

Lille, 26-29 novembre 2024

19^{ème}

CONGRÈS
FRANÇAIS
DE
SÉDIMENTOLOGIE

LIVRE DES RÉSUMÉS



Version temporaire



Version temporaire :
Nous envisageons que les résumés qui
ne seront pas accompagnés d'une
présentation orale ou d'un poster soient
retirés du volume définitif.

19^{ème} Congrès Français de Sédimentologie

26-29 novembre 2024

Villeneuve d'Ascq

France

Unraveling the Cretaceous-Paleogene mass extinction: Chicxulub, Deccan volcanism, or a dual catastrophe? Insights from 45 years of research

Thierry Adatte¹

¹ Institut des Sciences de la Terre, Université de Lausanne (Suisse)
Contact : Thierry.Adatte@unil.ch

The nature and causes of mass extinctions in Earth's geological past have been the subject of intense scientific debate for over three decades. At the center of this debate is whether one or more large bolide impacts, the eruption of large igneous provinces (LIP), or a combination of both were the primary mechanisms driving the environmental changes that are widely regarded as the direct causes of four out of the five major Phanerozoic extinction events. The Chicxulub asteroid impact in present-day Mexico and the eruption of the vast Deccan volcanic province in India are two leading hypotheses for the cause of the end-Cretaceous mass extinction, which led to the demise of non-avian dinosaurs. Although the impact hypothesis has gained widespread acceptance, the lack of a high-resolution timeline for the Deccan basalt eruptions has hindered a comprehensive assessment of their relationship to the mass extinction. The bulk (80%) of the Deccan Trap eruptions occurred over a relatively short period within the magnetic polarity chron C29r. U-Pb zircon geochronology indicates that this main phase of eruptions began approximately 250,000 years before the Cretaceous-Paleogene (KPg) mass extinction and continued into the early Danian, suggesting a potential cause-and-effect relationship. Mercury (Hg) and more recently tellurium (Te) have been identified as indicators of large-scale volcanism in marine sediments, providing valuable insights into the relative timing of biological and environmental changes, mass extinctions, and delayed recoveries. Several studies have examined the correlation between Hg anomalies in sediments and LIP activity across mass extinction boundaries. However, Hg and Hg/TOC chemostratigraphies often yield conflicting results and appear to be influenced by non-volcanic secondary processes. In contrast, sedimentary tellurium (Te) concentrations, when normalized to immobile trace elements such as thorium (Th), may represent a more reliable proxy for volcanic input. We present a comprehensive high-resolution analysis of Hg and Te concentrations associated with the Deccan Traps, climate change, and the end-Cretaceous (KPg) mass extinction. This study is based on a transect of 30 sections from both shallow and deep environments across France, Spain, Italy, Denmark, Israel, Tunisia, Turkey, and India. In all sections, results show that Hg and Te concentrations increase by more than two orders of magnitude during the last 100,000 years of the Maastrichtian, continuing into the early Danian P1a zone (the first 380,000 years of the Paleocene). These Hg anomalies correspond with the main Deccan eruption pulses (Poladpur, Ambelani and Mahalabeswhar). These observations provide further support that Deccan volcanism played a key role in increasing atmospheric CO₂ and SO₂ levels that resulted in global warming and acidified oceans, increasing biotic stress that predisposed faunas to eventual extinction at the KPg.

Océanographie chimique du GOE

Francis Albarède¹, Janne Blichert-Toft¹

¹ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

Contact : albarede@ens-lyon.fr

Avant le Grand Événement d'Oxydation (GOE), les étendues subaériennes ne représentaient qu'environ 7% de la surface de la Terre. Nous discuterons ici de certains cycles géochimiques à la fin de l'Archéen, celui des protons, de l'alcalinité, des électrons et d'autres électrolytes, et nous tentons de construire un premier cadre conceptuel pour l'archéocéanographie chimique. Les rares terres émergées qui caractérisent l'Archéen et la faible abondance des carbonates archéens impliquent que le flux d'alcalinité vers l'océan était beaucoup plus faible qu'aujourd'hui et donc que la capacité des eaux de ruissellement à neutraliser les fluides hydrothermaux à haute température était moins importante. Ce flux réduit entraîne à son tour une baisse du pH de l'eau de mer et une augmentation de la chlorinité. L'absence d'oxygène atmosphérique a permis au fer d'être sous sa forme soluble Fe(II) et de réduire HCO₃ en CH₄ tout en libérant de grandes quantités de protons. Le faible pH de l'océan antérieur au GOE et l'apport réduit d'alcalinité, renforcés par un faible apport de phosphore, expliquent la réduction de la précipitation des carbonates. La chimie des océans a évolué sous le contrôle de deux facteurs : (i) l'équilibre entre l'altération des continents et les flux hydrothermaux et (ii) la pression de l'oxygène dans l'océan et dans l'atmosphère. La concentration en fer de l'eau de mer était contrôlée par des rapports (Fe²⁺)/(H⁺)² élevés. La température des fluides hydrothermaux au niveau des dorsales médioocéaniques et d'autres édifices volcaniques actifs étant déterminée par les propriétés d'expansion de l'eau de mer, la chimie des fluides hydrothermaux est contrôlée par la chlorinité de l'océan. De tous les cycles des éléments majeurs dans l'eau de mer, ceux du Na, du Mg et du P semblent être déséquilibrés lorsque l'écoulement tombe en dessous de la valeur moderne. La très faible teneur en phosphore des formations de fer rubanées n'est pas compatible avec un rôle majeur de l'activité biologique dans l'oxydation du Fe²⁺ dissous dans l'océan archéen. Avant le GOE, les formations de fer rubanées constituaient le principal puits sédimentaire de cations de l'eau de mer, rôle aujourd'hui joué par les carbonates. L'alcalinité de l'eau de mer, aujourd'hui contrôlée par le couple Ca²⁺-CaCO₃, était contrôlée par le couple Fe²⁺- Fe³⁺.

La capacité DIC de l'océan à absorber le CO₂ atmosphérique est encadrée entre ½ Alk et Alk où Alk est l'alcalinité des carbonates. Toute augmentation des carbonates dissous induite par une augmentation de la pCO₂ est contrariée par le facteur tampon de Revelle $R = d \ln pCO_2 / d \ln DIC$ ("10) : l'augmentation des carbonates dissous n'est approximativement qu'un dixième de l'augmentation de la pCO₂. Le CO₂ atmosphérique émis lors des grandes éruptions n'est résorbé qu'au rythme de l'érosion chimique des continents.

En langage simple : la chimie de l'atmosphère et de l'eau de mer dépend essentiellement de la surface continentale émergée ainsi que de la chlorinité de l'océan. L'absence d'oxygène dans l'atmosphère a permis au fer de rester en solution et de réduire le dioxyde de carbone atmosphérique en méthane. Le pH des anciens océans devait être plus bas car il y avait moins d'eau de rivière pour neutraliser les fluides hydrothermaux sous-marins acides émis au niveau des dorsales médio-océaniques. Le pH faible et le drainage de phosphore peu abondant n'ont conduit qu'à de rares dépôts carbonatés.

Un enregistrement téphrochronologique au large du rift est-africain

Hugo Albaredes¹, Emmanuelle Ducassou¹, Thibaut Caley¹, Antoine Souron¹, Bruno Malaizé¹, Vincent Famin²

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² Laboratoire GéoSciences Réunion, UMR 7154 IPGP, Université Paris-Diderot

Contact : hugo.albaredes@u-bordeaux.fr

Le rift est-africain est connu pour ses sites fossilifères et ses formations volcaniques (tufs). Afin de dater les fossiles, la plupart des scientifiques utilisent les méthodes K-Ar ou Ar-Ar sur la mésostase ou les feldspaths présents dans les tufs, ce qui donne des âges minimums ou maximums par le principe de superposition. Cependant, les incertitudes sur ces datations peuvent être élevées (± 47 ka, 2σ) et certains dépôts ne possèdent pas de mésostase parfaitement fraîche ou de feldspaths non altérés pour dater. L'objectif de cette étude est donc d'utiliser un enregistrement marin (carotte MD96-2073), de chercher et dater des cryptotéphras à l'aide de la stratigraphie isotopique $\delta^{18}O$, et de les corrélérer avec des tufs à terre, en utilisant la géochimie des éléments majeurs et traces sur verres volcaniques.

La carotte MD96-2073 (34 m) a été récupérée en 1996 au sud-ouest de l'île de Socotra, à 1500 km du rift éthiopien. Elle s'étend sur au moins 300 ka, avec une incertitude moyenne d'environ $\pm 3,5$ ka (intervalle de confiance à 95 %) sur le modèle d'âge. Au moins cinq cryptotéphras, tous à chimie rhyolitique, ont été détectés dans cette carotte, par comptages. Ils sont constitués de verres plats, en Y ou incurvés, de tailles comprises entre 45 et 350 μm . L'un de ces cryptotéphras présente une chimie et un âge compatibles avec le Youngest Toba Tuff, avec un âge de 74,2 $\pm 2,8$ ka, et des abondances de verres volcaniques allant jusqu'à 160 000/g de sédiment sec. Un autre serait identifié comme étant le Konso Silver Tuff (20000 verres/g), daté à 155,2 $\pm 5,7$ ka (95 %) dans cette étude (155 ± 14 ka à 2σ dans la littérature ; Ar-Ar).

Cette étude montre que des cendres volcaniques du rift, plus jeunes que 750 ka, peuvent être trouvées en milieu marin, à plus de 1500 km des sources. Elle montre également l'intérêt de la stratigraphie isotopique pour dater les événements volcaniques, avec une réduction des incertitudes sur les âges pouvant atteindre un facteur 2,5. Enfin, la présence de cendres indonésiennes, à plus de 5000 km, peut s'expliquer par un transport via des vents favorables pour toute la colonne atmosphérique.

Le Néogène du sud-ouest du bassin de Paris : faciès, géométries et déformations

Louis Alus¹

¹ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

Contact : Louis.Alus@univ-rennes.fr

Le bassin de Paris est très faiblement subsident durant le Cénozoïque, de l'ordre de quelques mètres par million d'années. A partir de l'Oligocène, des phases de déformations vont progressivement amener les dépôts tertiaires à se réorganiser au sud-ouest du bassin de Paris (" bassin " de Noyant-Savigne, " bassin " de Manthelan, ...). Le(s) mécanisme(s) à l'origine ainsi que la chronologie de ces déformations restent toutefois mal comprises. Pour répondre à ces questions, une étude systématique portée sur les faciès et les géométries sédimentaires a été réalisée dans le sud-ouest du bassin. Cette zone, anciennement dénommée " dépression ligérienne ", s'étend de l'Anjou à la Sologne/Brenne. L'évolution géologique est la suivante :

- Un ensemble d'altérites et de dépôts alluviaux à lacustres datés de l'Yprésien au Bartonien (56 à 40Ma). Ces derniers seront regroupés dans une " formation détritique continentale ", comprenant les résidus à silex et les formations éocènes détritiques.
- De nombreux calcaires lacustres (calcaire d'Anjou, de Touraine, du Poitou, de Berry, d'Etampes, de Beauce-Pithiviers) datent du Bartonien à l'Aquitainien (40 à 20Ma). Cet ensemble, présentant une richesse et une variabilité latérale de faciès, sera toutefois ponctuée par une inondation marine au Rupélien basal (34 à 31Ma).
- Un ensemble de dépôts estuariens à fluviaux (sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois), comprenant également des faciès lacustres (calcaire de Montabuzard) datés du Burdigalien (20 à 16Ma).
- Un ensemble de dépôts marins à littoraux (faluns d'Anjou-Touraine-Blésois) datés du Langhien au Tortonien par la faune de mammifères qu'ils renferment. Cette sédimentation passe progressivement à des dépôts continentaux (fluviale/plaine alluviale) représentés par les sables et argiles de Sologne. La stratigraphie de ces derniers reste cependant mal contrainte (Langhien-Pliocène).

Afin de mieux caractériser les dépôts synchrones à cette réorganisation, une étude portée sur les faciès miocènes a été menée de la Sologne à la Touraine. Postérieur aux dépôts lacustres aquitainiens, le Miocène moyen comprend des passages latéraux terre-mer (Controis-en-Sologne) ou la transition entre un environnement de baie dominée tidal et un environnement deltaïque domine crue est bien exprimée. Ces environnements passent latéralement à des faciès marins bien connus en Anjou et en Touraine (faluns marins), parfois installés dans des vallées incisées. La création d'une base de données, s'appuyant sur 500 puits, a également permis de questionner les séries cénozoïques sous-jacentes, témoins d'une déformation en partie documentée. Cette réflexion s'appuie également sur de nombreux transects de corrélations de puits (diagraphie, ...) ainsi que sur des transects géophysiques (résistivité). Il en résulte des cartes isohypses et isopaques des formations, permettant une première lecture de la chronologie des déformations. Par ailleurs, l'étude des faciès et de leurs altitudes calées avec les courbes eustatiques récentes induisent aussi des phases de déformations post-dépôts. Toutes ces observations permettent de contraindre un modèle d'âge de la déformation à l'origine de la réorganisation de la subsidence dans le sud-ouest du bassin de Paris. En résumé, plusieurs éléments peuvent être retenus :

- Une déformation connue depuis le Paléogène (flambage, rejeux de failles de socle). Cette dernière va progressivement réorganiser et localiser les dépôts sédimentaires dès le Miocène inférieur dans le sud-ouest du bassin de Paris. Cette période localise un système sédimentaire marin-continental forçant la création de vallée incisée.
- Une surrection tortonienne connue pourrait également expliquer un uplift (+62 m) et une micro-fracturation des dépôts langhiens du Controis. Cette dernière pourrait être mise en relation avec la surrection du Massif Central.
- Une déformation récente (plio-pleistocène) et mal documentée, s'illustrant par les rejeux de failles comme celles de Nançay et Sennely, postérieure aux dépôts des sables et argiles de Sologne.

Les Carrières de craies de l'agglomération lilloise dans le Nord de la France : des coupes remarquables à la limite Coniacien inférieur-Coniacien moyen

Francis Amédéo¹, Fabien Graveleau², Frank Chanier², Jésahel Benoist³, Gaëtan Cheppe³, Léa Devaere³

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ Mairie de Lille

Contact : francis.amedeo@free.fr

Pour la première fois dans l'histoire de la géologie régionale lilloise, une description lithologique des craies coniaciennes de l'agglomération est entreprise avec un degré de résolution compris entre 1 et 5 cm. Les carrières étudiées sont situées au sud-ouest de la métropole (à Haubourdin, Emmerin et Loos), au sud (à Faches-Thumesnil et Ronchin) et enfin au sud-est (à Lezennes). L'observation détaillée des différentes coupes permet d'identifier un ensemble de niveaux repères caractérisés soit par une particularité lithologique, soit par l'abondance d'un macrofossile. Ces niveaux, dont la continuité a déjà été démontrée dans les craies du Sussex et du Kent dans le sud de l'Angleterre et du Boulonnais dans le nord de la France, constituent d'excellents repères adaptés à la réalisation de corrélations entre les différents faciès des craies de la région lilloise (craie blanche, craie à silex, craie glauconieuse et craie grise). Grâce à ces marqueurs, il devient possible de préciser l'attribution stratigraphique des faciès crayeux (antérieurement rapportés au Sénonien) présents dans le sous-sol de la Métropole lilloise. Les carrières étudiées sont toutes situées aux confins de la limite Coniacien inférieur – Coniacien moyen.

Au niveau du territoire de la métropole de Lille, les craies de la base du Coniacien inférieur montrent la superposition de trois *hardgrounds* (ou " tuns ") qui témoignent d'un enregistrement sédimentaire ultra condensé durant cette époque. Il s'agit, du bas vers le haut et en reprenant la nomenclature lithostratigraphique définie dans le sud de l'Angleterre (Mortimore, 1983), des *Hope Gap Hardground*, *Beeding Hardground* et *Light Point Hardground*. Le reste du sous-étage inclut encore un niveau partiellement durci (*firmground*), mais est surtout composé de craie blanche à silex dans laquelle on peut identifier trois niveaux repères, du bas vers le haut : (1) l'*East Cliff Marl 1* représenté ici par un mince lit de silex tabulaire, (2) les *Shoreham Tubular Flints* constitués de fins silex tubulaires d'1 cm de diamètre et jusqu'à 60 cm de longueur, et enfin (3) l'*East Cliff Marl 2*, un niveau marneux de 3 à 5 cm d'épaisseur en moyenne. Au point de vue biostratigraphique, l'*East Cliff Marl 2* coïncide avec la limite entre les zones d'échinides successives à *Micraster cortestudinarium* et à *Micraster coranguinum*.

