



géophare
Les 5 ans de La fgse

**RESUMES DES INTERVENTIONS DES JEUNES
CHERCHEURS**

LAUSANNE

5 DECEMBRE 2008

Subduction initiation and margin evolution in South Central America (Costa Rica, Panama): insights from the late Cretaceous - Eocene forearc geology

(Conférence en français) David Buchs

The South Central American Volcanic Arc (SCAVA) is located along one of the best studied intra-oceanic convergent margin in the world. Off-shore and on-land studies of the SCAVA during the last few decades have significantly improved our understanding of processes such as seismogenesis, supra-subduction fluid flows and continentalization of the oceanic crust, which are intrinsically related to seismic and volcanic hazards.

One of the specificities of the SCAVA is the occurrence of uplifted, non-metamorphosed igneous complexes in the outer forearc, which provides a unique opportunity to perform innovative studies on arc-related sequences and accretionary complexes. On the base of a multidisciplinary study in the south Costa Rican - west Panamanian forearc we provide the first evidence for the existence of an oceanic plateau forming the basement of the SCAVA. Our results further constrain the age and mechanisms of subduction initiation along the oceanic plateau that led to the genesis of the SCAVA in the late Campanian (~73 Ma). Several pieces of seamounts and oceanic plateau were recognized and mapped in the accretionary complexes, allowing us to show that the margin development was -and probably still is- controlled by accretionary processes timely and spatially alternating with tectonic erosion. These results should encourage future studies devoted to the understanding of modern subduction zones and associated natural hazards to integrate geological observations from ancient analogues.

Faculté des géosciences et de l'environnement – 5^{ème} anniversaire, 5 décembre 2008

David Buchs (IGP) Peter O. Baumgartner (IGP), Richard Arculus
(*Department of Earth and Marine Sciences (Australian National
University)*), Claudia Baumgartner-Mora (IGP), Alexandre Bandini (IGP),
Sarah-Jane Jackett (*Scripps Institution of Oceanography - San Diego,
USA*), Alexey Ulianov (IMG), Kennet Flores (IGP).

Essai d'évaluation des enjeux sociaux, psychologiques et éthiques de la compensation carbone.

Fragnière Augustin,

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut des politiques territoriales et de l'environnement humain

Le marché de la compensation carbone connaît un succès croissant. Pourtant, peu d'études ont entrepris jusqu'ici de l'observer à la lumière des sciences humaines. En distinguant trois niveaux d'analyse – les aspects techniques, psychologiques/sociaux et éthiques – ce travail se fixe comme double objectif une meilleure compréhension des mécanismes qui sous-tendent la compensation et une évaluation de son efficacité comme instrument de lutte contre le changement climatique. Les commentaires formulés à propos de ce système s'adressent avant tout à la compensation volontaire, avec un accent particulier mis sur son application dans les pays en développement. Certaines remarques sont toutefois également valables pour le marché institutionnalisé issu des mécanismes flexibles du Protocole de Kyoto. Les trois niveaux d'analyse appréhendés sont envisagés comme un tout cohérent, aboutissant à un enchaînement de problèmes liés au fonctionnement actuel du marché. Au niveau technique, les méthodologies de calcul basées sur des scénarios d'anticipation sont sujettes à de fortes incertitudes qui contrastent avec la présentation démesurément simplificatrice que les prestataires font de leurs services. En prétendant offrir une équivalence parfaite entre les émissions compensées et les réductions correspondantes, ceux-ci renforcent à leur tour l'avantage compétitif que la compensation possède, par son faible coût psychologique et économique, sur les changements de comportement. Au niveau éthique enfin, l'idée de pouvoir « neutraliser » des émissions de gaz à effet de serre par la mise en oeuvre de réductions,

ailleurs et à un autre moment, n'est en phase ni avec la responsabilité des pays du Nord, ni avec une certaine idée de la justice écologique.

