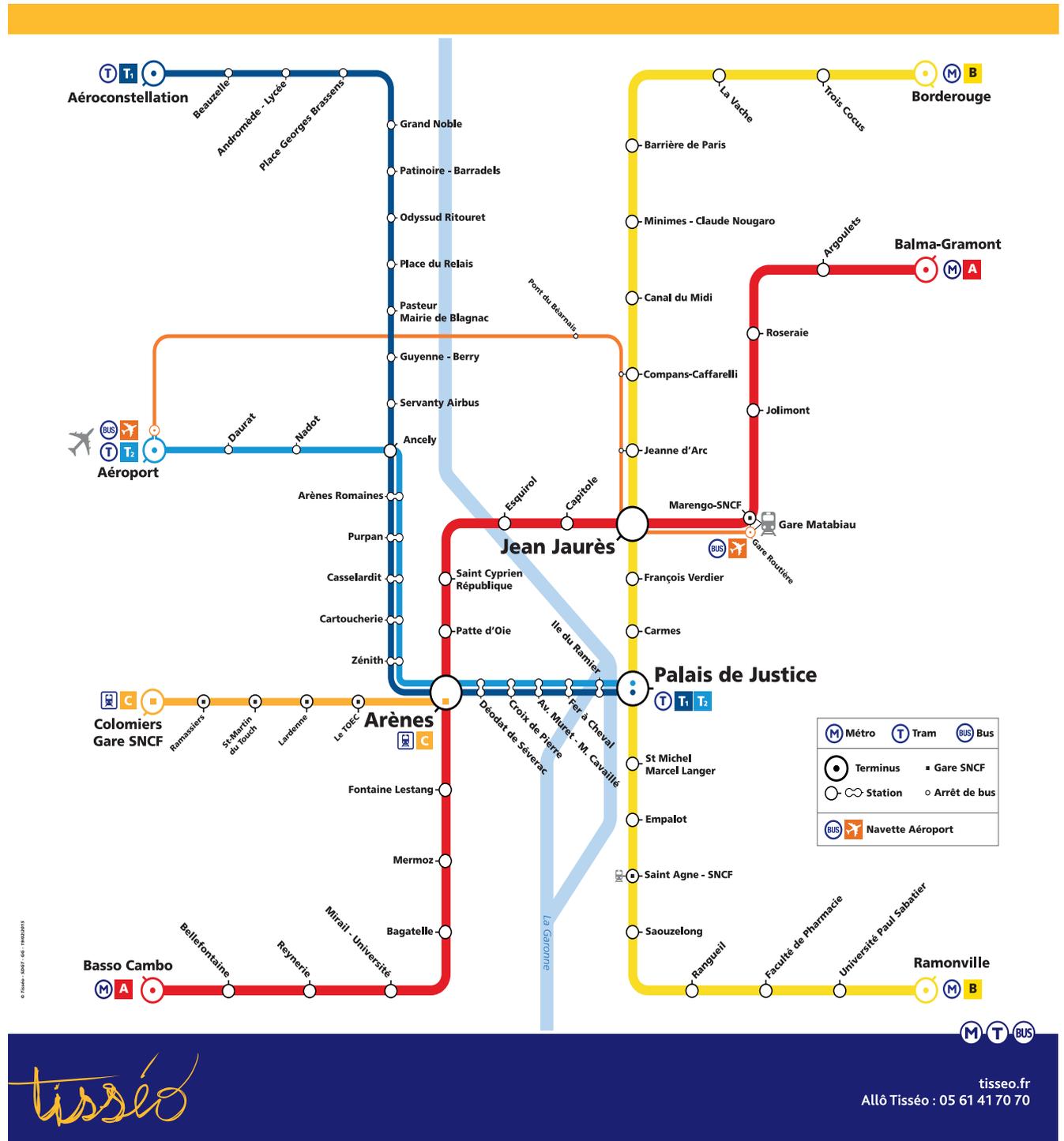
Informations pratiques

Université Toulouse III – Paul Sabatier
Bâtiment U4 : Amphithéâtre Concorde



**Station ligne B
métro université P. Sabatier**

Plan Métro/Tram



ABSTRACTS

COMPORTEMENT MAGMATIQUE ET HYDROTHERMAL DE L'URANIUM DANS LES LEUCOGRANITES PERALUMINEUX SYNTECTONIQUES : LE CAS DES LEUCOGRANITES CARBONIFERES FERTILES EN URANIUM DU MASSIF ARMORICAIN.

Christophe Ballouard¹, Marc Pujol¹, Philippe Boulvais¹, Julien Mercadier², Romain Tartèse³, Marc Jolivet¹, Torsten Vennemann⁴, Armin Zeh^{5,6}, Etienne Deloule⁷, Marie-Pierre Dabard¹, Michel Cathelineau², Michel Cuney²

1 : Géosciences Rennes, UMR6118, Université de Rennes 1, Rennes, France

2 : Géoressources, UMR7359, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France

3 : Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

4 : Institute of Earth Surface Dynamics, Géopolis, University of Lausanne, Lausanne, Suisse

5 : Institute for Geosciences, Goethe University, Frankfurt, Germany

6 : Institute for Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

7 : Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, UMR 7358, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France

Dans la chaîne hercynienne européenne, la majorité des minéralisations uranifères (filons ou épisyénites) est représentée par des gisements hydrothermaux spatialement associés à des leucogranites peralumineux d'âge Carbonifère. Ainsi, dans le Massif Armoricaïn, 20000 tonnes d'uranium ont été extraits principalement des trois districts uranifères associés aux leucogranites syntectoniques de Mortagne, Guérande et Pontivy. Les leucogranites de Pontivy et de Guérande, qui font l'objet de ce travail, se sont mis en place, respectivement, à ca. 315 et 310 Ma ; le premier en contexte décrochant le long du Cisaillement Sud Armoricaïn et le second en contexte extensif dans la zone sud Armoricaïne. Dans le district de Pontivy, la minéralisation est localisée dans le leucogranite ou au contact avec son encaissant métasédimentaire. Dans le district de Guérande, la minéralisation s'est mise en place principalement au contact entre des schistes noirs et des métavolcanites situés structuralement au-dessus de la zone apicale du leucogranite avec quelques minéralisations intragranitiques moins importantes. Les âges U-Pb et les signatures isotopiques en Hf obtenus sur les zircons hérités des leucogranites du Massif Armoricaïn suggèrent la contribution de Carbonifère inférieur dans la source de ces intrusions fertiles en uranium. Ensuite, l'étude pétro-géochimique et géochronologique des leucogranites et de leur minéralisation associée permet de proposer un modèle métallogénique. Ainsi dans le district de Guérande, la différenciation du leucogranite vers 310 Ma a induit la cristallisation d'oxyde d'uranium à l'apex de l'intrusion. Vers 300 Ma, des circulations de fluides hydrothermaux oxydants d'origine météorique dans les facies déformés de l'apex ont induit la mise en solution de ces oxydes. Enfin, les fluides ont pu précipiter leur uranium dans les failles au contact entre les métavolcanites et les schistes noirs environnants qui ont joué le rôle de piège réducteur. Ces circulations hydrothermales ont pu se produire dans la région jusqu' à 275 Ma.