La base du Coniacien moyen, définie par l'apparition de l'inocérame *Volvicerasmus koeneni* (Müller, 1888) est située 1,40 m au-dessus de l'*East Cliff Marl 2* à Loos, à Faches-Thumesnil et à Emmerin- Haubourdin. À quelques décimètres près, la limite Coniacien inférieur-Coniacien moyen correspond à l'échelle de l'agglomération lilloise avec le passage de la Craie blanche à silex (en dessous) à la Craie blanche sans silex (au-dessus). La base du Coniacien moyen coïncide avec la prolifération de grands inocérames plats appartenant à l'espèce *Platycerasmus mantelli* (de Mercey, 1872), associés à d'autres inocérames à large coquille arrondie, *Volvicerasmus koeneni*, puis *V. involutus* (J. de C. Sowerby, 1829). Au moins quatre lits riches en fragments de coquilles

de *Platyceramus* et *Volviceramus* sont identifiés dans les quatre premiers mètres de la Craie blanche sans silex, aussi bien au sud-ouest de la ville de Lille (Loos-Haubourdin-Emmerin) qu'au sud (Faches-Thumesnil) et au sud-est (Lezennes).

Les carrières souterraines de l'agglomération lilloise (en particulier à Loos et à Lezennes) offrent des conditions d'observation remarquables des lits riches en *Platyceramus* et *Volviceramus* dans la mesure où ceux-ci sont largement exposés, à plat, au plafond des galeries. Cela semble unique dans le Bassin anglo-parisien et confère aux carrières souterraines de la ville de Lille une valeur patrimoniale significative qui mérite une valorisation dans le cadre de l'inventaire régional du patrimoine géologique des Hauts-de-France.

Version temporaire

Acquisition de séquences de référence dans les loëss de l'Ouest européen (Allemagne, Belgique et Nord de la France) : objectifs et mise au point d'une méthodologie carottage spécifique

Pierre Antoine¹, Denis-Didier Rousseau¹, Laurent Augustin²

¹ UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

² Division technique INSU/SDU, CNRS

Contact : pierre.antoine@lgp.cnrs.fr

Les séquences loëss-paléosols de la dernière période glaciaire (Weichselien) constituent des archives continentales idéales pour aborder les problématiques de l'enregistrement de la variabilité climatique millénaire, de la dynamique du paléo-pergélisol et des relations Homme-environnement à l'échelle de l'Ouest européen. Ces travaux initiés il y a plus de 20 ans dans le cadre d'un projet Européen (BIMACEL, Resp. D.-D. Rousseau) sont menés au sein d'un groupe de recherche original, interdisciplinaire (stratigraphie, sédimentologie, périglaciaire, datations, géochimie isotopique, modélisation numérique et préhistoire) du nord de la France à l'Ukraine en passant par l'Allemagne, la Pologne, la Serbie, la République tchèque et la Bulgarie. Développés dans le cadre d'une équipe pluridisciplinaire et inter-institut, ces travaux débouchent sur des résultats fondamentaux concernant le calage de la réponse des environnements ouest Européens aux variations climatiques millénaires, la dynamique du paléo-pergélisol et la chronologie des phases d'expansion-contraction des populations paléolithiques en relation avec les variations de la biomasse et du climat. Cependant, face à la disparition rapide des coupes de références situées dans de grandes carrières en exploitation comme Nussloch (Heidelberg) et/ou au caractère temporaire de celles étudiées sur les grands travaux d'aménagement (TGV, Autoroutes ...) la préservation des séquences les plus complètes, à l'image de ce qui est fait pour les séquences marines, lacustres ou glaciaires, est devenue fondamentale pour : i) disposer d'échantillons de référence facilement accessibles à la communauté afin de répondre à de nouvelles problématiques, ii) servir au développement de nouvelles méthodologies et iii) permettre une approche analytique en continu à très haute résolution de type XRF. Depuis 2019, grâce au soutien C2FN hébergé à la DT-INSU deux missions de carottages ont déjà été réalisées avec la sondeuse SEDIDRILL sur chenilles du C2FN à Nussloch en Allemagne (2019) et à Kesselt en Belgique (2022) dans le cadre des projets INSU-LEFE " GEOPOUSS " et " DOKESS ". Ces travaux ont permis d'acquérir des séries loëssiques de références pour les deux derniers cycles climatiques, de 17 à 18 m de longueur dans des contextes où l'accès au terrain est maintenant définitivement impossible (anciennes carrières). Ces travaux ont aussi nécessité la mise au point d'un outillage et d'un mode opératoire spécifique pour le carottage des séquences de loëss permettant d'atteindre des taux de récupération très élevés (> 95%) et une absence totale de perturbation des échantillons (1 500 x 85 mm). Cette méthodologie, maintenant mise en œuvre par le CCF (Carottage Continental France, labellisé *Instrument National* depuis 2023 par l'INSU et l'INEE), a été appliqué récemment (septembre 2024) aux séries du Nord de la France (Projet " Variloëss " sur financement INSU) sur le tracé du futur *Canal Seine-Nord-Europe (CSNE)*. Ce projet, qui s'insère dans le cadre d'une convention de collaboration scientifique signée entre la Société du CSNE et le CNRS, va fournir un accès unique, sur la longue distance (≈100 km), à une information stratigraphique et

paléoenvironnementale remarquable pour le nord-ouest européen. Les résultats des analyses étant toujours en cours ou à programmer dans le cadre de la dernière campagne cette présentations sera basée, après une courte introduction générale sur la dynamique des lœss en relation avec les variations climatiques dans la grande Plaine ouest Européenne, sur le retour d'expérience terrain et la mise au point de la méthode de carottages.

Version temporaire

Formation mécanistique d'un motif de microbandes par des bactéries actuelles métabolisant le fer à Lucky Strike

Jérémy Aubineau¹, Ernest Chi Fru², Christine Destrigneville¹, Thierry Decrausaz³, Fleurice Parat³, Fabien Baron⁴, Alexandra Nederbragt², Manuel Henry¹, Alain Castillo¹, Céline Rommevaux⁵, Valérie Chavagnac¹

¹ UMR 6553 GET, Université de Toulouse 3, CNRS, IRD, CNES

² School of Earth and Ocean Sciences (Royaume-Uni)

³ UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS

⁴ UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers, CNRS

⁵ UMR 7294 MIO, Université d'Aix-Marseille, Université de Toulon, CNRS, IRD

Contact : jeremieaubineau@aol.com

Les formations de fer rubanées, également appelées Banded Iron Formation (BIF) sont des roches marines riches en Fe et Si typiquement déposées sous l'action des vagues principalement à l'Archéen et au Paléoprotérozoïque en raison de l'absence de minéraux détritiques. Les BIFs contiennent au moins 15 % de Fe et sont souvent caractérisées par une alternance spectaculaire de bandes millimétriques (microbandes) à métriques de silice et d'oxydes de Fe(III) ou de silicates de Fe(II). Les modèles décrivant l'origine des BIFs au niveau des plateaux continentaux paléoprotérozoïques dans des conditions légèrement oxydantes supposent que les microorganismes étaient les principaux acteurs. Cependant, on manque de preuves directes des mécanismes biologiques à cause de l'absence générale de microfossiles dans les couches ferriques et des faibles teneurs systématiques de carbone organique (< 0,5 %). De plus, on ne sait toujours pas comment les oxyhydroxydes de Fe (i.e., ferrihydrite) issus de l'activité biologique se sont transformés en bandes riches en oxydes de fer et/ou carbonates ferreux tout en affichant des concentrations faibles de carbone organique dans les BIFs. Pour tenter de répondre à ces questionnements, nous avons exploré des tapis microbiens riches en fer composés de *Zétoprotéobactéries* – bactéries chemolithoautotrophiques oxydant le Fe(II) – qui se développent dans le champ hydrothermal actif de Lucky Strike afin de développer un modèle empirique qui explique la contribution des métabolismes microbiens oxydant et réduisant le Fe aux dépôts de type BIF. Grâce à trois campagnes annuelles MoMARSAT entre 2021 et 2023, de nombreux tapis microbiens de six sites différents furent échantillonnés et analysés pour leurs textures, minéralogies et compositions élémentaires et isotopiques. Les données suggèrent que la production abondante de filaments microbiens par les *Zétoprotéobactéries* permet la nucléation de ferrihydrite (oxyhydroxyde de Fe peu cristallisé) puis la croissance spontanée abiotique de la ferrihydrite dans les tapis microbiens. Les conditions environnementales telles que la température et la concentration en Si des fluides diffus nourrissant les tapis ont contrôlé la transformation de la ferrihydrite en oxydes de fer cristallisés (e.g., goethite, lépidocrosite). Au cours de la diagenèse précoce, le couplage entre l'oxydation microbienne du carbone organique avec la réduction anaérobie microbienne du Fe(III) contenu dans la ferrihydrite et les oxydes de Fe a généré des carbonates ferreux (sidérite) et de la magnétite (Fe(III)2Fe(II)O4). L'ensemble de ces processus, observé dans les tapis microbiens de Lucky Strike, forme des microbandes riches en oxydes de fer cristallisés avec de faibles teneurs en carbone organique appauvri en ¹³C, ce qui rappelle les microbandes retrouvées dans les BIFs.

Numerical modeling of depositional processes with cellular automata – An application in the Açu canyon turbiditic system, Quaternary of the Potiguar basin (Brazil equatorial margin)

Gilberto Athayde Albertão¹, Hermes Dias Brito¹, Milena Cristina Rosa¹,
Katarine Costa Lacerda¹, Iata Anderson Souza¹, Deryk Willyan Biotto¹,
Cizia Mara Hercos², Vanessa Teles³, Sébastien Rohais³, José
Alexandre De Jesus Perinotto¹

¹ Universidade Estadual Paulista (Brasil)

² Petrobras (Brasil)

³ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

Contact : sebastien.rohais@ifpen.fr

In this work, forward numerical modeling of sedimentary processes related to submarine gravitational flows was carried out, aiming to simulate turbidity currents that developed on a succession of paleotopographic surfaces. Such surfaces are in turn related to the evolution of paleocanyons over time, in the area of the current Açu Canyon and its surroundings (offshore of the Potiguar Basin), where turbidite deposits of probably Pleistocene age are recorded. The modeling was carried out on different substrates, grid scales and flow composition scenarios.

The main objectives of the study are to verify the plausibility of the numerical results, having as a comparative basis the knowledge of physical-sedimentary processes and available seismic data, and to evaluate the application of the methodology and its results in studies of analogous turbidite systems.

The numerical modeling adopted in this work used the Cellular Automata (CA) method, considered suitable for the attempt to reproduce complex systems. Since there are no direct rock data (e.g. drilling cores) in the area, only seismic data were used to interpret the surfaces to be modeled and generate lithological maps based on seismofacies.

The intrinsic characteristic of the type of modeling used, which requires the determination of input parameters through trial-and-error testing, and the high degree of uncertainty, due to the absence of direct rock data, led to the need for a wide parametric variation. Thus, three geological scenarios were established, corresponding to low, moderate and high flow energy levels. To test the modeling responses to simulation grid resolution, two scales were used (200x200 and 500x500m). The modeling also simulated "mono-(or single) event, performed as pre-tests, and "multi-event" simulations, which are more complex and realistic from the perspective of natural phenomenon reproduction.

The evaluation of the quality of the final modeling relied heavily on comparative analyses, taking into account (i) the evolution of turbidity flows in time-space, (ii) the reproduction of expected physical and sedimentary processes in certain physiographies (regions of greater confinement or spreading, existence and type of flow obstacles), (iii) the comparison between results in different grids and scenarios, and (iv) similarity with the available lithological maps.

The comparative study indicated many similarities in the results between grids of different resolutions but with some significant differences, especially in the area located at the beginning of the canyon's deconfinement: the higher precision of the topographic description presented in the higher resolution grid resulted in a less spread-out flow than in the other. Additionally, moderate

energy scenarios yielded better approximations to lithological maps.

In a broader sense, the results of numerical modeling reinforce the relevant role that the seafloor physiographies play in the distribution of turbidite deposits. From a computational-quantitative perspective, it is noteworthy that the currently available CA methodology provides the construction of numerical models in a very agile and stable manner, even on medium-performance workstations. Qualitatively, the results proved to be quite satisfactory and favorably point toward the potential use of this tool in predicting the occurrence regions of sands and their approximate thicknesses in exploratory areas and, possibly, as a conceptual component in 3D reservoir modeling for the management of petroleum producing fields.

Version temporaire

Morphodynamique dunaire à l'état stationnaire au travers de la transition barkhane/parabolique

Jeanne Alkalla¹, Clément Narteau¹, Olivier Rozier¹, Jean Vérité¹,
Sylvain Courrech du Pont²

¹ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

² UMR 7057 MSC, Université Paris-Cité, CNRS

Contact: narteau@ipgp.fr

Les dunes végétalisées sont observées dans les environnements côtiers et arides, quels que soient les régimes de vents et disponibilité sédimentaire. Leur impact est crucial dans le contexte du dérèglement climatique car elles permettent de stabiliser les côtes et de freiner l'avancée des déserts. Les dunes paraboliques sont une famille de dunes végétalisées et sont le plus fréquemment documentées dans des régimes de vents uni modaux à faible disponibilité sédimentaire. De par leur forme en croissant, elles sont souvent comparées aux barkhanes, leurs analogues sans végétation. Elles se distinguent cependant par l'orientation de leur ligne de crête et de leurs cornes, orientées dans la direction opposée au vent. En fonction de l'intensité des processus de végétalisation et de la force des vents, la transition de la forme barkhane à parabolique motive de nombreuses études de terrain ou via des outils de modélisation numérique.

Dans cette étude, nous intégrons le couvert végétal au sein d'un modèle de dunes 3D (Narteau et al 2009, Rozier & Narteau 2014) afin d'étudier numériquement l'effet de la végétation sur la morphodynamique dunaire. Notre modèle est constitué de deux automates cellulaires, l'un pour le milieu sédimentaire et l'autre pour l'écoulement. Leur couplage permet de capturer la rétroaction permanente entre topographie, écoulement et cisaillement. Nous analysons l'évolution de ces mécanismes de rétroactions en ajoutant dans le modèle de nouveaux états liés à la végétalisation des surfaces sédimentaires.

Comme pour les barkhanes, nous montrons que les dunes paraboliques sont instables. Elles ne peuvent que grandir ou rétrécir en taille, en fonction du volume de sédiment qu'elles stabilisent en amont dans leurs cornes et qu'elles remobilisent sur le lit sédimentaire en aval. Par symétrie avec les barkhanes, l'approche numérique nous permet également d'étudier de manière quantitative des dunes à l'état stationnaire. Nous mettons en évidence qu'une large variété de morphologies végétalisées rencontrées sur le terrain sont reproduites par notre modèle, avec pour seul paramètre de contrôle l'intensité de la croissance végétale. L'existence de discontinuités dans diverses mesures morphologiques des dunes suggère qu'il est possible de classifier ces objets selon quatre catégories ; à faible couvert végétal, des barkhanes sont observées. À mesure que la végétalisation de la dune augmente, leurs cornes sont stabilisées et on voit apparaître des barkhanes-paraboliques. Puis la partie centrale de la dune se raidit, sa courbure s'inverse et les flux de sédiments latéraux se réorientent vers l'intérieur de la dune. On voit alors émerger des dunes paraboliques. Lorsque la migration de la dune ne peut plus compenser la vitesse de propagation de la végétation, la dune se stabilise. Nos résultats tendent à montrer que certaines morphologies proches des discontinuités sont transitoires, pouvant expliquer pourquoi elles sont moins observées dans la nature.

