



Projet scientifique du laboratoire « Géosciences & Environnement Cergy »

Sommaire

I) Introduction

II) Composition prévue du laboratoire

III) Projets scientifiques

- 1) Actions thématiques « GEOSCIENCES »
 - *Marge sud-téthysienne*
 - *Faïlles actives*
 - *Approche multi-échelles de la déformation dans les formations carbonatées*
 - *Approche mécanique du plissement et du chevauchement : modélisation numérique et analogique*
 - *Imagerie des structures de déformation et des transferts de fluides dans les roches réservoirs*
 - *Roches magmatiques : volcans et dykes*
 - *Circulation de fluides dans les marges actives*
 - *Impact thermique dans les bassins et les chaînes plissées et mise au point d'un géothermomètre magnétique.*
- 2) Actions thématiques « ENVIRONNEMENT »
 - *Altération des pierres de construction par cristallisation de sels*
 - *Stockage en milieu géologique : déformation et propriétés pétrophysiques des argilites*
 - *Phytoremédiation des sols pollués par les métaux*
 - *Interactions béton-roche : comportement à haute température et stabilité des tunnels*

IV) Développements méthodologiques et instrumentaux

- 1) Développements méthodologiques
- 2) Développements instrumentaux
- 3) Perspectives en investissement

V) Organisation et perspectives

- 1) Organisation du laboratoire
- 2) Participation aux programmes nationaux et internationaux
- 3) Evolution du laboratoire – perspectives de recrutement
- 4) Animation scientifique
- 5) Hygiène et sécurité

Documents annexes

- *CV de Christian DAVID, directeur proposé*
- *Règlement intérieur du laboratoire*

I) Introduction

Le laboratoire « **Géosciences & Environnement Cergy** » est issue du « **Laboratoire de Pétrophysique et Tectonique des Bassins** » (LPTB), composante du « Laboratoire de Tectonique » (UMR 7072 ; UPMC-UCP-CNRS). Nous n'avons pas souhaité poursuivre notre association avec l'UPMC dans le cadre de son projet d'Institut des Sciences de la Terre-Paris (ISTeP) car la fondation de cet institut traduisait surtout une volonté de fédérer divers laboratoires propres de l'UPMC (dans la logique de la loi de rénovation des universités) et non plus le regroupement thématique qui avait présidé à la constitution du Laboratoire de Tectonique. Conscients de la volonté de l'INSU de favoriser la constitution de grandes structures, nous avons œuvré pour un regroupement de notre équipe avec celles de l'ENS puis de l'IPGP. Aucun de ces projets n'a pu aboutir. C'est donc de façon indépendante que nous soumettons notre projet à l'AERES dans le cadre de la contractualisation de notre établissement. Le changement de nom du laboratoire n'est pas anodin. Il souligne :

- (1) une **évolution** de nos problématiques de recherche,
- (2) l'affirmation de notre **implantation durable au sein de l'Université de Cergy-Pontoise** et en particulier dans la Fédération Matériaux,
- (3) l'affichage d'une **cohérence avec nos missions d'enseignement** [même nom pour le département d'enseignement et l'équipe de recherche].

On verra ci dessous qu'un certain nombre de nos actions de recherche s'intègrent dans les programmes prioritaires de l'INSU. Nous pensons en particulier à :

- l'action « marge sud-téthysienne » s'inscrivant dans le chantier « Méditerranée » de l'INSU ;
- l'action « failles actives » s'inscrivant dans le programme 3F de l'INSU et dans le programme international IODP, stratégique pour l'INSU ;
- l'action « forages PdF » désormais soutenue par l'ANR mais initiée grâce à un soutien de l'INSU.

C'est pour ces raisons que nous souhaitons trouver une **forme d'association avec l'INSU** qui pourrait être la formation d'une nouvelle UMR ou bien la constitution d'une fédération francilienne à laquelle nous pourrions émarger. Le soutien que nous attendons de l'INSU concerne essentiellement les points suivants :

- la possibilité pour les enseignants-chercheurs de notre laboratoire de continuer à pouvoir bénéficier de **délégations auprès du CNRS** ;
- la possibilité de **présenter des projets** dans le cadre des programmes propres de l'INSU ;
- la possibilité d'**utiliser le portail d'information scientifique bibliopl@nets** développé par l'INIST ;
- la possibilité de **bénéficier de personnels** (personnel technique, post-Doc...) en appui à des actions s'inscrivant dans les programmes stratégiques de l'INSU.

Notre préoccupation principale, par le biais de cette association, est de maintenir un lien fort (et aussi une égalité de traitement) avec les collègues travaillant sur des problématiques comparables ou connexes.

II) Composition prévue de l'unité

Directeur proposé : Christian David (PU1)

Enseignants-Chercheurs: Charles Aubourg (MC hc, HdR), Christian David (PU1), Dominique Frizon de Lamotte (PUex1, directeur sortant), Ronan Hébert (MC), Siegfried Lallemand (PU2), Béatrice Ledésert (PU2), Pascale Leturmy (MC), Laurent Louis (MC), Bertrand Maillot (MC), Beatriz Menéndez (MC), Philippe Robion (MC).

Enseignant-chercheur à temps partiel : Christophe Barnes (PAST)

ITA et ITRF : Jean-Christian Colombier (IE2)

ASU : Danielle Lacoeylle (SASU).

Doctorants en octobre 2008 : Lisa Casteleyn (Alloc. MRES), Jean-Christian Colombier (personnel du laboratoire, IE2 UCP), Fabien Humbert (Alloc MRES), Salman Jahani (financement TOTAL), Myriam Kars (Alloc. CIFRE-TOTAL), Kazem Kazemi (financement CGG), Nicolas Mouchot (MRES et ATER), Camille Raulin (contrat TOTAL), Mikaël Sabin (Alloc. CNRS), Jean-Christophe Wrobel-Daveau (Alloc. CIFRE-TOTAL), Zhi Xing (Alloc MRES co-direction avec Génie Civil).

Doctorants en co-tutelle : Martin Bêche (avec l'université Laval, Canada), Savio Garcia (avec l'université de Ouro Preto, Brésil), Yu-Min Chou (avec National Taiwan University, Taiwan).

Doctorants non-inscrits à l'UCP dont la thèse est co-dirigée par un membre du laboratoire : Khalid Amrouch (IFP, UPMC), Nadaya Cubas (ENS, Alloc MRES), Pauline Souloumiac (Ecole des Mines, Alloc MRES), Gunther Kampfer (ENS, Alloc. SHELL), Mansour Abdelmalek (Université du Maine), Warwick Hastie (avec la Durban University, Afrique du Sud)

III) Projets scientifiques

Notre laboratoire s'appelait « Pétrophysique et Tectonique des Bassins » dans le contrat précédent, reflétant les deux axes de recherche majeurs et historiques. Cependant les actions d'une part en tectonique, d'autre part en pétrophysique n'ont jamais été découplées, et la plupart des études menées l'ont été en synergie entre les spécialistes en tectonique - géodynamique et les spécialistes en pétrophysique - géomécanique. Par ailleurs nos activités se sont diversifiées depuis, avec en particulier l'émergence de thèmes liés à l'environnement. Nous proposons donc ici une présentation de nos projets pour le prochain quadriennal en deux parties, avec d'une part les actions de recherche en « **géosciences** » au sens large, d'autre part les actions ciblées « **environnement** », en accord avec le nouveau nom proposé pour le laboratoire, « **Géosciences & Environnement Cergy** ». Là encore les deux grands thèmes ne sont pas cloisonnés : ainsi les outils de la pétrophysique sont largement utilisés aussi bien dans les actions « géosciences » que dans les actions « environnement ». Cette ouverture de nos problématiques répond à deux exigences : (1) appliquer nos savoirs-faire à des questions sociétales et (2) développer des collaborations avec d'autres laboratoires de l'UCP réunis au sein de la « Fédération Matériaux » de l'UCP. On remarquera que toutes les actions en

géosciences sont financées sur programmes ou contrats. Ceci n'est pas encore vrai pour les actions « Environnement » qui dépendent encore trop des crédits récurrents du laboratoire. Cette situation, qui évoluera forcément au cours du prochain contrat quadriennal, montre bien néanmoins l'attitude volontariste du laboratoire vis-à-vis de cet élargissement thématique.

1) Actions thématiques « GEOSCIENCES »

▪ *Marge sud-téthysienne*

Participants : D. Frizon de lamotte, P. Leturmy

Thésards impliqués : N. Mouchot, C. Raulin, J-C. Wrobel-Daveau

Ingénieure contractuelle : F. Fornacciari

Collaborations extérieures : E. Barrier (CNRS-UPMC, Paris), J-P. Callot (IFP), M. Hafid (univ. Kenitra), J. Letouzey (IFP), S. Khomsi (CRST, Tunis), M. Pubellier (CNRS-ENS, Paris), G. Ruiz (univ. Neuchâtel), O. Saddiqi (univ. Casablanca), S. Sherkati (NIOC, Iran), H. Zeyen (univ. Paris-Sud).

Financement : 4 conventions de recherche avec TOTAL (resp. D. Frizon de Lamotte ou P. Leturmy, UCP); ANR « TopoAfrica » (resp. F. Guillocheau, Géosciences-Rennes).

Contexte de l'action et problématique générale:

Le laboratoire est actif depuis de nombreuses années sur deux zones géographiques dans le Zagros iranien et au Maghreb (voir bilan). Nos activités sur ces chantiers ont été financées par différentes sources (programme MEBE, convention avec l'IFP et la NIOC, projet « relief » de l'INSU, programme bilatéral franco-marocain « volubilis », projets internes de l'UMR 7072). Nous disposons désormais de financements beaucoup plus importants grâce à notre intégration dans le programme ANR « TopoAfrica » et surtout grâce à une série de conventions de recherche avec la compagnie Total. A partir de nos deux points d'accrochage initiaux au Maghreb et en Iran, nous nous fixons comme objectif général d'aboutir en 4 ans à une vision intégrée de l'évolution Mésozoïque et Cénozoïque de la marge sud-téthysienne de l'Atlantique à la mer d'Oman.

Les objectifs scientifiques généraux sont les suivants :

- comprendre les interconnexions dans le temps et l'espace entre les différents systèmes de rifts : rift de la Néo-Téthys à l'est, de la Téthys Alpine à l'ouest, rifts de Sirt et du Levant au centre du système ;
- comprendre pourquoi depuis le Crétacé Supérieur, la déformation est enregistrée dans la plaque Afrique de façon discontinue alors que la convergence des plaques Europe et Afrique, elle, est continue ;
- comprendre l'origine des mouvements verticaux localisés, comme le soulèvement thermique du Maroc au Miocène, ou généralisés comme la subsidence et le changement complet du régime sédimentaire qui débute à l'Oligocène et se poursuit jusqu'au Miocène Supérieur que le contexte soit celui d'une collision continentale (Zagros) ou non (Méditerranée).

Les moyens mis en œuvre sont :

- des travaux de terrain ciblés sur des objectifs précis

- des travaux de synthèse donnant lieu à la production de cartes et coupes à grande échelle.

- **actions ciblées : Zagros (conventions TOTAL)**

Dans la chaîne du Zagros, les travaux récents en géologie structurale ont étudié principalement le style de plissement et la cinématique d'ensemble en établissant une série de coupes équilibrées à grande échelle qui permettent d'avoir une idée précise du raccourcissement horizontal enregistré dans cette chaîne. Notre laboratoire a largement contribué à ces avancées à travers les thèses de M. Molinaro (2004), S. Sherkati (2004), S. Jahani (2008) et les nombreux articles qui en sont issus. Nous avons l'opportunité de poursuivre ce travail grâce à un financement de la compagnie TOTAL dans le cadre d'une thèse CIFRE pour le Zagros Iranien.

Le projet est centré sur la quantification de ces mouvements verticaux, leur chronologie et leurs relations avec la cinématique globale.

Les mouvements verticaux de grande ampleur sont associés au raccourcissement crustal (failles de socle) mais aussi à des processus profonds (rupture du slab conduisant à un amincissement de la lithosphère). Nous nous focaliserons sur un secteur encore mal connu du Zagros occidental.

Le Zagros est segmenté par de grandes failles de socle responsables de soulèvements considérables (entre 2500 et 5000m). **L'objectif premier est de comprendre la cinématique de ces grandes failles en termes de déplacements horizontaux et verticaux et de chronologie.** Pour cela, nous proposons différentes approches.

- L'**analyse structurale** (données de surface et de sub-surface) visera, en utilisant les méthodes classiques d'équilibrage et de restauration, à mesurer les déplacements horizontaux de part et d'autre de la faille de la MFF.
- L'**analyse géomorphologique** du système de drainage permettra de contraindre la cinématique des structures.
- L'**analyse thermo-chronologique**, enfin, permettra de dater l'âge du fonctionnement de la faille de Balarud et donc l'âge du détachement lithosphérique et de l'engagement généralisé du socle dans la déformation.

De façon plus générale, nous attendons de cette étude une meilleure compréhension de la création de relief en système de convergence collisionnel et des différents facteurs qui y contribuent, ici le raccourcissement crustal et le détachement lithosphérique.

- **actions ciblées : Grand Maghreb (ANR TopoAfrica).**

Le Maghreb est une région très particulière du continent africain. C'est la seule, en fait, où les effets de la convergence Afrique-Europe sont clairement exprimés par le développement de systèmes orogéniques [le Tell-Rif (Maghrebides) et les Atlas]. Avant l'inversion à l'Eocène des bassins mésozoïques, qui est à l'origine des chaînes actuelles, des déformations plus discrètes se sont développées. Il s'agit notamment de plis d'échelle lithosphérique affectant non seulement le futur domaine orogénique mais aussi son Avant-Pays saharien. Nous venons de mettre en évidence ces structures au Maroc et nous proposons d'étendre notre analyse vers le sud, en Mauritanie (Dorsale Reguibate), et vers l'est, sud de la Tunisie-Lybie (Djéffara) d'une part et Egypte (Western Desert) d'autre part. L'objectif est d'analyser la géométrie des dépôts post-turonien et d'entreprendre des études thermo-chronologiques, très peu nombreuses dans ce secteur de l'Afrique.

- **production de documents synthétiques.**

Grâce à l'accès aux données pétrolières, nous serons en mesure d'élaborer des documents synthétiques permettant une présentation unifiée de la marge sud téthysienne de l'Atlantique jusqu'à la mer d'Oman. Nous allons construire une carte structurale comportant, outre les systèmes orogéniques, l'épaisseur totale des sédiments dans les bassins sédimentaires, l'âge de la subsidence maximale, les principales failles (avec indication de leur âge), les principales structures d'inversion (avec leur âge). Parallèlement, nous allons construire une dizaine de coupes à grande échelle.