LE FRACTIONNEMENT DU Nb-Ta DANS LES GRANITES PERALUMINEUX COMME MARQUEUR DE LA TRANSITION MAGMATIQUE-HYDROTHERMALE

Christophe Ballouard¹, Marc Poujol¹, Philippe Boulvais¹, Yannick Branquet², Romain Tartèse³, Jean-Louis Vigneresse⁴

1 : Géosciences Rennes, UMR6118, Université de Rennes 1, Rennes, France

2 : Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, UMR 7327, Université d'Orléans, Orléans, France

3 : Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

4 : Géoressources, UMR7359, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France

Dans les systèmes granitiques, la transition magmatique-hydrothermale marque le passage entre un système dominé par des interactions entre magmas et cristaux à un système dominé par des interactions entre magmas, cristaux et fluides. Dans les granites peralumineux, l'activité hydrothermale peut induire des mobilités élémentaires importantes et peut mener à la formation de gisements économiquement significatifs en W et en Sn. Le Nb et le Ta sont des éléments lithophiles considérés comme « jumeaux » et sont censés ne pas fractionner au cours des processus géologiques. Pourtant, les rapports Nb/Ta sont très variables dans les granites. Certains auteurs [1] ont montré que dans les magmas peralumineux les rapports Nb/Ta décroissent au cours de la cristallisation fractionnée et d'autres [2] ont montré que le rapport Nb/Ta pouvait fractionner dû à l'interaction avec des fluides orthomagmatiques. Dans cette étude [3], nous démontrons à partir d'une compilation d'analyses géochimiques "roche totale" issues de la littérature que la cristallisation fractionnée seule n'est pas suffisante pour expliquer les variations du rapport Nb/Ta observées dans la majorité des granites peralumineux. Nous notons que la majorité des granites qui présentent des évidences d'interaction avec des fluides ont un rapport Nb/Ta < ~5. Nous suggérons que la décroissance du rapport Nb/Ta dans les granites peralumineux est la conséquence de la cristallisation fractionnée et d'une altération hydrothermale sub-solidus. Nous proposons la valeur Nb/Ta ~ 5 comme marqueur de la transition magmatique-hydrothermale et comme outil de prospection pour discriminer les granites peralumineux stériles des granites associés à des gisements de Sn, W ou métaux rares.

[1] Stepanov, A., Mavrogenes, J.A., Meffre, S., Davidson, P. (2014) *Contrib. Mineral. Petr.* 167, 1009–1016. [2] Dostal, J. and Chatterjee, A.K. (2000) *Chem. Geol.* 163, 207–218. [3] Ballouard, C., Poujol, M., Boulvais, P., Branquet, Y., Tartèse, R., Vigneresse, J.L. (2016) *Geology* 44, 231-234.

CARACTERISATION DES RESSOURCES MINERALES DE LA MINE MANGANESE DE BOU ARFA (ENTRE LE SITE ET LE LABORATOIRE)

Maha Ben Tahar

Laboratoire de géophysique appliquée, de géotechnique, de géologie de l'ingénieur et de l'environnement (L3GIE). Université Mohammed V, Maroc

Les ressources minérales constituent un des éléments clés du développement de l'humanité. Qu'il s'agisse des ressources énergétiques, des métaux, des matériaux de construction, des minéraux industriels ou des pierres précieuses, ce sont des éléments essentiels au bien-être des hommes. Pourtant, on se heurte d'un côté à la limitation des capacités extractives (gisement, accès...) et de l'autre aux impacts environnementaux. Dans cette perspective, et vu la croissance de la demande mondiale en termes de matières premières minérales, et l'apparition de nouveaux métaux au service du développement technologique et industriel au niveau international, l'implémentation de stratégies innovantes, transformatives des processus et outils - utilisés jusqu'à lors pour l'exploitation des ressources minérales - s'avère une nécessité impérieuse. Pour être en mesure de s'adapter à ces changements, et en procédant suivant le principe de l'entonnoir, passant du terrain naturel qui offre une panoplie d'éléments à observer, mesurer, et interpréter, à l'expérimentation à travers des essais mécaniques sur les échantillons dans leur état brut, les analyses au laboratoire, et toute autre méthode permettant aux géologues de connaître la constitution minéralogique des roches sur une échelle très affinée. Dans ce travail, toute la lumière est mise sur les méthodes et techniques adoptées pour l'analyse des échantillons de minéraux aussi bien sur terrain qu'après leur prélèvement pour l'analyse minière dans des laboratoires de hautes technologies, afin d'identifier leur composition chimique, et tout élément trace exploitable économiquement, conformément aux normes et règlements de l'exploitation, en gardant le souci du non-respect de l'environnement que peut générer une extraction non responsable de certains éléments métalliques. L'utilisation de ces pratiques a un double objectif, matérialisé par la détection d'éléments valorisants et pénalisants ainsi que les terres rares, résultats qui vont être utilisés pour l'avancement de l'industrie minière et pour le progrès de la science.

EVOLUTION DYNAMIQUE D'UNE CROÛTE OROGENIQUE PARTIELLEMENT FONDUE : UNE APPROCHE THERMIQUE ET STRUCTURALE SUR L'EXEMPLE DU ROGALAND (NORVEGE)

Alexandre Canty , Stéphanie Duchêne, Muriel Gerbault , Olivier Vanderhaeghe

Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

Le Rogaland est un exemple mondialement reconnu de métamorphisme granulitique de Ultra-Haute Température ($T > 950-1000^{\circ}\text{C}$) dans la croûte moyenne à inférieure (5 à 8 kbar ; Drüppel & al., 2013). La séquence crustale montre des roches issues de la fusion partielle de la racine crustale (migmatites, complexes magmatiques) et des roches magmatiques intermédiaires dont la source (mantellique ou crustale) est discutée (Vander Auwera & al., 2011 ; Duchesne & Charlier, 2005). Les données géochronologiques obtenues sur les roches magmatiques et métamorphiques s'étalent entre 1050 Ma et 930 Ma (Bingen & al., 2008 ; Vander Auwera & al., 2011). Les conditions P-T-t témoignent donc d'un gradient thermique élevé (ca. $45^{\circ}.\text{Km}^{-1}$) sur une période de 80 Ma. Quelles sont les sources potentielles de chaleur ? Quels sont les liens génétiques et la signification des lithologies mises en jeu (résidu mafique de fusion, complexes magmatiques issus de l'extraction des liquides de fusion, magmas issus du manteau) ? Par une étude alliant recueil de données de terrain, modélisation thermodynamique des équilibres métamorphiques et modélisation de l'évolution thermique de la croûte, nous explorons les scénarii géologiques et géodynamiques qui rendent compte des conditions de Ultra-Haute Température et de la pétrogenèse de la croûte orogénique. Une comparaison est proposée entre deux modèles lithologiques : un premier correspondant à la moyenne des lithologies actuelles et un second correspondant aux lithologies volcano-sédimentaires du Téliemark (équivalent non métamorphique du Rogaland). Les productions de chaleur radiogénique sont respectivement de $1,77\mu\text{W}.\text{m}^{-3}$ et de $0,657\mu\text{W}.\text{m}^{-3}$. Les paramètres de densité et pourcentages de fusion partielle sont obtenus par la modélisation thermodynamique. La modélisation thermique montre que pour des épaisseurs initiales de manteau lithosphérique variant de 0 kilomètres (cas de délamination crustale) à 45 kilomètres (accrétion lithosphérique), il faut entre 15 et 90 Ma de maturation thermique pour atteindre les conditions P-T observées.