Après une synthèse des différentes critiques adressées à ce système, le travail propose une série d'ajustements et de modifications propres à rendre la compensation plus juste et plus efficace sur les plans étudiés. Cela passe notamment par l'abandon des termes de *compensation* (auquel on préférera celui de *contribution*) et de *neutralité*, par le fait de renoncer à une prétendue équivalence parfaite entre émissions et réductions et par une limitation de la « compensation » aux projets domestiques. Les flux financiers à destination de projets de réduction des émissions dans les pays en développement restent nécessaires, mais ne devraient plus, eux, être proportionnés aux émissions du Nord. Ce n'est qu'ainsi que les pays occidentaux pourront assumer pleinement leurs responsabilités.

Développement urbain durable, justice urbaine et action collective : enjeux de recherche.

Marianne Thomann et Yves Bonard

Université de Lausanne – Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de géographie

Les villes connaissent depuis la fin des années 1970 un nouveau régime d'urbanisation. Ce régime métropolitain se caractérise par une forme urbaine étalée et fragmentée. Il s'accompagne d'effets négatifs en termes écologiques (consommation de ressources naturelles et d'énergie, production de pollution et de déchets, etc.) et sociaux (croissance des inégalités socio-spatiales, déficit d'urbanité, effritement du lien social, etc.). Par ailleurs, ce régime produit une dissociation entre territoire fonctionnel et territoire institutionnel, et pose la question du renouvellement des modes de gouvernance urbaine.

Ces multiples problématiques – structures et dynamiques urbaines, incidences environnementales, lien social et gouvernance – constituent autant de champs investis par les chercheuses et chercheurs du pôle « Géographie humaine » de l'IGUL.

Après une rapide présentation de ces champs, cette communication abordera un enjeu particulier du développement urbain durable – la justice environnementale – et montrera en quoi l'intégration de cet enjeu, en prenant pour exemple la ville de Lausanne, invite à penser un nouvel agencement des priorités de l'action publique.

Le permafrost dans les éboulis de haute altitude : histoire, stratigraphie et morphodynamique

Cristian Scapozza

Université de Lausanne – Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de géographie

Dans le contexte des recherches relatives aux modifications des environnements de haute montagne face aux changements climatiques, peu d'études ont été consacrées aux éboulis, et ceci malgré le fait que ces formes constituent la part de surface la plus importante parmi les formations meubles de la zone périglaciaire alpine.

Dans ce contexte, cette présentation abordera les trois thématiques suivantes :

- 1) L'histoire des études concernant le permafrost dans les éboulis de haute altitude, en se focalisant sur les recherches menées à l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL) ;
- 2) Les développements actuels dans la recherche sur les éboulis de haute altitude, en particulier en mettant l'accent sur les questions relatives à la stratigraphie des éboulis, aux processus permettant d'expliquer la répartition du permafrost dans ces formes et aux méthodes employées pour les étudier (projet FNS en cours à l'IGUL) ;
- 3) Les éboulis en tant qu'archives sédimentaires de l'histoire climatique récente (depuis 15'000 BP), en particulier pour l'étude de la morphodynamique des environnements de haute montagne (thèse en cours à l'IGUL).

Apprentissage par machine et géostatistique pour la prédiction spatiale

Loris Foresti

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de géomatique et d'analyse du risque