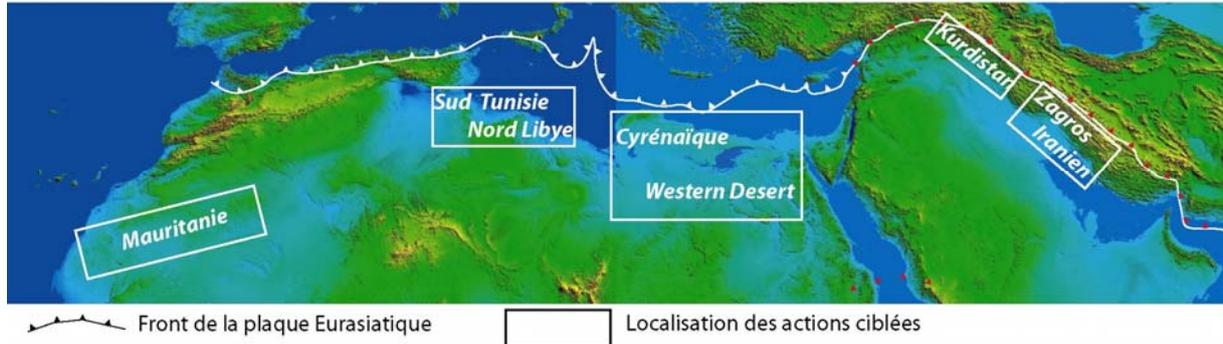


Fig. 1 : localisation des chantiers de la marge sud-téthysienne

▪ **Failles actives**

Participants : C. Aubourg, J.C. Colombier, C. David, R. Hébert, B. Ledésert, L. Louis, S. Lallemand, B. Menéndez, P. Robion

Thésards impliqués : F. Humbert, Y.M. Chou

Collaborations extérieures : S.R. Song (NTU, Taiwan), A.M. Boullier (U. Grenoble), D. Lockner (USGS, USA), P. Henry (CEREGE)

Financement : INSU, Bourse d'excellence Eiffel, PHC ORCHID, USGS

Notre action de recherche sur les « **failles actives** » s'est avérée être la plus fédératrice au sein de notre laboratoire. Nous souhaitons donc poursuivre nos efforts dans la caractérisation pétrophysique d'échantillons de roches extraits de forages profonds traversant des failles actives dans le cadre de programmes nationaux ou internationaux. Plus précisément, notre activité de recherche va être intensifiée au cours des prochaines années dans les programmes suivants:

- **Programme Nantroseize**

Le programme NANTROSEIZE (NANKai Trough SEIsmogenic Zone Experiment) est la première action intégrée de grande ampleur du nouveau programme international de forage IODP. L'objectif général est l'étude de la zone de **transition sismique-asismique** à l'extrémité supérieure de la zone sismogène dans la zone de subduction de Nankai. Le projet est organisé en trois phases. La première phase comprend des forages peu profonds (<2 km) sur l'ensemble de la marge de la fosse à l'avant-arc. La deuxième phase est le forage profond (3.5 km sous le fond) d'un chevauchement satellite. La troisième phase est le forage profond (7 km) du plan de subduction. Outre l'échantillonnage, l'installation d'un réseau

d'observatoires longue durée en puits et sur le fond de la mer est un aspect essentiel du projet à long terme.

Notre laboratoire a participé à la phase 1 du projet, au même titre que d'autres équipes universitaires françaises (CEREGE, CRPG, IPGS,...). Un financement a été obtenu en 2007 dans le cadre du programme INSU 3F, renouvelé en 2008 (programme INSU accompagnement de campagne à la mer), sous la coordination de Siegfried Lallemand qui était par ailleurs co-chef de mission de la deuxième campagne en novembre-décembre 2007. Laurent Louis a également été directement impliqué dans le déroulement du programme en tant qu'embarquant sur la mission 316 (Mega Splay fault et Frontal Thrust). Les principales actions affichées au début du projet comportaient :

- une synthèse multi-échelles sur la zone d'étude (intégration de données sismiques et de diagraphie, enregistrements sédimentaires) ;
- un regroupement de compétences et de moyens autour de l'étude des propriétés physiques des sédiments rencontrés (logging, anisotropies, perméabilité, essais mécaniques) ;
- un ensemble d'analyses géochimiques destiné à identifier dans les cristallisations récentes des phénomènes transitoires liés notamment à la rupture ou à la remontée de fluides en provenance de la zone sismogène (minéralogie, datation, traçage isotopique, inclusions fluides).

Les échantillons obtenus à l'issue de cette première campagne de forage sont actuellement en cours d'analyse dans les laboratoires participants, et une troisième demande de financement (Action sur projet INSU 2009) portée par Pierre Henry (CEREGE – Collège de France) devrait venir soutenir les efforts développés sur ce chantier ainsi que ceux envisagés pour la campagne 2009. En tant que spécialistes des anisotropies de propriétés physiques, nous avons entrepris des mesures fines de vitesse de propagation d'onde P, de propriétés magnétiques et de conductivité électrique sur des échantillons préparés à bord. D'autres analyses (fraction argileuse, conductivité de surface, porosimétrie mercure, tomographie X très haute résolution) viendront compléter les données sur une sélection d'échantillons se distinguant du signal de fond au voisinage des zones faillées.

- *Forage TCDP (Taiwan Chelungpu-fault Drilling Project)*

Une collaboration avec National Taiwan University a été établie avec l'équipe du professeur Sheng Rong Song, et une thèse dans notre laboratoire porte en partie sur l'analyse des échantillons du forage TCDP (Fabien Humbert). Le projet vise à caractériser l'anisotropie de plusieurs propriétés pétrophysiques (vitesse des ondes P, susceptibilité magnétique, conductivité électrique) d'échantillons de grès et de silts extraits des formations encaissantes de la faille de Chelungpu. L'étude préliminaire a montré une fabrique magnétique cohérente quelque soit la lithologie et la profondeur des échantillons, caractéristique d'une fabrique tectonique associée à un raccourcissement parallèle aux couches (LPS). Pour les grès, l'anisotropie de vitesse des ondes P suggère la présence d'une source additionnelle d'anisotropie, à savoir une famille de fissures perpendiculaires à la stratification (Louis *et al.*, 2008). Nous disposons pour 2008 et 2009 d'un financement dans le cadre du programme de collaboration franco-taiwanais PHC ORCHID pour poursuivre cette étude qui se focalise sur trois aspects : 1) **compléter les données sur l'anisotropie** en utilisant les nouveaux moyens analytiques du laboratoire - porosimétrie mercure, ferrofluides, système automatisé de mesure de vitesses -, 2) **comprendre les anomalies de susceptibilité magnétiques observées près des zones de faille**. Une étude préliminaire a en effet montré que la susceptibilité magnétique augmente significativement au voisinage de la faille activée par le séisme de Chi-Chi en 1999,

3) **compléter l'étude du comportement mécanique** et élucider les observations déjà faites concernant l'affaiblissement des roches en présence d'eau. La thèse en cours au laboratoire (F. Humbert) a déjà amplement bénéficié de cette collaboration (voyages, facilités d'imagerie, échantillonnage) et elle complète actuellement l'étude des compositions minéralogiques, fabriques magnétiques et distribution des minéraux à forte susceptibilité jusque dans les trois principales zones de failles identifiées dans le puits B du forage TCDP.

La thèse de Yu-Min Chou, en co-tutelle avec le Pr. Shen Rong Song, vise à mieux comprendre l'origine du magnétisme des zones de gouge, et en particulier pour mieux expliquer l'origine du pic de susceptibilité magnétique, qui est une signature diagnostique des zones de gorges dans le forage de Chelungpu. Les résultats préliminaires sont d'ores et déjà de premier ordre avec: 1) l'identification de l'enregistrement d'une aimantation lors du séisme de ChiChi, confiné dans la zone de gouge, 2) des anomalies magnétiques jusqu'à 5 ordres de grandeur (la susceptibilité présente une variation d'un ordre de grandeur) dans une zone de quelques mm dans la zone de gouge, et 3) une minéralogie très particulière avec des phases magnétiques exotiques dans la zone de quelques mm qui peut être l'équivalent d'une zone d'intense friction. Yu-Min Chou va maintenant se concentrer sur la caractérisation de cet enregistrement paléomagnétique et mieux détailler la minéralogie magnétique pour identifier, éventuellement, les conditions redox et la présence de fluides.

- ***Forage SAFOD (San Andreas Fault Observatory at Depth)***

Nous avons commencé à étudier les propriétés pétrophysiques de quelques échantillons du forage SAFOD ayant traversé la faille de San Andreas. Lors des opérations de forage des phases I et II du projet SAFOD trois faciès ont été échantillonnées à différents stades de progression. Deux faciès (arkose et silt) échantillonnés de part et d'autre de la faille de San Andreas sont partiellement en cours d'étude au laboratoire, grâce à une collaboration de longue date avec Teng-fong Wong de l'Université de Stony Brook (USA). Il s'agit pour nous d'étudier à l'échelle du cm leurs propriétés physiques, les anisotropies associées et leur origine microstructurale. Un travail est par ailleurs en cours sur la faisabilité de la réorientation des échantillons en utilisant notre magnétomètre. L'étude des relations entre anisotropie de vitesse d'ondes P, anisotropie de susceptibilité magnétique et microstructure est en voie de finalisation à travers un volet imagerie tomographique RX à très haute résolution (quelques microns) de manière à identifier les caractéristiques microstructurales réellement responsables des anisotropies mesurées, tout en faisant la distinction entre structures héritées (stratification, fracturation antérieure à l'activité sismique) et structures géométriquement liées à la trace de la faille de San Andreas.

Un appel à projets a été lancé en 2007 pour exploiter les échantillons prélevés au cours de la phase III (dédiée au prélèvement) du programme SAFOD et notre laboratoire devrait bénéficier de nouveau matériel à étudier au plus près des zones dans lesquelles une déformation continue a été identifiée (déformation du casing), dans le cadre du volet « Physique des Roches » piloté par David Lockner (USGS).

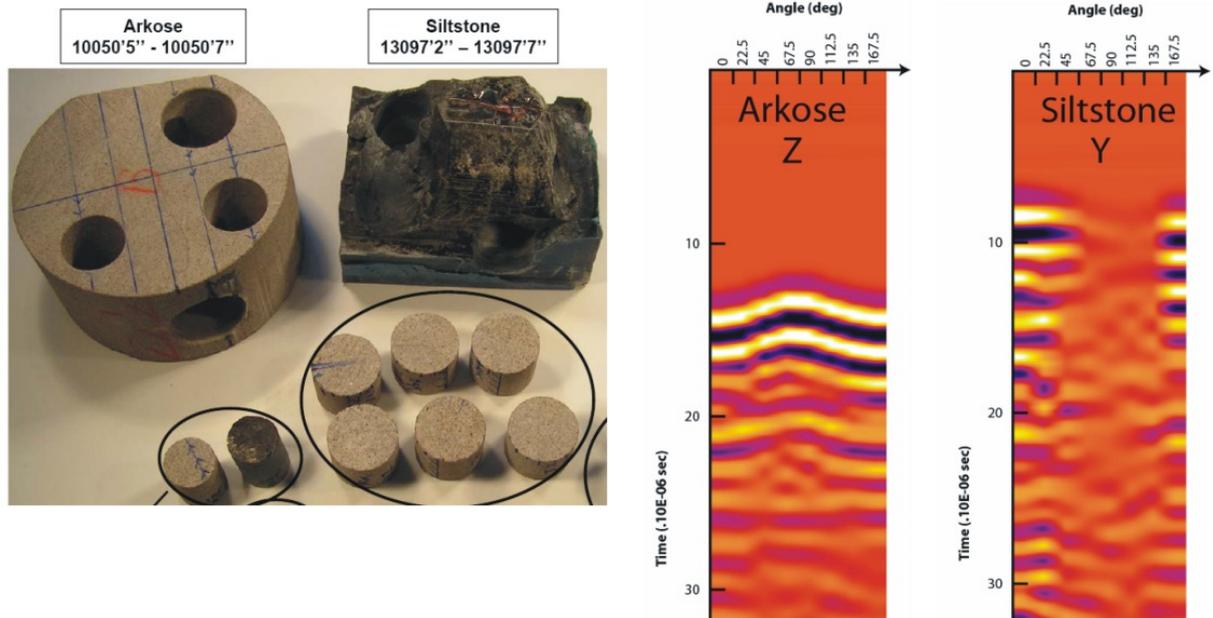


Fig. 2 : Etude préliminaire de l'anisotropie des vitesses d'onde P dans des arkoses et des silts prélevés dans le forage principal SAFOD. La figure de droite représente une cartographie en couleurs des amplitudes des ondes pour différentes directions de propagation. Alors que les arkoses présentent une anisotropie claire, les silts sont plus hétérogènes et des directions à forte atténuation apparaissent, correspondant à un parcours d'ondes traversant des veines identifiées sur les carottes.

▪ **Approche multi-échelles de la déformation dans les formations carbonatées**

Participants : C. David, P. Robion, B. Menéndez, B. Maillot, D. Frizon de Lamotte, L. Louis

Thésards impliqués : L. Casteleyn

Collaborations extérieures : P.-Y. Collin (UMR 7072, Paris VI), J.P. Callot (IFP), P. Baud (EOST Strasbourg), S. Vinciguerra (INV Rome), Y. Leroy (ENS Paris), J.M. Daniel (IFP)

Financement : ressources propres, convention de recherche IFP, contrat Gaz de France (avec P.-Y. Collin)

Nous souhaitons nous investir de plus en plus dans l'étude des formations carbonatées d'un point de vue pétrophysique, mécanique et tectonique. Ce thème de recherche est particulièrement porteur autant pour l'intérêt suscité par les formations réservoirs carbonatées auprès des pétroliers, que du point de vue du stockage géologique du CO₂ pour lequel une des cibles potentielles serait les formations carbonatées du Bassin de Paris. Plusieurs axes de recherche seront menés :

- **Caractérisation pétrophysique et diagénétique des calcaires de l'Oolithe Blanche**

L'objectif de ce projet est d'étudier les relations entre les propriétés de circulation des fluides et les faciès sédimento-diagénétiques dans la formation de l'Oolithe Blanche, (Bathonien inférieur, sud-est du bassin de Paris). Le projet PICOREF (Pilote d'Injection du CO₂ dans les REservoirs en France) a montré l'intérêt de cette formation en tant que réservoir pour le stockage géologique du CO₂ avec comme principale difficulté, l'hétérogénéité des

propriétés pétrophysiques qui la caractérise. En particulier, la distribution spatiale de ces propriétés est liée principalement à la répartition des caractéristiques sédimentaires (texture, granulométrie) et diagénétiques (précipitation vs dissolution). Pour comprendre et contraindre les migrations de fluides, il devient indispensable de définir quelle est la part du contrôle sédimentaire et diagénétique sur les propriétés pétrophysiques (porosité - perméabilité) de ces ensembles carbonatés afin de prédire les géométries des réservoirs carbonatés et/ou des barrières de perméabilité. Les formations calcaires du Bathonien inférieur de l'est du Bassin de Paris (formation de l'Oolithe Blanche qui constitue un des aquifères principaux du bassin de Paris) se prêtent idéalement à cette étude du fait de leur grande variété faciologique et diagénétique. L'approche que nous privilégions actuellement est **microstructurale** avec comme objectif la compréhension des relations entre la structure de la porosité observée et mesurée dans l'oolithe et les propriétés physiques d'écoulement des fluides (perméabilité, imbibition capillaire). Cela passe par la confrontation entre les mesures de porosité (mercure et eau), l'analyse d'image (microscopie électronique et optique). De même, nous développons des méthodes qui permettent de caractériser **l'orientation des microstructures** dans un référentiel géographique. En particulier, deux méthodes sont utilisées, l'étude de l'anisotrope de propagation des vitesses acoustiques (onde P), et l'anisotropie de saturation par ferrofluides. Nous obtenons ainsi l'anisotropie de la distribution des microstructures, si elle existe. Par ailleurs ces distributions, d'échelle microstructurale, sont directement confrontées aux observations de fracturation sur le terrain, d'échelle intermédiaire. Ce travail concerne une partie de la thèse de Lisa Casteleyn démarrée en 2007.

- ***Modèles de plissement dans les formations réservoirs carbonatées***

Ce projet rentre dans le cadre des relations étroites que nous entretenons avec le groupe de géologie de l'IFP et le laboratoire de géologie de l'ENS. L'objectif principal est de développer un modèle de plissement prenant en compte les interactions fluide-roches, et donc la rhéologie. L'étude s'appuiera sur des **campagnes de terrain sur des analogues réservoirs** pour lesquels la texture, la minéralogie, les propriétés mécaniques et de transport seront étudiées à différentes échelles pour en dégager un scénario possible pour l'histoire diagénétique et tectonique qui soit compatible avec les structures observables actuellement, notamment les fractures et les stylolithes. Les structures sélectionnées sont (1) le pli de Sheep Mountain (Wyoming, USA), (2) le pli de Tagragra (Maroc), et (3) un pli dans l'arrière-pays Diois (Alpes). Les études de terrain seront complétées par une **caractérisation en laboratoire des propriétés pétrophysiques et des microstructures**, en se focalisant notamment sur la déformation enregistrée à cette échelle. Enfin les données acquises à plusieurs échelles serviront à la modélisation mécanique dont la finalité est de **prédire la forme d'un pli à partir de l'équilibre mécanique, en fonction de la rhéologie des matériaux géologiques**. Ces prédictions seront contraintes par des expériences analogiques sur boîte à sable. Un financement avait été demandé à l'ANR (ANR Blanc « FADMAF ») mais le projet n'a pas été retenu.