Understanding sediment and carbon accumulation in macrotidal minerogenic saltmarshes for climate resilience

Benjamin Amann¹, Eric Chaumillon¹, Xavier Bertin¹, Cécilia Pignon-Mussaud¹, Marie-Claire Perello², Christine Dupuy¹, Nathalie Long¹, Sabine Schmidt²

¹ UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : benjamin.amann@univ-lr.fr

Coastal marshes offer natural solutions for adapting to and mitigating the effects of climate change and sea level rise. In particular, saltmarshes that are vegetated ecosystems located in the upper intertidal zone have emerged as important elements in mitigating coastal risks and safeguarding ecosystems and human populations. They are also critical environments for sediment organic carbon (Corg) accumulation, as part of 'blue carbon ecosystems'. However, the resilience of the saltmarsh physical system and, with it, the ecosystem services that it provides, is largely site specific as it depends upon various conditions such as climate and tidal regimes, the sediment supply, and the exposure to wind and waves. Identifying the drivers controlling sediment and carbon accumulation in saltmarshes is essential for effective coastal management, especially in the context of climate change adaptation and mitigation. This study investigates the external factors governing the lateral and vertical morphological evolution, as well as the source and burial rates of Corg in three minerogenic salt marshes on the French Atlantic coast (Pertuis Charentais region). By focusing on these three sites, this research isolates specific factors such as wind and wave exposure, inundation frequency, and sediment availability, while minimizing confounding variables such as climate and tidal range. Lateral changes are assessed by analysing shifts in salt marsh boundaries using aerial and satellite imagery. Results indicate significant lateral expansion of saltmarsh boundaries across all sites, with up to 8 m yr⁻¹ for the period 1977-2020. The highest progradation rates are observed in protected areas influenced by geomorphological features like sand spits and sheltered bay heads. Sediment accumulation rates (SAR), indicative of the vertical evolution, are derived from ²¹⁰Pb and ¹³⁷Cs profiles of 1-m long sediment cores (n = 14). SAR range from 0.48 to 2.22 cm yr⁻¹. They are among the highest values reported worldwide for equivalent systems, but show an important variability within and between sites. Inundation frequency and accommodation space explain within-sites SAR variability, while sediment availability in coastal waters predominantly determines vertical accumulation rates between sites. Despite relatively low Corg content (c. 2 %), high SAR leads to high Corg burial rates ranging from 75 to 345 gC m⁻² yr⁻¹. Surface layers were excluded from this analysis to ensure that burial calculations were conducted below the zone of early diagenesis and intense organic matter degradation. The downcore profiles of Corg density reaching a stability below c. 20-cm depth were used as indication for effective preservation, thereby avoiding the overestimation of Corg stocks and burial rates due to highly reactive carbon fractions. The isotopic signatures of sediment carbon ($\delta^{13}C$) and nitrogen-carbon ratios (N/C) indicates the prevalence of allochthonous marine carbon in long-term Corg accumulation. While the surface Corg pools are mainly of autochthonous origin, only a fraction of it persists with sediment depth and contributes to long-term carbon sequestration rates. This suggests that saltmarshes in the Pertuis Charentais Region act as carbon sinks by effectively trapping, accumulating, and isolating organic carbon from the surface. These results promote the importance of considering adjacent ecosystems of

saltmarshes in blue carbon coastal ecosystem assessments. Saltmarshes have the potential to sequester up to $8.4 \text{ TCO}_2\text{e ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$, thus contributing to the local community's ambitious carbon neutrality goals (*La Rochelle Territoire Zero Carbone; LRTZC*).

Version temporaire

L'application de machine learning et d'analyse des séries temporelles au suivi de la turbidité et du taux d'oxygène dissous : le cas de la basse Seine

Hamilton Araujo¹, Sébastien Potel¹

¹ UniLaSalle, Beauvais

Contact : hamilton.araujo@unilasalle.fr

La gestion efficace des bassins versants repose sur la compréhension des dynamiques hydrologiques et de la qualité de l'eau. Parmi les paramètres clés affectant la santé des écosystèmes aquatiques, la turbidité et l'oxygène dissous jouent un rôle fondamental. La turbidité (TURB), indicateur des matières en suspension, est influencée par les processus de sédimentation, d'érosion et de ruissellement. De son côté, l'oxygène dissous (O₂D) est essentiel pour la survie des organismes aquatiques et dépend fortement des interactions physiques et chimiques, telles que la température, la décomposition de la matière organique et la turbidité.

Les variations de ces deux paramètres sont influencées par une multitude de facteurs environnementaux et anthropiques, rendant très complexe leur modélisation par des méthodes déterministes. De ce fait, l'utilisation d'approches prédictives intégrées est nécessaire pour mieux comprendre ces phénomènes et anticiper la mise en place de mesures de gestion adaptative. Dans cette étude, nous nous intéressons à l'application de techniques de Machine Learning et d'analyse de séries temporelles pour la prédiction et la projection de scénarios concernant les deux variables critiques : TURB et O₂D.

Six paramètres essentiels sont ainsi ciblés : la température, la turbidité, l'oxygène dissous, la conductivité électrique, la concentration en chlorophylle et la salinité. Cette étude a été menée avec des données publiques issues du réseau Synapses (GIP Seine-Aval) de quatre stations de surveillance situées à des distances variables de la mer, de la plus proche à la plus éloignée : Le Havre, Fatouville, Tancarville, Val-des-Leux et Rouen, sur deux profondeurs différentes : 1 mètre sous la surface et à 1 mètre au-dessus du fond, mesurées entre 2021 et 2024, collectées toutes les 5 minutes (haute fréquence).

Tout d'abord, une synthèse des données haute fréquence a été réalisée en utilisant des techniques de fusion de données, puis une analyse de corrélation entre les variables afin d'identifier les relations possibles entre elles et d'évaluer la pertinence de leur utilisation dans les modèles. Il a été observé que les algorithmes de régression basés sur les réseaux neuronaux artificiels, ainsi que ceux basés sur des arbres de décision, présentent une performance très correcte (exemple : prédiction de la turbidité avec des données normalisées entre 0 et 1 ; R²-score de 0,92 et MAE de 0,03).

Les résultats obtenus sont prometteurs et démontrent l'efficacité des modèles prédictifs appliqués aux séries temporelles dans la gestion des ressources en eau. L'étape suivante est de coupler les modèles d'intelligence artificielle avec des modèles déterministes établis, afin d'intégrer des processus physico-chimiques encore plus précis. L'objectif final est de mettre ces méthodes en perspective dans une démarche intégrée de gestion des bassins versants, en prenant en compte les dynamiques hydrologiques, sédimentaires et anthropiques pour améliorer la prédiction et la prise de décision en temps réel.

In situ terrestrial cosmogenic nuclide (TCN) dating of 'La falaise de la Mine d'Or' at Pénestin (SW Brittany, France) within the cron- BRET Project

Carlos Arce-Chamorro^{1,2}, Benjamin Sautter³, Guillaume Guerin⁴, Steve Binnie⁵, Tibor Dunai⁵, David Menier¹

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² Instituto Universitario de Geología Universidade da Coruña (Spain)

³ Commission de la Carte Géologique du Monde, Paris

⁴ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

⁵ Institute of Geology and Mineralogy, University of Cologne (Germany)

Contact : carlos.arce@udc.es

The sedimentary units overlying the so-called 'Falaise de la Mine d'Or' at Pénestin (SW Morbihan, Brittany, France) have been studied for decades (see historical references in Guillocheau et al., 1998) to reconstruct the evolution of fossil fluvial valleys in Brittany during the Pliocene and Quaternary (Bonnet et al., 2000, Proust et al., 2001; Menier et al., 2006). However, published numerical data are insufficient to provide a precise age of each of the units described, being mostly correlations with ESR dating of fluvial sediments from the interior of Central Brittany (Laurent et al., 1996). Some authors (Van Vliet-Lanöe et al., 1997) associate these dates (ie, 455 and 317 ky) with the formation of the lower and upper units of this outcrop. Thanks to the cron-BRET Project of the COFUND-Bienvenue Bretagne Programme carried out by the Geo-Ocean Laboratory of the Université de Bretagne Sud in collaboration with the Cosmogenic Nuclide Laboratory of the University of Cologne (Germany), it has been possible to date the lower unit (U1), mainly composed of quartzite gravels and pebbles. In situ ¹⁰Be and ²⁶Al concentrations produced within the quartz of these clasts become controlled by differential rates of decay when shielded from production at the surface (Dunai, 2010). The fact that the sediments are buried under a sedimentary shield of more than three metres, allows for the calculation of a burial age from the concentration of ¹⁰Be and ²⁶Al by using the isochron method (Balco and Rovey, 2008). Preliminary results provide numerical data that place the formation of this unit 2.72 ± 0.19 million years ago, at the Plio-Quaternary boundary. The next step being taken within this geochronological project focusing on the Brittany Coast is the optically stimulated luminescence (OSL) dating of the upper units at the RenDaL Luminescence Laboratory (CNRS- Géosciences-Rennes) of the University of Rennes1, as an active partner within the project to extend the available dates and the knowledge of this site.

Références

Balco G. and Rovey CW. 2008. An isochron method for cosmogenic-nuclide dating of buried soils and sediments. *Am. J. Sci.* 308. 1083-1114. <https://doi.org/10.2475/10.2008.02>

Bonnet, S., F. Guillocheau, J.-P. Brun, and J. Van Den Driessche (2000), Large-scale relief development related to Quaternary tectonic uplift of a Proterozoic-Paleozoic basement: The Armorican Massif, NW France, *J. Geophys. Res.*, 105(B8), 19273–19288, doi:10.1029/2000JB900142.

Dunai T. 2010. *Cosmogenic Nuclides: Principles, Concepts and Applications in the Earth Surface Sciences*. Cambridge University Press. 187 pp. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511804519>

Guillocheau F, Bonnet S, Bourquin S, Dabard MP, Outin JM, Thomas E. 1998. Mise en évidence d'un réseau de paléovallées ennoyées (paléorias) dans le Massif armoricain: une nouvelle interprétation des sables pliocènes armoricains. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science* 327, 237-243. [https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(98\)80058-X](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(98)80058-X)

Laurent M. 1993. *Datation de quartz de formation quaternaires, comparaison avec le paleo- magnetisme*. These Museum d'Histoire Naturelle, Paris, 104 pp.

- Laurent, M., Falgueres, C., Bahain JJ., Rousseau L., van Vliet-Lanoë B. 1998. ESR dating of Quartz extracted from Quaternary and Neogene sediments: method, potential and actual limits. *Quaternary Geochronology* 17, 1057-1062.
- Menier D, Reynaud JY, Proust J, Guillocheau F, Guennoc P, Tessier B, Bonnet S, Goubert E. 2006. Inherited fault control on the drainage pattern and infilling sequences of late glacial incised valleys, SE coast of Brittany, France. In: Dalrymple Rw, Leckie DA & Tillman RW, Eds., *Incised valleys in time and space*. – SEPM Sp. Publ., 85, 37-55.
- Proust J, Menier D, Guillocheau F, Guennoc P, Bonnet S, Le Corre C, Rouby D 2001. Les vallées fossiles de la Vilaine : nature et évolution du prisme sédimentaire côtier du Pléistocène armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 172, 6, 737-749.
- van Vliet-Lanoë, B., Hallegouet, B., Monnier, J.L., 1997. The Quaternary of Brittany. *Guide Book of Quaternary Research Association (GB), Excursion in Brittany, 12±15 Sept. 1997. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie, Université de Rennes 1, vol. special, 132 pp.*

Version temporaire

A reduced complexity numerical model of microplastic erosion, transport, and deposition for fluvial systems

John Armitage¹, Sébastien Rohais¹

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison
Contact : john-joseph.armitage@ifpen.fr

Rivers are the primary pathway of microplastic pollution from source to the eventual sink in the marine environment. However, like sediments, microplastic will become trapped within the fluvial system as it makes its way from source-to-sink. There is therefore the potential that rivers are an important reservoir of microplastic pollution globally.

To explore the transport of microplastic through the fluvial system we develop a reduced complexity model of microplastic erosion, transport, and deposition that builds on methods developed for the transport of sediment along the land to sea continuum. We apply this model to the river Têt, France, where there has been punctual monitoring of the flux of microplastic at the outlet. The model was primarily tested for water discharge, as well as suspended fluxes during two periods (from 15/2/2016 to 1/5/2016 and from 1/9/2016 to 1/11/2016). Then, the model was tuned with a series of test including several ranges of microplastic concentration (ppm) in active layer, as well as several fall velocities.

We find that the reduced complexity model captures the observed quantity of microplastic under reasonable assumptions of the relationship between microplastic sources and population density. The model that best matches observed fluxes of microplastic at the outlet of the Têt river requires between 1 and 10 ppm volume concentration of microplastic per 200×200 m in the top half a meter of soil. The microplastic of grain size 300 µm then travels within the river network with a settling velocity of the order of 10-4 m/sec.

The model results imply that a large proportion of microplastic will become entrained within the sediments along the fluvial system. This model is a first step in assessing where to sample for microplastic pollution within fluvial systems and points to regions susceptible to microplastic pollution.

Un enregistrement lacustre de l'activité volcanique holocène de l'archipel de Kerguelen, océan Indien subantarctique

Fabien Arnaud¹, Pierre Sabatier¹, Bertrand Moine², Jérôme Poulénard¹, Bernard Fanget¹, Emmanuel Malet¹, Eivind Storen³, Benoit Caron⁴, Jostein Bakke³

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université de Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UMR 6524 LMV, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Université Clermont Auvergne, CNRS

³ Université de Bergen (Norvège)

⁴ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : fabien.arnaud@univ-savoie.fr

Jusqu'à présent, aucune donnée géochimique ou géochronologique n'a été publiée sur l'activité volcanique holocène de l'archipel de Kerguelen. Nous présentons ici un enregistrement continu des éruptions volcaniques de l'Holocène sur l'archipel. Nous avons comparé des données sédimentologiques, géochronologiques et géochimiques provenant de deux carottes sédimentaires lacustres prélevées dans deux dépocentres différents du lac Armor, situé à environ 70 km de la principale zone volcanique de l'archipel. Cela nous a permis d'attribuer avec certitude les couches riches en ponces et en cendres, intercalées dans les sédiments lacustres, à des éruptions volcaniques distinctes. Huit éruptions majeures et trois éruptions mineures ont été documentées et datées, parmi lesquelles la plus récente s'est produite au Moyen Âge, en 1020 +/- 58 après J.-C. L'éruption la plus ancienne (11 175 +/- 275 ans cal. BP) est également de loin la plus importante, déposant plus de 1,2 m de téphras avec des ponces allant jusqu'à 3 cm dans la région du lac Armor. Avec ce travail, nous ouvrons la possibilité de construire une téphrostratigraphie holocène qui pourrait servir d'outil pour synchroniser les enregistrements paléoenvironnementaux de Kerguelen ainsi que les enregistrements marins de la province ignée de Kerguelen et au-delà.

Carottage Continental France : un outil renouvelé au service de la communauté scientifique

Fabien Arnaud¹, Trevor Popp², Doris Thuillier²

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université de Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UAR Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, CNRS

Contact : fabien.arnaud@univ-savoie.fr

En 2023 les commissions spécialisées " Surfaces et Interfaces Continentales " et " Terre Solide " de l'INSU (aujourd'hui CNRS T&U), ont donné leur feu vert à la labellisation d'un nouveau Parc National d'Instrument : Carottage Continental France. L'institut CNRS E&E (ex-INEE) s'est également engagé à soutenir cet outil qui remplace la cellule de carottage continental de la division technique de l'INSU, ex-C2FN continent. Le dossier de demande de labellisation est disponible sur HAL : <https://hal.science/hal-04693415>. La création d'un nouvel outil, sous un nouveau statut, s'accompagne d'un remaniement du mode de fonctionnement par rapport à celui de la DT-INSU. En particulier, deux nouveaux agents ont été recrutés pour coordonner le travail de l'outil (joignables sous l'adresse générique : info-continental-coring@services.cnrs.fr) et le matériel a été repositionné à Chambéry sous la responsabilité de l'OSU de Grenoble. De nouvelles modalités d'accès aux ressources humaines et matérielles ont été mises en place et de nouvelles fonctions support (aide à la logistique d'envoi/réception de matériel, prêt de matériel de géophysique, par exemple) sont ou seront bientôt proposées à la communauté. Un effort sera consenti pour renforcer l'implication de l'ensemble de la communauté intéressée à la vie de l'outil en aidant les unités à se doter de matériels performants et en soutenant un réseau de métier dédié aux opérations de carottage en domaine continental. Enfin, le PNI souhaite pouvoir se doter d'une stratégie programmatique pluriannuelle et pluri-acteurs pour optimiser l'utilisation des ressources tant humaines que matérielles. Lors de cette communication, nous présenterons les nouveautés associées à la création du PNI CCF ainsi que l'ensemble des informations utiles aux futurs utilisateurs.