ITABIRITES DE LA CHAÎNE DE TOKADEH, BEETON, GANGRA, ET DE YEULLITON (REGION DE NIMBA, YEKEPA, LIBERIA)

Mohamed Samuel Moriah Conte

Géosciences et Ressources Naturelles, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Fès, Maroc

La région de Nimba, située dans le quadrilatère de Sanniquellie au Nord du Libéria, est constituée principalement de deux séries de roches des formations métavolcano-métasédimentaires (Yekepa et Nimba), d'une épaisseur d'environ 1400 m. Ces formations sont largement représentées dans la série de Nimba qui forment plusieurs chaînes de montagnes dont celles de Nimba et de Tokadeh-Gangra-Yeulliton. Elles entourent plus ou moins la vallée centrale des roches de la série de Yekepa. Les formations supérieures de la région de Nimba sont constituées de roches métasédimentaires, ayant une épaisseur de 700 mètres dans la chaîne de Nimba à l'Est, avec une extension de celles-ci, sous la forme de schistes pélitiques dans la chaîne de Tokadeh-Gangra-Yeulliton, à l'Ouest. Les formations inférieures sont, quand à elles, constituées de roches métavolcaniques, représentées par les schistes amphibolitiques de la Vallée de Seka ayant une épaisseur d'environ 700 mètres. Les Itabirites de Nimba, d'environ 250 à 450 mètres d'épaisseur, sont situées principalement dans les formations métasédimentaires. Elles sont intercalées entre les deux principales formations pélitiques (formations de Gbalm et d'Alpha) des deux chaînes de la série de Nimba. Localement, le métamorphisme régional avec des conditions de pressions et de températures variables, a affecté les roches de la série de Nimba entraînant des variations granulométriques et minéralogiques des roches et des structures tectoniques. Le gradient métamorphique augmente de la chaîne de Nimba vers la chaîne de Tokadeh-Gangra-Yeulliton. Les itabirites de Nimba sont formées d'oxyde de fer recristallisé et composé essentiellement de quartz, magnétite et/ou d'hématite. Les analyses chimiques des itabirites indiquent qu'elles sont probablement dérivées de l'altération chimique des roches supérieures métavolcaniques. L'altération chimique de la masse basaltique semble avoir lieu dans des conditions de kaolinisation de marais stagnant sous un climat qui favorise la libération du fer lors de l'altération.

CONTRAINTES GEOCHIMIQUES ET GEOCHRONOLOGIQUES DU GRANITE A METAUX RARES DE MAYO SALAH, NORD CAMEROUN

Hilaire Dakouré¹, Periclex Fosso Tchunte², Anne-Sylvie André-Mayer¹, Rigobert Tchameni², Marc Poujol³, François Turlin¹

1 : Géoresources, UMR7359, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France

2 : Université de Ngaoundéré, Ngaoundéré, Cameroun

3 : Géosciences Rennes, UMR6118, Université de Rennes 1, Rennes, France

La localité de Mayo Salah, dans le domaine du Nord-Cameroun de la Central African Fold Belt est constituée de formations métavolcano-sédimentaires néoprotérozoïques (800-700 Ma), dans lesquelles se mettent en place plusieurs générations de granites panafricains (680-570 Ma). De récentes études réalisées sur l'un de ces massifs ont montré que ce dernier est un leucogranite présentant cinq faciès : Leucocratic Fine Grain (LFG) ; Leucocratic Coarse Grain (LCG) ; Opaque Coarse Grain (OCG) ; pegmatite et granite à muscovite (MsG). Une minéralisation à Nb et Ta s'y exprime sous la forme d'oxydes disséminés, généralement associés aux micas, et synchrones à la mise en place du granite. Les données géochimiques révèlent un leucogranite légèrement peralumineux (Al_2O_3 moles = 0,12-0,16 ; CaO moles = 0-0,02 ; (Na_2O+K_2O) moles=0,05-0,20) avec des teneurs anormales en Nb (15-94 ppm) et Ta (3,5-49 ppm). Les teneurs en Nb et Y (9-221 ppm) évoquent un granite intraplaque. Le Nb et le Ta se situent dans les pyrochlores et colombo-tantalites qui apparaissent sous la forme de cristaux prismatiques ou tabulaires présentant de faibles rapports $Mn/(Mn+Fe)=0,02-0,86$ et $Ta/(Ta+Nb)=0,03-0,65$. Les pyrochlores montrent une auréole d'altération riche en Ta et Y. Dans les LCG, les analyses U-Pb par LA-ICP-MS sur colombo-tantalite et sur monazite donnent respectivement des âges de $603,2 \pm 5,3$ Ma et $597,1 \pm 7,9$ Ma. Les OCG sont un peu plus jeunes et affichent des âges de $588,3 \pm 5$ Ma (U/Pb sur colombo-tantalite) et $581,6 \pm 7,2$ Ma (U/Pb sur monazite). Ces âges sont associés au stade D2 de la ceinture panafricaine au nord du craton du Congo. Le granite de Mayo Salah est un leucogranite faiblement peralumineux d'origine crustale qui a subi un fort degré de fractionnement et minéralisé en Nb-Ta. La minéralisation est d'origine magmatique mais l'auréole d'altération des pyrochlores suggère un phénomène hydrothermal mineur. Cette minéralisation s'est faite concomitamment avec la mise en place du granite durant la phase D2 de l'orogénèse panafricaine.

EVOLUTION TECTONIQUE DE LA PARTIE MALIENNE DE LA BOUTONNIERE DE KEDOUGOU-KENIEBA (BKK) : IMPLICATION POUR LA MINERALISATION EN OR

Mahamadou Diallo^{1,2}, David Baratoux², Lenka Baratoux², Gregory Duffr chou², Saidou Ly¹, Olivier Vanderhaeghe², Mark Jessell³

1 : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Bamako (ENI-ABT), Bamako, Mali

2 : Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

3 : University of Western Australia, Crawley, Australia

La boutonnière de Kédougou-Kéniéba (BKK) fait partie des formations Pal oprotozoiques (birrimiennes) du Craton Ouest Africain (COA) couvrant une superficie de 22 000 Km². Elle est bordée à l'ouest par une chaîne panafricaine, les Mauritanides et à l'Est, par les sédiments phan rozoiques du bassin de Taoudéni. La BKK est composée de terrains de gneiss granitiques séparés par des ceintures linéaires (ceintures de roches vertes) de matériaux métasédimentaires et m tavo­caniques accrétés durant l'orog nese Eburn enne. Dans un contexte de raréfaction des ressources minérales, la découverte de nouveaux gisements requiert une caractérisation du contexte tectonique de formation de ces minéralisations. L'objectif de cette étude est de documenter le contexte tectonique des minéralisations aurifères de la partie malienne de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba (BKK) en caractérisant la position structurale des gisements d'or et en identifiant le contexte tectonique ayant conduit à la mobilisation, au transfert et au dépôt de l'or localisé au sein de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba au Mali. Ce travail combine les études de terrain et de laboratoire qui sont essentielles à la compréhension de l'évolution des déformations structurales et de leur relation avec la minéralisation. La cartographie géologique, géométrique, cinématique et géologie structurale analytique, l'échantillonnage pour les études de pétrologie et de géochronologie ainsi que des données de sondages seront entreprises durant des sorties de terrain le long de la zone d'étude. L'utilisation et l'interprétation des données géophysiques seront combinées aux travaux de terrain et de laboratoire, y compris les données magnétiques, gravimétriques, électriques (IP) et radiométriques.