- ***Analyse de la déformation mécanique dans des roches carbonatées à forte porosité***

Nous avons récemment commencé une collaboration avec Patrick Baud (EOST Strasbourg) et Sergio Vinciguerra (INGV Rome) sur la **déformation mécanique de roches carbonatées à forte porosité**. La question posée dans cette étude est de savoir s'il est possible, et si oui dans quelles conditions, de développer des bandes de compaction dans des carbonates : alors que ces structures de déformation compactantes localisées sont couramment observées dans les grès à forte porosité aussi bien en laboratoire que dans certaines formations géologiques, l'existence de telles structures compactantes dans les carbonates n'a pour ainsi dire jamais été démontrée. Une étude préliminaire a d'ores et déjà été soumise à publication

récemment (Baud, Vinciguerra, David et al., « Compaction and failure in high-porosity carbonates: mechanical data and microstructural observations », soumis à PAGEOPH, 2008). Enfin, comme c'est déjà le cas pour les grès (cf. paragraphe « Imagerie des structures de déformation et des transferts de fluides dans les roches réservoir »), des échantillons déformés de carbonates pourront faire l'objet d'analyses spatiales de la déformation à partir d'images obtenues au scanner à rayons X.

▪ ***Approche mécanique du plissement et du chevauchement : modélisation numérique et analogique***

Participants : B. Maillot, C. Barnes

Thésards impliqués : N. Cubas, P. Souloumiac, G. Kampfer

Collaborations extérieures : Y. Leroy (ENS Paris), C. Krabenhof (SHELL), Manuel Pubellier (ENS Paris)

Financement : ressources propres, convention de recherche IFP, SHELL (thèse de G. Kampfer, autre thèse en discussion), TOTAL (projet avec M. Pubellier)

Notre projet s'inscrit dans la continuité du contrat en cours, et vise à élaborer une méthode de prédiction de **l'évolution de la géométrie des chevauchements et de la topographie associée**. Cette méthode doit être capable de traiter les failles comme des discontinuités, et doit être plus légère que les méthodes d'éléments-finis. Elle est basée sur les théorèmes de l'analyse limite et consiste à relier la cinématique (paramétrée comme dans les modèles cinématiques classiques de la géologie structurale) à la résistance maximale des failles et du milieu intact (critère de Coulomb), par optimisation de la poussée tectonique globale.

La validation de ces prédictions sera conduite par des **essais analogiques** où l'on mesurera la position et la durée de vie des chevauchements ainsi que la force de poussée. Ces observables seront ensuite inversées par rapport aux paramètres de Coulomb, à l'aide de notre méthode qui jouera le rôle du modèle direct. Ce traitement inhabituel des expériences analogiques est conçu pour être directement applicable à des observables de terrain.

Développements théoriques et numériques : (i) Généralisation à 3 dimensions et application à la prédiction des effets de bords dans les boîtes à sable. (ii) Conjuguer à chaque incrément du raccourcissement les deux parties de la méthode, qui fournissent respectivement la cinématique et le champ de contraintes optimisés. .

Développements expérimentaux : (i) Mesure de la force de poussée externe, et capteurs au contact direct du sable. (ii) automatisation partielle pour améliorer la reproductibilité et augmenter la cadence des réalisations dans le but d'affiner la caractérisation statistique des résultats. (iii) visualisation des faibles déformations du sable par étude de l'imbibition. (iv) réalisation d'une grande boîte expérimentale pour études de cas de terrain.(ex. Chaîne du Lenguru, Pli de Pampa Tril)

Applications géologiques : Analyser la cinématique active dans les chaînes de chevauchements-plissements en termes de distribution de probabilité des paramètres de résistance. Là, notre méthode constituerait une généralisation numérique de la théorie du prisme critique. Une application préliminaire au front du prisme de Nankai nous assure la faisabilité d'une telle approche.

▪ **Imagerie des structures de déformation et des transferts de fluides dans les roches réservoirs**

Participants : C. David, B. Menéndez, L. Louis, J. C. Colombier

Collaborations extérieures : P. Baud (EOST Strasbourg), T.f. Wong (SUNY Stony Brook, USA), [J. M. Mengus, N. Gland, E. Rosenberg] (IFP), Sergeï Stanchits (GFZ Potsdam)

Financement : ressources propres, convention de recherche IFP

Depuis plusieurs années nous nous intéressons à l'imagerie des structures de déformation dans les roches réservoirs. L'étude des interactions entre localisation de la déformation et transferts de fluides est un pré-requis pour la compréhension des migrations de fluides dans les zones de failles. Dans les contextes réservoir au sens large, les besoins d'optimisation de l'extraction et du stockage impliquent de clarifier l'impact sur le transport des zones de déformation localisées (drain ou barrière ?). Un des axes de travail concerne l'analyse spatiale et statistique des zones de compaction dans des grès à forte porosité ($\geq 20\%$) à partir d'images de tomographie RX haute résolution (~ 50 microns). Contrairement au cas de la déformation dilatante dans laquelle les zones de cisaillement sont aisément identifiables au scanner RX grâce à des augmentations locales de porosité, les zones de compaction localisée ne présentent pas de contrastes de densité suffisamment élevés pour être distinguées du reste de l'échantillon. Nous avons développé une analyse basée sur le calcul local d'un **indicateur d'homogénéité**, le coefficient de variation, qui nous a permis de rendre visibles des bandes de compaction dans lesquelles le broyage des grains avait homogénéisé localement la distribution des densités. Dans un autre exemple, lorsque la texture des échantillons s'y prêtait, nous avons mis à profit des laminations naturelles pour mettre en évidence par corrélation d'images des zones préférentielles de raccourcissement en utilisant des radiographies RX acquises avant et après déformation. Les développements actuels et futurs visent à étendre l'utilisation du coefficient de variation à des images dont la résolution est volontairement dégradée par pas successifs, de manière à mettre en évidence la dépendance vis-à-vis de l'échelle d'observation de la valeur de cet indicateur d'homogénéité, ce qui nous permet par exemple de montrer l'effet de la taille moyenne des pores, celui de la compaction, et de tenter de retrouver l'échelle à laquelle l'homogénéisation consécutive à la déformation s'est produite.

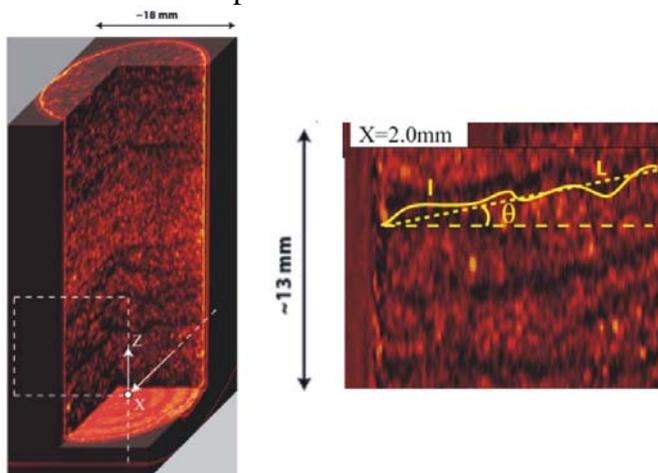


Fig. 3 : Tomographie aux rayons X et analyse statistique des cartes de densités pour mettre en évidence la présence de bandes de compaction dans un grès ayant été déformé sous contraintes triaxiales. L'analyse donne accès à l'orientation et l'épaisseur des bandes (Louis et al., 2006).

Récemment le **couplage déformation – transfert de fluides** dans les roches réservoirs a été étudié via des expériences au scanner au rayon X (*David et al.*, GRL 2008). En résumé cette étude a permis des avancées notables dans l'étude des relations entre propriétés microstructurales, endommagement et transfert de fluide grâce au développement d'expériences originales sous le scanner RX de l'IFP. Concrètement il s'agissait de réaliser des expériences d'imbibition capillaire d'abord sur des échantillons intacts puis sur des échantillons déformés mécaniquement dans une presse triaxiale sous faible confinement, avec enregistrement des émissions acoustiques. Les principaux résultats obtenus ont permis de montrer la géométrie des fronts d'imbibition et leur modification lorsque la roche a subi une déformation mécanique proche du seuil de rupture.

A présent nous souhaitons poursuivre cette étude en nous focalisant sur les **roches carbonatées**. Nous souhaitons également tester **différents modes de chargement** des échantillons au cours des essais mécaniques :

- chargement à contrainte imposée (fluage) sur des durées plus importantes,
- oscillations forcées de la pression fluide au voisinage du seuil de rupture,
- comparaison entre déformation en régime drainé et non drainé.

L'acquisition des **émissions acoustiques** restera un outil privilégié pour caractériser l'endommagement subi par les échantillons. Nous avons tout récemment commencé une collaboration avec Sergei Stanchits (GFZ Potsdam) pour réaliser les expériences d'imbibition sous scanner sur des échantillons dans lesquels des **bandes de compaction** auront été induites sous chargement triaxial. Ceci permettra de compléter notre étude précédente sur l'influence de la déformation localisée sur le transport de fluides.

▪ ***Roches magmatiques : volcans et dykes***

Participants : C. Aubourg, C. David, B. Menéndez, L. Louis, P. Robion, J.C. Colombier

Thésards impliqués : W. Hastie

Collaborations extérieures : J.F. Lénat (U. Clermont-Ferrand), M. Watkeys (Durban University, Afrique du Sud)

Financement : ANR Forages PdF, CNRS/NRF

- ***Valorisation scientifique des forages géothermiques du Piton de la Fournaise***

Nous allons participer à la campagne de forages de reconnaissance géothermique qui va être réalisée par le Conseil Régional de La Réunion en 2008-2009 sur le volcan Piton de la Fournaise. Il s'agira de forages de petit diamètre qui devraient atteindre la profondeur de 1500 mètres à finalité géothermique. L'ouverture des forages à la communauté scientifique constitue une opportunité exceptionnelle de réaliser une avancée significative dans la **connaissance du volcanisme de La Réunion** dans divers domaines des sciences de la Terre. En effet le forage donnera accès d'une part à une séquence continue d'échantillons des produits du Piton de la Fournaise et, peut-être, des édifices sous-jacents, d'autre part à des mesures physiques et chimiques dans le forage. Notre contribution dans ce programme de recherche pluri-équipes concerne la mesure en laboratoire des **propriétés pétrophysiques** (vitesses des ondes P et S, conductivité électrique, susceptibilité magnétique, perméabilité) et de leur anisotropie, avec pour objectif d'étudier la variabilité des ces propriétés en relation avec les conditions de mise en place dans l'édifice volcanique. Le programme de recherche

est piloté par Jean-François Lénat et va bénéficier d'un **financement par l'ANR** (programme « ANR Blanc » Forages PdF, 2008).

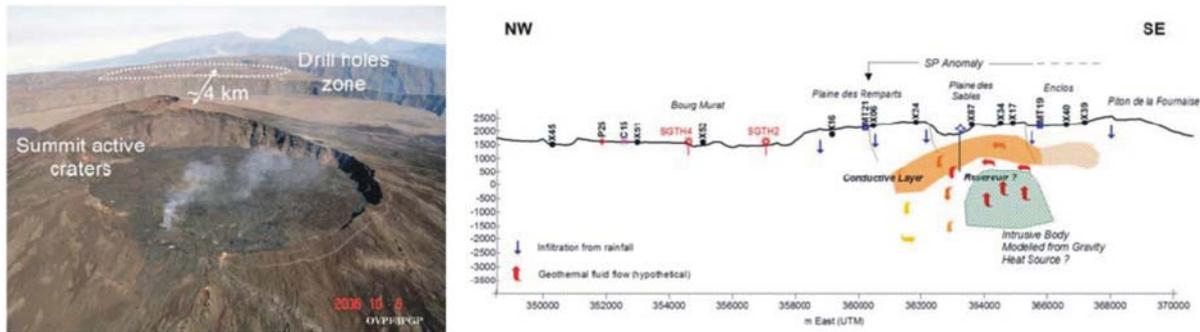


Fig. 4 : Localisation de l'anomalie géothermique et de la zone possible de forages.

- **Etude d'essaims de dykes en Afrique du Sud**

Des essaims de dyke radiaux partent du point triple de Nuanetsi en Afrique du Sud, suggérant que ce point triple est à l'aplomb d'un point chaud. L'essai de dyke Okavongo d'orientation E-W et situé à l'ouest du point triple a été étudié et nous avons pu montrer un écoulement régional latéral vers l'ouest, c'est-à-dire centrifuge. L'accent est maintenant porté sur les essaims de dyke du Lebombo et Roi Rand, orientés N-S et situé au Sud du point triple. Diverses techniques de fabrication magnétique, d'analyses d'orientations préférentielle de forme, et d'EBSD seront utilisés. L'essai de dyke du Roi Rand, mis en place à la fin de l'événement Karoo (~174 Ma, Ar/Ar) est un système de dorsale avortée, avec l'opportunité de tester les écoulements dans ce contexte unique.

▪ **Circulation de fluides dans les marges actives**

Participants : B. Ledésert, R. Hébert, S. Lallemand

Thésards impliqués : M. Sabin

Collaborations extérieures : H. Zeyen (U. Paris Sud)

Financement : Il s'agit d'un travail sur des données déjà acquises. Leur valorisation peut se faire grâce à une allocation du CNRS (allocation spécifique pour étudiant handicapé)

Cet axe de recherche concerne l'étude expérimentale et la modélisation des **circulations de fluides fossiles et actuelles sur la marge active Hikurangi** (Nouvelle Zélande). Les marges actives, et plus particulièrement celles présentant des prismes d'accrétion, sont soumises à d'intenses circulations de fluides. Les prismes présentent de nombreuses discontinuités (failles, niveaux de décollement, discordances) susceptibles de servir de drains aux fluides. Les **structures d'échappement de fluides** (notées SEF par la suite) peuvent être fossiles (concrétions tubulaires recoupant les séries) ou actuelles (volcans de boue, événements de gaz, sources froides ou chaudes).

Notre laboratoire possède une bonne expérience sur le prisme du Makran (thèse de N. Mouchot en cours de finalisation) et celui de Nankai (thèse F. Humbert en cours), mais les études à terre y sont difficiles. Il nous a donc paru judicieux de coupler les études sur le

Makran et sur Nankai avec des travaux en Nouvelle Zélande où le prisme affleure largement et présente de beaux exemples d'expulsion de fluides directement accessibles.

Une thèse a débuté en septembre 2007 (allocation CNRS) durant laquelle l'accent est plus particulièrement mis sur les relations qui existent entre les SEF et les discontinuités. A terre, il s'agit d'investigations géophysiques de sub-surface (sismique marteau, prospection électrique ; missions effectuées en 2006 et 2007). Sur les prismes inaccessibles, des données de géophysique marine (sismique réflexion, bathymétrie) seront exploitées et couplées avec l'observation de photographies aériennes et satellite sur lesquelles les discontinuités apparaissent clairement. Les données de géophysique à terre et en mer seront comparées et permettront une approche à des échelles différentes. Des analyses géochimiques (majeurs, traces, terres rares, isotopes stables ; exploitation des données en cours), magnétiques et micropaléontologiques permettront d'identifier la source des sédiments et des eaux mobilisées échantillonnées à terre en Nouvelle Zélande. Des modélisations numériques seront effectuées pour décrire la croissance des SEF fossiles et pour comprendre la structuration de l'île du Nord en zone Sud à prisme et fluides froids et zone Nord sans prisme bien développé et à fluides chauds.

De nombreuses données sont déjà disponibles (géochimie, minéralogie, pétrographie, 2 campagnes de géophysique) et seront traitées durant cette thèse. D'autres données seront acquises durant la thèse par le doctorant et ses encadrants (compléments de géophysique, forage à terre pour contrôle des paramètres mesurés en prospection électrique).

▪ ***Impact thermique dans les bassins et les chaînes plissées et mise au point d'un géothermomètre magnétique.***

Participants : C. Aubourg, R. Hébert, B. Ledéser, P. Robion.