L'oxygénation de l'environnement marin en bordure nord-ouest du craton du Congo avant l'avènement de premiers biotes multicellulaires (2,1 Ga). Gisement de fer de Baniaka (Sud Gabon)

Christian Pierrick Simon Aupissy¹, Claude Fontaine¹, Abderrazak El Albani¹

¹ UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers, CNRS
Contact : christian.pierrick.s.aupissy@univ-poitiers.fr

A l'origine anoxique (1) l'hydrosphère terrestre a connu une augmentation en O₂ relative à l'activité du vivant. Mais les hypothèses divergent sur la cinétique de cette oxygénation ((2), (3), (4)). En parallèle, l'oxydation du fer dissout (Fe²⁺) dans les océans a été fonction du degré d'aérobie du milieu marin. Au SE du Gabon, dans le bassin de Franceville, les états de Fe ((5)) des black shales fossilifères ((6)) montrent que les premiers organismes multicellulaires (2,1 Ga) ((7)) vivaient dans une eau en partie oxygénée. Au sud de ce site, le gîte de fer de Baniaka permet d'étudier l'état d'oxygénation de l'environnement marin archéen, avant le biote gabonais. Un forage le recoupe qui atteint un substratum de gneiss et d'amphibolite. Au-dessus, sans transition, repose une formation de fer à caractère rubané à sa base (BIF) mais altérée au sommet, jusqu'à une altérite actuelle. Le quartz est partout présent sauf dans l'altérite. Les plagioclases sont limités au gneiss, où illite et chlorite sont les argiles. L'amphibolite est caractérisée par deux espèces d'amphiboles de types actinolite et cummingtonite, associées du bas vers le haut aux assemblages : chlorite-illite, illite, stilpnomélane-illite et smectite-chlorite. La formation rubanée est une alternance de minéraux du fer et de quartz associé à des smectites à la base (20 m) puis, ponctuellement, à de la kaolinite. De la sidérite est localisée à l'interface amphibolite-BIF. En remontant cette dernière séquence, les porteurs du fer augmentent, sous forme de magnétite puis d'un mélange goethite-hématite. La chimie des éléments majeurs reflète les variations minéralogiques. La teneur moyenne en SiO₂ varie peu dans la série gneiss- amphibolite (60-50%), décroît dans le BIF structuré (44 à 29%), et chute dans le BIF altéré (9%). Le fer évolue à l'inverse passant de 10% (gneiss) à 46% (amphibole) et 79% (BIF altéré). Les teneurs en Al₂O₃ sont faibles à l'exception du gneiss (14%) et de certains niveaux intercalaires illitiques de l'amphibolite (6%) et riches en kaolinite du BIF (10%). Tous les éléments alcalins et alcalino-terreux sont absents du BIF. Dans l'amphibolite les teneurs maximales en CaO, MgO et K₂O soulignent la présence d'amphiboles de type actinolite et d'illite. Les teneurs significatives en Na₂O étant liées aux plagioclases du gneiss. La séquence étudiée ressemble aux séquences de BIF archéens de la bordure nord (Cameroun) et sud (RDC) du bassin de Franceville ((8), (9)). Les séries gneiss-amphibolite y sont associées à des complexes métamorphisés de roches vertes. A Baniaka, la magnétite traduit la coexistence Fe²⁺/Fe³⁺, sans présupposer des conditions initiales de dépôt du BIF ou de l'action de fluides tardifs. L'association chlorite-smectite au sommet de l'amphibolite suggère une altération limitée. La transition brutale amphibolite-BIF et la présence de smectite-Fe à sa base indique que la source en fer ne dérive pas de l'altération de l'amphibolite. De plus, la préservation de ce puissant niveau de smectite pourrait appuyer une origine volcanique du Fe et indique l'absence de métamorphisme post-dépôt. Le gisement de fer associé semble résulter de l'altération du BIF, jusqu'à la concentration ultime en fer (89% en Fe₂O₃) par la pédogénèse récente.

Références

- Canfield D.E. (2005) – *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 33, 1-36.
Kasting J.F. (2001) – *Science*, 293, 819-820.
Holland H.D. (2002) – *GCA*, 66, 3811-3826.
Ohmoto H. (2004) – *Dev. Precambrian Geol.*, vol. 12.
Canfield D.E., et al. (2013) – *PNAS USA*, 110, 16736–16741.
Ngwal'ghoubou Ikouanga J. et al. (2024) – *C.R. Géoscience*, 353, 57-66.
El Albani A., et al. (2010) – *Nature*, 466, 100-104.
Soh Tamehe L., et al. (2022) - *Precambrian Res.*, 379, 106677.
Soh Tamehe L., et al. (2019) - *Ore Geology Reviews*, 107, 1097–1128.

Version temporaire

Bedrock chemical weathering in Norway recorded by the Aptian-Albian Agat Formation in the Norwegian North Sea

Fares Azzam¹, Thomas Blaise¹, Patricia Patrier², Jocelyn Barbarand¹

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers, CNRS

Contact : thomas.blaise1@universite-paris-saclay.fr

The Aptian-Albian turbiditic greensands of the Agat formation were recently cored in the Norwegian North Sea for oil and gas exploitation. Geochemical and geochronological investigations conducted on the heavy mineral fraction show that sediments were directly sourced from the western gneiss region of Western Norway. Petrographic observations reveal that the Agat sands are partly formed from the erosion of saprolites developed on mixed felsic/mafic bedrocks. In this presentation, we will present and discuss several evidences for the intense chemical weathering of bedrock and the formation of saprolites in Fennoscandia during the Lower Cretaceous. The contribution of saprolite in the sediment budget has implications for the formation of chlorite coats and the reservoir properties. More broadly, we show that clastic sediments can provide valuable – yet overlooked – archives for the chemical weathering of basement rocks.

Comment les turbidites des levées des canyons sous-marins nous renseignent-elles sur l'évolution des transferts sédimentaires à l'Est de Taiwan sur les derniers millénaires ?

Nathalie Babonneau¹, Gueorgui Ratzov², Hélène Bellaird¹, Tom Saout¹, Yuan-Pin Chang³, Pierrick Féliès⁴, Don Su⁴, Shu-Kun Hsu⁵

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² UMR 7329 GEOAZUR, Université de Nice Sophia-Antipolis, CNRS, IRD

³ National Sun Yat-Sen University (Taïwan)

⁴ National Taiwan University (Taïwan)

⁵ National Central University (Taïwan)

Contact: nathalie.babonneau@univ-brest.fr

L'île de Taiwan est soumise à des taux d'érosion parmi les plus élevés au monde. Cette érosion intense est due principalement à la surrection rapide des reliefs dans le contexte tectonique de collision et au climat tropical humide, sous influence de la mousson asiatique couplée à une activité intense des typhons. Dans ce contexte, les transferts sédimentaires vers le domaine marin, par des crues torrentielles des rivières à terre, sont particulièrement rapides et volumineux.

A l'Est de Taiwan, le long de sa chaîne côtière, la morphologie sous-marine est caractérisée par l'absence de plateforme continentale et des pentes sous-marines abruptes creusées par un large réseau de canyons sous-marins dont les têtes des canyons remontent à proximité de la côte. Les canyons sous-marins convergent vers un bassin étroit et profond (jusqu'à 6000 m de profondeur) appelé bassin de Huatung, limité au nord par le prisme d'accrétion de Ryukyu, et à l'Est par une ancienne ride volcano-tectonique sur la croûte océanique (Ride de Gagua).

Les transferts sédimentaires vers le domaine marin profond dans ce bassin sont reconnus par la détection de ruptures de câbles sous-marins notamment pendant les grands séismes régionaux, attestant d'une activité récurrente de courants turbidités dans les canyons. Cependant, l'évaluation de la fréquence de ces grands courants de turbidités, de leur volume, du matériel transporté, des facteurs de déclenchement, et des temps de transfert des particules détritiques et organiques jusqu'au fond du bassin, reste délicate dans ces environnements très profonds.

Lors de la campagne océanographique EAGER en 2018, cinq carottes sédimentaires de 12 à 18 m de longueur ont été prélevées dans le bassin de Huatung, à des profondeurs d'eau de plus de 5000 m. Elles ont toutes échantillonné des dépôts de levées (ou de débordements) des grands canyons sous-marins, et présentent toutes plusieurs centaines de turbidites fines, centimétriques (silteuses et silto-sableuses), successives, sans réel intervalle hémipélagique. Toutes ces carottes étant situées sous la CCD, l'obtention d'un calage chrono-stratigraphique des dépôts était un réel défi, qui bloquait toute interprétation en terme de fréquence des grands courants de turbidité. Plusieurs approches ont été mises en œuvre pour obtenir des contraintes chronologiques pour les dépôts d'une première carotte avec, notamment, (1) des datations ¹⁴C (Micadas) des microdébris de foraminifères et de végétaux identifiés dans les dépôts turbiditiques les plus grossiers, et (2) la corrélation des compositions chimiques du sédiment (XRF) avec d'autres carottes régionales. Grâce à ces méthodes, un premier modèle chrono-stratigraphique a pu être établi et permet de proposer une interprétation sur la fréquence des grands courants de turbidités enregistrés sur les levées (avec des temps de récurrence des turbidites de l'ordre de la dizaine d'années), et leur variation au cours des derniers millénaires.

Les résultats préliminaires de ce travail permettent également de mener une première réflexion

sur l'âge des débris végétaux et leur préservation dans les turbidites, les temps de transferts de ces débris (et des sédiments détritiques) jusqu'à des profondeurs de 5000 m et de poser quelques règles d'utilisation de ces débris végétaux remaniés dans les turbidites comme contraintes chronologiques des dépôts.

Version temporaire

Quantification of fragmentation and aging of microplastics (MPs) in the environment

Merin Baby¹, Jan Gerritse², Ana Beltran-Sanahuja³, Helen Wolter⁴,
Maria-Fernanda Romero-Sarmiento¹, Sébastien Rohais¹

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² Deltares (Netherlands)

³ University of Alicante (Spain)

⁴ The Ocean Cleanup (Netherlands)

Contact : sebastien.rohais@ifpen.fr

Microplastic (MPs) contamination is now a major concern, studied by scientists, decisionmakers, and environmental groups all around the world to understand the persistence and prevalent nature of MPs as well as the possibilities in eliminating them from the environment. Understanding the fragmentation and aging dynamics of MPs is crucial for assessing their environmental fate, toxicity, and long-term impacts. Even though it has been recognized since the 1970s that plastics are omnipresent in the environment, their fate in the environment is not known in detail.

Several methods have been explored to interpret and quantify the fragmentation and aging behavior of MPs in the environment. However, a well-defined and standardized method to quantify the degradation of microplastics is still needed. Hence the main objective of this PhD project is to propose an analytical procedure to quantify the fragmentation and aging of microplastics in the environment. Primarily this involves devising different methods to measure changes in MPs properties over time and under different environmental conditions. Secondly, this study focuses on utilizing thermal Rock-Eval® signals to define degradation patterns specific to MPs type, as a continuation of the study initiated by IFPEN. Finally, the study seeks to investigate the degradation dynamics of polymer pellets and film shapes in marine and terrestrial ecosystems.

To simulate microplastic interactions with seawater and beach zones, commercial pure pellet polymers including polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET), polylactic acid (PLA) as well as a degraded plastic PE film from a French landfill, are currently exposed in a controlled laboratory seawater microcosm (Deltares, The Netherlands). Simultaneously, the same initial samples will be degraded in an UV aging test chamber (Cedre, France) and in outdoor exposure experiences at IFPEN garden (Rueil-Malmaison, France) to understand their behavior under natural conditions. The duration of these exposures is programmed for one year while the analysis of the degraded samples will be performed every three months using a combination of selected analytical techniques such as the pyrolysis and oxidation-based Rock-Eval® method, elemental analysis coupling with isotope ratio mass spectroscopy (EA-IRMS), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Raman spectroscopy and weight loss analysis. Further, this study will be extended to real degraded samples collected from both ocean and landfill environments to extend the duration of exposure (10, 30 yrs).

We hypothesize that the changes in chemical and physical properties with respect to time can be used as parameters to quantify the aging of MPs in the environment. This research endeavor holds promise for advancing our knowledge of MPs degradation, informing evidence-based strategies for mitigating plastic pollution.

Sparker acquisition on recent deep-water sedimentary systems (> 2 000 m of water depth): first lessons from the FIT cruise (Ionian margin of Calabria, 1st to 12th of September 2024)

Julien Bailleul¹, Davide Oregioni², Laure Schenini², Sébastien Rohais³,
Daniele Casalbore⁴, Nora Markezic⁵, Danilo Morelli⁶, Silvia
Ceramicola⁶, Frank Chanier⁷, Nathalie Babonneau⁸, Christian Gorini⁹,
Pascal Barrier¹

¹ B2R 7511, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne

² UMR 7329 GEOAZUR, University of Nice Sophia Antipolis, CNRS, IRD

³ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

⁴ University of Roma Sapienza (Italy)

⁵ Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste (Italy)

⁶ University of Genova (Italy)

⁷ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

⁸ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

⁹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : julien.bailleul@unilasalle.fr

The FIT project (from Fiumare to the Ionian Turbidites) is dedicated to the analysis of the sedimentary dynamics of the southern Calabrian continental margin from the Miocene to present days and from the sediment sources to the most distal depositional zones. More specifically, the request for the FIT campaign (<http://dx.doi.org/10.17600/18003088>) aimed to acquire the first high-resolution data enabling a very specific morpho-bathymetric sector of the southern Calabrian margin to be imaged. The study area, at the junction between the emerged Calabrian arc and the offshore Ionian subduction wedge, comprises canyons incising the slope, fields of sediment waves at the bottom of the slope, and shows a complex interplay between gravity-driven systems and the development of intra-slope basins controlled by the deformation.

With an abrupt margin, reaching 1 500 m to 2 000 m of water depth in less than 20 km, the interdiction in Italy of the use of airguns for the acquisition of seismic reflection data made the investigation of the deep-water sedimentary systems complicated. To get around that problem we proposed to use an electric source, the sparker. Classically, sparker data is known to show its best quality for 500 m of water depth, even if the data is still relatively good down to 1 000 m, and profiles display potentially a pluri-metric resolution for a maximum of 500 m of penetration.

Here, we coupled a high-power electric generator (2 KJ) with a wide-range multi-tip spark-array and a multichannel streamer as the receiver (instead of the usually used single channel streamer). Although not obvious for the targeted bathymetries, that configuration gave exceptional results with 5-10 m of resolution obtained for 300-350 m of penetration down to around 2 200 m of water depth. The quality of the sparker data at these water depths clearly open new horizons as they will allow us to question the nature and origin of the deep-water sedimentation in the area, including those of the sediment waves visible on the seabed in an area where the airgun is forbidden. Moreover, the good penetration across the dataset will authorize to discuss the feedback mechanisms between the gravity-driven sedimentation and the structural evolution by comparing the geometries and internal organization of recent seismic units with respect to their respective distribution compared to the main tectonic

features.

Beyond those expected results, the data obtained confirm the relevance and feasibility of a source to sink analysis along the south-Calabrian depositional profile, from the onshore source zones to the deepest offshore basin, by considering the role of Fiumare and submarine canyons in sediment bypass, and that of the shelf and of intra-slope basins as intermediate sinks.

Version temporaire

Behavior of elastic properties in carbonates: scale does matter

Cédric Bailly¹, Emmanuel Leger¹, Simon Andrieu², Jean-Baptiste Regnet³, Mathis Bergogne⁴, Zidan Benabdelkrim¹, Gael Monvoisin¹, Bertrand Saint-Bezar¹, Perrine Mas¹, Hermann Zeyen¹, Benjamin Brigaud¹

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

³ Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

⁴ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : cedric.bailly@universite-paris-saclay.fr

Understanding the evolution of rock physical properties with changing scale is a critical challenge when characterising spatial subsurface heterogeneities. One of the possible approaches can be using elastic wave velocities at various scales, from laboratory to field, by solely tuning the sensing wavelength to the studied media. Theoretically, in the case of a dry, isotropic, and homogeneous porous medium, at all scales of investigation, the elastic properties are not dependent on the scales of analysis (non-dispersive medium). However, as already pointed out in the literature, carbonate rocks have very heterogeneous pore networks at different scales, which may lead to different Representative Elementary Volumes (REV) with changing scales. In our work, we assume that the elastic wavelength is equal to the upper bound of the REV.

In this study, we investigated marine carbonate rocks of Middle Jurassic age outcropping in the western part of France (Charentes, near Angoulême city) in four different quarries. A total of three REV's were investigated, always in dry conditions: i) the centimeter scale, acquiring P and S wave velocities (V_p , V_s) on 60 cylindrical samples of one inch-diameter using a central frequency of 500 kHz (wavelength ~ 1 cm); ii) the decimeter scale, acquiring more than 1500 measurements of V_p and V_s on outcropping carbonates with a frequency of 40 kHz (wavelength ~ 10 cm); and iii) the decameter scale acquiring seismic wave velocity measurements along a vertical profile (geophones connected to a vertical outcrop wall), where the 6 kg sledgehammer source was situated on the plateau, delivering a frequency of 100 Hz (wavelength ~ 10 m). In parallel, a thorough geological description was done at all the investigated scales, combining i) microscope-driven microstructure analysis of samples under the microscope, ii) sedimentary facies description of outcrops and iii) fracture orientation analysis on photogrammetric models of quarries.

The elastic wave velocity results were interpreted considering facies and diagenetic processes of sedimentary rock fabric. At the centimeter scale (i), for a given sedimentary facies, we show a clear control of diagenesis (cementation and dissolution) on the elastic properties, in agreement with the well-documented literature. At the decimeter scale (ii), horizontal and vertical V_p - V_s data were used to construct 2D acoustic property maps (1 square meter). Two extreme behaviors can be pointed out. On the one hand, velocity data are homogeneous and anisotropic in zones showing evidence of primary stratification and lithostatic compaction. On the other hand, data are heterogeneous and isotropic in zones exhibiting significant early diagenesis heterogeneities ("hardgrounds"). These results are thus linked to facies and diagenesis heterogeneities. Finally, at the decameter scale, seismic velocities clearly show an azimuthal anisotropy, mainly controlled by the occurrence of outcropping open joints from tectonic origin. Our study tends to highlight the crucial need to always characterise sedimentary facies, diagenesis evolution and structural overprint in carbonate reservoir rocks if one wants to interpret and correctly understand the multi-

scale elastic properties of carbonates.