L'étude traite la prédiction spatiale des variables météorologiques et climatiques à l'aide des méthodes d'apprentissage statistique et de la géostatistique. Plus précisément, on va utiliser les réseaux de neurones et les machines à vecteur de support dans le but de modéliser les relations statistiques entre la variable météorologique analysée et ses prédicteurs. Les méthodes d'apprentissage statistique sont utilisées pour effectuer des régressions et des classifications dans des espaces à haute dimensionnalité. La méthodologie consiste à utiliser les informations topographiques dérivées du modèle numérique de terrain (altitude, pente, convexité du terrain, etc) afin de pouvoir spatialiser le champ météorologique. Un des cas d'études analysés concerne une situation d'inversion de température. Cette dernière survient pendant les mois d'hiver lorsqu'une situation de haute pression s'installe sur la Suisse. La structure spatiale de la température lors des inversions est très particulière et ne peut être prédite que à partir d'un nombre élevé des facteurs topographiques. Les méthodes sur-citées sont particulièrement adaptées à résoudre cette problématique. Par contre, la spatialisation de champs météorologiques qui présentent des valeurs extrêmes nécessite l'utilisation de modèles géostatistiques et de modèles hybrides (géostatistique et apprentissage par machine). Les cas d'études concernent principalement les précipitations du fait de leur forte variabilité spatiale et les risques naturels.

Collapse at the eastern Eiger flank in the Swiss Alps

Thierry Oppikofer

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut de géomatique et d'analyse du risque

Landslides are a significant natural hazard in mountainous regions¹ and are often triggered by external factors, such as earthquakes, rainfall, permafrost melting or retreat of glaciers². A large landslide occurred in the Swiss Alps on 13 July 2006, when portions of an immense rock spur on the eastern flank of the Eiger peak³ collapsed. Here we use field observations and terrestrial laser scanning data to record and quantify the relative motion along the various blocks of rock that form this spur. The data show that during the year of observation the blocks moved relative to one another by up to tens of metres along fractures that can be related to pre-existing planes of weakness. Rates of motion and deformation were high throughout July 2006, particularly in the northern part of the spur that partially collapsed on 13 July.

The rates decreased considerably during the subsequent months, although a slight increase was noted in June and July 2007. These observations are consistent with instability of the spur initiated by subsidence of a single block at the rear, which acted as a wedge and disintegrated over time owing to loss of lateral confinement.

PALAEOREDOX AND PALAEOCLIMATIC CHANGES ASSOCIATED WITH THE VALANGINIAN CARBON ISOTOPE EVENT.

Stéphane Westermann

Université de Lausanne – Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de géologie et paléontologie

Mesozoic oceanic anoxic episodes (OAE's) represent exceptional time intervals in Earth's history, which are characterised by the development of widespread dys- to anoxic conditions in ocean basins, deposition of organic-rich sediments and shifts towards more positive stable carbon-isotope ($\delta^{13}\text{C}$) values in marine pelagic carbonate (Schlanger & Jenkyns, 1976).

The Early Cretaceous Valanginian stage is marked by a pronounced increase in the marine carbonate $\delta^{13}\text{C}$ record with an excursion of 1.5-1.8 ‰ (Lini et al., 1992; Erba et al., 2004). This excursion in carbon-isotopes is commonly interpreted as the expression of a global OAE, which would have affected the global carbon cycle and shifted the $\delta^{13}\text{C}$ record towards more positive values (Erba et al., 2004). Here we proposed to evaluate the paleoredox and paleoclimatic changes, which occur during the Valanginian carbon event by investigating phosphorus (P) and redox-sensitive trace-metal (TM) contents. We complement our geochemical analyses by an evaluation of organic-matter contents. We selected a series of representative sections along a basin-shelf transect in the western Tethys: Capriolo (Lombardian Basin, northern Italy), Breggia (Mt. Generoso, southern Switzerland), Vergol (Vocontian Basin, southeastern France), Alvier (Helvetic Alps, northeastern Switzerland) and Malleval (Vercors, eastern France). We also analysed samples of Valanginian age from Shatsky Rise (leg ODP 198, site 1213B).