Thésards impliqués : M. Kars, F. Sapin, M. Abdelmalek.

Collaborations extérieures : J. P. Pozzi (ENS), J. P. Girard (Total), D. Janots (ENS), M. Pubellier (CNRS ENS), F. Baudin (UPMC), L. Geoffroy (Université du Maine), N. Clauer (CGS Strasbourg), O. Vidal (LGCA, Grenoble), E. Deville (IFP)

Financement : Total, GDR Forpro

Suite à la découverte d'un équilibre de deux minéraux magnétiques à basse température et qui laisse présager la mise au point d'un **géothermomètre basse température** (MagEval), nous sommes impliqués dans plusieurs chantiers pour valider notre approche. L'objectif est de produire des courbes d'étalonnage du géothermomètre dans une gamme de 100°C à 200°C et pour des roches sédimentaires variées, allant des roches mères (argilites) aux roches réservoirs (grés, carbonates). Les chantiers d'applications sont :

* La marge volcanique du Groenland (Thèse M. Abdelmalek) où des bassins Crétacé sont impactés thermiquement par des intrusions magmatiques contemporaines de la crise climatique Paléocène-Eocène (~55 Ma). Les résultats montrent sur la côte Est que le géothermomètre magnétique est applicable. Nous nous concentrons maintenant sur la cote Ouest où les bassins crétacés semblent avoir subi une maturation plus importante.

* Le prisme d'accrétion Eocène de Bornéo (Thèse F. Sapin) . Les résultats préliminaires montrent que le géothermomètre magnétique est applicable dans les formations

type roches mères. L'objectif est de coupler l'histoire thermique à une reconstitution géodynamique de ce prisme.

* Les chaînes subalpines françaises. Là encore, le géothermomètre magnétique semble applicable sur les formations du Callovo-Oxfordien.

* Des études sur forage (Thèse Myriam Kars) pour calibrer le géothermomètre magnétique aux autres index de maturation.

2) Actions thématiques « ENVIRONNEMENT »

Sur quelques thèmes liés à des problématiques environnementales, nous travaillons en synergie avec des chercheurs d'autres laboratoires de l'UCP appartenant comme nous à la Fédération Matériaux, Il s'agit du laboratoire de mécanique et matériaux du génie civil (L2MGC, EA 4114) et du laboratoire de physico-chimie des interfaces (LPPI, EA 2528). Plusieurs projets ont déjà bénéficié de l'attribution d'allocations de thèse co-dirigées par les membres concernés, dans une approche pluridisciplinaire.

▪ *Altération des pierres de construction par cristallisation de sels*

Participants : B. Menéndez, R. Hébert, J.C. Colombier

Collaborations extérieures : C. Grossi (U. East Anglia), D. Benavente (Alicante), M. Angeli (NGI, Oslo)

Financement : ressources propres, demande EC-FP7 en cours

Dans la thématique altération des pierres de construction développée dans notre laboratoire, les axes de recherche que nous souhaitons développer concernent la cristallisation de sels, en continuation des travaux menés au cours du contrat précédent. La pression de cristallisation produite par les sels solubles est un des processus principaux qui conduit à la dégradation des pierres du patrimoine. La cristallisation se produit avec l'évaporation ou, dans le cas des sels hydratés, quand une diminution de la température produit une solution saturée. Nous souhaitons nous focaliser sur plusieurs aspects :

* Etude du **risque futur d'altération** des pierres de construction par les sels, plus précisément du patrimoine architectural gothique européen à travers une collaboration avec les Universités d'East Anglia (UK), d'Oviedo et Alicante (Espagne). Ce projet est focalisé sur l'évolution des calcaires de trois cathédrales gothiques d'Europe occidentale : Norwich (UK), Rouen et Oviedo (Espagne). L'endommagement produit par les sels présents ou futurs, aussi bien hydratés qu'anhydres sera prédit par une estimation de la fréquence annuelle des événements de cristallisation. Les conditions thermodynamiques de cristallisation peuvent être estimées en utilisant les registres journaliers de température et d'humidité relative des **modèles climatiques** Hadley et les données expérimentales des processus d'évaporation et cristallisation dans des calcaires poreux. Les données du modèle climatique seront affinées par des données climatiques locales fournies par Météo-France. Les scénarios climatiques futurs en Europe se traduisent par des conditions moyennes de température et d'humidité relative qui changeront la fréquence annuelle des cycles de cristallisation des sels.

Des travaux existants (projet Noah's Ark) suggèrent une augmentation de l'altération par les sels dans une bande européenne allant des Iles Britanniques, la France et le Nord-Ouest de l'Espagne, et à travers l'Europe centrale. Toutes ces régions ont un patrimoine gothique important construit avec des roches très vulnérables aux sels. Les objectifs fixés sont : a) de **prédire l'évolution de l'endommagement produit par les sels** au cours du 21^{ème} siècle sur trois cathédrales proches de l'océan atlantique ou de la mer du nord, b) de développer des **cartes de risques d'altération par les sels** en se basant sur des facteurs climatiques et propres aux roches de construction concernées.

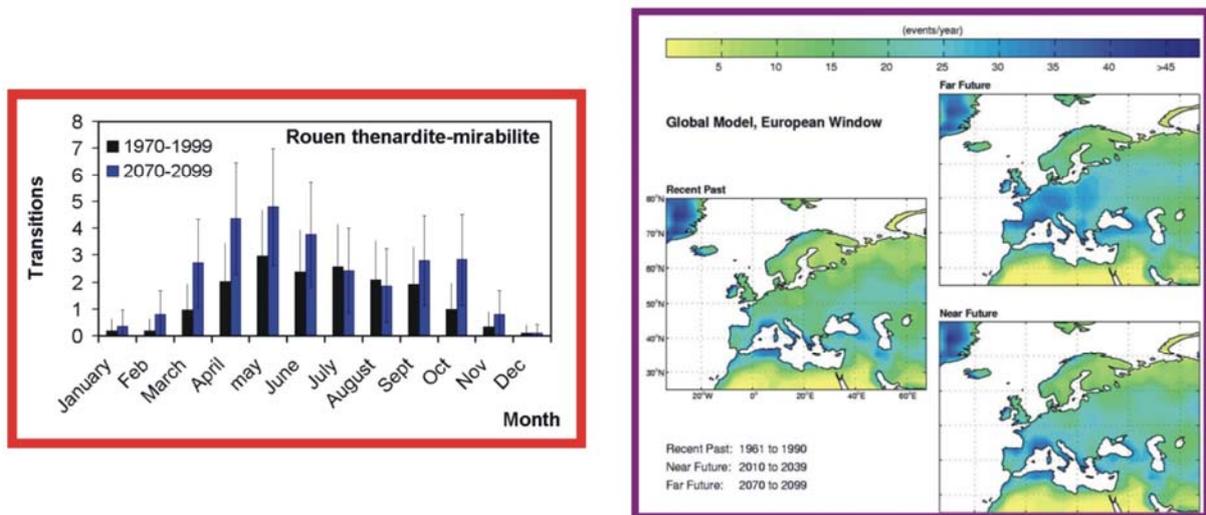


Fig. 4 : à gauche : variation du nombre de transitions entre la phase anhydre et la phase décahydratée du sulfate de sodium pour Rouen. On constate une augmentation du nombre prédit d'épisodes de cristallisation. à droite : extrapolation des données sur l'évolution du nombre de transitions de phases cristallines sur l'ensemble de l'Europe. On constate une augmentation non uniforme du nombre de cristallisations par an.

* Etude du **rôle des différentes phases du système Na₂SO₄-H₂O et des transitions de phases** dans l'altération des pierres en œuvre par les sulfates de sodium. Cet axe de recherche s'inscrit dans la continuité des travaux initiés dans le cadre de la thèse de Matthieu Angeli. Un suivi thermique d'échantillons subissant des tests de vieillissement accéléré par les sulfates de sodium a permis de mettre en évidence différents scénarios possibles de séquences de cristallisation et dissolution (ou chemins composition-temps) en fonction des conditions climatiques. Il reste désormais à mettre au point de nouvelles expériences pour contraindre les différentes séquences afin de préciser quelles sont les plus destructrices pour les roches. Par ailleurs une autre étude envisagée à la suite de ces travaux concerne le rôle du refroidissement par évaporation au cours de l'imbibition qui conduit, en fonction des conditions de sursaturation et de température, à la cristallisation de sels pendant la phase d'imbibition et en conséquence à des dégâts majeurs. L'idée ici est d'étudier le rôle de la température sur les vitesses d'évaporation en corrélation avec l'intensité des dégradations.

Enfin nous souhaitons poursuivre le travail initié récemment qui consiste à réaliser un **suivi en émissions acoustiques** pendant l'évaporation et la cristallisation de sels, afin de caractériser les séquences d'endommagement pendant les cycles imbibition-séchage et de mieux cerner les mécanismes de dégradation en fonction de la nature des sels qui cristallisent dans les milieux poreux.

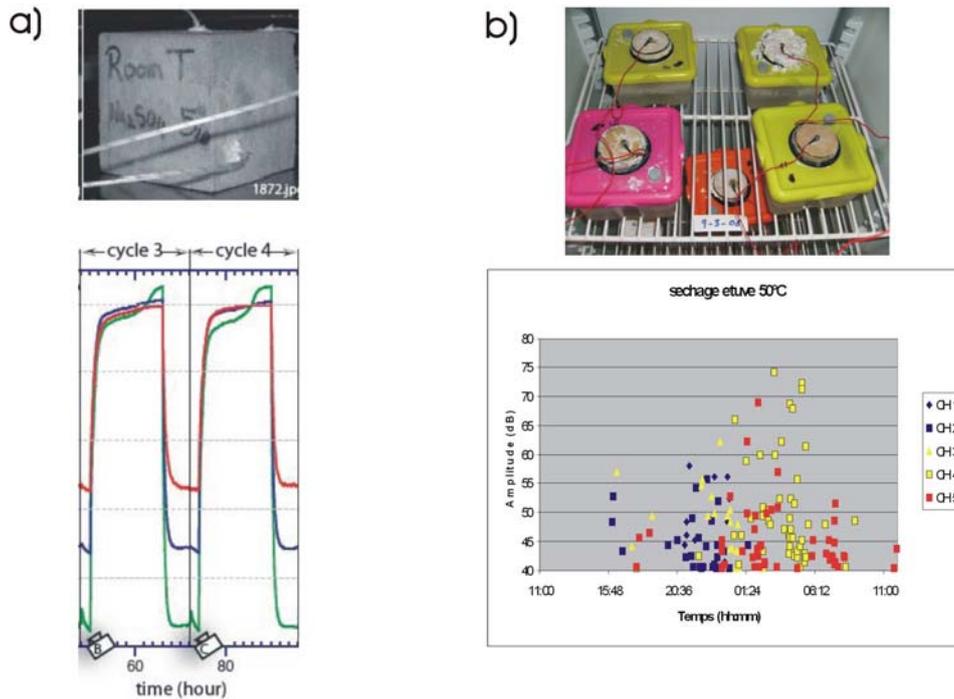


Fig. 5 : axes futurs de recherche expérimentale sur la dégradation des pierres de construction par cristallisation de sels a) Enregistrement de la température en surface et à l'intérieur d'échantillons cubiques de calcaire du Lutétien pendant plusieurs cycles d'imbibition en solution saline et de séchage. Le suivi thermique permet de mieux comprendre les mécanismes conduisant à la dégradation des roches par cristallisation de sels. b) Enregistrement des émissions acoustiques pendant des cycles chauffage-refroidissement : l'intensité de l'activité acoustique associée à l'endommagement des roches n'est pas la même selon la nature des sels qui cristallisent.

▪ *Stockage en milieu géologique : déformation et propriétés pétrophysiques des argilites*

Participants : C. Aubourg, P. Robion, C. David, B. Ledésert, R. Hébert

Collaborations extérieures : J.P. Pozzi (ENS Paris), D. Gibert (IPG Paris), A. Schubnel (ENS Paris)

Financement : Swiss Topo

Au cours des différentes actions que nous avons menées récemment dans le cadre des GDR ForPro et Marges, et plus anciennement par des actions dans les Alpes et les Ardennes, nous avons acquis une expertise sur les fabriques et sur les propriétés des argilites. Nous souhaitons poursuivre ces approches, en nous focalisant sur des **argilites choisies pour le stockage des déchets radioactifs**. C'est le cas des argilites callovo-oxfordiennes de Bure, des argilites de Boom, ou encore des argilites de Mont Terri. Nous proposons tout d'abord une étude sur la formation Opalinus dans l'anticlinal de Mont Terri. Nous souhaitons dans ce cas précis, effectuer une étude de fabrique (magnétique, acoustique, porosité), une étude minéralogique, et une étude paléomagnétique. L'objectif est d'essayer d'élucider le degré de déformation de ces argilites dans le cadre d'un mode de plissement particulier : le pli de cintrage sur rampe. Nous proposons ensuite d'appliquer des sollicitations variées sur les argilites (température, pression, atmosphère) et de suivre l'image magnétique de l'altération pendant le stress. Pour ce faire, nous avons développé une approche expérimentale basée sur le **suivi magnétique d'une aimantation** acquise par des grains magnétiques. Sur les échantillons d'argilites sous sollicitations, nous appliquerons ensuite toutes les approches de

caractérisation des fabriques et des propriétés magnétiques. Une perspective de collaboration sur le chantier « Mont Terri » s'est ouverte récemment avec Dominique Gibert (IPGP) qui souhaite élargir les actions « pétrophysiques » en nous associant à son projet sur Mont Terri.

En parallèle de ses actions, une étude financée par une action du GDR forpro, a permis de suivre pour la première une **signature magnétique du métabolisme des bactéries sulfatoréductrices** dans les argilites de Bure. Ces bactéries identifiées dans les eaux interstitielles de Mont Terri et de Bure peuvent favoriser la corrosion des aciers des colis, réduire la valence de certains radionucléides, ou encore altérer les phases minérales. Nous envisageons de poursuivre nos expériences avec d'autres variétés de bactéries (*ferrooxidans* par exemple).

▪ **Phytoremédiation des sols pollués par les métaux**

Participants : B. Ledésert

Collaborations extérieures : N. Linder (LPPI, EA 2528 UCP), P. Leggo (U. Cambridge, UK)

Financement : demande ANR pour 2009 (ANR PRECODD non retenu en 2008)

Les sites pollués par des métaux sont fréquemment dénués de végétation à cause du manque de nutriments et de la phytotoxicité des métaux. Il en résulte parfois une intense érosion à l'origine de la dissémination des polluants dans l'environnement. Il convient de limiter cette érosion afin de préserver la santé de la population vivant à proximité de tels sites. Par ailleurs, il est impossible d'envisager des cultures à usage alimentaire (humaine ou animale) sur ce type de sols. Il s'ensuit donc une perte foncière car ces sites sont généralement laissés à l'abandon. Les travaux effectués visent à végétaliser des sites pollués par des métaux afin 1) de lutter contre l'érosion et 2) de permettre la valorisation agricole de ces terres (bio-carburants, bio-lubrifiants, biomasse, etc...).

De nombreux tests expérimentaux ont été effectués par notre laboratoire sur des sols ou sédiments fluviatiles contenant jusqu'à 20 % pondéraux de métaux toxiques (Pb : 11%, Zn : 9%, Cd : 0,5 %). Ils sont basés sur les travaux de Leggo (2000) qui emploient un amendement organo-zéolitique pour améliorer la croissance de végétaux sur un sol sain. L'amendement (brevet européen EP 1 208 922 B1) a été appliqué à des sols pollués avec de très bons résultats concernant la croissance de différentes espèces végétales : ray-grass, blé de printemps (*Triticum aestivum*), saule (*Salix*), arabette (*Arabidopsis halleri*), colza (*Brassica napus*) etc... (Leggo and Ledésert, 2001 ; Leggo et al., 2006 ; Ledésert et al., 2008, accepté).