Version temporaire

Premiers stades de formation d'un kérogène de Type I-S révélés par l'analyse Rock-Eval® 7S des sédiments du lac Dziani Dzaha (Mayotte)

François Baudin¹, Ivan Jovicic², Pierre Adam³, Magali Ader⁴, Fabien Arnaud⁵, François Gelin⁶, Vincent Grossi⁷

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

³ UMR 7177 ICS, Université de Strasbourg, CNRS

⁴ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

⁵ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS

⁶ TotalEnergies, CSTJF, Pau

⁷ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

Contact : francois.baudin@sorbonne-universite.fr

Le Dziani Dzaha (Mayotte, Océan Indien) est un petit lac de maar peu profond, hypersalin (30–75‰) et hyperalcalin (pH=9,1–9,4). Ses eaux de surface sont caractérisées par une intense production de cyanobactéries filamenteuses tout au long de l'année. En dessous de 2 m de profondeur, la colonne d'eau est continuellement aphotique et anoxique, du moins jusqu'en 2017, date à laquelle une carotte de ~5 m de long a été prélevée au centre du lac.

Les sédiments récupérés, qui ont enregistré les ~6000 dernières années de l'histoire du Dziani Dzaha, ont été décrits et échantillonnés à haute résolution. Ils se composent de tapis microbiens, intercalés de lits ou nodules de carbonate, et de rares faciès détritiques silteux. Les teneurs en carbone inorganique et organique de 160 échantillons ont été analysées à l'aide de la méthode Rock-Eval®, en utilisant notamment la version 7S de l'appareil qui quantifie à la fois le soufre organique et inorganique, en plus des paramètres Rock-Eval conventionnels.

Les sédiments du Dziani Dzaha se caractérisent par des teneurs élevées en carbone organique total (en moyenne 8,5 % et jusqu'à 27,9 % en poids) ainsi qu'en carbone inorganique (en moyenne 4,8% et jusqu'à 10,2% en poids, soit un équivalent CaCO₃ variant de 40 à 85%). La teneur en soufre total varie de 0,3 à 3,6 % en poids. La part du soufre organique domine largement sur celle du soufre minéral ; la formation de pyrite étant limitée par la faible disponibilité en fer réactif dans cet environnement lacustre.

Les valeurs de l'indice d'hydrogène (IH) sont en moyenne de 630 mg HC/g COT et atteignent 834 mg HC/g COT. Les valeurs d'IH les plus élevées sont systématiquement associées aux plus fortes teneurs en S organique. Les rapports Sorg/COT sont proches de 0,01 dans le mètre supérieur de la carotte et fluctuent en profondeur entre 0,02 et 0,05, dépassant par endroit donc la valeur seuil de 0,04 définissant les kérogènes de Type S. Le lac Dziani Dzaha est ainsi le premier environnement moderne où le Type I S de (proto)kérogène puisse être mis en évidence grâce à la méthode Rock-Eval® 7S.

En considérant la température au maximum de libération du SO₂ lors de la pyrolyse, on constate que la stabilité thermique de la matière organique soufrée augmente avec la profondeur ; le soufre organique semblant plutôt lié à des carbohydrates dans les sédiments plus récents et à des lipides dans des sédiments plus anciens. D'autres études (moléculaires et isotopiques) des formes du soufre sont nécessaires pour déterminer si cette évolution est le résultat de la diagenèse d'enfouissement des sédiments en conditions réductrices ou reflète des changements initiaux de l'environnement lacustre.

Les sédiments du Dziani Dzaha, riches en hydrogène et en soufre organique, peuvent être considérés comme des analogues modernes des gisements de roches mères pétrolières de Type I et I-S, tels que les Green River Shales de l'Éocène (Utah, USA) et les laminites du Kimméridgien d'Orbagnoux (Jura, France). Les similitudes géochimiques et de faciès entre ces roches-mères et les sédiments du Dziani Dzaha sont absolument remarquables.

Version temporaire

Caractérisation des systèmes dunaires barkhanoïdes de la flèche littorale du Cap Ferret (Aquitaine)

Clélia Billières¹, Julie Billy¹, Hugues Féliès², Raphael Bourillot³

¹ BRGM, Orléans

² CVA Engineering, France

³ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : c.billieres@brgm.fr

Les flèches sédimentaires sont des systèmes naturels que l'on retrouve sur de nombreux littoraux. Ces systèmes progradant dans le sens de la dérive littorale sont influencés par de forts apports sédimentaires et viennent généralement fermer une baie ou une embouchure. Le site du Cap Ferret est une flèche sédimentaire de 23 km de long et 5 km de large située le long de la façade atlantique (Gironde). Au cours des 3 000 dernières années, la progradation de cette flèche vers le Sud a fait migrer l'embouchure de la Leyre et a contribué à façonner la géomorphologie du Bassin d'Arcachon (Féliès et al., 2010). Les morphologies présentes sur la flèche sont réparties de manière équivalente en deux catégories : les systèmes dunaires (50%) et les zones interdunaires appelées localement " lèdes " (50%). L'analyse des données du LIDAR 2016 (résolution 1 m) a permis de caractériser quatre typologies de dunes sur la flèche du Cap Ferret. D'Ouest en Est on distingue la (i) dune bordière, de forme longitudinale, puis trois systèmes dunaires de type barkhanoïde, fixées depuis le milieu du 19^e siècle par une forêt de pins maritimes : (ii) proto-barkhanes (PB), appelées précédemment " dunes indéterminées "; (iii) rides barkhanoïdes (RB) ; et (iv) barkhanes isolées. Ces dunes montrent des différences en termes de morphologie, notamment de hauteur, variant de 10 m à 40 m, de forme, qui est de plus en plus isolée et en forme de croissant bien défini en allant vers l'Est. Contrairement aux systèmes barkhanoïdes présents en milieu désertique, ceux en domaine littoral sont peu étudiés, et leur architecture interne peu documentée. Pourtant, ce sont des systèmes potentiellement riches en information qui peuvent contribuer à apporter des éléments de compréhension sur la mobilité dunaire et leur dynamique passée.

Plusieurs campagnes géophysiques par géoradar ont été réalisées entre 2022 et 2024 afin d'apporter des éléments sur les structures internes des dunes et sur la nature de leur substratum. La vitesse de propagation des ondes est déterminée dans ce milieu à 0.14 m/ns. Plusieurs antennes ont été utilisées dont les fréquences sont centrées de 100 et 500 MHz et ont permis de relever 43 km de profils. Les PB et les RB étant les types dunaires les plus couverts par nos acquisitions, ainsi cette étude se concentrera sur ces 2 typologies dunaires.

L'analyse des profils permet de i) visualiser l'architecture interne via des réflecteurs, ii) identifier les différents faciès dunaires, iii) calculer les pendages des structures internes et iv) mettre en évidence les phases de développement de la dune. Les dunes sont principalement caractérisées par des réflecteurs continus, obliques de pendage vers l'Est, en downlap sur le sommet de l'unité basale. Les réflecteurs sur la partie Ouest de chaque dune sont tronqués (toplap) par une surface d'érosion, soulignant la migration de la dune (topographie actuelle). Différentes séquences sont ainsi identifiées au sein de chaque dune, que ce soit les PB et les RB, imageant les phases de remobilisation du sable dunaire liées à la dynamique éolienne. Les PB montrent une assez grande homogénéité dans leur structuration avec des réflecteurs (1^{er} ordre) dont les pendages sont compris entre 5 et 11° de plus en plus pentus vers l'Est. La partie Ouest des RB ressemble au PB mais avec des pendages d'ordre plus importants variant

de 6 à 28°, alors que la partie Est est quant à elle plus complexe. Cela atteste i) d'un développement en hauteur (recouvrement/chevauchement d'ancienne partie de la dune) et ii) d'une migration latérale. Ainsi, l'analyse combinée géomorphologie et architecture interne des dunes met en évidence dans les deux cas un schéma développement des barkhanoïdes montrant une évolution d'un système peu formé (PB) vers un système plus mature (RB).

Version temporaire

MISSION ARctique DEssinée au Svalbard

Agnès Baltzer¹, Orsane Rousset, Laurence Robert

¹ UMR 6554 LETG, Université de Nantes, CNRS

Contact : agnes.baltzer@univ-nantes.fr

Le dérèglement climatique constitue un enjeu majeur pour notre futur, c'est ce que confirme, preuves scientifiques à l'appui, le récent rapport du GIEC (2023). Toutes les régions du globe sont désormais impactées par des événements climatiques et les projections d'augmentation de la température montrent des scénarios dramatiques pour l'avenir des hommes. Si l'urgence est bel et bien démontrée, les actions effectives nationales ou internationales sont rares ou dispersées (cf. le discours de conclusion d'Alok Sharma, président de la COP26). Seule une opinion publique bien informée et forte peut accélérer leurs applications en faisant pression sur les décideurs et politiques de tous pays. Dans cet esprit, le projet CAMISSARDE propose d'embarquer un large public pour une mission au Spitsberg, à travers une exposition de panneaux dessinés retraçant une *Mission Arctique au Svalbard*. Cet archipel, au seuil de l'Arctique, situé à 79°N, témoigne des grands changements climatiques à l'œuvre depuis une vingtaine d'années. Ce changement climatique et son impact sur la vie quotidienne des hommes aussi bien à Longyearbyen (capitale norvégienne du Spitsberg / 2500 habitants) ou à Ny Alesund (Village scientifique international/ 30 habitants) s'avère extrêmement rapide, visible année après année. Les changements environnementaux ont d'abord été sensibles dans le domaine marin et deviennent perceptibles depuis 2023 dans le domaine continental.

The Salt Marsh peat outcrop of "Les Sapins" on Yeu island: a window on the 3000 BP period

Agnès Baltzer¹, Elsa Cariou², Aneta Gorczynska³, Anne-Véronique
Walter-Simonnet⁴, Helène Howa⁵

¹ UMR 6554 LETG, Université de Nantes, CNRS

² UAR 3281 OSUNA, Université de Nantes, CNRS

³ UMR 6554 LETG, Université de Bretagne Occidentale, CNRS

⁴ UMR 6249 Chrono-Environnements, Université de Bourgogne France-Comté, CNRS

⁵ UMR 6112 LPG, Université d'Angers, Nantes Université, Le Mans Université, CNRS

Contact : elsa.cariou@univ-nantes.fr

The ODySéYeu (Observation de la Dynamique Sédimentaire de l'île d'Yeu) project is a collaborative project which involves the people from Yeu Island to acquire and collect different types of observations and measurements on this island's beaches. Thanks to these high-frequency observations, a peat outcrop with bovid prints was identified, after a storm in May 2020, on the "Plage des Sapins" (sandy beach), dated of 3000 years BP. Datations allow to compare this local peat outcrop with other coastal ones described on the Atlantic seafront or in the Channel area at the Mont Saint Michel. These peats are diachronic and their ages range from 8000 years cal. BP at the base of submarine cores (Baltzer et al., 2014), to the Middle Ages at the base of the actual coastal barrier (Van Vliet-Lanöe et al., 2014b). On the Rhuys peninsula, in the Gulf of Morbihan, peat deposits covering a period ranging from 7000 to 1000 years cal. BP have been described by Visset and Bernard (2006). Recent works (A. Gorczynska, 2022) reveal that different phases of submersion or sand events could be identified in some minor estuaries of south brittany. The comparison of these different time scales of peat outcrop, on a large coast linear, from Brittany to Vendée is essential in order to understand the different phases of the Holocene sea level rise

Evaluation des stocks de HAP dans les " legacy sediments " à l'amont de l'estuaire de Seine par imagerie hyperspectrale

Jean-Marie Barrois¹, Kevin Jacq², Florence Portet-Koltalo³, Alexandra Coynel⁴, Maxime Debret¹

¹ UMR 6143 M2C, Université de Rouen Normandie, UniCaen, CNRS

² Envisol, La Tour du Pin

³ UMR 6014 COBRA, Université de Rouen Normandie, INSA Rouen, CNRS

⁴ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : jean-marie.barrois@univ-rouen.fr

Les travaux de rescindement de la Seine en amont de l'estuaire depuis le milieu du XX^e siècle ont entraîné le dépôt d'importantes quantités de sédiments au sein d'annexes hydrauliques. Des études récentes ont identifié cette section amont comme un *hot spot* de concentration en polluants organiques persistants (Dendievel *et al.*, 2020). Bien que ces stocks de polluants hérités représentent un risque potentiel en cas de remobilisation, liée à de nouveaux aménagements ou à l'élévation du niveau marin, leur volume et leur degré de contamination restent encore mal définis. L'objectif de cette étude est d'évaluer la contamination en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans la partie amont de l'estuaire de Seine. Deux carottes de sédiments, DUR2401 (5,70 m) et DUR2402 (3,32 m), ont été prélevées dans un ancien bras de la Seine remblayé en 1967 puis endigué en 1976. Ces phases d'aménagements sont identifiables dans les carottes et ont permis de les dater avec précision. Les concentrations en HAP ont été mesurées sur une sélection de 22 échantillons de DUR2402 par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). Jacq *et al.* (2024), ont développé une approche par imagerie hyperspectrale (IHS) dans le proche infrarouge (968 – 2574 nm) permettant de modéliser les concentrations en HAP avec une haute résolution spatiale (240 μ m) sur l'entièreté d'une carotte de sédiment à partir des données issues de GC-MS. Cette méthode a été appliquée sur DUR2402 et présente une corrélation entre données GC-MS et IHS (coefficient de détermination R^2 de 0,74) et une erreur quadratique moyenne de 4,61 mg kg⁻¹. Entre 1967 et 1976, les travaux successifs ont plusieurs fois modifié l'écoulement de la Seine au niveau du site, entraînant une grande diversité dans les faciès sédimentaires. De fait les concentrations en HAP y sont hétérogènes, de 4,2 à 26,5 mg kg⁻¹ en moyenne, jusqu'à 26,5 mg kg⁻¹ dans une passée organique de 50 cm d'épaisseur. Entre 1976 et 2024, les concentrations en HAP ont diminué, passant de 8,5 à 4,4 mg kg⁻¹, une tendance cohérente avec celle observée à l'embouchure de la Seine (Lorgeoux *et al.*, 2016) et de l'Eure (Gardes *et al.*, 2020), ses principaux affluents. Le modèle de prédiction des HAP a également été appliqué à la carotte DUR2401 révélant une distribution des HAP similaire à DUR2402, bien que l'épaisseur des faciès diffère. La spatialisation de l'information est donc cruciale pour évaluer de manière robuste les stocks de HAP. En raison de sa rapidité et de son faible coût par rapport à la GC-MS, l'imagerie hyperspectrale apparaît comme la méthode idéale pour de telles analyses.

Les bassins carbonifères-permiens dans le NO du Jura - Mise à jour des connaissances et ressources en hélium naturel

Laurent Beccaletto¹, Cécile Allanic¹, Guillaume Martelet¹, Laure Capar¹, Stéphane Marc¹, Pierre-Alexandre Reninger¹, Aurélie Peyrefitte¹, Thomas Jacob¹

1 BRGM, Orléans

Contact : l.beccaletto@brgm.fr

Ces dix dernières années ont vu la connaissance géologique des bassins fini carbonifères-permiens largement mise à jour, que ce soit leurs occurrences à l'affleurement ou leur extension en subsurface sous la couverture des bassins méso-cénozoïques (distinction des séries syn-/post-rifts, datations radiométriques, contexte géodynamique...).

Cet exposé se donne pour objectif de (i) présenter les premiers résultats issus des travaux du BRGM sur les bassins carbonifères-permiens dans le NO du Jura, et (ii) d'en tirer des conclusions sur leur intérêt pour la recherche d'hélium naturel (projet de collaboration scientifique entre le BRGM et 45-8 Energy - Permis d'Exploration et de Recherche (PER) "Avant-Monts Franc Comtois"). En effet, il est apparu récemment que les séries permienne (en France, mais aussi en Europe) étaient des cibles particulièrement intéressantes pour la recherche d'hélium naturel.

Le retraitement et l'interprétation d'une centaine de kilomètres de profils sismiques pétroliers acquis dans les années 1980 donne une première idée, à l'échelle de la partie occidentale du PER, de la distribution et de l'épaisseur des bassins fini-paléozoïques et de leur contrôle structural. La construction d'un modèle géologique 3D avec le Geomodeller© à l'échelle du PER précise les directions structurales préférentielles N20 et N70, héritées de la fin de l'orogénèse varisque (et réactivées à plusieurs reprises au cours du Cénozoïque). La quasi-totalité de ces failles recoupe les séries mésozoïques et pénètrent le substratum pré-mésozoïque (granite et bassins). Suite à l'acquisition de nouvelles données gravimétriques au sol et aéromagnétiques héliportées à l'échelle du PER, des modélisations directes 2D et inverses 3D conjointes magnétiques et gravimétriques ont été réalisées. Elles suggèrent(i) l'hétérogénéité du substratum non sédimentaire, et (ii) la distribution et une estimation des épaisseurs des bassins carbonifères-permiens, localement supérieures à 1.5 km. Enfin, une quarantaine de forages atteignant les séries pré-mésozoïques ont été étudiés à l'échelle du NO du Jura en termes de lithostratigraphie des dépôts carbonifères-permiens (séries silicoclastiques grésos-argileuses) et de distribution de leurs épaisseurs (minimales vs potentielle).