The onset of the carbon excursion is marked by maximal values in phosphorus accumulation rates (~ 0.7 , ~ 0.4 and ~ 4.1 mg P/cm²/kyr in the sections of Capriolo, Breggia and Alvier, respectively) and minimal values during the $\delta^{13}\text{C}$ positive shift (~ 0.3 , ~ 0.1 mg and ~ 0.5 mg P/cm²/kyr in the sections of Capriolo, Breggia and Alvier, respectively). These observations are similar to the global long-term trend established from the Deep Sea Drilling Project (DSDP) and Ocean Drilling Program (ODP) (Föllmi, 1995). This indicates that the phosphorus enrichment observed in the western Tethyan has to be sought in general changes in the marine phosphorus cycle related to changes in the phosphorus delivery rate from the continent. TOC contents in the dark marly layers present in the sections of Capriolo and Breggia are characterized by values lower than 1.6 w% and the HI/OI obtained indicate a terrestrial origin of the preserved organic matter. At Vergol, the organic matter of the "Barande" levels appears predominantly of marine origin. At Shatsky Rise, three of the analysed samples show TOC values of up to 4.6 w% and HI/OI indicate a type-II origin. The stratigraphic distribution of TM in the analysed sections shows no major excursions during the $\delta^{13}\text{C}$ excursion in all the studied sections. The only possible correlation is observed in the pre- $\delta^{13}\text{C}$ event "Barande" levels, in which U, V, Co, As and Mo contents show maxima. In Shatsky rise, the organic-rich levels indicate higher TM values compared to the organic-lean samples of the site.

Our results show that the onset of the shift is marked by an increase in P content, indicating an increase in continental runoff. This change is coeval with a change in clay-mineral assemblages with the disappearance of kaolinite. We also show that sediments of the western Tethyan realm lack evidence for the persistence of dys- to anaerobic conditions during the Valanginian positive $\delta^{13}\text{C}$ excursion and that preserved organic matter from this time interval is largely of continental origin. Dysoxic to anoxic zones seem to be restricted to the marginal seas of Atlantic (Meyers, 1987) and also to the Pacific. The Valanginian positive $\delta^{13}\text{C}$ excursion cannot be explained by increased preservation of oceanic organic matter.

We suggest that the $\delta^{13}\text{C}$ shift is the consequence of an increase in continental carbon storage, coupled with the demise of shallow-water carbonate platforms.

**Reconstruction paléo-environnementale de notre région à l'aide
des
ostracodes (CRUSTACEA) du Léman: une étude multidisciplinaire.**

Laurent Decrouy

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de minéralogie et géochimie

Les ostracodes sont de bons marqueurs environnementaux. De plus, leur valves en calcite se préservent très bien dans les sédiments et constituent des archives géochimiques fiables. Leurs fossiles permettent ainsi de reconstruire avec succès les conditions paléo-environnementales, tels la température de l'eau et de l'air ou encore l'état d'eutrophication du lac. Notre projet vise à mieux déterminer les facteurs qui influencent ces organismes et la géochimie de leur carapace. Pour ce faire, une approche actualiste a été entreprise et l'étude a été menée en milieu naturel avec des organismes vivants. Nous avons pu préciser l'écologie des ostracodes, établir les facteurs biotiques et abiotiques propres à la colonne d'eau et à l'eau interstitielle, de même que les coefficients de fractionnement isotopique et de partition des éléments traces. Grâce à ces résultats, la reconstruction des conditions paléo-environnementales à l'aide des sédiments anciens peut être effectuée avec succès. La multidisciplinarité de cette étude sera mise en avant. En effet, la qualité élevée des résultats n'a pu être qu'obtenue grâce à l'union entre sciences de la vie, de la terre et de l'environnement.

Emplacement dynamique du Complexe Mafique du Torres del Paine (Patagonie, Chili)

Julien Leuthold

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de minéralogie et géochimie

Le pluton du Torres del Paine s'est mis en place il y a 13-12Ma (Michel et al. 2008), au sud du Chili, dans des flyschs crétacés. Il s'agit d'une intrusion bimodale, calco-alkaline riche en K_2O , mise en place à faible profondeur (~ 1 kbar). Elle est composée de gabbro et diorite (400m d'épais) (Complexe Mafique du Paine - PMC) à la base de 1500m de granite (Granite du Paine - PG). A l'ouest, on trouve une zone d'alimentation avec des textures verticales, et à l'est, des contacts horizontaux qui forment un laccolithe.