Dans un souci de **développement durable**, il s'agit maintenant de remplacer les zéolites naturelles (matériau non renouvelable, devant être transporté sur de grandes distances) par un **solide de synthèse** de type mésoporeux. Les **mésoporeux** SAB 15 ou MCM sont constitués d'un squelette silicaté et de nombreux pores dans lesquels des molécules ou ions peuvent être intégrés et échangés avec le milieu extérieur. De ce fait leurs propriétés sont proches de celles des zéolites, minéraux trouvés à l'état naturel et de plus en plus utilisés pour diverses applications industrielles. Dans un premier temps, le travail consistera à **synthétiser** 30 L de **mésoporeux**. La deuxième étape du travail sera consacrée au contrôle des **propriétés physico-chimiques** du matériau obtenu. En parallèle, une analyse de cycle de vie sera effectuée sur les zéolites naturelles et sur les mésoporeux. Les résultats seront comparés, puis une phase d'application suivra, dans laquelle deux tests seront menés en parallèle :

1 - Suivant le protocole décrit par le brevet européen EP 1 208 922 B1 (inventeur P. J Leggo), 10 L de matériau mésoporeux synthétisés en laboratoire seront compostés avec 20 L de fumier animal afin d'obtenir 30 L d'amendement appelé **Nano-Mix**. Ces 30 L d'amendement

seront mélangés à 150 L de sol propre, ce qui permettra d'obtenir 180 L de substrat de culture. Les propriétés du Nano-Mix seront testées lors d'essais de culture de végétaux sous serre, dans les mêmes conditions que celles décrites par Leggo (2000).

2 – Suivant le même protocole, 180 L de substrat de culture seront obtenus avec le sol contaminé testé par Leggo et Ledésert (2001) et 180 L avec le sédiment de rivière hautement pollué (Ledésert et al., 2008, accepté). Des **tests de culture de végétaux en milieu pollué** seront réalisés en adoptant la procédure décrite par ces auteurs.

Les **interactions** entre mésoporeux et sol sain ou pollué seront étudiées avec précision (développement d'un bio-film, introduction des polluants dans la structure, ...) et comparées avec les données obtenues sur la zéolite.

▪ **Comportement à haute température de l'interface béton-roche : application à la stabilité des tunnels**

Participants : R. Hébert, B. Ledésert

Thésards impliqués : Zhi Xing

Collaborations extérieures : A. Noumowe (Génie Civil, UCP), A.L. Beaucour (Génie Civil, UCP)

Financement : ressources propres

Ce projet concerne le comportement à hautes températures de l'interface béton-roche dans un ouvrage de génie civil. Il a débuté en octobre 2007 avec la thèse de Zhi Xing co-dirigée avec le Laboratoire de Mécanique et Matériaux de Génie Civil de l'UCP (A. Noumowe – directeur de thèse- et A.L. Beaucour).

L'utilisation d'un béton non-armé apparaît actuellement comme la meilleure solution technico-économique pour assurer une bonne exploitation et une bonne **stabilité des tunnels creusés dans le rocher**. Cependant, le revêtement en béton de ce type d'ouvrage présente une fissuration systématique en situation de service ou dans des conditions d'incendie. En l'absence de tout chargement extérieur, la fissuration de ce type de revêtement est étroitement liée aux caractéristiques physico-chimiques du matériau et à l'environnement dans lequel celui-ci vieillit. L'objectif de ce travail de recherche est d'étudier le **comportement d'une interface béton-roche sous l'effet d'un chargement thermique**. Pour y arriver, nous commençons par l'étude du comportement des interfaces mortier-granat en nous étendant sur l'influence de la nature minéralogique des granulats.

La première partie expérimentale concerne l'influence de la nature minéralogique des granulats sur le comportement de l'interface granulat-mortier. Nous étudions la liaison granulat-pâte avant et après chauffage, la qualité de l'interface, ainsi que les évolutions des propriétés physico-chimiques et thermiques des granulats (dilatation thermique, conductivité thermique, chaleur massique, propriétés optiques). Plusieurs techniques seront utilisées dont la DRX et la microscopie (optique polarisée et MEB). Les paramètres de l'étude seront deux mortiers (dont un ordinaire et un à hautes performances) et trois granulats de nature minéralogique différente (siliceux, calcaire et silico-calcaire).

La seconde partie expérimentale concerne l'étude de l'interface béton-roche. Des « bicouches » seront fabriqués afin d'étudier d'une part le comportement des bétons, testés au cours de la première partie, lorsqu'ils sont associés à une roche donnée c'est à dire dans une situation « plus in situ », et d'autre part quantifier les transferts au niveau de ces deux matériaux.

Les études expérimentales seront suivies d'une modélisation des transferts thermo-hydrauliques à ces interfaces.

IV) Développements méthodologiques et instrumentaux

1) Développements méthodologiques

Nous avons recruté il y a deux ans un PAST, Christophe Barnes, dont l'activité professionnelle comme consultant concerne le **développement méthodologique de logiciels pour le traitement de données sismiques**. Cette activité dont une description est donnée ci-dessous s'intègre bien dans les thématiques du laboratoire sur les aspects géophysique et caractérisation de réservoirs (production et stockage). A plus long terme, l'objectif de C. Barnes est de fonder un bureau d'étude dans le domaine des méthodes sismiques utiles à l'exploration pétrolière, à la gestion de l'exploitation pétrolière ou encore au stockage souterrain de déchets. Dans ce cadre, C. Barnes a été lauréat du concours OSEO 2006 pour la création d'entreprises innovantes. Ce projet est actuellement toujours en développement.

▪ *Propagation d'ondes sismiques en milieu complexe et traitement de données sismiques*

Participants : C. Barnes

Collaborations extérieures : M. Noble (ENSMP), D. Rappin (TOTAL),

J.-M. Mougnot (TOTAL), T. Tsuchiya (DIA), M. Charara (Schlumberger)

Financement : ressources provenant de contrats de R&D ou d'études entre Barnes Consulting et l'ENSMP, TOTAL ou DIA

Ce projet de développement d'outils et de méthodes est externe à l'UCP et est pris en charge par l'Entreprise Individuelle « Barnes Consulting », il permet de maintenir et de faire évoluer une **plate-forme technique** (ensemble de logiciels) aidant à résoudre des problèmes de **recherche en géophysique appliquée**, ce projet comprend deux volets :

- La modélisation de la propagation d'ondes sismiques en milieux complexes, élastiques anisotropes (VTI/FTI) et/ou visco-élastiques. Les méthodes utilisées sont fondées sur les différences finies (différents schémas en général d'ordre 4 en espace pour différentes dimensions, 2D, 2.5D, 3D).
- Le traitement de données sismiques de type puits ou bien haute résolution utilisant des méthodes non classique de traitement, typiquement le problème inverse que ce soit pour l'inversion des temps d'arrivée (optimisation ou Monte-Carlo) ou bien l'inversion dite « full-wave » (optimisation par moindres carrés), c'est-à-dire en utilisant la totalité du sismogramme incluant les phases converties, multiples, guidées. La modélisation fine en milieu complexe (voir premier volet) est alors utilisée comme problème direct associé au problème inverse « full-wave ».

La part la plus importante de ce projet reste du développement informatique, cependant, une partie non négligeable de l'activité est constituée de recherches méthodologiques dans les méthodes de traitement de données sismiques (pour l'instant non publié ou publications anciennes).

Ces méthodes ont été appliquées à divers sujets de recherche impliquant l'UCP, les principales applications de ces deux dernières années ont été les suivantes :

- Caractérisation d'une couche d'hydrate de gaz par inversion full-wave anisotrope d'une ligne sismique 2D (collaboration avec M. Noble de l'Ecole des Mines de Paris, voir communication au congrès de la SEG-2007) ;
- Caractérisation de l'atténuation sismique dans des données sismiques de puits et de surface en Angola par modélisation visco-élastique (collaboration avec D. Rappin de TOTAL, Pau, voir communication au congrès de la SEG-2008) ;
- Etude de faisabilité d'un VSP-3D (vertical seismic profile) dans un contexte foot-hills en Bolivie (collaboration avec J.-M. Mougénot à TOTAL, Pau, publication interne à TOTAL). L'étude était basée sur une méthode d'inversion de temps d'arrivée et d'inversion full-wave ;
- Etude de faisabilité de l'inversion full-wave anisotrope VTI appliquée à des données sismiques entre-puits (collaboration avec T. Tsuchiya, DIA, Japon et M. Charara, IPGP/Schlumberger, Russie, voir article à Geophysical Prospecting, 2008).

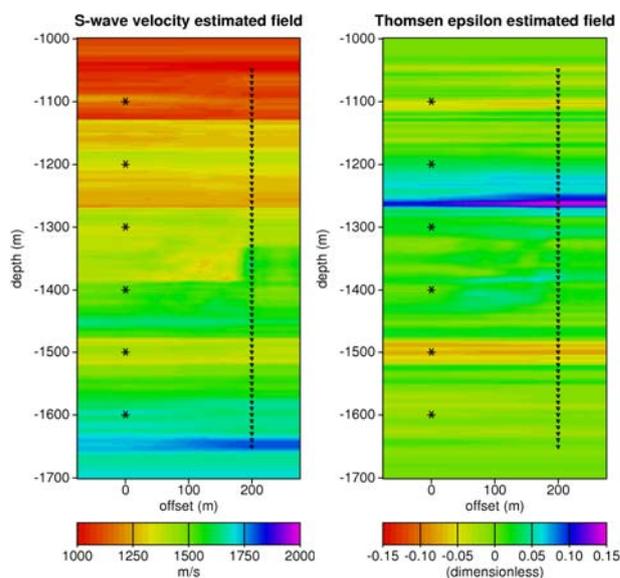


Fig. 6 : Etude de faisabilité de l'inversion full-wave anisotrope VTI appliquée à des données sismiques entre-puits : modèles estimés pour les champs de vitesse des ondes S et le premier paramètre anisotrope de Thomsen. Le dispositif d'acquisition est indiqué par des astérisques pour les sources sismiques et des triangles pointés en bas pour les récepteurs.

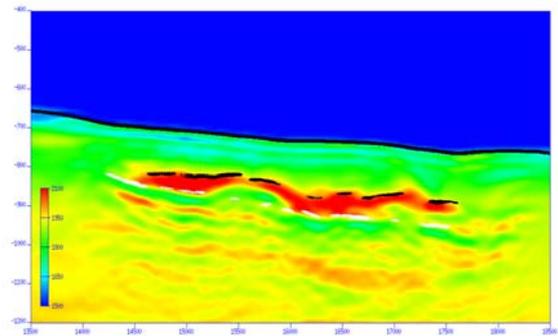


Fig. 7 : Caractérisation d'une couche d'hydrate de gaz par inversion full-wave anisotrope d'une ligne sismique 2D. La zone rouge de vitesse P élevée contient des hydrates de gaz. Les avantages de l'inversion sont ici une meilleure délimitation des structures et une meilleure caractérisation des dépôts.

2) Développements instrumentaux

Notre laboratoire possède une solide expérience dans le développement de dispositifs expérimentaux originaux. Parmi les réalisations accomplies au cours des contrats précédents, citons :

- un **imprégnateur de ferrofluides** permettant de saturer des échantillons poreux avec une solution aqueuse contenant en suspension des particules nanométriques de magnétite : la mesure de la susceptibilité magnétique des échantillons saturés donne accès à l'anisotropie de forme et aux directions d'allongement des pores.

- un **dispositif automatique de mesure de vitesse d'ondes acoustiques** (ondes P pour l'instant) dans différentes directions spatiales : l'analyse automatisée permet de construire un pseudo-ellipsoïde dont les axes principaux renseignent sur les directions caractéristiques associées par exemple aux déformations subies par les roches.

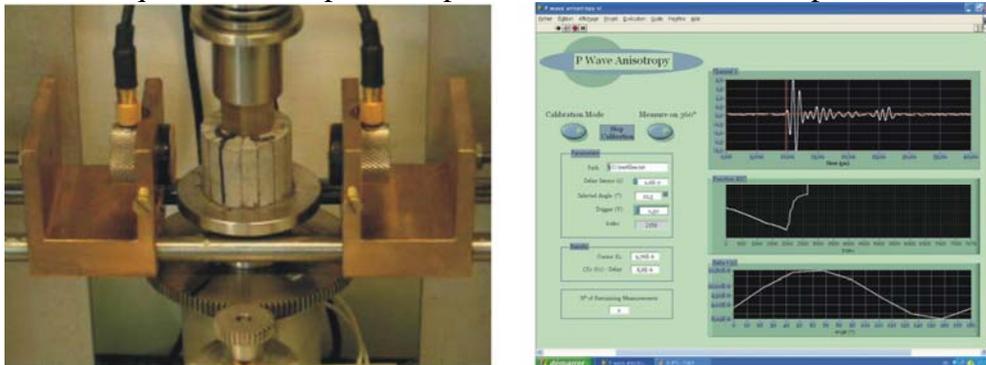


Fig. 8 : système automatisé de mesures acoustiques avec détection des premières arrivées d'ondes P.

- un **laboratoire complet de modélisation analogique de la déformation géologique** (dispositifs « boîtes à sable ») : il est à signaler ici qu'un effort particulier a été fait, par rapport aux équipements similaires existant dans d'autres laboratoires, pour contrôler un maximum de paramètres expérimentaux (mise au point d'un prototype de semeuse pour réaliser des modèles reproductibles, mesure en continu de la force de poussée, système réversible permettant de mieux cerner l'effet de la friction aux limites, boîtes de différentes tailles pour investiguer l'influence des effets de bord).

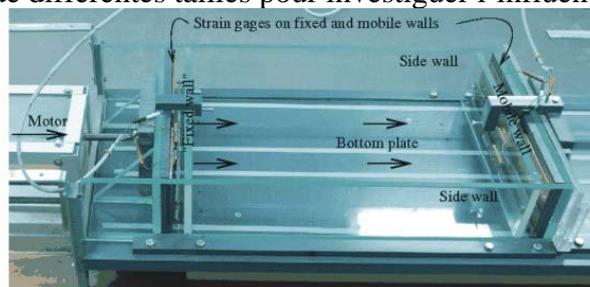


Fig. 9 : Prototypes expérimentaux en modélisation analogique. En haut : boîte réversible avec mesures de force . En bas : à gauche, boîte de taille plus grande financée par TOTAL dans le cadre d'un projet avec Manuel Pubellier, à droite, semeuse mise au point pour réaliser des couches homogènes de sable.

Nous souhaitons poursuivre dans cette voie, avec trois nouveaux projets dont un est en cours de mise au point.

- a) extension des mesures acoustiques automatisées aux **ondes S**, en simultané avec les mesures en ondes P. Ceci nécessitera de repenser le dispositif de manière à avoir deux couples de capteurs (au lieu d'un) en contact avec l'échantillon en rotation.
- b) **automatisation des mesures de conductivité électrique** suivant la même philosophie que les mesures acoustiques. Ce chantier est déjà bien avancé, et nous en sommes à la phase de paramétrage et calibration. Cet appareil permettra d'avoir accès rapidement à l'anisotropie de conductivité électrique et complètera judicieusement notre arsenal expérimental de caractérisation de l'anisotropie de propriétés physiques (magnétiques, électriques, acoustiques) dans les roches. Ce développement méthodologique est assuré par notre ingénieur d'études Jean-Christian Colombier qui prépare en parallèle à ses activités professionnelle une thèse portant sur la conductivité électrique dans les roches.