L'ensemble de ces données sont corrélées aux bassins carbonifères-permiens affleurants à l'ouest du Jura (Autun, Blanzey-Le Creusot au nord du Massif central) et à l'est (Ronchamp-Giromagny au sud des Vosges). Le résultat est une nouvelle cartographie de la distribution régionale des dépôts carbonifères-permiens, prenant en compte la répartition des failles profondes pré-mésozoïques récemment mise à jour (Schori, 2018). Il apparaît que, de par leurs lithologies favorables, leur extension régionale, et leurs épaisseurs importantes (estimées localement à plus d'1.5 km), les séries sédimentaires fini carbonifères-permiennes du NO du Jura présentent un potentiel d'exploration significatif pour l'hélium naturel.

Référence

Schori, M. (2021). *The development of the Jura fold-and-thrust belt: Pre-existing basement structures and the formation of ramps*. *GeoFocus*, 50. <https://doi.org/10.51363/unifr.sth.2022.001>

Version temporaire

La géologie profonde du Loiret redécouverte : Implications structurales et visées géothermiques

Laurent Beccaletto¹, Aurélien Bordenave¹, Benoit Issautier¹, Stéphane Marc¹, Laure Capar¹, Alexandre Stopin¹, Virginie Hamm¹

¹ BRGM, Orléans

Contact : l.beccaletto@brgm.fr

Le BRGM a été missionné par la DGEC (Direction Générale de l'Énergie et du Climat) pour réaliser une preuve de concept de la caractérisation, à partir de données anciennes de subsurface issues de l'exploration pétrolière, du potentiel géothermique des réservoirs mésozoïques profonds sur le territoire du Loiret en région Centre Val-de-Loire.

La géométrie de ces réservoirs situés dans les séries de l'Oxfordien, du Dogger, et du Trias entre 800 m et 2500 m de profondeur a été investiguée à partir de 117 lignes sismiques totalisant 1930 km de données, et 46 forages avec diagraphies. Les données " terrain " de ces lignes sismiques, acquises au cours de 21 campagnes sismiques entre 1982 et 1990, ont été retraitées par le BRGM afin d'en obtenir une image interprétable. Une interprétation quantitative (Quantitative Interpretation ou QI en anglais) a aussi été menée sur une sélection de ces lignes, avec l'objectif de lier les variations d'amplitude des réflexions sismiques avec des variations des propriétés réservoirs, telle que la porosité (liée aux faciès sédimentaires et/ou aux failles).

L'interprétation du toit et de la base réservoirs de l'Oxfordien (calcaires du Rauracien et Séquanien), du Dogger (calcaires du Bathonien) et du Trias (grès de Chaunoy et de Donnemarie) a été effectuée sur l'ensemble des lignes sismiques, ce qui permet d'imager pour la première fois en détail leur géométrie (profondeur, variations d'épaisseur...).

Une avancée importante de ce travail d'interprétation sismique est la construction du schéma structural mis à jour sur le Loiret. Dans le détail, trois schémas structuraux ont été construits : pour le toit de l'Oxfordien réservoir, le toit du Dogger réservoir, et le toit du Trias ; les failles sont considérées comme verticales dans le réservoir (i.e. le schéma structural est identique au toit et à la base d'un réservoir). Plus de 400 failles ont été reconnues le long des lignes sismiques, à partir desquelles 93 failles ou segments de failles ont été identifiés et représentés cartographiquement (contre seulement 14 lors d'une précédente étude, de plus faible résolution car réalisée à l'échelle du Bassin de Paris). Outre le nombre considérable de failles identifiées, un enseignement majeur est leur segmentation systématique (failles en relais), ces failles étant considérées comme continues auparavant. La plupart des failles montrent des directions sub-méridiennes. Il apparaît qu'une minorité d'entre elles (mais en réseaux de grandes extensions cartographiques) est héritée de l'histoire tardi-varisque ; elles contrôlent le dépôt d'épais bassins stéphano-permiens, présents sur une part importante du Loiret, et imagés pour la première fois en détail. Certaines failles se développent au cours de l'histoire mésozoïque, et la quasi-totalité sont actives au Cénozoïque (réactivation ou nouvelles failles) ; cette tectonique plus récente est à relier au fonctionnement du système géodynamique Pyrénées/ECRIS (European Cenozoic Rift System).

Les interprétations (réalisées sur des données sismiques en temps) ont été converties en profondeur, étape cruciale car elle permet de transposer les informations de subsurface issues des lignes sismiques dans un environnement quantifiable en mètres. Ces interprétations en profondeur ont ensuite été importées dans Petrel© comme données d'entrée au modèle de faciès régional (distribution des environnements de dépôt) et in fine aux cartes de probabilité d'occurrence des faciès réservoir

; ces cartes montrent le rôle crucial des zones de failles pour la localisation des secteurs favorables à la géothermie profonde (cf. la communication de Issautier et *al.*).

Version temporaire

Contrôle des milieux côtiers du bassin de Paris à la transition Éocène-Oligocène

**Mathilde Beernaert¹, Laurence Le Callonnec¹, Fabrice Minoletti¹,
Hugues Bauer², Didier Merle³, Jean-Paul Baut⁴, Bertrand Génault⁵,
Jean-Jacques Chateauneuf⁶**

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² BRGM, Orléans

³ UMR 7207 CR2P, MNHN, Université Paris-Sorbonne, CNRS

⁴ Consultant en paléontologie, Marcoussis

⁵ Consultant en paléontologie, Chartres

⁶ Consultant en biostratigraphie, Orléans

Contact : mathilde.beernaert@sorbonne-universite.fr

La transition Éocène-Oligocène ("Eocene-Oligocene Transition" ou EOT) marque une dégradation globale du climat associée à la mise en place de la calotte polaire antarctique ; elle est néanmoins mal contrainte en domaine continental. En Europe une saisonnalité marquée et un remplacement majeur de la faune et de la flore européennes par des espèces asiatiques (Grande Coupure décrite par Sethlin, 1909) sont enregistrés durant cet intervalle. Le bassin de Paris est caractérisé à l'EOT par des dépôts à l'interface océan-continent, laguno-marins à lacustres plus ou moins restreints. Ils sont donc contrôlés par des mécanismes à l'échelle globale et locale (glacio-eustatisme, climat, tectonique) qu'il faut mettre en évidence et dont il faut estimer la part. Les formations sédimentaires étudiées dans ce travail sont datées du Ludien supérieur (Priabonien supérieur) au Stampien supérieur (Rupélien supérieur). L'étude (faciès, géochimie élémentaire et isotopique) de trois coupes situées au nord de Paris (Cormeilles-en-Parisis (95), Le Pin-Villeparisis et Saint-Soupplets (77)) permet la compréhension de l'enregistrement de cette transition dans le bassin (variations latérales et verticales) et du contrôle de l'ouverture à la mer et de la fermeture de la lagune. Ces séries se situaient dans un contexte structural bien distinct : Cormeilles-en-Parisis, la plus à l'ouest et dans la cuvette synclinale de Saint-Denis, montre la série sédimentaire la plus complète, la plus argileuse et carbonatée avec un contenu fossilifère plus riche. La coupe de Le Pin-Villeparisis, située dans le prolongement actuel de l'anticlinal de Louvres, est incomplète dans sa partie supérieure et relativement condensée. Elle est essentiellement argileuse et très pauvre en restes fossiles. La coupe de Saint-Soupplets, située sur le flanc Est de la terminaison périanticlinale du Bray, montre des dépôts plus sableux avec des figures de courant et un contenu fossilifère abondant mais peu diversifié. Au Ludien supérieur, l'enregistrement sédimentaire indique une augmentation des apports terrigènes détritiques liée à une incursion marine importante (Marnes bleues d'Argenteuil) puis leur diminution et l'augmentation corrélative de la précipitation de carbonates. Au Stampien inférieur on observe une hausse globale des apports terrigènes détritiques coupée d'un niveau marin franc (les Marnes à huîtres). À l'ouest (coupe de Cormeilles-en-Parisis) quelques niveaux à tendance plus évaporitique se retrouvent. À l'est, les coupes sont incomplètes (niveaux érosifs et formations manquantes). Les variations entre les coupes reflètent probablement un comportement différent de la lagune entre l'ouest et l'est du nord du bassin dont la cause reste inconnue : variation de l'espace d'accommodation en lien avec les variations du niveau marin et de la tectonique locale, mise en place de barrière topographique entre les sites ?

Variability of sediment gravity processes over the last 22,000 years in the Ionian Sea and the expanded record of the Sapropel S1 equivalent unit

Hélène Belliard¹, Nathalie Babonneau¹, Antonio Cattaneo¹, Tommaso Tesi², Alessio Nogarotto², Vincent Coussin¹, Marc-André Gutscher¹

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² Istituto di Scienze Polari, Bologna (Italy)

Contact : nathalie.babonneau@univ-brest.fr

The Ionian Sea is one of the most seismically active basins between the western and eastern Mediterranean at the intersection of the Calabrian and the Hellenic subduction zones. Deep-sea sediment is dominated by gravity-driven deposits likely recording large earthquakes and tsunamis, as in the case of the Augias megabed linked to the Crete Island earthquake of 365 AD, and tephra layers from the nearby Etna volcano, including the Y1 tephra layer of 15-17 kyr BP. The sedimentary record encompasses also a sedimentary unit accumulated in a peculiar phase of oxygen depletion at the seabed comprised between 10 and 6.3 kyr corresponding to the accumulation of the sapropel S1 layer in the Eastern Mediterranean. In most studies on sapropels in the Ionian Sea, this sedimentary interval has a thickness of only a few centimeters, occasionally up to ten. New data acquired off Etna volcano show an exceptional record for this interval reaching up to 15 m in the sediment core FX2-CS14 at 2050 m of water depth. This core is located in a local fault graben (Nord-Alféo fault) and is part of a transect of sediment piston cores from the slope to the abyssal plain (1800 to 4000 m water depth) acquired during the FOCUS-X2 (2022) and CIRCEE-HR (2013).

In this study we present a comparison of the sedimentary record of the late glacial and recent sedimentary record with the record of the sapropel S1 equivalent unit. Core FX2-CS14 was analysed by X-ray fluorescence (XRF), X-ray computed tomography (XCT), laser grains size granulometer, radiocarbon dating of planktonic foraminifera. We also acquired organic geochemical analyses including measurements of organic carbon (Corg), nitrogen (N), $\delta^{13}C$ isotopic composition and the quantification of biomarkers such as lignin and cutin.

The sedimentary facies in pre- and post-S1 equivalent unit consist of: 1- Debrites, 2- Turbidites (four sub-facies for their dominant grain size plus a series of dark colored turbidites containing dark/black Etna sediment), 3- Fine-grained deposits generally brown in color, 4- hemipelagites light brown with forams and common bioturbations, and 5- volcanic facies (tephra). The sedimentary record of the sapropel S1 equivalent unit contains similar facies, but present several sub-facies appearing only during this period. S1 equivalent unit is mainly characterised by dark clay sediments with millimetre-scale laminae of fine silt/sand and millimetre-scale to centimetre-scale silty to sandy turbidites. Fine grained laminae/beds and hemipelagites in the S1 equivalent unit present a variety of colors (up to 3 and 5 distinct sedimentary sub-facies each) likely due to a better sediment preservation of the Fe-rich sediment of Etna provenance resulting in a variety of beige/ochre laminae. Bioturbation is very rare and only present during the S1 interruption (S1i). Deposits in the S1 equivalent unit have a low organic carbon content (0 to 1%), which could be explained by the dilution of the sapropelic signal by the numerous turbidites and micro-turbidites deposited over this period (526 gravity event beds).

The frequency of turbidites and micro-turbidites (< 2 mm in thickness) changes radically from the recent period with ~5 events every 1000 years to the sapropel S1 equivalent unit with ~60 events every 1000 years. The triggering of turbidity currents is mainly controlled by the seismicity of the region, at least during the recent period, but for the sapropel S1 equivalent period we suspect that another triggering mechanism is dominating. The record of very thin turbidites could represent the result of decadal-scale climate-controlled torrential floods triggering turbidity currents. Ongoing work on geochemical measures allow to highlight differences in the dominant sedimentary processes and to understand the seabed condition (oxygenation, currents, preservation, etc..) with a high time-resolution.

Version temporaire

Multi-scale characterization of geothermal reservoir analogs in ooidal carbonate platform borders (Middle Jurassic, Charentes): Sedimentary, stratigraphic, and diagenetic records from sample to 3D model

Zidan Benabdelkrim¹, Cédric Bailly¹, Benjamin Brigaud¹, Simon Andrieu², Mathis Bergogne³, Bertrand Saint-Bézar¹, Perrine Mas¹, Jean-Baptiste Regnet⁴

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

³ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

⁴ Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

Contact : zidan.benabdelkrim@gmail.com

This work investigates the heterogeneities in middle Jurassic geothermal reservoir analogues by studying outcrops from the Northeastern Aquitaine Basin. The Middle Jurassic geothermal reservoirs from the Paris Basin have exhibited steady-state thermal performance with no apparent decline for more than 20 years of operation. Understanding the sustaining performance requires comprehensive characterization of the geological structure and the transport properties of the subsurface mediums. These heterogeneities are inferred from analogs on the quarries of Combe Brune, Cosses Noires, Vilhonneur, and Luget (Charente, France).

An in-depth study of stratigraphic, sedimentological, and petrophysical characteristics is conducted. Available facies models are updated with thorough observation of 95 thin-sections. Samples collected from quarries were subjected to several experimental measurements, including porosity, permeability, and acoustic velocity. Relatively porous ($12\% < \Phi < 25\%$) and permeable ($100 \text{ mD} < k < 5 \text{ D}$) zones are identified and associated with ooidal sandstone facies. The microfacies heterogeneity and diagenetic overprint (cementation, dissolution, recrystallization) are evaluated; they may induce spatial heterogeneity in the reservoir properties.

Digital outcrop modelling enables the spatial mapping of microstructural and fluid flow properties, providing a preliminary 3D model relative to the facies variations observed at the Vilhonneur quarry. Delineated major stratigraphic surfaces provide the framework for large scale correlation and a basis for further geological modelling.

Petrographic analysis allows us to describe variability in terms of textural features within the studied carbonate deposits. At the same time, the diagenetic processes, including moldic dissolution and dedolomitization, induce P-wave velocity reduction. These data were integrated into vertical logs.

These results may enhance the predictability of the behaviour of similar geothermal reservoirs in the Paris Basin. The present study contributes to the scientific understanding of Middle Jurassic geology, petrophysics and potential practical insights for the geothermal industry.

Caractérisation du géosystème côtier des Pays-de-Monts (Vendée) : géoradar et géotechnique par CPT révèlent l'interface entre l'avant-côte et le marais

Julie Billy¹, Vivien Baudouin², Gildas Noury³, Manuel Garçin¹

¹ BRGM, Pessac

² BRGM, Nantes

³ BRGM, Orléans

Contact : j.billy@brgm.fr

Dans un contexte d'évolution du littoral et d'adaptation des territoires face au changement climatique, l'apport de connaissances sur les géosystèmes côtiers est indispensable. Avec les outils actuels à disposition comme les LiDAR, les images satellites, les caméras, etc., il est commun de réaliser des suivis des variations du trait de côte ou des évolutions morphologiques du système avant-côte/plage/dune. Or, les connaissances sur le géosystème littoral lui-même, comme son architecture interne et ses propriétés intrinsèques sont souvent peu/pas investiguées. Leurs variabilités spatiales et leurs spécificités sont donc rarement prises en compte dans la gestion des sites ou pour proposer des schémas d'adaptation futurs cohérents avec leur environnement.

Le Pays-de-Monts est une région littorale emblématique vendéenne (27km de long, 0.6-2km de large). Elle est constituée d'un ensemble de systèmes dunaires (cordon linéaire, dunes peu structurées, dunes paraboliques) dont l'altitude croît vers les terres (jusqu'à 18-25 m) et est bordé à l'est par des marais de faibles altitudes (Billy et al. 2020 ; SIBLES2 en cours) pour l'étude du littoral et de ses méthodes d'investigations (géophysique, piézométrie, géotechnique). Le binôme géophysique par géoradar et essai de pénétration statique (*Cone Penetration Test*, CPT) montre un très fort potentiel de caractérisation du littoral. Notamment car les CPT peuvent fournir des informations tous les 2cm, et atteindre des profondeurs au-delà de celles imagées au géoradar (atténuation du signal). La description des CPT se base sur i) l'abaque de Robertson (1990) qui classe les matériaux traversés (découpsés par unités) dans différents domaines en fonction des paramètres enregistrés par la pointe, et ii) s'appuie sur une analyse statistique de covariance de chaque population de points.