RELATIONSHIPS BETWEEN GOLD MINERALIZATION AND GRANITE – DISCUSSION WITH THE SUPPORT OF A PLURIDISCIPLINARY STUDY OF THE PASSA TRES GOLD DEPOSIT (SOUTH BRAZIL)

Bárbara Dressel^{1,2}, Alain Chauvet¹, Barbara Trzaksos², João Carlos Biondi², Olivier Bruguier¹, Patrick Monié¹

1 : Géosciences Montpellier, UMR5243, Université Montpellier II, Montpellier, France

2 : Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brazil

The Passa Três Granite, located in the east of the Paraná State, South Brazil, is elongated following a NNE-SSW direction. This syenogranite is emplaced within metapelites of the meso to neoproterozoic Açungui Group, between the Morro Agudo and Lancinha transcurrent faults, both with N040°E trending. Gold mineralization within the Passa Três Granite is constituted by centimetric to metric quartz veins containing quartz, sulfides, fluorite, chlorite, muscovite, sericite and carbonate. Veins textures include massive, sheared and/or brecciated. Structural data indicate the existence of two major fault systems, N-S and E-W, with dips of 60-75°W and 45-70°S, respectively. In the field, normal movements are frequently observed, and both systems are interpreted as contemporaneous and conjugate. The mineralized veins are emplaced in the opening sites of these two systems, interpreted as pull-apart sites. Petrographic and field observations indicate that the formation of mineralized veins can be subdivided into four stages: Stage 1 [deformation and alteration], Stage 2 [Quartz 1], Stage 3 [Quartz 2 + Pyrite 1 + Galena + Gold + Chalcopyrite] and Stage 4 [Pyrite 2 + Chalcopyrite + Gold + Galena + Fluorite]. Gold is associated to pull-aparts and to fractures that occur in Pyrite 1. This study suggests that the gold-mineralized veins were formed by a multi-phase episode of development of the two normal fault systems associated to fluids emplacement. As a consequence of normal faults development, opening sites were created (i.e. pull-apart systems) and filled by hydrothermal fluids, forming the main mineralization. The presence of magmatic material such as adularia crystals on the border of certain veins and aplites parallel to vein may suggest a link between magmatic and mineralizing fluids. In order to understand this magmatic-hydrothermal transition, geochronological analyzes are being undertaken to determine the magmatic age (U-Pb zircon), hydrothermal age (Ar-Ar adularia/muscovite) and mineralization age (Re-Os molybdenite).

ASSOCIATION OR-ARSENIC DANS L'ARSENOPYRITE ET LA PYRITE

Céline Escoda, Gleb Pokrovski, Maria Kokh

Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

L'observation et l'analyse d'arsénopyrites (FeAsS) et de pyrites (FeS_2) naturelles provenant de gisements aurifères révèlent que l'or et l'arsenic sont intimement liés dans ces minéraux. Cependant, les raisons chimiques et géochimiques de cette association sont controversées. Afin de mieux comprendre ce lien dans le but de modéliser la formation des gisements d'or et de développer de nouvelles méthodes d'extraction de ce métal, nous avons conduit une étude de la concentration et de la répartition de l'or dans des arsénopyrites et des pyrites synthétisées sous conditions contrôlées de laboratoire et en présence d'or. Deux méthodes de synthèse ont été utilisées. La première est une synthèse hydrothermale faite à 450°C et 700 bar, alors que la deuxième est une synthèse par voie sèche à 600°C et 5-10 bar. Les échantillons solides ainsi obtenus sont analysés par microscope électronique à balayage (MEB), diffraction de rayons X (DRX) et microsonde électronique (MSE). Ces analyses montrent que la pyrite et l'arsénopyrite sont des phases majeures dans ces échantillons, avec des traces de FeS, As, As_2S_3 et AsS. Dans les premiers échantillons analysés par MEB et DRX (durée de synthèse 7-10 jours), l'or n'a pas été détecté dans les cristaux d'arsénopyrite et de pyrite formés. Seule la présence de quelques grains d'or associés à des cristaux de pyrite obtenus par voie sèche a été observée. Les analyses des échantillons restés plus longtemps dans les fours (durée 17-20 jours) sont en cours. Les pyrites and arsénopyrites synthétisées seront également analysées en juillet 2016 au synchrotron de Grenoble (ESRF) pour étudier l'état redox et structural de l'or incorporé.

MYLONITES, CATACLASITES, ET FAILLES DU FLANC NORD DU CANIGOU, VARISQUES OU ALPINES?

Rémy Huyghe, Olivier Vanderhaeghe, Frederic Mouthereau

Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

Les Pyrénées sont une chaîne de montagne résultant de l'accrétion d'une croûte hyper-amincie durant l'orogénèse Alpine. Cette chaîne met à l'affleurement un socle Anté-Permien (Zone axiale) qui a subi deux orogénèses (Varisque et Alpine) et deux phases d'ouverture océanique (Crétacé et Oligo-miocène). Les massifs du Canigou se situent à l'Est de la zone axiale et présentent des mylonites, des cataclasites et des failles dont la chronologie est encore débattue et représente une cible idéale pour corréliser chaque structure à son géocontexte. Le flanc Nord des massifs du Canigou est principalement constitué de gneiss para et orthodérivés issus de protolithes s'étalant du Protérozoïque au Paléozoïque inférieur. Au coeur du massif du Canigou, ces lithologies sont recoupées par de fines bandes mylonitiques sub-verticales de direction E-W. Une bande ultra-mylonitique de 300m d'épaisseur marque la bordure Nord du coeur gneissique de ce massif, suivie de cataclasites. Le tout est recoupé par la faille de la Têt, faille dont le mouvement inverse durant l'Alpin (Eocène) puis normal à l'Oligo-Miocène sont identifiés par thermochronométrie (Ar/Ar, Tf-Ap, Tf-Zr et U-Th/He; O. Maurel 2007). Une campagne de terrain a permis la construction de coupes sériées sur le Canigou. L'analyse microstructurale des échantillons, notamment par EBSD a mis en évidence les mécanismes de déformation du quartz et du feldspath comme: le Bulging (BLG) et la rotation des sous-grains (SGR)(Stipp et al., 2002, Halfpenny et al., 2012), indiquant une déformation à 450-500°C (Passchier et Trouw dans Micro-tectonics 2005). Une histoire peut être proposée quand à la succession de ces déformations et structures principales: l'intrusion d'un laccolithe à l'Ordovicien (Barbey et al., 2000) déformé et mylonitisé au Varisque (Laumonier et al., 2010; Denèle et al., 2007) et au Crétacé (résultat à venir) puis faillé à l'Alpin (O.Maurel, 2007).

LE MINERAL APATITE : UN NOUVEAU PROXY POUR LA DATATION DES CIRCULATIONS DE FLUIDE ?

Inoussa Kere¹, Marc Poujol¹, Yannick Branquet^{1,2}, Romain Tartèse³, Jean-Marc Baele⁴

1 : Géosciences Rennes, UMR6118, Université de Rennes 1, Rennes, France

2 : Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, UMR 7327, Université d'Orléans, Orléans, France

3 : Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

4 : Université de Mons, Mons, Belgique

L'apatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F},\text{Cl})$) est un minéral accessoire ubiquiste rencontré dans plusieurs types de roches et d'environnements. Ce minéral présente plusieurs particularités qui permettent de travailler sur la caractérisation et/ou la datation des circulations de fluide ou du magmatisme responsables de la mise en place de minéralisations. Il incorpore souvent de l'uranium pendant sa cristallisation, ce qui en fait un excellent candidat pour la datation U-Pb. En plus, l'apatite est aussi datable par les méthodes traces de fission et (U/Th)/He. Ce minéral peut donc apporter des informations à la fois sur l'âge de la minéralisation et sur son exhumation. L'apatite est aussi un excellent piège pour le P, F, Cl, OH et pour les terres rares (REE). Elle peut facilement réagir en présence de saumures, ou de fluides aqueux contenant du CO_2 , HCl, H_2SO_4 et/ou F. Dans plusieurs gisements, sa cristallisation est contemporaine de la mise en place de la minéralisation. Sa température de fermeture (375-550°C) lui confère un rôle particulier pour la datation des événements hydrothermaux. Par conséquent, l'apatite est, à priori, un excellent proxy pour obtenir des informations sur les fluides minéralisateurs et/ou les magmas fertiles (températures, compositions et âge ou durée des événements), ce qui est nécessaire pour établir un modèle métallogénique. Dans ce travail de Master, des lames minces ont été sélectionnées dans trois gisements d'âge et de contexte différents : la carrière de Saint-Aubin-Des-Châteaux (France) à minerai de fer oolitique (330-340 Ma), le minerai de fer riche en apatite de Kiruna (Suède ; 1.880 ± 0.003 Ga) et le minerai de fer de Cihai (Chine) lié à un skarn (281.9 ± 2.2 Ma). Après des observations en cathodoluminescence, des zones cibles ont été choisies pour des analyses chimiques par EPMA, des isotopes stables par SIMS et pour la datation U-Pb afin de tester le potentiel de ce minéral pour l'étude des gisements.