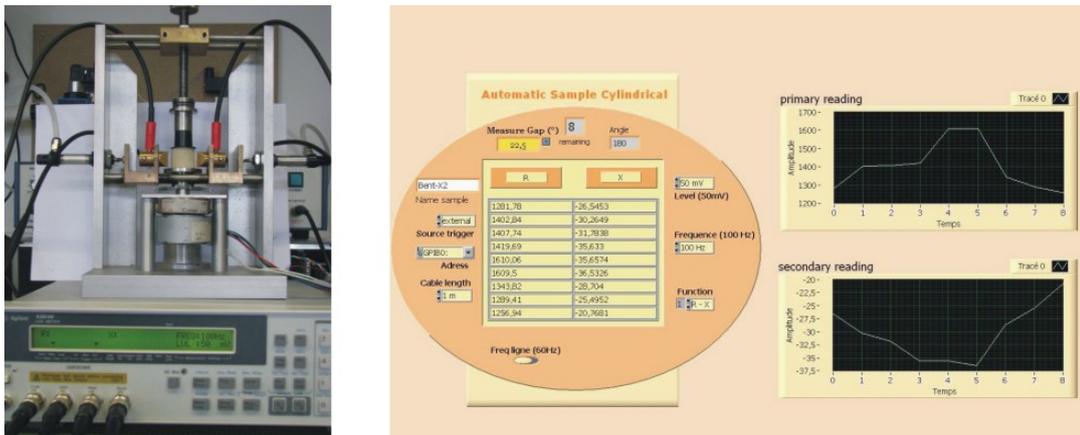


Fig. 10 : Prototype de mesure automatisée de la conductivité électrique. Les capteurs acoustiques de la figure XX sont remplacés par des électrodes en laiton. La mesure électrique est faite par un impédancemètre et les résultats sont affichés en temps réel sur un PC.

- c) Développements de **dispositifs de mesure passifs de la dégradation des pierres** in situ à installer à demeure sur des monuments. Cet axe de développement instrumental a fait l'objet d'une demande dans le cadre d'un appel à proposition de la communauté européenne (projet FICCHE, EC-FP7).

3) Perspectives en investissement

A côté de la mise au point de prototypes instrumentaux, notre laboratoire a également pu bénéficier de l'attribution de crédits conséquents au cours du dernier contrat, via le BQR de l'UCP mais aussi de subventions du Conseil Général du Val d'Oise. Ces crédits nous ont permis de réaliser les opérations suivantes au cours du précédent contrat, parfois en partenariat avec d'autres équipes internes ou externes à l'UCP :

- acquisition d'un magnétomètre JR6 (BQR UCP)
- acquisition d'un porosimètre au mercure Autopore IV (BQR + CGVO) en partenariat avec le laboratoire L2MGC de l'UCP et le laboratoire de Physique des roches de l'ENS Paris. Cette opération rentre également dans le cadre de la Fédération Matériaux de l'UCP.
- acquisition d'un équipement géophysique complet de prospection électrique de terrain SYSCAL Junior 48 (BQR UCP).

- acquisition programmée pour la fin 2008 d'un appareil BET pour mesurer les surfaces spécifiques dans les milieux poreux, en partenariat avec le laboratoire LPPI de l'UCP, également dans le cadre de la Fédération Matériaux (BQR UCP)

Pour le prochain contrat, nous envisageons de compléter notre arsenal d'outils analytiques, si possible avec le soutien des autres équipes de la Fédération Matériaux de l'UCP, avec quelques priorités :

* **Acquisition d'un microscope confocal** : cet appareil permet l'observation tridimensionnelle de la structure interne d'une roche, dans une limite de profondeur imposée par l'absorption du faisceau laser utilisé par les minéraux (plus de 300 μm dans le cas du quartz). Dans les études qui nous intéressent, un des facteurs primordiaux est le système poreux : l'avantage de la microscopie confocale est de nous donner accès à la géométrie tridimensionnelle des réseaux poreux, et donc à la connectivité des pores et/ou des fissures, dont la connaissance est indispensable pour la modélisation des circulations de fluides dans les roches. Le deuxième avantage de cette technique est la très bonne résolution des images obtenues qui permet entre autres de caractériser les interfaces pores-solide (en liaison avec les résultats de BET). Cet outil intéresse également les autres laboratoires de la Fédération Matériaux, en particulier les biologistes et les chercheurs de l'équipe de génie civil. Une demande de co-financement SESAME a été faite en 2008 à la région Ile-de-France en collaboration avec l'Université Paris XIII, mais les résultats concernant l'attribution des crédits ne sont pas encore connus.

* **Picnomètre à Hélium** : il s'agit d'un appareil de mesure de la porosité dont le principal avantage est la rapidité de la mesure par rapport aux méthodes nécessitant de saturer les roches en eau. C'est donc un appareil très intéressant pour réaliser en routine des études systématiques sur un grand nombre d'échantillons.

* **Développement autour des presses triaxiales** : il sera nécessaire de faire réaliser une remise en état des cellules de confinement pour les presses triaxiales pour améliorer en particulier la connectique indispensable pour réaliser des mesures (acoustiques, électriques) sous contraintes. L'outil émissions acoustiques étant maintenant utilisé en routine, il est primordial de pouvoir disposer de connexions blindées dans la cellule de confinement, ce qui n'est pas le cas actuellement.

* **Acquisition d'un microscope électronique de table** : nous souhaitons également être autonomes sur le plan de l'analyse microstructurale en investissant dans un MEB à encombrement réduit (tabletop microscope).

V) Organisation et perspectives

1) Organisation du laboratoire

Comme nous constituons une entité de taille réduite, il n'y a pas lieu de former plusieurs équipes thématiques, et donc de fournir un organigramme de l'unité.

- La **direction** de l'unité sera assurée par Christian David, professeur des universités (1ère classe), spécialiste de physique des roches et de géomécanique.
- La **direction adjointe** sera assurée par Dominique Frizon de Lamotte, professeur des universités (classe exceptionnelle), spécialiste de tectonique, directeur sortant de l'équipe « Pétrophysique et Tectonique des Bassins ».
- Le **secrétariat** sera assuré par Danielle Lacoeuilhe, SASU à l'université de Cergy-Pontoise. Les **laboratoires expérimentaux** seront sous la responsabilité de Jean-Christian Colombier, ingénieur d'étude.
- La responsabilité vis à vis de l'établissement de toutes les conventions de recherche est assurée par le directeur du laboratoire.
- Le laboratoire « Géosciences & Environnement Cergy » émarginera à l'ED 417 « Sciences et Ingénierie » de l'UCP.

Le laboratoire « Géosciences & Environnement Cergy » constitue également dans sa totalité le **Département Géosciences & Environnement de l'UCP** dirigé par Bertrand Maillot, faisant partie de l'UFR Sciences et Techniques dont le directeur est Hung The Diep. Comme les permanents du laboratoire sont exclusivement des enseignants-chercheurs, il semble utile d'indiquer ici quelles sont nos activités en enseignement et nos responsabilités pédagogiques :

Niveau	Titre	Responsable
L1 PCST	Méthodologie Géologie historique Cycles en Géosciences Du minéral à la roche	C. Aubourg D. Frizon de Lamotte C. Aubourg P. Robion
L2 PCST	Pétrologie magmatique Stage de terrain Géophysique Informatique Ressources naturelles et environnement Imagerie géophysique Géomorphologie Tectonique (STE) Paléontologie Tectonique (SVN)	R. Hébert R. Hébert C. David B. Maillot B. Menéndez L. Louis – C. Barnes P. Leturmy P. Leturmy S. Lallemand P. Robion
L3 STE	Pétrologie métamorphique Physique des roches Informatique Mécanique des milieux continus Géophysique Géosciences de l'environnement Stage de terrain Géodynamique Physique de la Terre Tectonique Géologie de la France Géochimie	R. Hébert C. David C. David B. Maillot P. Robion B. Ledésert R. Hébert R. Hébert C. Aubourg P. Leturmy D. Frizon de Lamotte L. Louis

M1 pro Sc. Env.	Informatique – analyse de données Hydrogéologie Géophysique Risques naturels Alteration des géomatériaux Gestion des ressources et de l'énergie Thermodynamique	C. David C. David P. Robion L. Louis B. Menéndez B. Menéndez C. Barnes
M2 pro Sc. Env.	Pollution et dépollution des sols Projets professionnels, stages	B. Ledésert B. Ledésert
M2 pro physique	Ondes sismiques Mécanique Sismique, modélisation	C. David B. Maillot C. Barnes
M2 rech. STEP	Géomécanique Tectonique Modélisation analogique	C. David D. Frizon de Lamotte B. Maillot
CAPES	Magmatisme Métamorphisme Géophysique – géodynamique Géologie de la France Géochimie Sédimentologie Hydrogéologie	R. Hébert R. Hébert S. Lallemand S. Lallemand D. Frizon de Lamotte P. Leturmy B. Menéndez

En ce qui concerne les temps de service, les enseignants-chercheurs, assurent en moyenne 215 heures annuelles.

Responsabilités de formation :

- Direction du Département Géosciences et Environnement : **B. Maillot**
- Co-direction de la préparation au CAPES SVT : **S. Lallemand**
- Direction du Master pro Sciences de l'Environnement : **C. David**
- Responsable pédagogique du L1 PCST : **B. Menéndez**
- Responsable pédagogique du L2 PCST : **R. Hébert**
- Responsable pédagogique du L3 Sciences de la Terre et de l'Environnement : **P. Leturmy**
- Responsable pédagogique du M1 pro Sciences de l'Environnement : **C. David**
- Responsable pédagogique du M2 pro Sciences de l'Environnement, parcours Eco-conception et gestion des déchets : **B. Ledésert**

2) Participation aux programmes nationaux et internationaux

Nous avons essayé dans le précédent contrat de toujours prendre part aux appels à propositions nationaux lorsque les thématiques correspondaient à notre recherche, comme ceux de l'INSU (ex: 3F-Nantroseize, GdR Marges), de l'ANDRA (via le GdR Forpro), de l'ANR (2 tentatives infructueuses à l'ANR « Capture et Stockage du CO₂ », plusieurs demandes ANR Blanc dont une couronnée de succès) mais aussi internationaux (PHC Orchid et Volubilis, programme SAFOD, programme européen EC-FP7). Il s'agit en fait d'un enjeu majeur pour notre laboratoire afin que nous puissions nous **intégrer pleinement dans la communauté scientifique française et internationale**. Même si notre capacité à nous autofinancer en partie via des contrats avec nos partenaires industriels (Total, IFP, Gaz de France) est réelle, la motivation principale de notre demande d'association au CNRS est bien là : rester membre à part entière de la communauté nationale regroupée au sein de l'INSU.

3) Evolution du laboratoire - perspectives de recrutement

Notre laboratoire comporte actuellement 4 professeurs et 7 maîtres de conférences. Les deux seuls personnels CNRS ont pris leur retraite fin 2007 (J.C. Guezou, CR) et début 2008 (J.M. Siffre, IR). Le manque de chercheurs CNRS est donc criant, ce qui nous handicape forcément. Aucun autre départ à la retraite n'est prévu au cours du prochain contrat. Nous considérons que le laboratoire a atteint une taille suffisante et que l'équilibre entre les grandes thématiques de recherche est bon. Cependant quelques points importants sont à souligner :

- le départ à la retraite de notre ingénieur de recherche CNRS, Jean-Marc Siffre a laissé un vide non comblé dans les aspects techniques et développements méthodologiques autour des activités expérimentales du laboratoire. **Un recrutement technique en soutien aux labos nous paraît indispensable.**
- le rattachement de l'IUFM de Versailles à l'UCP ouvre des perspectives intéressantes dans la mesure où deux enseignants de l'IUFM appartiennent à la section 35, dont un (Bernard Deruelle) partira en retraite au cours du prochain contrat. Comme l'UCP souhaite que les nouveaux recrutés à l'IUFM puissent intégrer une équipe de recherche, il semble naturel que ce recrutement se fasse dans notre laboratoire. Par ailleurs, il nous semble raisonnable d'espérer que l'un de nos maîtres de conférences puisse bénéficier d'une promotion à l'extérieur ouvrant alors la possibilité d'un recrutement pour le laboratoire.
- un membre du laboratoire (D. Frizon de Lamotte) devrait dès 2009 bénéficier d'une **délégation à mi-temps** auprès de la société TOTAL dans le cadre du projet dédié à la marge sud-téthysienne (voir plus haut). La compensation financière fournie par TOTAL permettra de recruter un post-doc qui renforcera le potentiel du laboratoire.
- le fait que nous n'émargeons que de façon marginale dans un M2 recherche en Sciences de la Terre (Master STEP IPGP-ENS) nous pénalise pour attirer de bons candidats de M2 pour réaliser une thèse dans notre laboratoire, malgré le soutien de notre école doctorale et de l'UCP. Cette situation est contrebalancée en partie par notre capacité à obtenir des financements industriels (bourses CIFFRE) ou internationaux (bourse EIFFEL) pour nos thésards. Nous soulignons que le recrutement de nos doctorants est très diversifié du point de vue de l'origine géographique tant en France (Lille, Grenoble, Paris) qu'à l'étranger (Autriche, Iran, Taïwan, Afrique du Sud, Canada).

4) Animation scientifique

L'animation scientifique se fera principalement autour de séminaires. Un créneau fixe dans la semaine est réservé aux séminaires du laboratoire. Nous veillons à ce que chacun des thèmes de recherche dans l'équipe soit représenté de manière équitable. Nous avons récemment mis en place une programmation plus systématique de présentations orales des travaux de nos thésards, afin que chacun ait une bonne appréciation de l'état d'avancement des thèses. Enfin nous participons également aux journées scientifiques organisées dans le cadre de la Fédération Matériaux : l'objectif de ces journées est de présenter des techniques, des

méthodes ou des sujets scientifiques d'intérêt général pour les différentes équipes qui constituent la Fédération.

Nous veillons aussi à avoir un site web à jour, avec une liste des publications les plus récentes et une présentation actualisée des travaux scientifiques. Par ailleurs le laboratoire sera doté d'un règlement intérieur (voir documents annexes) pour assurer un fonctionnement optimal. Enfin nous allons réfléchir à la réalisation d'une charte graphique à l'occasion du changement de nom de notre laboratoire de recherche, en collaboration avec le service de la communication de l'université.

5) Hygiène et sécurité

Les problèmes liés à l'hygiène et la sécurité sont réglés en interne, en relation avec le service Hygiène et Sécurité de l'Université. Notre ingénieur d'étude, Jean-Christian Colombier est ACO dans notre laboratoire, et il suit régulièrement des formations dans le cadre des actions de formation du service H&S de l'UCP (ex: formation sur la sécurité électrique). Le poste sur lequel notre attention constante doit se porter est le porosimètre au mercure, pour lequel toutes les dispositions ont été prises, en plus de celles préconisées par le fabricant, pour éviter la dissémination du mercure dans le laboratoire (préparation des échantillons sous hotte ventilée, mise en place de bacs récupérateurs sur la machine). Par ailleurs nous assurons la formation de tous les étudiants et des personnes qui veulent réaliser des mesures sur cet appareil.

Documents annexes

CV de Christian DAVID

né le 27 avril 1962 à Mulhouse (68)
Professeur des Universités 1ère classe,
recruté en septembre 1999 à l'Université de Cergy-Pontoise (UCP)
Titulaire de la PEDR (Oct 2000 - Oct 2008)
de 1993 à 1999, Maître de Conférences à l'Université Louis Pasteur (ULP), Strasbourg I.

Adresse professionnelle : Université de Cergy-Pontoise
Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement
Bâtiment Neuville 3.1
5 mail Gay-Lussac
95031 Cergy-Pontoise
Tél : 01-34-25-73-60
Fax : 01-34-25-73-50
e-mail : christian.david@u-cergy.fr

Responsabilités scientifiques, pédagogiques et administratives

- 2002-2005 : Responsable de la Maîtrise de Sciences de l'Environnement de l'Université de Cergy-Pontoise.
- 2005- : Responsable pédagogique de la première année (M1) du Master Pro ``Sciences de l'Environnement - Milieux Urbains et Industriels''
- depuis 2006- : Responsable du Master Pro ``Sciences de l'Environnement - Milieux Urbains et Industriels'' (M1 + M2)
- Directeur-Adjoint de l'UMR CNRS 7072 "Laboratoire de Tectonique" (direction : Philippe Huchon, Univ. Paris VI) jusqu'au 31 décembre 2008.
- Membre du Conseil Scientifique de l'Université de Cergy-Pontoise jusqu'en 2007.
- Président de la Commission de Spécialistes - sections 35-36, Université de Cergy-Pontoise.
- 2001- 2008 : Membre titulaire de la Commission de Spécialistes - sections 35-36, Université Louis Pasteur Strasbourg I.
- 2007- 2008 : Membre suppléant de la Commission de Spécialistes - sections 35 & 36, Université de Reims Champagne Ardennes.
- Depuis 2004 plusieurs directions de thèse (Matthieu Angeli, Lisa Casteleyn, Jean-Christian Colombier, Kazem Kazemi).