Ce binôme géoradar-CPT a été testé sur 2 nouveaux secteurs à enjeux (zone touristique et proximité de station d'épuration) au sud des Pays-de-Monts : La Pège et Les 60 Bornes. Pour chaque site, l'objectif est de caractériser spatialement et en profondeur les dépôts sédimentaires fluviomarins, de marais et dunaires (architecture interne, typologies de sédiments, propriétés géotechniques des unités), afin de produire un schéma synthétique 2D, prenant en compte l'ensemble des connaissances et singularités de chaque site investigué.

Sur ce système littoral recouvert de dunes, les trois secteurs étudiés révèlent des singularités et variabilités spatiales :

- A La Parée Grollier, on distingue les dépôts fluviomarins, ceux du " Bri " et les différents systèmes dunaires qui les recouvrent. Une structure d'orientation N-S est clairement identifiée sous les dunes paraboliques et marque la zone de transition entre les dépôts de marais et les dépôts d'avant-côte, c.-à-d. la localisation d'un paléo-rivage à partir duquel le littoral a progradé vers l'ouest.

- A La Pège, c'est un ancien méandre du chenal de La Baisse maintenant comblé qui est dévoilé. L'analyse permet d'imager une intercalation argileuse (*argile silteuse*) de 1 à 2 m, qui reposent sur des dépôts fluviomarins sableux ;
- Accolées à ce dépôt et le long d'un axe longitudinal, des structures progradantes vers le N-O sont clairement identifiées sur l'imagerie géoradar (entre -5 m et +1 m NGF) et attestent de la formation d'une flèche sédimentaire (sableuse) dans ce secteur, qui s'est développée dans le sens de la dérive littorale ;
- Aux 60 Bornes, en dessous des dépôts fluviomarins sableux, une unité de sédiments grossiers à graveleux est identifiée (inf. -3m NGF) qui pourraient par exemple être liée au remaniement sédimentaire de l'érosion du platier rocheux.

Ce géosystème côtier est donc loin d'être homogène. Notre étude démontre l'importance d'avoir connaissance de ses spécificités afin d'être en mesure d'anticiper aux mieux les évolutions à venir de ces territoires face aux changements globaux.

A first approach to modelling fine-sediment dynamics in the Santa Cruz's River estuary

Lucas Bindelli^{1,2}, Federico Haspert¹, Lucas Francisco Hernández¹,
Leandro Kazimierski¹, Mariano Re¹

1 Instituto Nacional del Agua, Subgerencia Laboratorio de Hidráulica (Argentina)

2 Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Contact: lucasbindelli@gmail.com

Santa Cruz's River Estuary (SCRE), located in Santa Cruz Province, Argentina, presents an area of 141 km², receiving river discharges of both the Santa Cruz and Chico River, with mean values of 715 m³/s and 25 m³/s respectively and containing visible amounts of clay sediment. It also presents a semi-diurnal and macro-tidal regime that can reach a tidal range of 12 m, and as stated in Dinápoli et al. (2024) it is part of a region of astronomical dominance, with river discharges and wind having minor influence in hydrodynamics. The sediment plume can be observed in satellite images, presenting both a seasonal and tidal influence. The first is due to the river's seasonal regime and the latter, to its high tidal range. In this work, a coupled hydrodynamic and particle tracking model is used to describe the macro-tidal dynamics of the SCRE. Then, as a first approach to modelling the fine-sediment dynamics, a comparison of these results to SENTINEL 2 satellite images is made.

The modelling strategy was based on a system of nested models to achieve greater discretization inside the estuary, using modules FLOW and PART of Delft3D software (Deltares, The Netherlands). For this, first a regional model of the Argentinian Sea (named Rank 0) was created, with an extension able to properly simulate tidal dynamics in the Continental Shelf and forced by 14 tidal components obtained from the global model FES2014b. Then, a nested model was built (Rank 1), using as open boundary conditions the results generated by the Rank 0 model, increasing grid resolution at a 1:5 ratio to preserve an acceptable precision, without disproportionately increasing computational time. This nesting technique was applied two more times, creating a Rank 2 and finally a Rank 3 model, accurately propagating tidal information from open seas towards the estuary's mouth. Ranks 0 to 2 were modelled in 2D, while for Rank 3 a 3D representation was made, using a grid resolution of 100 m and a sigma model composed of 20 layers with varying distribution to accurately represent bottom friction effects.

The bathymetry was generated by combining different sources. GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) global data with 30" resolution was used for the deeper parts, and for the shallower parts, bathymetric charts provided by the Hydrographic National Service (SHN), coastal lines obtained from LANDSAT satellite images post-processing and bathymetric surveys of specific parts of the estuary were used.

For calibration, a combination of surveyed water level and velocity data was used. Water levels were measured near the estuary's mouth for 3 days, and 8 velocity profiles were measured with an ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) at different points in the estuary and in different times of the tidal wave, for a period of 10 to 25 minutes each. Results range between 0.75 to 2 m/s with constant direction in depth and time during each measurement. The calibration parameters were Manning's coefficient (0.025) and horizontal eddy viscosity (540 m²/s) showing good agreement with all the data.

Then, a coupling with the particle tracking module was made, representing clay coming from the Santa Cruz River. The D50 particle size was 2 μ m and the simulation period was one year. The results obtained were compared to the Band 3 of SENTINEL 2 images, given that acceptable

results are obtained where significant turbidity changes can be observed (Xu et al., 2021). Even though some parameters such as turbidity threshold still need to be validated, results show a good agreement for the overall dynamics.

References

- Dinápili M., Simionato C. G., 2024. Study of the tidal dynamics in the Southwestern Atlantic Continental Shelf based on data assimilation. *Ocean Mod.*, vol. 188, 102332. <https://doi.org/10.1016/j.ocemo>
- Xu C., Wei C., Yanbing B., Xiaole W., 2021. Changes in turbidity and human activities along Haihe River Basin during lockdown of COVID-19 using satellite data. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022; 29(3): 3702–3717. DOI: 10.1007/s11356-021-15928-6.

Version temporaire

Géochronologie U-Pb des ciments de calcite dans les beachrocks : peuvent-ils nous donner l'âge du dépôt ?

Thomas Blaise¹, Benjamin Brigaud¹, Jean-David Moreau¹, Julius Nouet¹, Romain Augier²

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² UMR 7327 ISTO, Université d'Orléans, CNRS, BRGM

Contact : thomas.blaise@universite-paris-saclay.fr

Nous présentons une étude pétrographique et géochronologique des ciments de calcite dans un niveau de beachrock carbonaté du comblanchien (Jurassique moyen) de la carrière de Chassignelles en Bourgogne. Nous montrons que ces niveaux sont d'intérêt pour la détermination de la chronologie de la diagenèse, puisqu'ils enregistrent une grande variabilité de ciments diagénétiques et sont peu soumis à la stylolitisation, donc peu perturbés. Les ciments précoces sont constitués de ciments en franges autour des grains, ainsi que des ciments pendants. Ces derniers sont constitués d'une succession de lamines indiquant une cristallisation contrôlée par des biofilms. Ces ciments se forment très précocement en zone intertidale, et constituent ainsi des cibles privilégiées pour la datation directe du dépôt par géochronologie U-Pb de la calcite. Nous présenterons des résultats géochronologiques sur la datation des beachrocks via ces ciments syn-sédimentaires.

Origine et évolution de structures hydrodynamiques géantes en comète le long de la North Atlantic Deep Water - approche pluridisciplinaire

Paul Blin¹, Lies Loncke¹, Sébastien Zaragosi², Xavier Durrieu De Madron¹, Pauline Dupont³, Swanne Gontharet⁴, Kelly Fauquembergue², Ivane Pairaud³, Pierre Giresse¹, Maria-Angela Bassetti¹, Sandrine Caquineau⁴, Bruno Charrière¹, Christophe Basile⁵

¹ CEFREM – UMR 5119 CNRS, Université de Perpignan – France

² UMR 5805 EPOC – Université de Bordeaux, CNRS

³ IFREMER Géosciences Marines, Plouzané

⁴ UMR 7159 LOCEAN, Université Paris-Sorbonne, CNRS, IRD, MNHN

⁵ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

Contact : lies.loncke@univ-perp.fr

Le plateau de Demerara en Atlantique équatorial est un plateau marginal transformant (TMP). La structure héritée de cette marge contraint la circulation des eaux profondes nord-atlantiques (NADW : North Atlantic Deep Water) entre 1300 et 3500 m. Ce courant profond est capable de façonner d'imposantes structures sédimentaires, appelées "comètes", qui s'étendent sur plusieurs kilomètres, et sont alignées parallèlement à la direction du courant. Ces structures ont été examinées en détail lors de la campagne DIADEM (N/O Pourquoi Pas?, janvier-février 2023, <https://doi.org/10.17600/18000672>). Ces données comprennent : des mesures issues de plongées AUV (ADCP, SDS, SMF), de mouillages océanographiques, de carottes d'interfaces et Calypsos, et de plongées Nautilie. Une couverture sismique et sismique haute résolution de la zone a également été réalisée durant la campagne IGUANES (N/ O L'Atalante, Avril-Mai 2013, <https://doi.org/10.17600/13010030>).

L'analyse des données sismiques et bathymétriques de ces campagnes suggère que les comètes sédimentaires sont associées à des *mass transport deposits* (MTDs), acoustiquement sourds. Les levés bathymétriques à haute résolution ont mis en évidence la présence de nombreux relief en têtes de comètes en relief, accompagnées de zones d'érosion sur le pourtour et en aval, dans le sens du courant. Les queues de comètes présentent un remplissage polyphasé en lentilles successives, suggérant des variations dans la séquence d'érosion.

Les plongées du Nautilie ont révélé que les têtes de comètes sont constituées de blocs carbonatés indurés, fréquemment formés de dalles basculées et fracturées, et de queues de comètes à sédimentation fine. Les analyses pétrographique, minéralogique et géochimique confirment l'origine biogène des carbonates. La répartition chaotique des orientations mesurées grâce à la photogrammétrie confirme la nature en masses glissées des têtes de comètes. Une biodiversité importante a été observée, incluant une espèce d'échinoderme typique des sorties de fluides (*Chiridota Heheva*).

Les données hydrodynamiques acquises par AUV sur la comète et au niveau du mouillage soulignent la forte variabilité journalière, liée à la marée semi-diurne, et saisonnière des courants de fond. Elles révèlent aussi un contraste marqué entre les courants intenses au niveau des têtes de comètes et les courants faibles dans les queues de comètes. Ces derniers sont incompatibles avec des processus d'érosion et indiquent un processus actuel de remplissage sédimentaire plutôt que d'érosion dans les queues de comètes. Les premières observations

sédimentologiques (granulométrie et glauconie) indiquent un vannage plus important dans le passé. Ces observations soulignent le rôle crucial des processus hydrodynamiques dans la dynamique actuelle des comètes sédimentaires.

En conclusion, les données bathymétriques permettent de différencier les têtes et les queues de comètes. Les têtes de comètes observées sont associées à des masses glissées et remaniées d'anciens carbonates. A partir des observations Nautile, des sorties de fluides ascendants sont suspectées dans ces formations. Les observations hydrodynamiques et sédimentologiques démontrent que l'intensification des courants de fond causée par le relief des têtes de comètes est susceptible d'induire une érosion des sédiments périphériques. L'ensemble des observations indiquent que les queues de comètes forment actuellement des zones de dépôt, et suggèrent que ces formations ont été structurées et érodées de manière plus intense durant le dernier maximum glaciaire, lorsque les courants de fond étaient plus intenses. L'hypothèse du caractère hérité de ces structures en comète est appuyée par diverses analyses et observations sédimentologiques.

Evaluation des capacités de stockage géologique de CO₂ dans le bassin de Paris – Projet EVASTOCO2

Aurélien Bordenave¹, Thomas Le Guéan², André Burnol²

¹ BRGM, DBR-GBS, Orléans

² BRGM, DRP-SPU, Orléans

Contact : a.bordenave@brgm.fr

Une évaluation du potentiel de stockage géologique du CO₂ en France métropolitaine a été commanditée par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) et financée par l'ADEME. Cette étude EVASTOCO2 constitue le premier inventaire harmonisé des "ressources" de stockage de CO₂ et servira de référence pour la recherche de sites de stockage potentiels en France hexagonale. Les données fournies permettent une quantification harmonisée des potentiels théoriques de stockage, basée uniquement sur l'analyse des connaissances et données existantes. L'étude recense deux typologies d'unités de stockage, en réservoirs déplétés et en aquifères salins. Concernant les aquifères salins, le BRGM a été chargé de mener une analyse des capacités de stockage dans le Bassin de Paris. Cinq principaux réservoirs cibles ont été identifiés, répondant aux critères harmonisés de l'étude : les Calcaires du Dogger (Jurassique moyen) et quatre réservoirs gréseux du Trias supérieur, les grès continentaux et marins du Rhétien, les Grès de Chaunoy et de Donnemarie. Des critères de profondeur (> 900m), d'épaisseur (> 30m), de salinité (> 1g/L) et de distance aux failles (> 2 km) ont permis d'identifier 37 unités de stockage : dix dans les Calcaires du Dogger, sept dans les Grès continentaux du Rhétien, quatre dans les Grès marins du Rhétien, sept dans les Grès de Chaunoy et neuf dans les Grès de Donnemarie.

Des corrélations lithostratigraphiques ont été réalisées pour chaque réservoir sur la base de plus d'une centaine de puits pétroliers. Les intervalles producteurs ont été analysés en détail, et des propriétés clés, telles que le "Net-To-Gross" et la porosité effective sont calculées sur l'ensemble des réservoirs. Couplées aux cartes de profondeur, de température, ces données ont permis d'estimer le volume net disponible ainsi que les capacités de stockage théorique en tonnes de CO₂. L'étude apporte également des informations complémentaires et générales sur la distribution des réservoirs, enrichissant ainsi la compréhension globale de ces unités de stockage.

Deux méthodes de type volumétrique M1 et M2 ont été utilisées pour estimer ces valeurs de capacités de stockage (Q50) et une méthode de type Monte-Carlo a été utilisée pour estimer la fourchette d'incertitude associée (Q10 et Q90). La méthode M1, basée sur des coefficients d'efficacité, a permis des comparaisons internationales par rapport à des études antérieures. La méthode M2, plus physiquement pertinente, repose sur l'évaluation d'une surpression admissible estimée à 20%. Les résultats de M2 ont été retenus et fournissent une capacité totale de 1,38 gigatonnes Gt (Q50) dans l'ensemble des aquifères salins du Bassin de Paris (1,23 Gt pour Q10 et 1,53 Gt pour Q90). Les Calcaires du Dogger et les Grès de Donnemarie représentent à eux seuls plus de la moitié de cette capacité estimée.

Cette étude est considérée à l'échelle du bassin sédimentaire et offre une première vision large de la répartition des zones de stockage potentiels dans le Bassin de Paris. D'autres ressources de stockage sont présentes et ont été estimées dans EVASTOCO2, comme celle dans les réservoirs déplétés ainsi que celle dans les aquifères salins du Bassin Est (Carbonifère-Permien). Les estimations représentées dans EVASTOCO2 sont indicatives, et comportent encore

des incertitudes importantes quant à la répartition fine des propriétés réservoirs et d'autres paramètres limitants (failles, profondeur du réservoir...). Une comparaison avec des estimations issues de modèles réservoirs statiques existants (ex. projet H2020 PilotSTRATEGY en cours) sera effectuée afin d'améliorer les méthodes proposées aujourd'hui. Des travaux complémentaires seront donc nécessaires à l'avenir pour acquérir de nouvelles données et les interpréter (notamment dans de nouvelles études dynamiques), ce qui permettra ainsi d'affiner ces capacités, et de passer du statut de "ressources" à "réserves".

Version temporaire

Etude de la variabilité de la Faroe Bank Channel overflow par ses dépôts contouritiques

Aurianne Bosquier¹, Sébastien Zaragosi¹, Elodie Marchès², Frédérique
Eynaud¹, Marjolaine Sabine-Lamoureux¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² SHOM, DOPS/STM/SEDIM, Brest

Contact : bosquieraurianne@gmail.com

Dans un contexte de changement climatique, l'étude de la *North Atlantic Deep Water* (NADW) revêt un intérêt scientifique majeur. En effet, certaines projections climatiques indiquent un ralentissement, voire un effondrement de la circulation méridienne de retournement de l'Atlantique (AMOC ; Bellomo et al., 2021). Les deux principaux lieux de passage des eaux froides en provenance des mers nordiques sont le détroit du Danemark et le *Faroe Bank Channel Overflow* (FBCO) situé au sud-est des îles Féroé (Huang et al., 2020).

Le long de ce dernier, et à la faveur de la mission océanographique CARAPASS 2019 réalisée par le SHOM sur le N.O. Pourquoi Pas ?, six carottages longs Calypso, un levé sondeur multi-faisceau et sondeur de sédiment ont été réalisés. L'objectif était de caractériser les dépôts contouritiques et les figures d'érosion liés au passage de la FBCO.