ROLE OF CO₂ IN THE FORMATION OF ORE DEPOSITS

Maria Kokh¹, Gleb Pokrovski¹, Stefano Salvi¹, Nikolay Akinfiyev², Damien Guillaume¹

1 : Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

2 : Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow - Russia

Carbon dioxide is the ubiquitous component of hydrothermal fluids that operates at high temperature (T) and pressure (P) in the lithosphere. Yet, its effect on the mobilization and precipitation of metals remains unknown owing to lack of experimental data. We have developed experimental and analytical methods for CO₂-rich supercritical fluids, coupled with thermodynamic modeling, to systematically quantify the solubility, distribution and speciation of metals of economic interest (Fe, Cu, Au, Mo, Pt, Sn, Zn) in CO₂-water-salt-sulfur systems. The solubility measurements of the major ore minerals of these metals were carried out in supercritical fluids H₂O-CO₂-S-KCl at 450°C and 500-700 bar using a flexible-cell reactor. The conditions of acidity, redox potential and sulfur fugacity were controlled by equilibria among iron sulfide and oxide minerals and alkali-aluminosilicate minerals. The obtained data were analyzed in the framework of a thermodynamic model based on the dielectric constant coupled with a critical review of the literature on metal speciation in the fluid phase. Our results show that the presence of CO₂ favors the stability of the neutral complexes (e.g. FeCl₂O, ZnCl₂O, CuHSO, AuHSO), whereas the charged species are weakened (e.g. FeCl₄²⁻, ZnCl₄²⁻, Au(HS)₂⁻, CuCl₂⁻). Our model accounts for the enrichment in Fe and depletion in Cu observed in metamorphic orogenic gold deposits formed by CO₂-rich low-salinity fluids and massive precipitation of Fe, Cu and Au in porphyry deposits formed by sulfur-rich saline fluids. This study demonstrates that the presence of CO₂ may lead to enhanced mobility, or, on contrary, to massive precipitation of some metals, depending on salinity and sulfur content, and more generally, to significant fractionations between different metals during the evolution of fluids in the crust.

PARAGENESE DETAILLEE ET COMPOSITIONS DES MICAS LITHINIFERES COMME TRACEURS DES EVOLUTIONS MAGMATIQUES ET FLUIDES: EXEMPLE DU GISEMENT A W-SN DE MAOPING (JIANGXI, CHINE)

Hélène Legros¹, Christian Marignac¹, Julien Mercadier¹, Michel Cuney¹, Antonin Richard¹, Ru-Cheng Wang¹, Nicolas Charles¹, Marc Lespinasse¹

1 : Géoressources, UMR7359, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France

Les micas lithinifères sont connus pour être de bons marqueurs de l'évolution magmatique, en particulier dans le cas des granites et pegmatites. Le gisement à W-Sn de Maoping, offre la possibilité d'étudier les variations en composition de ces micas lithinifères au cours de chacun des stades de cristallisation du gisement en conditions magmatiques et hydrothermales, telles que : (i) des Li-micas tardi-magmatiques dans des veines de feldspaths, associés à la cristallisation tardive d'un magma peralumineux, (ii) des Fe-Li micas hydrothermaux en franges et dans les veines à W-Sn mais aussi dans les veines de quartz rubané et (v) des Li-muscovites lors des stades tardifs et associées à de l'altération à chaque stade. Basé sur les variations en composition des éléments majeurs à travers les différents stades de cristallisation et au sein de cristaux, un mélange d'au moins trois types de fluides a pu être identifié. De plus, la corrélation entre paragenèse et compositions en éléments majeurs et traces des micas a permis d'identifier une nouvelle source magmatique durant le stade à veines rubanées, différente du granite peralumineux pré-existant. La cristallisation de zircons et minéraux de terres rares (REE) lors de ce stade, associé à un enrichissement en métaux rares dans les micas, impliquerait la cristallisation d'un magma peralcalin riche en REE. L'implication de complexes intrusifs à la fois peralumineux et peralcalins à Maoping suggère un système magmatique-hydrothermal polyphasé avec un enrichissement en W-Sn durant le Yanshanien inférieur (190-150Ma, associé à des granites pralumineux) et un pulse à REE pendant le Yanshanien supérieur (135-80Ma, associé à des granites peralcalins).

ORIGINE DES APPORTS DE LITHIUM DANS UN BASSIN A TRES FORT POTENTIEL SITUE DANS LE PLATEAU PUNA (23°-24°S, 65°45'-66°20'W), ANDES ARGENTINES

Lucrecia Lopez Steinmetz^{1,2}, Stefano Salvi³, Didier Beziat³

1 : Institut de Géologie et des Mines, Université Nationale de Jujuy, Jujuy, Argentine

2 : CIT Jujuy, Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas, Jujuy, Argentina

3 : Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

L'impact environnemental et la raréfaction des carburants traditionnels ont éveillé une conscience planétaire nous amenant de plus en plus distinctement vers une nouvelle ère énergétique. Celle-ci présente notamment deux défis indissociables : la découverte de nouvelles sources énergétiques et l'optimisation des moyens de stockage d'énergie. Dans ce contexte, le lithium est un élément stratégique car il est devenu indispensable pour les nouvelles technologies. Une des applications principales sont les batteries au lithium utilisées dans les ordinateurs portables et nos téléphones mobiles. La future demande en Li sera encore plus importante, car cet élément est prisé par l'industrie automobile où la réussite du remplacement des carburants traditionnels est fondée sur l'innovation des batteries des voitures à moteur électrique. Les salinas des bassins du plateau des Andes Centrales détiennent ~80% des réserves mondiales de lithium. L'obtention du lithium dérive du pompage des saumures phréatiques contenues dans ces bassins. On sait que dans les saumures, le lithium est présent sous forme ionique (Li⁺). Cependant, on ignore si dans ces gisements le Li est aussi présent dans les argiles du substrat (échanges cationiques, adsorption), ou encore dans des évaporites solubilisées et recyclées. La source du lithium est traditionnellement associée aux apports hydrothermaux et à la météorisation rocheuse, mais on ignore la nature et l'ampleur de ces processus. Nombreuses questions n'ont toujours pas de réponse: les apports hydrothermaux de Li sont actuels ou fossiles? La météorisation rocheuse engage le socle, des roches ignées ou volcaniques? Ces connaissances fondamentales constituent les objectifs de ce projet, qui propose une étude des hydro-faciès et des relations litho-parentales des apports ioniques de lithium dans un bassin à très fort potentiel situé dans le nord du plateau de la Puna.