Activités d'enseignement

Matières enseignées : Géomécanique / Physique des roches / Géophysique / Hydrogéologie-Pollution / Dépollution des sols / Informatique / Ondes sismiques

Filières : Master 1 pro Sciences de l'Environnement, Master 2 recherche STEP, Licence de Sciences de la Terre et de l'Environnement (L2/L3), Master 2 MADOCS.

Thèmes de recherche

- évolution des propriétés physiques des roches sous contraintes,
- relations entre propriétés physiques des roches et microstructures,
- anisotropie, déformation et propriétés physiques des roches réservoirs,
- caractérisation pétrophysique de roches de couverture (ex : argilites du Callovo-Oxfordien),
- caractérisation pétrophysique d'échantillons de forages profonds (Chelungpu, SAFOD, Nantroseize),
- imagerie de la microstructure et des transferts de fluides en milieux poreux par scanner RX,
- propriétés pétrophysiques des roches carbonatées (collaborations : P.Y. Collin, P. Baud)
- processus de dégradation des roches par cristallisation de sels.

Publications récentes

- WONG, T.f., DAVID, C. and MENENDEZ, B. chapitre 2 "Mechanical Compaction" dans l'ouvrage collectif "**Mechanics of Fluid Saturated Rocks**" édité par Yves Guéguen et Maurice Boutéca, p. 55-114, Academic Press - Elsevier, 450 pages, ISBN 0123053552, 2004.
- LOUIS, L., ROBION, P. and DAVID, C., A single method for the inversion of anisotropic data sets with application to structural studies, **J. Struct. Geology**, 26, 2065-2072, 2004.
- BAUD, P., LOUIS, L., DAVID, C., RAWLING, G.C., and WONG, T.-f., Effects of bedding and foliation on mechanical anisotropy, damage evolution and failure mode, **Geological Society, London, Special Publications**, eds. Luigi Burlini and David Bruhn, 245, 223-249, 2005.
- LOUIS, L., DAVID, C., METZ, V., ROBION, P., MENENDEZ, B., and KISSEL, C., Microstructural control on the anisotropy and transport properties in undeformed sandstones, **Int. J. Rock Mech.**, Vol 42/7-8, 911-923, 2005.
- LOUIS, L., ROBION, P., DAVID, C. and FRIZON DE LAMOTTE, D., Multiscale anisotropy controlled by folding : the example of the Chaudrons fold (Corbieres, France), **J. Struct. Geology**, 28, 549-560, 2006.
- ANGELI, M., BIGAS, J.P., MENENDEZ, B., HEBERT, R. and DAVID, C., Influence of capillary properties and evaporation on salt weathering of sedimentary rocks, in "**Heritage, Weathering and Conservation**", Fort, Alvarez de Buego, Gomez Hera & Vasquez Cavo (eds), 253-259, 2006.
- DAVID, C., ROBION, P., and MENENDEZ, B., Anisotropy of elastic, magnetic, and microstructural properties of the Callovo-Oxfordian shales (Meuse), **Phys. Chem. Earth**, 32, 145-153, 2007.
- ANGELI, M., BIGAS, J.P., BENAVENTE, D., MENENDEZ, B., HEBERT, R. and DAVID, C., Salt crystallization in pores: quantification and estimation of damage, **Environmental Geology**, 52, 187-195, 2007.
- ROBION, P., DAVID, C. and COLOMBIER, J.C., Temperature-induced evolution of the elastic and magnetic anisotropy in argillite samples from the Bure underground research laboratory, Eastern France, **Geological Society, London, Special Publications**, eds. C. David and M. Le Ravalec, 284, p. 57-69, 2007.
- DAVID, C. and LE RAVALEC M., Rock physics and geomechanics in the study of reservoirs and repositories, **Geological Society, London, Special Publications**, eds. C. David and M. Le Ravalec, 284, p. 1-14, 2007.
- ANGELI, M., BENAVENTE, D., BIGAS, J.-P., MENENDEZ, B., HEBERT, R. and DAVID, C., Modification of the porous network by salt crystallization in experimentally weathered sedimentary stones, **Materials and Structures**, 41, 1091-1108, 2008.
- LOUIS, L., DAVID, C., ROBION, P., WONG, T.F. and SONG, S.R., Anisotropy of magnetic susceptibility and P-wave velocity in core samples from the Taiwan Chelungpu-fault drilling project (TCDP), **J. Struct. Geology**, 30, 948-962, 2008.
- DAVID, C., MENENDEZ, B. and MENGUS, J.-M., The influence of mechanical damage on fluid flow patterns investigated using CT scanning imaging and acoustic emissions techniques, **Geophysical Research Letters**, 35, L16313, doi:10.1029/2008GL034879, 2008.
- ANGELI, M., HEBERT, R., MENENDEZ, B., DAVID, C. and BIGAS, J.-P., Influence of temperature and salt content on the salt weathering of sedimentary rocks, sous presse dans **Geological Society, London, Special Publication**, 2008.

Proposition de règlement intérieur

statuts du laboratoire

« GEOSCIENCES & ENVIRONNEMENT CERGY »

(Université de Cergy-Pontoise)

Chapitre I : Mission et composition du laboratoire

Article 1 :

Le Laboratoire « Géosciences & Environnement Cergy » a pour mission de mener à bien le projet scientifique validé par la tutelle dans le cadre du contrat quadriennal de l'université de Cergy-Pontoise. Il est doté d'un conseil de laboratoire et est dirigé par un directeur.

Article 2 :

Sont membres du laboratoire :

- les enseignants-chercheurs ou chercheurs en poste à l'Université de Cergy-Pontoise (UCP) et présents sur la liste soumise à évaluation puis validée par la tutelle ;
- les IATOS de l'UCP affectés à l'unité ;
- les étudiants préparant leur thèse sous la direction d'un enseignant-chercheur ou chercheur du laboratoire, ainsi que les enseignants-chercheurs non titulaires tels que les ATER participant aux activités de recherche de l'unité pendant une durée minimale d'un an ;
- les chercheurs et enseignants-chercheurs recrutés en cours de contrat quadriennal et affectés à l'unité ;
- toute autre personne qui le demanderait, sur décision du directeur du laboratoire, après avis du conseil.

Un membre du laboratoire ne peut être membre d'une autre équipe contractualisée avec le ministère de la recherche.

Le laboratoire peut aussi accueillir des membres associés à temps partiel sur décision du directeur du laboratoire après avis du conseil de laboratoire.

Le présent règlement s'applique aux membres du laboratoire et aux membres associés lorsqu'ils travaillent au laboratoire.

Article 3 :

Les membres du laboratoire s'engagent à respecter les présents statuts, le règlement intérieur de l'université ainsi que les diverses chartes en vigueur au sein de l'université, dont certaines sont rappelées explicitement dans le présent règlement.

Chapitre II : Conseil de laboratoire

Constitution

Article 4 :

Il est créé un conseil de laboratoire au sein du Laboratoire « Géosciences & Environnement Cergy » de l'université de Cergy-Pontoise.

Composition et désignation

Article 5 :

Le conseil de laboratoire comprend tous les membres du Laboratoire (permanents et doctorants). Tout membre du laboratoire qui quitte l'unité cesse de faire partie du conseil de laboratoire.

Article 6 :

Il n'y a pas lieu d'organiser d'élection pour le conseil de laboratoire puisque tous les membres en font partie

Compétence

Article 7 :

Le conseil de laboratoire a un rôle consultatif. Il émet un avis sur toutes les questions relatives à la politique scientifique, la gestion des ressources humaines et des moyens budgétaires, l'organisation et le fonctionnement de l'unité.

Les votes s'effectuent à main levée, ou à bulletin secret lorsqu'un membre du conseil en fera la demande.

Le directeur de l'unité peut en outre consulter le conseil de laboratoire sur toute autre question concernant l'unité.

Sur les questions d'entrée et de sorties de personnel, seuls prennent part au vote les représentants des enseignants-chercheurs permanents.

Fonctionnement

Article 8.

Le conseil de laboratoire est présidé par le directeur de l'unité. Il se réunit au moins deux fois par an. Il est convoqué par son président soit à l'initiative de celui-ci, soit à la demande du tiers de ses membres.

Le conseil peut entendre, sur invitation de son président, toute personne participant aux travaux de l'unité, ou appelée à titre d'expert sur un point de l'ordre du jour.

Le président arrête l'ordre du jour de chaque séance ; celui-ci comporte toute question, relevant de la compétence du conseil de laboratoire, inscrite à l'initiative de son président ou demandée par plus d'un tiers des membres de ce conseil. La répartition des moyens de l'unité et le compte-rendu de l'usage qui en aura été fait font notamment partie des ordres du jour de ces conseils.

L'ordre du jour est porté à la connaissance des membres du laboratoire, huit jours avant la réunion. Le président établit, signe et assure la diffusion d'un relevé de conclusions de chacune des séances

Chapitre III : Direction du laboratoire

Article 9 :

Le directeur du laboratoire est un enseignant-chercheur permanent de l'université et en possession d'une HDR. Il est nommé par le Président de l'Université de Cergy-Pontoise, après avis des membres élus du conseil de laboratoire. Cette nomination a lieu à l'occasion de la signature du contrat quadriennal. L'avis du conseil du laboratoire résulte d'un vote à bulletin secret à majorité absolue des suffrages exprimés au premier tour de scrutin, à la majorité relative au second tour de scrutin. La durée du mandat du directeur est de 4 ans, en phase avec le contrat quadriennal de l'université.

Article 10 :

Le directeur assure la gestion des moyens budgétaires et des ressources humaines de l'unité. Il met en œuvre la politique scientifique de l'unité, notamment. Il consulte le conseil de laboratoire sur les questions prévues à l'article 7. Il assure le bon fonctionnement du laboratoire, notamment sur toutes les questions décrites dans le chapitre IV.

Le directeur tient à jour la liste des membres du laboratoire et la communique au service de la recherche et valorisation de l'université au moins une fois l'an.

Article 11 :

Le directeur peut se faire seconder par un directeur adjoint, membre du conseil du laboratoire, qu'il nomme après avis du conseil. Le directeur peut constituer au sein du conseil un bureau, qui l'épaulé dans la définition de la politique du laboratoire.

Chapitre IV : Fonctionnement du laboratoire

Diffusion des résultats scientifiques

Article 12 :

Les publications scientifiques des membres de l'unité (livre, article, actes, thèse, brevet, licence...) font apparaître leur appartenance à l'unité et à l'université de Cergy-Pontoise. La signature des publications doit le cas échéant se conformer à la charte d'adressage de l'université. En l'absence d'une telle charte, la signature par défaut est la suivante : *(PROVISOIRE)*

Nom, Prénom

Univ Cergy-Pontoise

Laboratoire « Géosciences & Environnement Cergy »

F-95000, Cergy-Pontoise

France

Les membres du laboratoire sont tenus d'informer le directeur de leur production scientifique, activité éditoriale, organisation et invitation à des colloques, prix et honneurs, lorsque celui-ci le demande. Le directeur effectue un recensement de cette production au moins une fois par an. Le recensement de l'activité d'une année civile est transmis au service recherche et valorisation de l'université au plus tard le 1er mars de l'année suivante.

absences pour mission

Article 12 :

Tout agent se déplaçant dans l'exercice de ses fonctions doit être en possession d'un ordre de mission établi préalablement au déroulement de la mission. Ce document est obligatoire du point de vue administratif et juridique ; il assure la couverture de l'agent au regard de la réglementation sur les accidents de service.

L'agent amené à se rendre directement de son domicile sur un lieu de travail occasionnel sans passer par sa résidence administrative habituelle, est couvert en cas d'accident du travail sous réserve de remplir d'une des deux conditions suivantes :

être en possession d'un ordre de mission sans frais

avoir une attestation de son directeur de laboratoire

Hygiène et sécurité

Article 13 :

a. Responsabilités individuelles/Responsabilités du directeur de laboratoire

Chacun doit se préoccuper de sa propre sécurité et de celle des autres. Le directeur a la charge de veiller à la sécurité et à la santé des membres de son équipe. Il est assisté dans cette mission par un Correspondant Hygiène/Sécurité.

b. Nomination d'un Correspondant Hygiène/Sécurité

Le directeur doit obligatoirement proposer un Correspondant Hygiène/Sécurité au président de l'université, il en informera la Mission Hygiène et Sécurité. Le correspondant H/S a pour mission de sensibiliser les membres de l'EA sur les questions d'H/S, s'assurer que les règles d'H/S sont bien appliquées, s'occuper du suivi du registre H/S. Il travaille en collaboration étroite avec la MHS et le service de médecine de prévention.

c. Registre Hygiène/Sécurité

Le registre d'hygiène et de sécurité dans lequel les personnels peuvent consigner leurs observations et suggestions relatives à la prévention des risques et à l'amélioration des conditions de travail est disponible dans le bureau du correspondant Hygiène et Sécurité.

d. Accident

En cas d'accident, prévenir immédiatement le PC sécurité. Prévenir dans un deuxième temps le Correspondant H/S et la médecine de prévention qui sont sensibilisés aux risques spécifiques (exemple : chimique, biologique...).

e. Dispositions en cas d'incendie

Les dispositions à prendre en cas d'incendie font l'objet d'un document affiché dans les couloirs de l'université. Au moins un responsable d'évacuation est désigné. Il s'assurera que les locaux soient vides et que les portes, fenêtres... soient fermées lors d'une alarme incendie. Il en avisera le PC sécurité.

f. Horaires journaliers, ouverture du laboratoire, accès aux locaux, travail isolé.

La plage horaire de travail de référence commence à 8 heures et se termine à 18 heures.

Après accord du directeur et sous condition des nécessités de service, certains personnels peuvent pratiquer un horaire décalé par rapport à la plage horaire de référence sus mentionnée

L'accès aux locaux en dehors de cette plage peut être expressément et nommément autorisé par le directeur. Tout membre du laboratoire amené à se rendre dans les locaux du laboratoire lors des périodes de fermeture de l'université doit obligatoirement prévenir l'agent du Poste de Sécurité du site des Chênes à son entrée et à sa sortie de l'établissement.

Utilisation des moyens informatiques

Article 14 :

L'utilisation des moyens informatiques est soumise à des règles explicites dans la charte informatique de l'UCP. Elle doit être signée par les membres du laboratoire.

Utilisation des ressources collectives

Article 15 :

le cas échéant : Les membres du laboratoire s'engagent à respecter les règles d'utilisation des équipements collectifs tels que les matériels des laboratoires, la bibliothèque du laboratoire, les matériels des salles informatiques, les photocopieuses et autres équipements.

Contractualisation vague D 2010-2013

Unité de recherche : dossier unique

PROJET

(Partie 2 : Formulaire)

intitulé complet de l'unité de recherche

Géosciences & Environnement Cergy

responsable

M./Mme	Nom	Prénom	Corps-Grade	Etablissement d'enseignement supérieur d'affectation ou organisme d'appartenance
M	DAVID	Christian	PU1	Université de Cergy-Pontoise

J'autorise la diffusion de mon nom sur internet (annuaire des unités de recherche).

établissement(s) de rattachement de l'unité

Le label accordé à l'unité sera déterminé au terme de la procédure d'évaluation, dans le cadre du dialogue contractuel.

établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche

si le rattachement à plusieurs établissements est demandé, indiquer :

établissement de rattachement support : Université de Cergy-Pontoise
(point de contact administratif)

établissement de rattachement :

établissement de rattachement :

organisme(s) de recherche associés

organisme : CNRS département ou comm. de rattachement : 95

organisme : département ou comm. de rattachement :
.....