Le pluton s'est progressivement construit par l'emplacement de pulses successifs. Les premiers mis en place sont deux sills gabbroïques de 150m environ chacun. Le sill inférieur contient des hornblendes cristallisées avant le plagioclase alors que le sill supérieur contient des hornblendes poecilites. Par ailleurs, ce dernier est moins riche en K_2O et plus riche en CaO . Les similitudes de ce gabbro avec celui de la zone d'alimentation sont claires : les analyses chimiques de roches totales et de minéraux, ainsi que les textures magmatiques, sont similaires. Une coupe complète à travers le sill inférieur montre que les gros cristaux automorphes d'hornblende sont accumulés au centre du pulse, où la vitesse d'emplacement est la plus grande. La chimie des roches totales est très bien corrélée avec ces observations, avec une augmentation des concentrations en éléments incompatibles vers la base et le sommet du pulse, inversement corrélée au $Mg\#$. La présence d'hornblende transportée, sous forme de cristaux individuels, agglomérés ou concentrés

dans des sills décimétriques, indique une remobilisation en profondeur d'un cumulat riche en ferro-magnésiens. Les isotopes radiogéniques faits sur de telles lentilles jeunes montrent une contamination crustale plus importante, par assimilation.

Il existe également deux types de magmas dioritiques, similaires à la matrice des roches gabbroïques, et certainement comagmatiques à celles-ci. Ils sont injectés sous forme de sills dans le magma gabbroïque encore partiellement liquide. Les contacts avec le gabbro, plus chaud, sont arrondis, avec de discrètes bordures figées. La saturation des fluides dans ces roches lors de leur refroidissement provoque la formation d'abondantes pegmatites, ainsi que de chenaux verticaux limitant des enclaves gabbroïques.

Les travaux de terrain montrent que les magmas évolués se mettent en place à la fin de l'histoire de l'intrusion. Le granite recouvre le PMC et le contact entre les deux lithologies ne montre que très peu d'interactions liquide-liquide, tel que des enclaves par exemple. Les isotopes radiogéniques de ces roches ont également des valeurs montrant une contamination crustale plus importante que pour les roches mafiques.

Nous pensons que le laccolith du Torres del Paine s'est construit par l'emplacement successif de sills dont le magma a enregistré des phénomènes de cristallisation fractionnée et de mélanges en profondeur.

**Intégration Quantitative des Données Géophysiques pour la
Caractérisation des Aquifères: Nouvelles Approches et
Implications pour les Prédictions Hydrologiques**

Baptiste Dafflon

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut de géophysique

La connaissance de la distribution spatiale des paramètres hydrologiques dans les aquifères hétérogènes est de première importance pour des simulations fiables d'écoulement et de transport de contaminant dans le sous-sol. L'intégration de données géophysiques pour la caractérisation des aquifères a permis dans de nombreux cas une significative amélioration de la connaissance des propriétés hydrologiques en offrant des informations à une échelle spatiale et à des locations inatteignables avec des techniques conventionnelles. Le travail présenté touche au développement de techniques d'intégration quantitatives adaptées aux exigences hydrologiques et à l'investigation des potentiels bénéfiques pouvant ainsi être apportés aux prédictions hydrologiques dans le sous-sol.

ADDENDA

Textes de présentation de deux intervenants excusés pour cause de maladie

Les symbioses industrielles : une stratégie pour un usage efficace et local des ressources ?

Guillaume Massard

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut des politiques territoriales et de l'environnement humain

Les symbioses industrielles, outil appliqué de l'écologie industrielle, ont pour objectif de mettre en réseau les entreprises présentes sur un territoire afin de créer des échanges d'information, de flux de matière et de mutualiser certaines activités. Mais les symbioses industrielles offrent-elles des solutions réellement pertinentes pour accompagner la transition du système industriel et favoriser un usage efficace et local des ressources ? Représentent-elles une plus value par rapport aux stratégies de gestion des ressources existantes (recyclage, incinération, gain d'efficacité) ?