LISTVENITES DE NOUVELLE-CALEDONIE : MINERALOGIE ET GEOCHIMIE

Jean-Baptiste Mehrabi¹, Julien Leconte¹, Philippe Boulvais¹, Laurent Bailly², Brice Sevin³

1 : Géosciences Rennes, UMR6118, Université de Rennes 1, Rennes, France

2 : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, France

3 : Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie, BRGM, Nouméa, France

Les listvénites sont des roches carbonatées et silicifiées résultant de l'altération, par des fluides, de corps mafiques à ultramafiques. Souvent, des teneurs anormales en certains métaux sont observées (Au, As, Sb), associées à des sulfures disséminés. En Nouvelle-Calédonie, les listvénites correspondent en surface à des roches cavernueuses silico-ferrugineuses, montrant des teneurs anormales en As, Sb, Hg, W et Au, localisées le long des accidents de contact entre la nappe de péridotite serpentinisée et son substratum. Pour avoir une meilleure compréhension des listvénites de la côte SE de la Nouvelle-Calédonie, une convention de recherche et développement partagée intitulée « Etude sur le potentiel en métaux stratégiques de la Nouvelle-Calédonie » a été signée entre la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC) et le BRGM. Plusieurs sites ont donc été échantillonnés avec comme objectifs, leurs caractérisations minéralogique, géochimique, et isotopique (signatures de fluides profonds vs. fluides superficiels). Dans ce contexte, une étude minéralogique détaillée (1) et des analyses isotopiques en oxygène (2) ont été effectuées dans les veines de quartz et carbonate de 14 échantillons, localisés entre Thio et Canala : (1) Mise en évidence systématique de silicifications massives, des oxy-hydroxydes de fer et des chromites, alors que la carbonatation (magnésite) n'est visible que dans 3 échantillons. Les sulfures disséminés (Ni, Co, Cu, Zn) identifiés au MEB sont mis en relation avec la géochimie élémentaire, et des inclusions fluides exploitables sont présentes dans un échantillon (la microthermométrie est en cours, et des Th de 150 à 250°C ont été identifiées). (2) Caractérisation isotopique en oxygène du quartz et des magnésites dans le but de tracer l'origine du fluide impliqué dans la formation des listvénites. Ces analyses permettront de définir l'origine du fluide, ainsi que d'élaborer un schéma général de formation des listvénites de la côte SE de la Nouvelle-Calédonie.

MINERALIZED QUARTZ VEINS RELATED TO BEAUVOIR AND COLETTE GRANITES

Loïs Monnier¹, Stefano Salvi¹, Didier Beziat¹, Jérémie Melleton², Guillaume Vic², Laurent Bailly²

1 : Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

2 : Bureau de Recherches Géologiques et Minières , Géoresources Division, Orléans, France

Le complexe granitique d'Echassière (Allier, Massif Central, France) comprend : le granite à deux micas et cordiérite de Colette (env. 3 km de diamètre), qui se met en place dans les schistes de la nappe de Sioule pendant le Namurien/Westphalien ; et plus au sud le granite à éléments rares de Beauvoir (0,10 km² env.), plus récent et daté à 317 ± 6 Ma (Melleton et al 2015). Ce granite, fortement greisenifié puis kaolinitisé, comprend une minéralisation disséminée et sub économique en Nb-Ta et Sn (Cuney et al 1992). Le granite de Beauvoir recoupe le stockwork de la Bosse, minéralisé principalement en W et Nb-Ta. Ces minéralisations sont reliées selon Aubert (1969) au stage hydrothermal du granite caché de la Bosse, événement antérieur à la mise en place du granite de Beauvoir. Dans le complexe granitique ainsi que la nappe de Sioule à proximité, on retrouve de nombreux filons de quartz de direction relativement constante (S 170 à N 40), minéralisés (S, W, Sn, Sb...) ou non. Les résultats préliminaires sur les signatures géochimiques des quartz présents dans les différentes paragenèses (obtenues par LA-ICPMS), ainsi que de nouveaux arguments structuraux et pétrographiques posent la question d'une reconsidération des liens possibles entre le granite de Beauvoir et le stockwork de la Bosse. Une nouvelle hypothèse présente la formation des minéralisations du stockwork comme processus subséquent à l'exsolution des fluides du granite de Beauvoir, riches en éléments fluants et métaux rares. Certaines veines de quartz présentes dans le granite de Beauvoir sont activées plusieurs fois, et les signatures distinctes des quartz de chaque génération pourraient nous permettre de relier ces activations à des épisodes minéralisateurs. De plus, les signatures géochimiques des quartz laissent entrevoir la mise en place de nouvelles possibilités dans la prospection des gisements de W, puisque tout les filons minéralisés du stockwork présentent des quartz ayant une signature typique.

Aubert G. (1969) Les coupoles granitiques de Montebbras et d'Echassières (Massif Central français) et la genèse de leur minéralisation en étain, lithium, tungstène et béryllium. Mémoire BRGM 46:345.

Cuney M., Marignac C., Wesbrod A. (1992) The Beauvoir Topaz-Lepidolite Albite Granite (Massif Central, France): The Disseminated magmatic Sn-Li-Ta-Nb-Be Mineralization. *Economic Geology* Vol. 87, 1992, pp. 1766-179

Melleton J., Gloaguen E. (2015) Timing of rare-elements (Li-Be-Ta-Sn-Nb) magmatism in the European Variscan belt. *Variscan 2015: The Variscan belt: correlations and plate dynamics*.

ETUDE DE L'ENRICHISSEMENT EN TERRES RARES DU VOLCAN TAHAA (POLYNESIE FRANÇAISE). APPROCHE EXPERIMENTALE ET ANALYSE DE LA BASE DE DONNEES EXPERIMENTALE

Zineb Naby¹, Fabrice Gaillard¹, Jérémie Melleton^{1,2}, Johann Tuduri²

1 : Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, UMR 7327, Université d'Orléans, Orléans, France

2 : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, France

Le volcan Tahaa, situé en Polynésie Française, présente un cas particulier d'enrichissement en terres rares : en effet, une coulée de basalte picritique présente une teneur en Terres rares (REE) de 0.2%. Des phases minérales riches en REE ont été formées par des processus supergènes, mais elles ne sont connues que dans cette unique coulée. Un pré-enrichissement d'origine magmatique est donc supposé. Des expériences simulant l'immiscibilité entre liquides silicatés et carbonatés (1200 à 1300°C, 0.7 à 3 GPa) ainsi que des expériences de fractionnement du basalte (1050 à 1100°C, 0.5 GPa) ont été réalisées afin d'identifier le rôle des processus mantelliques (interaction avec une carbonatite en profondeur) ou des processus de différenciation (partage des REE entre liquides fractionnés et cristaux) dans les phénomènes de pré-enrichissements. Les expériences d'immiscibilité ont permis d'obtenir un liquide silicaté très pauvre en SiO₂ (26 à 28%) coexistant avec un liquide carbonaté (1200°C, 1.5 GPa). Les liquides résiduels obtenus par fractionnement du basalte sont très différenciés par rapport au basalte de départ (enrichis en SiO₂). Les concentrations en REE des différentes phases (liquides et cristaux) ont été mesurées à l'ICP-MS par ablation laser, puis les coefficients de partage liquide carbonaté - liquide silicaté et clinopyroxène - liquide silicaté (DREE(Cpx/LS)) ont été calculés. Les DREE(Cpx/LS) obtenus pour les expériences d'immiscibilité sont plus élevés que ceux obtenus pour les expériences de fractionnement du basalte. Les liquides pauvres en silice sont ainsi moins enrichis en REE que les liquides différenciés par rapport aux clinopyroxènes. Il semble donc qu'il y ait un contrôle important de la chimie du liquide sur le partage des REE entre clinopyroxènes et liquides silicatés. Ces expériences ainsi qu'une analyse de la base de données expérimentale ont permis de montrer que les processus d'enrichissements en REE qui ont pu affecter le basalte picritique étudié dépendent donc du système chimique.

EVALUATION OF THE MAGNETIC SIGNAL AS A TRACER TO ENLIGHTEN THE EVENTS OF EXHUMATION-DENUDATION OF PORPHYRY-CU MINERALIZED SYSTEMS IN THE SEDIMENT INFILL OF ADJACENT BASINS IN NORTHERN CHILE.