Préciser (le cas échéant) le mandataire unique de gestion :

autres partenaires de l'unité

organisme(s) de recherche :

entreprise(s) :

autres :

type de demande

- nouvelle unité (création « ex-nihilo ») unité issue de l'éclatement d'une unité reconnue
 renouvellement de l'unité fusion de plusieurs unités reconnues
(avec ou sans changement de label) « éclatement-fusion » de plusieurs unités reconnues

filiation de l'unité (éventuellement plusieurs unités)

Etablissement support	Label(s) et n° dans le cadre du contrat précédent	Nom du responsable précédent	Intitulé de l'unité
Université Pierre et Marie Curie (P6)	UMR 7072	Philippe Huchon	Laboratoire de Tectonique
.....

rattachement prévu à une école doctorale en 2010-2013

(établissement support envisagé, n° en cas de demande de renouvellement de l'ED, intitulé et responsable s'ils sont connus)

Université de Cergy-Pontoise, Ecole Doctorale de Sciences et Ingénierie, n°417, Pr Tuong T.Truong

Préciser le cas échéant l'ED de rattachement de chacune des équipes internes telles que définies dans la feuille suivante "structuration de l'unité".

.....

participation prévue à une (exceptionnellement plusieurs) structure fédérative en 2010-2013 (établissement, intitulé, responsable)

classement thématique

domaine(s) scientifique(s)

indiquer, en début de ligne, "P" pour le domaine scientifique principal, "S" pour le ou les domaines scientifiques secondaires éventuels

1 Mathématiques et leurs interactions

2 Physique

P3 Sciences de la terre et de l'univers, espace

4 Chimie

5 Biologie, médecine, santé

6 Sciences humaines et humanités

7 Sciences de la société

8 Sciences pour l'ingénieur

9 Sciences et technologies de l'information et de la communication

10 Sciences agronomiques et écologiques

secteur(s) disciplinaire(s) (cf nomenclature)

reporter les codes des secteurs par ordre d'importance :

303, 302

mots-clés (cf nomenclature mots-clés)

prédéfinis : tectonique, géophysique, environnement

libres : pétrophysique

(4 maximum)

domaine applicatif, le cas échéant

indiquer, en début de ligne, "P" pour le domaine principal, "S" pour le ou les domaines secondaires éventuels

Santé humaine et animale

Alimentation, agriculture, pêche, agroalimentaire et biotechnologies

Nanosciences, nanotechnologies, matériaux et procédés

Technologies de l'information et de communication

Production de biens et de services & nouvelles technologies de production

Énergie nucléaire

S Nouvelles technologies pour l'énergie

S Environnement (dont changement climatique)

Espace

Aménagement, ville et urbanisme

Transport (dont aéronautique) et logistique

Cultures et société

Economie, organisation du travail

Sécurité

Autre

nomenclature ERC (European Research Council)

indiquer, en début de ligne, "P" pour le secteur principal, "S" pour le ou les secteurs scientifiques secondaires éventuels

Physical Sciences & Engineering

- PE1 Mathematical foundations : all areas of mathematics, pure and applied, plus mathematical foundations of computer science, mathematical physics and statistics
- PE2 Fundamental constituents of matter : particle, nuclear, plasma, atomic, molecular, gas, and optical physics
- PE3 Condensed matter physics : structure, electronic properties, fluids, nanosciences
- PE4 Physical and analytical chemical sciences : analytical chemistry, chemical theory, physical chemistry/chemical physics
- PE5 Materials and synthesis : materials synthesis, structure-properties relations, functional and advanced materials, molecular architecture, organic chemistry
- PE6 Computer science and informatics : informatics and information systems, computer science, scientific computing, intelligent systems
- PE7 Systems and communication engineering : electronic, communication, optical and systems engineering
- PE8 Products and processes engineering : product design, process design and control, construction methods, civil engineering, energysystems, material engineering
- PE9 Universe sciences : astro-physics/chemistry/biology; solar system; stellar, galactic and extragalactic astronomy, planetary systems, cosmology, space science, instrumentation
- PE10 Earth system science : physical geography, geology, geophysics, meteorology, oceanography, climatology, ecology, global environmental change, biogeochemical cycles, natural resources management**

Social Sciences & Humanities

- SH1 Individuals, institutions and markets : economics, finance and management
- SH2 Institutions, values and beliefs and behaviour : sociology, social anthropology, political science, law, communication, social studies of science and technology
- SH3 Environment and society : environmental studies, demography, social geography, urban and regional studies
- SH4 The Human Mind and its complexity : cognition, psychology, linguistics, philosophy and education
- SH5 Cultures and cultural production : literature, visual and performing arts, music, cultural and comparative studies
- SH6 The study of the human past : archaeology, history and memory

Life Sciences

- LS1 Molecular and Structural Biology and Biochemistry : molecular biology, biochemistry, biophysics, structural biology, biochemistry of signal transduction
- LS2 Genetics, Genomics, Bioinformatics and Systems Biology : genetics, population genetics, molecular genetics, genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics, bioinformatics, computational biology, biostatistics, biological modelling and simulation, systems biology, genetic epidemiology
- LS3 Cellular and Developmental Biology : cell biology, cell physiology, signal transduction, organogenesis, evolution and development, developmental genetics, pattern formation in plants and animals
- LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology : organ physiology, pathophysiology, endocrinology, metabolism, ageing, regeneration, tumorigenesis, cardiovascular disease, metabolic syndrome
- LS5 Neurosciences and neural disorders : neurobiology, neuroanatomy, neurophysiology, neurochemistry, neuropharmacology, neuroimaging, systems neuroscience, neurological disorders, psychiatry
- LS6 Immunity and infection : immunobiology, aetiology of immune disorders, microbiology, virology, parasitology, global and other infectious diseases, population dynamics of infectious diseases, veterinary medicine
- LS7 Diagnostic tools, therapies and public health : aetiology, diagnosis and treatment of disease, public health, epidemiology, pharmacology, clinical medicine, regenerative medicine, medical ethics
- LS8 Evolutionary, population and environmental biology : evolution, ecology, animal behaviour, population biology, biodiversity, biogeography, marine biology, ecotoxicology, prokaryotic biology
- LS9 Applied life sciences and biotechnology: agricultural, animal, fishery, forestry and food sciences; biotechnology, chemical biology, genetic engineering, synthetic biology, industrial biosciences; environmental biotechnology and remediation

coordonnées de l'unité

Localisation et établissement : Université de Cergy-Pontoise

Numéro, voie : 5 mail Gay-Lussac

Boîte postale :

Code Postal et ville : 95031 Cergy-Pontoise

Téléphone : 01 34 25 73 60

Adresse électronique : christian.david@u-cergy.fr

Date et signature du responsable de l'unité

Projet transmis avec l'accord du responsable de ou des établissement(s) d'enseignement supérieur de rattachement de l'unité

Nom et prénom du responsable de l'**établissement de rattachement support** :

Mme Françoise MOULIN CIVIL

Qualité : Présidente

Date : 9 octobre 2008

Signature :

Nom et prénom du responsable de l'**établissement de rattachement**, le cas échéant :

Qualité :

Date :

Signature :

Nom et prénom du responsable de l'**établissement de rattachement**, le cas échéant :

Qualité :

Date :

Signature :

1 – Structuration de l'unité proposée au 1er janvier 2010

N°	Intitulé de l'équipe interne (1)	Type d'activité (2)	Responsable	Etablissement ou organisme hébergeant l'équipe interne	Effectifs EC et chercheurs en ETPT (3)	Effectifs ITA/IATOS permanents en ETPT (4)	Thèmes de recherche par équipe			
<i>Ligne à utiliser seulement pour inscrire les thèmes de recherche de l'unité si celle-ci n'a pas d'équipes internes.</i>										
E1	Géosciences Cergy-Pontoise		C. David	U. Cergy-Pontoise	5,50	2,00	tectonique et géodynamique	pétophysique et déformation des roches	failles actives, réservoirs et couvertures	environnement
E2										
E3										
E4										
E5										
SC	Services communs recherche, le cas échéant									
Total en ETPT					5,50	2,00				

(1) Sous-composante fonctionnelle correspondant à l'organigramme de l'unité, une ligne par équipe.

(2) Préciser le cas échéant la nature des recherches : technologique (T), finalisée (F), exploratoire (E) etc...

(3) Equivalent temps plein travaillé. Les enseignants-chercheurs et chercheurs intervenant dans plusieurs équipes internes seront comptés au prorata des temps respectifs.
Exemples : Un EC travaillant dans une seule équipe interne = 0,5. Un EC travaillant dans deux équipes internes à égalité de temps = 0,25 dans chacune d'entre elles.
Un chercheur travaillant dans une seule équipe interne = 1. Un chercheur travaillant dans deux équipes internes à égalité de temps = 0,5 dans chacune d'entre elles.
Les ingénieurs de recherche des EPIC assimilés à des chercheurs seront comptabilisés dans cette colonne.

(4) En équivalent temps plein travaillé. Les ITA/IATOS intervenant dans plusieurs équipes internes seront comptés au prorata des temps respectifs.
Exemple : Une personne à temps plein dans l'unité qui travaille dans 2 équipes internes à égalité de temps comptera 0,5 dans chacune d'entre elles (0,25 s'il est à mi-temps)

2 – Ressources humaines

2.1 - Liste nominative des professeurs des universités et maîtres de conférence (et assimilés) proposée au 1er janvier 2010 (hors recrutements escomptés)
(à classer par établissement d'affectation)

Nomenclature à respecter : PREX, PR1, PR2, DIRH, DIRP, Physicien, Astro, PUPHEX, PUPH1, PUPH2, MCF, MCFP, Phys-adj, Astro-adj, MCUPHHC, MCUPH1, MCUPH2

CERGY-PONTOISE

Code établissement = 0951793H

Nom	Prénom	H/F	Année de naissance (XXXX)	Corps grade (1)	Section CNU (2 chiffres)	HDR (2)	PEDR (3)	N° de l'équipe interne de rattachement (4)	Etablissement d'enseignement supérieur d'affectation (5)	Code de l'établissement d'affectation (6)	Date d'arrivée dans l'unité (7)
AUBOURG	Charles	H	1964	MCF	35	oui	oui	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1992
DAVID	Christian	H	1962	PR1	35	oui	oui	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1999
FRIZON de LAMOTTE	Dominique	H	1953	PREX	36	oui	oui	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1991
HEBERT	Ronan	H	1964	MCF	35	non	non	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1996
LALLEMANT	Siegfried	H	1957	PR2	36	oui	non	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1998
LEDESERT	Béatrice	F	1966	PR2	35	oui	oui	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 2004
LETURMY	Pascale	F	1970	MCF	36	non	oui	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1999
LOUIS	Laurent	H	1976	MCF	35	non	non	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 2006
MAILLOT	Bertrand	H	1965	MCF	35	non	non	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1998
MENENDEZ	Beatriz	F	1962	MCF	35	non	non	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 2001
ROBION	Philippe	H	1964	MCF	35	non	non	E1	Université de Cergy-Pontoise	0951793H	septembre 1997

Récapitulatif EC	Nombre d'EC	dont HDR
Etablissement de rattachement support :	11	5
Etablissement de rattachement :		
Etablissement de rattachement :		
Autres établissements		
Total EC	11	5

(1) PREX, PR1, PR2, DIRH, DIRP, Physicien, Astro, PUPHEX, PUPH1, PUPH2, MCF, MCFP, Phys-adj, Astro-adj, MCUPHHC, MCUPH1, MCUPH2.

(2) Inscrire "oui" dans les cases correspondant aux enseignants-chercheurs habilités à diriger des recherches, y compris les PR.

(3) Bénéficiaires de la PEDR à la date de dépôt du dossier.

(4) Cf tableau 1.

(5) Etablissement d'enseignement supérieur et de recherche figurant sur l'arrêté d'affectation de l'enseignant-chercheur (affectation pour service d'enseignement).

(6) Sélectionnez l'établissement dans la liste ci-dessus pour afficher le code ou reportez-vous aux nomenclatures en annexe.

2 – Ressources humaines

2.7 - Liste des doctorants à la date de dépôt du dossier

(à classer par date de début de thèse)

En cas de reconfiguration de l'unité (fusion, éclatement...), mentionner les doctorants qui feraient partie de la nouvelle unité.

Ne seront pas mentionnés les doctorants dont la date de soutenance est fixée avant le 1er janvier 2010.

Nom	Prénom	H/F	Année de naissance	Etablissement ayant délivré le master (ou diplôme équivalent) du doctorant	Directeur(s) de thèse	Date de début de thèse (1)	Financement du doctorant (2)	Code et n° des publications issues du travail du doctorant (3)	N° de l'équipe interne de rattachement (4)
MOUCHOT	Nicolas	H	1982	Université de Lille 1	S. Lallemand	septembre 2005	AM	2005-LPTB-COM-3 /2005-LPTB-COM-4 /2006-LPTB-COM-13 /2006-LPTB-COM-22 /2007-LPTB-COM-37 /2008-LPTB-COM-54 /2007-LPTB-AFF-22 /2007-LPTB-AFF-23 /2008-LPTB-AFF-31 /2008-LPTB-AFF-32 /2007-LPTB-OS-7	E1
JAHANI	Salman	H	1966	Université en Iran	D. Frizon de Lamotte	septembre 2005	Total	2006-LPTB-COM-23 /2008-LPTB-COM-46 /2008-LPTB-COM-59 2005-LPTB-AFF-9 2008-LPTB-AFF-33 / 2007-LPTB-OS-8	
HUMBERT	Fabien	H	1981	Université de Strasbourg	B. Ledésert	septembre 2006	AM	2007-LPTB-INV-12 /2007-LPTB-INV-14 /2007-LPTB-COM-31 /2008-LPTB-COM-50 /2008-LPTB-COM-53 /2008-LPTB-AFF-30 /2008-LPTB-AFF-35	E1
COLOMBIER	Jean-Christian	H	1979	Université de Montpellier	C. David	novembre 2006	AUCUN (IGE)	2007-LPTB-OS-10	E1
KAZEMI	Kazem	H	1968	Université de Téhéran	C. David	septembre 2006	CGG		E1
CASTELEYN	Lisa	F	1984	UPMC Paris 6	C. David	septembre 2007	AM		E1
SABIN	Mikaël	H	1979	Université Paris 11	B. Ledésert	septembre 2007	CNRS		E1
WROBEL-DAVEAU	Jean-Christophe	H	1983	Université de Grenoble	D. Frizon de Lamotte	avril 2008	CIFRE		E1
CHOU	Yu-Min	H	1979	National Taiwan University	C. Aubourg	septembre 2008	Bourse EIFFEL		E1
XING	Zhi	H	1978	Univ. Paris 6	A. Noumowé (GC) / B. Ledésert / R. Hébert	septembre 2007	A		E1
KARS	Myriam	F	1994	IPGP - U. Paris 7	C. Aubourg	octobre 2008	CIFRE		E1

Total des doctorants à la date de dépôt du dossier 11

(1) Mois et année.

(2) A, AM, AC, AMX, ATER, CIFRE, SECD, BDI CNRS, INDUSTRI, ASSOC, COLL TERR, ETR, Autre (préciser), AUCUN.

(3) Reporter les codes et n° d'ordre des publications des doctorants que vous aurez mentionnés dans la liste des publications du bilan scientifique.

3 – Surfaces recherche (en m² SHON*) prévues pour l'unité de recherche au 1er janvier 2010

Les surfaces occupées par les structures fédératives feront l'objet d'une identification spécifique dans le dossier de la structure fédérative.

Etablissement(s) d'enseignement supérieur et/ou organisme(s) prenant en charge des coûts d'infrastructures "recherche" de l'unité	Ventilation des surfaces en m ²
Etablissement de rattachement support : <i>U. Cergy-Pontoise</i>	765
Etablissement de rattachement :	
Etablissement de rattachement :	
Organisme de recherche :	
Organisme de recherche :	
Autres (AP-HP, CHU, CHR, autre à préciser) :	
TOTAL des surfaces	765

* Surface hors œuvre nette. Surface SHON = surface utile x 1,4.

Surface utile : surface d'une pièce mesurée à l'intérieur des murs porteurs et des cloisons.

Surface hors œuvre nette : surface administrative utilisée lors du dépôt du permis de construire qui correspond à la somme des surfaces délimitées par les périmètres extérieurs de la surface horizontale de chaque étage clos ou sous-sol aménagé déduction faite des surfaces non exploitables (balcons, terrasses, volumes non clos).