Comment détecter et mettre en œuvre des symbioses industrielles techniquement, légalement et économiquement réalisables et favoriser la création d'un écosystème industriel sur un territoire ? Les recherches effectuées ces dernières années ont permis de développer deux méthodologies de détection: l'une déductive (basée sur les systèmes d'information géographique), l'autre systématique (basée sur les audits d'entreprises). Leur mise en application sur les territoires du Canton de Genève et de Lausanne Région, en collaboration avec une cinquantaine d'entreprises a permis de mettre en évidence de nombreux potentiels symbiotiques et d'analyser les contraintes liées à leur mise en place. Cette présentation a pour objectif de faire le point sur ces nouvelles méthodologies et leur application.

Phosphorus accumulation during OAE 2, a global signal ? Example from the Tibet, SE Tethys.

Brahimsamba. Bomou

Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement
Institut de géologie et de Paléontologie

Switzerland Cenomanian-Turonian boundary is characterized by an Oceanic Anoxic Event (OAE 2), described as an interruption of normal pelagic sediment deposition by several distinct intervals of widespread oceanic anoxia (Jenkyns, 1980). This episode is characterized by finely laminated organic carbon rich sediments deposited under oxygen depleted conditions coinciding with a positive shift in $\delta^{13}\text{C}$ isotope excursion. The main goal of the present research is to get a better understanding of mechanisms which triggered these OAEs, and particularly the paleoenvironmental conditions which characterized the onset of that major anoxic event and their evolution. Mort (2007) demonstrated that the OAE2 onset was triggered by a significant increase in phosphorus burial generally linked to transgressive and greenhouse conditions. This augmentation leads to bottom water anoxia by increasing productivity and P regeneration which therefore sustains it in a positive feedback loop. Return to more oxic conditions may be explained by several factors as increased aridity and consequently lower nutrient availability, organic carbon burial in black shales and CO_2atm reduction. However, the fate of P feedbacks is not well known at larger scale, away from main black shales source (western Tethys and Central Atlantic).

We investigate therefore the section of Gongzha (Tibet, China) located at the north margin of the Indian plate in the Tethys Himalayas zone (SE Tethys). These sediments are deposited in open marine basin and slope settings under hemipelagic environment (Li *et al.*, 2006). Clay analyses

show that the sediments have been overprinted by burial diagenesis and tectonic processes, but biostratigraphic, microfacies and stable isotope data indicate a quite good preservation and absence of significant hiatus. Carbon isotope analyses exhibit the classical C-T positive shift with a first peak near the end of *R. cushmani* zone, a second in the lower part of *W. archaeocretacea* zone, followed by a plateau which ends the excursion. A bloom of *Heterohelix* and *Guembelitra*, low oxygen tolerant foraminifera, is observed in the upper part of the $\delta^{13}\text{C}$ shift (*W. archaeocretacea* zone) indicative of depleted oxygen conditions. A significant increase in P_{tot} is observed at the onset of the $\delta^{13}\text{C}$ shift, followed by a depletion at the end of *R. cushmani* zone, persisting up to the end of *W. archaeocretacea* zone. Recurrence to high P amount coincides with the end of the $\delta^{13}\text{C}$ shift. Mineralogical analyses demonstrate that P_{tot} distribution is globally not linked to detrital input variations. In Tibet, P distribution patterns observed during OAE2 is therefore similar to the ones detected in numerous sections in western Tethys and Central Atlantic (England, Italia, Spain and USA, Mort et al., 2007) and appear to be global. P accumulation, during OAE 2, consequently played crucial role in both triggering and sustaining (by regeneration) productivity.