Hector Pizarro^{1,2}, Sonia Rouse², Eduardo Campos¹, Rodrigo Riquelme¹, Sébastien Carretier²

1 : Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chili

2 : Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

The Centinela Basin located in northern Chile corresponds to an adjacent basin to the Mirador and Esperanza Cu-porphyrries. This basin is filled by four coarse-grained Neogene units (i.e. Esperanza Strata, Atravesado Strata, El Tesoro Strata and Arrieros Strata (Riquelme et al.,), reflecting different sedimentation environment linked to climatic variations (between arid to hyperarid). These units also contain interbedded paleosoils and exotic-Cu mineralization. The gravels come from the erosion of the Precordillera and from erosion of porphyry-Cu mineralized systems, from which clastic fragments of the different hydrothermal alteration zones are found. Deposition of the sediments started in the late Eocene (Maksaev, 1990). Sedimentary deposit can contain about 5wt% of Fe-oxides with characteristic composition and grain sizes (Dunlop and Özdemir, 1997). The Fe-oxide minerals can be of detrital and/or authigenic origin, making them potential recorders of climatic and/or environmental conditions (Evans and Heller, 2003). In this context, the goal of this study is to investigate the magnetic signal in the stratigraphic record and its relation with the exhumation-denudation history of porphyry-Cu mineralized systems, subsequent sediment production and deposition in adjacent basins. Preliminary results indicate that the magnetic signal is dominated by magnetite and titanomagnetite. The Fe-oxides are mainly of detrital origin and a relation can be found between the magnetic properties and the sedimentation environment/climatic conditions surrounding the formation of these deposits. We propose that the arid-hyperarid conditions of the Atacama Desert combined with the low degree of Fe-minerals authigenesis has helped to preserve in the gravel matrix the magnetic signal linked to the exhumation-denudation history of porphyry copper and Precordilleran erosion. Magnetic properties of the matrix of coarsed-grained sediments can therefore be used to understand the link between the denudation of porphyry-Cu mineralized systems and sedimentation environment/climatic conditions that prevailed during the filling of the Centinela basin.

TEMPORAL LINK BETWEEN INCREMENTAL PLUTON CONSTRUCTION AND TEMPO OF PORPHYRY CU-MO DEPOSITS FORMATION DURING SUBDUCTION TO POST-SUBDUCTION EVOLUTION ALONG THE LESSER CAUCASUS, SOUTHERN ARMENIA

Hervé Rezeau¹, Robert Moritz¹, Jörn-Frederik Wotzlaw², Rodrik Tayan³, Alexey Ulianov⁴, David Selby⁵, François-Xavier D'abzac⁶, Richard A. Stern⁷

1 : Department of Earth Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

2 : Institute of Geochemistry and Petrology, ETH Zurich, Zurich, Switzerland

3 : Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences, Yerevan, Armenia

4 : Institute of Earth Sciences, University of Lausanne, Switzerland

5 : Department of Earth Sciences, University of Durham, Durham, United Kingdom

6 : Géosciences Environnement Toulouse, OMP, CNRS, IRD, UMR-5563, Université Toulouse III, Toulouse, France

7 : Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada

The majority of economically important porphyry Cu-Mo deposits (PCDs) are associated with subduction-related calc-alkaline upper-crustal plutons (Sillitoe, 2010). However, porphyry Cu-Mo systems have recently been recognized in post-subduction settings, particularly along the Tethyan metallogenic belt (e.g., Richards, 2015). This raises questions concerning the primary controls on PCD formation. We present a new zircon U-Pb geochronology data set depicting 30 m.y. of incremental growth of one of the largest ore-bearing plutons of the central Tethyan metallogenic belt, the Meghri-Ordubad Pluton, southern Armenia, Lesser Caucasus. Based on ages and geochemistry, three main magmatic events are recognized including (1) Middle Eocene calc-alkaline subduction-related magmatism lasting 5.8 ± 0.8 m.y., followed by (2) post-subduction Upper Eocene-Middle Oligocene shoshonitic magmatism over 9.7 ± 0.9 m.y, and (3) Upper Oligocene-Lower Miocene adakitic magmatism consisting of shoshonitic dikes and high-K calc-alkaline granodioritic magmas emplaced over 5.4 ± 0.4 m.y. Complementary in situ zircon hafnium and oxygen isotope data are interpreted in terms of a mantle-dominated source with limited crustal contribution. Molybdenite Re-Os ages constrain the age of variably-sized PCDs to the end of the three intrusive suites. Based on this study, the size of PCDs correlates with the duration of the associated intrusive suite such as the small tonnage PCDs are associated with the Middle Eocene and Upper Oligocene - Lower Miocene magmatic suites, whereas the giant Kadjaran PCD formation is linked to the Upper Eocene – Middle Oligocene intrusive event. According to this study, long-lived magmatism together with a favorable structural setting are key pre-requisites to produce PCDs in various geodynamic settings with magmas of variable composition. We propose that the frequency of the upper crustal reservoir rejuvenation may play a fundamental role for modulating PCD tonnage, but the exploration challenge remains in identifying single long-lived and incrementally assembled magmatic suites associated with ore anomalies.

MINERALISATIONS EN TERRES RARES ASSOCIEES A DES PEGMATITES PERALUMINEUSES TARDI- A POST-OROGENIQUES, PROVINCE DE GRENVILLE, QUEBEC

François Turlin¹, Olivier Vanderhaeghe², Anne-Sylvie André-Mayer¹, Félix Gervais³, Abdelali Moukhsil⁴, Fabien Solgadi⁴, Armin Zeh^{5,6}

1 : Géoresources, UMR7359, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France

2 : Géosciences Environnement Toulouse, UMR239, Université Paul Sabatier, Toulouse III, France

3 : Ecole Polytechnique de Montréal, Université de Montréal, Canada

4 : Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec, Val-d'Or, Canada

5 : Institute for Applied Geosciences, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

6 : Institute for Geosciences, Goethe University, Frankfurt, Allemagne

La Province de Grenville (Québec, Canada) s'est formée par une longue phase d'accrétion tectonique d'une croûte juvénile à la marge sud-est de Laurentia (Mésoprotérozoïque) puis par la succession de deux phases orogéniques dans deux ceintures : (1) la ceinture Allochtone, comprenant les terrains de l'arrière-pays déplacés au cours de l'orogénèse grenvillienne, métamorphisée au cours la phase Ottawan (~1090-1020 Ma) et dont le métamorphisme prolongé est compatible avec la formation d'une croûte intermédiaire ductile ; et (2) la nappe Parautochtone structurellement en-dessous, regroupant les domaines adjacents au Front de Grenville (FG) et n'ayant subi que peu de déplacements au cours de l'orogénèse, métamorphisée au cours de la phase Rigolet (~1005-980 Ma). La région du Lac Okaopéo (ceinture Allochtone, Grenville central), présente plusieurs dykes de granites pegmatitiques à terres rares (REE), de composition peralumineuse et aux spectres de REE similaires et fractionnés avec un haut rapport LaN/LuN. Ces dykes sont encaissés dans des paragneiss migmatitiques ou des complexes ignés, témoins d'une croûte intermédiaire à superficielle partiellement fondue en faciès des granulites au cours de la phase Ottawan. Les dykes sont discordants sur la foliation des roches encaissantes mais les contacts sont diffus suggérant une mise en place en domaine ductile. Les âges U-Pb sur zircons magmatiques des dykes entre 1000-1005 Ma correspondent au début de la phase du Rigolet. Bien que de composition globalement constante, les dykes encaissés par des roches ignées riches en Ca contiennent de l'allanite alors que les dykes encaissés dans des métasédiments pauvres en Ca contiennent de la monazite. Ceci suggère que les minéraux porteurs des REE sont contrôlés par l'interaction des magmas avec leurs encaissants et notamment par la mobilisation du Ca et des alcalins.

LISTE DES PARTICIPANTS

NOM	PRENOM	MAIL
BALLOUARD	Christophe	christopheballouard@hotmail.fr
FUCHS	Yves	yves.fuchs@u-pem.fr
POUJOL	Marc	marc.poujol@univ-rennes1.fr
GLOAGUEN	Eric	e.gloaguen@brgm.fr
KOUZMANOV	Kalin	kalin.kouzmanov@unige.ch
SALVI	Stefano	stefano.salvi@get.omp.eu
TURLIN	François	francois.turlin@univ-lorraine.fr
NABYL	zineb	zineb.nabyl@etu.univ-orleans.fr
GIULIANI	GASTON	giuliani@crpg.cnrs-nancy.fr
MUNOZ	Manuel	manuel.munoz@ujf-grenoble.fr
BEN TAHAR	Maha	Mahabentahar@gmail.com
DAHMANI	Hafida	imyass2007@hotmail.fr
AGRANIER	Arnaud	arnaud.agranier@univ-brest.fr
LEOPOLD	floriane	floriane.leopold@hotmail.fr
AWANA ATEBA	Michel Guy France	awanamichel@gmail.com
BAZARKINA	Elena	elena.f.bazarkina@gmail.com
SOLER	Pierre	pierre.soler@obs-mip.fr
MOUSSA	Isseini	imoussa2010@gmail.com
DJEROSSEM N.	Félix	djerossem@gmail.com
VIC	Guillaume	g.vic@brgm.fr
VANDERHAEGHE	Olivier	olivier.vanderhaeghe@get.omp.eu
ANDRE-MAYER	Anne-Sylvie	anne-sylvie.andre@univ-lorraine.fr
DAKOURE	Hilaire	hilaire-somtebda.dakoure4@etu.univ-lorraine.fr
POKROVSKI	Gleb	gleb.pokrovski@get.obs-mip.fr
MAKHOUKHI	Samira	makhoukhisamira@gmail.com
LAROUSSE	Assia	laroussi_assia@yahoo.fr
REMMAL	Toufik	remmaltoufik@gmail.com
KONE	Jacques	konjacques@yahoo.fr
CHENNAOUI	Hasnaa	chennaoui.hasnaa@gmail.com
BOYLE	Alan	apboyle@liverpool.ac.uk
MILLER	John	john.miller@csiro.au
HAINSCHWANG	Thomas	thomas.hainschwang@ggtl-lab.org
GAROFALO	Paolo Stefano	paolo.garofalo@unibo.it
KOFFI	YAO AUGUSTIN	yaoaugustinkoffi@yahoo.fr
BOIRON	Marie-Christine	marie-christine.boiron@univ-lorraine.fr
LECONTE	Julien	julien.leconte@univ-rennes1.fr
MEHRABI	Jean-Baptiste	jean-baptiste.mehrabi@univ-rennes1.fr
KERE	Inoussa	inoussa.kere@univ-rennes1.fr
KERE	Inoussa	inoussa.kere@etudiant.univ-rennes1.fr
BASTIER	Victorien	victorienbastier@wanadoo.fr
POCHON	Anthony	anthony.pochon@univ-rennes1.fr
BRANQUET	yannick	yannick.branquet@univ-orleans.fr
GUILLAUME	Damien	damien.guillaume@univ-st-etienne.fr
GASQUET	Dominique	dominique.gasquet@univ-savoie.fr

ROSSI	Magali	magali.rossi@univ-savoie.fr
CONTE	Mohamed S. M	samuel.moriahconte@usmba.ac.ma
CHARDON	Dominique	dominique.chardon@ird.fr
TRUCHE	Laurent	laurent.truche@univ-lorraine.fr
CHEVALIER	Pierre	pierrechevaliergeol@free.fr
CEULENEER	Georges	georges.ceuleneer@get.omp.eu
GIBERT	Pierre	pierregibert1@gmail.com
VELÁSQUEZ	German	gevelasqueza@gmail.com
VAN L.	Marieke	marieke.van-lichtervelde@get.obs-mip.fr
MONNIER	Loïs	loismonnier@yahoo.fr
HUYGHE	Rémy	remy.huyghe@gmail.com
KPEOU	José	kpeou_jose@yahoo.fr
LOPEZ S.	Lucrecia	lucrecialopezsteinmetz@hotmail.com
DIALLO	Mahamadou	my_diallo16@yahoo.fr
ZAGRTDENOV	Nail	nail.zagrtdenov@get.obs-mip.fr
CANTY	Alexandre	canty_alexandre@orange.fr
HÄSSIG	Marc	hassig@geoazur.unice.fr
DRUGUET	Elena	elena.druguet@uab.cat
KOKH	Maria	kokhmaria@mail.ru
LINNEN	Robert	rlinnen@uwo.ca
DUFRECHOU	Grégory	gregory.dufrechou@gmail.com
JACQUEMET	Nicolas	nicolas-jacquemet@hotmail.fr
MUNOZ	Marguerite	margot.munoz@get.obs-mip.fr
SALZE	David	david.salze@mines-ales.fr
OLIVIER	Philippe	philippe.olivier@get.obs-mip.fr
POITRASSON	Franck	Franck.Poitrasson@get.obs-mip.fr
BELCOURT	Olivier	olivier.belcourt@mines-ales.fr
RAIMBAULT	Louis	louis.raimbault@mines-paristech.fr
CHOPIN	Francis	chop1fran6@gmail.com
ROUSSELLE	Jacky	jackyrouselle@orange.fr
MONNIN	Christophe	christophe.monnin@get.omp.eu
LABOU	ibrahima	labouibrahima@yahoo.fr
REYX	JEAN	jean.reyx@gmail.com
MARYLOU	Vines	vinesmarylou@orange.fr
PIZARRO	Hector	hpm002@alumnos.ucn.cl
REZEAU	Hervé	herve.rezeau@unige.ch
BORISOVA	Anastassia	anastassia.borisova@get.obs-mip.fr
NTEME M.	jehiel	jehiel.nteme@gmail.com
DUCHENE	Stéphanie	stephanie.duchene@get.obs-mip.fr
CENKI-TOK	Bénédicte	cenkitok@gm.univ-montp2.fr
DRESSEL	Bárbara	barbara.dressel@gm.univ-montp2.fr
CHAUVIN	Ségolène	segolene.chauvin@minelis.com
KOLLI	omar	okollidz@yahoo.fr
FAYOL	Noémie	noemiefayol@gmail.com
BENEZETH	Pascale	pascale.benezeth@get.omp.eu
VALLIER	Christian	vallierchristian@orange.fr
LALOUA	Michaë	m.laloua@orange.fr
QUESNEL	Benoit	benoitquesnel@hotmail.fr

LEGROS	Hélène	helene.ma.legros@gmail.com
CADOT	jean christophe	jean-christophe.cadot@terreal.com
ESCODA	Céline	celine.escoda@orange.fr
WADIER	Pierre	pierrewadier@gmail.com
TRAORE	Dasso Yollande	dassoyolande@yahoo.fr
BADRA	LAKHLIFI	badra_lakhlifi@yahoo.fr
DRIOUCH	Youssef	youssef.driouch@usmba.ac.ma
LE GAILLARD	François	francoislg@orange.fr
ILMEN	SAID	said.ilmnen@edu.uca.ma
CHAOUCHE	Ismahane	chasane@gmail.com
MARTIN	François	francois.martin@get.omp.eu
DAHIRE	Mohamed	dahirem@yahoo.fr
LARRERE	Maxime	mlarrere@gexplore.fr
WILLIAM	Fresser	William.fresser@gmail.com
PARAT	Fleurice	Fleurice.Parat@gm.univ-montp2.fr
GINESTE	Cedrick	cedricko98@yahoo.fr
COLLOT	Joseph	joseph.collot@etudiant.univ-rennes1.fr