Les carottages ont été étudiés dans l'objectif de retracer les périodes d'accélération et de ralentissement de la circulation profonde. Des analyses par XRF (quantification des éléments majeurs et de quelques mineurs), granulométriques ainsi qu'un essai de calage stratigraphique par comparaison avec la carotte ENAM33 localisée à proximité (Kuijpers et al., 1998) ont été réalisés. Les données obtenues ont permis de mettre en relation les phases d'accélération et de décélération de la FBCO avec l'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires. En attente d'une validation stratigraphique, il semble, au vu des premiers résultats, que les conditions interglaciaires soient caractérisées par un courant de fond plus fort associé à des apports biogènes importants ; et que les conditions glaciaires soient marquées par des phases de décélération associées à davantage d'apports terrigènes. Enfin, les variations abruptes de la vitesse de courant de fond identifiées dans les sédiments semblent correspondre aux phases de transitions entre périodes glaciaires et interglaciaires.

Geological characterisation and exploration of carboniferous limestones for geothermal energy potential in the Hauts-de-France region

Claire Bossennec¹, Fabien Graveleau¹, Olivier Averbuch¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : claire.bossennec@univ-lille.fr

The Hauts-de-France region, historically known for its coal mining legacy, also possesses significant untapped geothermal potential, particularly within its Carboniferous limestone formations. These deep, fractured limestones present a promising renewable energy source, aligning with the region's energy transition objectives. A key emphasis of current geological exploration is the detailed characterisation of outcrops within these lithologies, which is crucial for understanding the complex subsurface conditions. The fractured and karstified nature of the Carboniferous limestones offers favourable conditions for hydrothermal systems, particularly in areas where natural fault systems create productive zones for heat extraction.

However, the heterogeneity of these formations and their limited geological characterisation have necessitated the adoption of more advanced exploration techniques. Recent advancements in seismic reprocessing and reservoir modelling (e.g., INTERREG DGE Rollout 2019-2022) have provided essential new insights, allowing for refined geological models and the identification of potential reservoirs. Detailed studies of fractured zones and karstified units are crucial for locating areas with significant geothermal productivity, which will play a central role in regional energy planning.

The geological exploration workflow is focused on enhancing the understanding of reservoir geometry, improving drilling techniques, and identifying productive zones at various depths. Geological characterisation through field studies, seismic data analysis, and hydrodynamic modelling is vital in addressing these challenges. Areas such as Lille Métropole, Douai, and Valenciennes, which are undergoing a transition to sustainable energy, stand to gain significantly from geothermal energy integration, especially for industrial heating and district heating applications.

Ongoing geothermal projects, including a pilot at the Université de Lille, aim to further explore these Carboniferous limestones. The project involves geological studies and the installation of geothermal probes to demonstrate the integration of geothermal energy into the university's energy systems. Furthermore, the platform will act as a hub for geoscientific research, incorporating piezometers and other instruments to compare real-world data with hydrodynamic models. This multidisciplinary approach to geological characterisation will deepen understanding of subsurface properties, validate models, and optimise geothermal resource development within the region.

Architecture des lobes turbiditiques distaux : des géométries et hétérogénéités plus complexes révélées par la sismique 3D ultra haute résolution

Julien Bourget¹, Cheikh Benan¹, David Hodgson¹

¹ TotalEnergies, CSTJF, France

Contact : julien.bourget@totalenergies.com

Au cours de ces dernières années les réservoirs gréseux de lobes turbiditiques sont (re)devenus le focus de l'industrie énergétique, à la fois du fait de leur grand potentiel de stockage de CO₂ en eau profonde (en Mer du Nord notamment), mais aussi en raison de découvertes d'hydrocarbures majeures dans ces objets (Afrique de l'Ouest en particulier). Des avancées significatives sur notre compréhension de leur formation et de leur architecture ont été réalisées au cours des deux décennies précédentes, notamment grâce à l'apport de projets portés par la sédimentologie Française (lobes du Golo, lobes du Congo, lobes de l'Amazone, Grès d'Annot...) ainsi que les travaux sur les affleurements de lobes du Karoo en Afrique du Sud. Néanmoins de nombreux points restent peu contraints par les données analogues, en particulier :

- La variabilité architecturale des lobes distaux (dimensions, distribution des épaisseurs) et leur degré de chenalisation en particulier (partitionnement sable/argile)
- Les géométries et faciès des zones de transition chenal/lobe (CLTZ)
- Les changements de processus hydrodynamiques dans les parties distales des lobes, et les transitions de phases entre écoulements turbulents et cohésifs en particulier

L'acquisition de données sismiques 3D ultra haute résolution au large du Nord-Ouest de l'Afrique nous permet de revisiter l'architecture de détail de ces corps gréseux à une résolution qui n'est normalement atteinte que par les données bathymétriques multifaisceaux (12.5 m de résolution spatiale). De nombreux complexes de lobes d'âge Miocène à Pléistocène ont ainsi été cartographiés, à des profondeurs d'eau actuelle de 3000-3500 m et à 300 km du trait de côte actuel.

Les résultats montrent que deux types ("*end-members*") de complexes de lobes se distinguent géométriquement : les lobes de Type 1 - très chenalisés (constitués de très nombreux distributaires formés par avulsions successives), et les lobes de Type 2 - peu chenalisés, d'épandage. La distribution des épaisseurs sédimentaires, et vraisemblablement des sables, dans ces deux types de lobes est fondamentalement différente. Leur "*aspect ratio*" est également différent.

Les géométries de CLTZs sont exprimées dans les lobes peu chenalisés et le grand nombre d'horizons sismiques disponibles dans le volume 3D permet de visualiser leurs géomorphologies (scours, chenaux érosifs "sans tête") ainsi que leur migration (progradation) au cours du temps. Les CLTZs ne sont donc pas uniquement des subenvironnements sédimentaires transitoires : elles se préservent dans l'enregistrement stratigraphique.

Enfin, les parties distales des lobes de Type 2 semblent en fait constituées d'amalgamation latérale d'unités élémentaires allongées (filaments sableux de quelques centaines de mètres à 1-2 km de largeur, et des dizaines de kilomètres de longueur). Ces géomorphologies, jamais

observées en subsurface auparavant du fait de manque de résolution, pourraient correspondre aux "lobes élémentaires" (sensu Prélat et al., 2009), qui n'ont donc pas une morphologie lobée mais allongée.

En conclusion l'analyse de données sismiques 3D ultra haute résolution suggère que les lobes turbiditiques ont une architecture interne variable, et plus complexe qu'envisagée jusqu'ici.

Version temporaire

Of mud and sand: environmental and anthropic changes recorded in an estuarine point bar in Bordeaux (Gironde estuary, Southwest France)

Raphaël Bourillot¹, Adrien Henry-Larroze¹, Vincent Bascoul¹, Hugues Féliès², Éric Portier², Vincent Hanquiez¹, Thibault Duteil¹, Maxime Virolle³, Benjamin Brigaud³, Alain Fort³

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² CVA Engineering France

³ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

Contact: raphael.bourillot@bordeaux-inp.fr

Estuarine point bars are deposited in high energy meandering environments dominated by river and/or tidal currents. Such hydrodynamic conditions result in a complex sedimentary architecture, composed of meter-thick sand and mud units deposited during the lateral migration of the meanders. Their sedimentation is generally considered as highly discontinuous and very few studies have explored their potential to record high resolution hydroclimatic changes.

The Bordeaux Nord point bar is a 4 km long and ca. 10-meter-thick point bar located within the Garonne estuarine channel north of Bordeaux City. In this study, we combine (i) historic bathymetric surveys of the Grand Port Maritime de Bordeaux with (ii) four, 4- to 6-meter-long sedimentary cores drilled during the ClayCoat project, to reconstruct the morphologic and bathymetric evolution of the point bar over time. Maps were digitized, and their bathymetry reconstructed using ArcGIS. Cores were analyzed for sedimentary structures, grain size (laser granulometry) and major elements using a X-Ray Fluorescence Core Scanner. One core was also dated using the Cs-Pb technique. The combination of core successions and bathymetric evolution allows to reconstruct the evolution of the point bar surface and volume, and also date phases of lateral accretion as well as channel bank aggradation.

Our results show that the Bordeaux Nord point bar sedimentation is influenced by hydroclimatic changes, but also constrained spatially by hydraulic engineering potentially since the mid-19th century. Enrichments in some heavy metal species (here Zn and Pb) seem to be contemporaneous to mining activity upstream the Garonne river. More generally, we postulate that estuarine point bar could be used for high-resolution paleoenvironmental reconstructions providing a knowledge of their sedimentary dynamics.

Distribution des cônes sans racine issus d'interactions eau-lave à Hagi dans la vallée d'Adaldalur (Islande)

Émeline Bourrier¹, Gaëlle Mathieu¹, Réjanne Le Bivic¹, Hervé Leyrit¹,
Elsa Ottavi-Pupier¹, Maxime Denis¹, Arnaud Dujany¹, Julien
Duquennoy¹

¹ U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne
Contact: emeline.bourrier@gmail.com

La région située entre le lac Mývatn et la vallée d'Aðaldalur, en Islande, est connue pour sa forte concentration de cônes sans racine. Ces reliefs sont le résultat d'explosions locales engendrées lors de l'interaction d'une coulée de lave avec une étendue d'eau peu profonde (Thorarinsson, 1951) ou des sédiments saturés en eau (Fagents et Thordarson, 2007). Ce ne sont pas des volcans sensu stricto, car ils ne sont pas directement alimentés par une chambre magmatique. La Younger Laxá Lava, à l'origine de ces cônes, est une lave basaltique à surface chaotique " aa ", qui s'est écoulée depuis la fissure éruptive de Þrengslaborgir-Lúdentarborgir vers le lac préhistorique de Mývatn, puis a suivi la vallée de Laxá jusqu'à la baie de Skjálfandi au nord de l'Islande, soit une distance totale de 52 km et une superficie totale d'environ 170 km² (Thorarinsson, 1951). Une classification de la morphologie des cônes à cratère a été proposée pour le secteur proximal autour du lac Mývatn (Noguchi et al., 2016) puis modifiée et appliquée à l'ensemble de la vallée (Boreham et al., 2018).

L'objectif de cette étude est d'identifier les processus primaires et secondaires de formation des reliefs volcaniques dans la vallée d'Aðaldalur (Islande), une ancienne vallée glaciaire située à environ 45 km de la fissure éruptive. Les processus primaires regroupent la fragmentation de la lave par interaction avec l'eau, ainsi que les mécanismes de transport et dépôt sédimentaires des retombées à l'origine des reliefs. Les processus secondaires regroupent la remobilisation syn- à post dépôt des retombées. Pour cela, une zone d'étude de 1,1 km² riche en reliefs volcaniques a été délimitée près de la guesthouse de Hagi dans la vallée d'Aðaldalur. L'étude utilise un modèle numérique de terrain à haute résolution issus de photographies drone, et des observations de terrain pour analyser le matériel, mesurer et classer les types de cônes et reliefs sans racine et cartographier leur distribution spatiale.

Une nouvelle typologie des reliefs est proposée, basée sur leur composition, leur morphologie, leur angle de pente et la présence ou non d'un cratère. Une " butte " de scorie est définie comme un amoncellement d'éjectas volcaniques sans cratère. La présence de sédiments parmi les retombées de certains cônes confirme leur participation au régime explosif. La présence de stratifications dans quelques cônes, mis en évidence par la variation granulométrique des dépôts, est attribuée aux variations d'apport en eau contribuant au régime explosif.

Selon notre cartographie, la plateforme de scories recouverte de cônes scoriacés et de spatter cônes s'est formée lors d'une intense activité explosive dès l'arrivée de la lave sur une zone humide. Puis, suite à l'assèchement, le flux continu de lave a partiellement recouvert ce nouveau relief au sud avant d'être détourné de part et d'autre pour poursuivre son écoulement vers le nord de la vallée. La plus grande fréquence des buttes scoriacées sur les bordures en contact avec le flux de lave tardif démontre qu'elles proviennent d'une érosion et déformation des premiers cônes par l'écoulement continu du flux de lave basaltique.

À terme, l'objectif sera d'étudier d'autres zones de cônes sans racine tout au long du parcours de la Laxa. De plus, la recherche d'analogues martiens pourrait permettre de distinguer un scénario d'épuisement de la source d'eau ou de glace lors de la mise en place des vastes coulées basaltiques.

Version temporaire

Evolution hydro-climatique holocène dans la dépression Afar en république Djiboutienne et impact sur les environnements lacustres

Florian Bretonnière¹, Marie Revel¹, Guillemette Menot^{2,3}, Fabien Arnaud⁴, Eric Chaumillon⁵, Jérémy Jacob⁶, Emmanuel Malet⁴, Bernard Fanget⁴, Pierre Sabatier⁴, Océane Vitse¹, Nicolas Thouveny⁷, Flavio Anselmetti⁸, Alice Molard⁴, Carlo Mologni^{1,9}, Medhi Messous¹

¹ UMR 7329 GEOAZUR, University of Nice Sophia Antipolis, CNRS, IRD

² LMI DYCOFAC, IRD, Université de Yaoundé 1, IRGM

³ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

⁴ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

⁵ UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

⁶ UMR 8212 LSCE, CNRS, CEA, Université de Versailles Saint-Quentin

⁷ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

⁸ Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern (Switzerland)

⁹ UMR 7264 CEPAM, Université Côte d'Azur, CNRS

Contact: florian.bretonniere@geoazur.unice.fr

Au cours du Quaternaire, la Corne de l'Afrique a connu des changements significatifs du régime des précipitations en réponse aux variations des paramètres orbitaux. La dernière période humide africaine AHP (15-5 ka BP) est caractérisée par une intensification de la mousson conduisant à la mise en place d'une végétation dense et de grands lacs dont beaucoup de lacs actuels ne sont que des reliques (Tchad, Abhé, notamment). Cependant, l'AHP est ponctuée par des épisodes d'hyperaridités qui s'installent en quelques centaines d'années. Les modalités de l'installation des épisodes d'hyperaridités ainsi que leurs impacts sur les environnements lacustres sont encore débattus et pourraient être un analogue à la pression exercée actuellement par le changement climatique sur ces environnements. Notre étude porte sur la carotte sédimentaire ABH23 prélevée dans le lac Abhé, à la frontière entre Djibouti et l'Éthiopie, lors de la mission DESIREE en mars 2023. Le bassin du lac Abhé dans la région de l'Afar central est le réceptacle endoréique de l'eau douce provenant des hauts plateaux éthiopiens et représente un système hydro-sédimentaire sensible aux changements de précipitations de cette région. Les variations de taille de ce lac reflètent donc les fluctuations du climat à la fois sur les hauts plateaux éthiopiens et dans la corne de l'Afrique. Sa surface était ainsi de 6 000 km² au début de l'Holocène avec une végétation arborée, tandis qu'aujourd'hui sa superficie est réduite à environ 300 km² dans un environnement aride (Gasse, 1975 ; Mologni et al. 2021). L'aridification qui s'installe dans la Corne de l'Afrique à l'Holocène tardif a radicalement changé les paysages et les modes de vie. L'objectif de cette présentation est de décrire et d'estimer l'impact des variations hydro-climatiques et tectoniques sur la dynamique sédimentaire du lac Abhé afin de mieux documenter les modalités de l'installation de la terminaison de l'AHP. Le modèle d'âge, préliminaire, basé sur l'étude du paléomagnétisme indique que les 15,44m de long de la carotte ABH23 couvriraient les derniers 6.5 ka BP. Mesures géophysiques (MSCL), granulométriques et géochimiques (XRF et Rock-eval ©) de la carotte ABH23 ont permis de mettre en évidence des séquences sédimentaires caractéristiques de conditions paléo-environnementales distinctes. Cet enregistrement sédimentaire est marqué par deux particularités lithologiques : une séquence laminée et un faciès biogène. Une séquence laminée de 6 mètres de lamines inframillimétriques et millimétriques de couleurs variées allant du vert au gris en passant par le rouge/orange qui suggèrent des dépôts terrigènes saisonniers. Un faciès dit " biogène ", marqué par une abondance majeure en frustules de diatomées planctoniques, indique un haut niveau lacustre synonyme de mousson intense. Ainsi, les 7 séquences sédimentaires de la carotte ABH23

permettent de mettre en lumière un modèle sédimentologique en tenant compte de la migration spatiale des dépo-centres à l'échelle de cette cuvette lacustre.

Références

- Gasse, 1975, " L'évolution des lacs de l'Afar Central (Ethiopie et T.F.A.I.) du Plio-Pléistocène à l'Actuel. Recostitution des paléomilieux lacustres à partir de l'étude des Diatomées
Mogni et al., 2021 The Role of Hydro-Climatic Changes on Paleolandscape Evolution and on Prehistoric Settlement During the Last Humid-Arid Cycle in the Horn of Africa ".

Version temporaire

Deciphering the origins of Bajocian coral ridges in the Paris Basin: Integrated 3D-seismic reflection, near surface geophysics, and sedimentology

Benjamin Brigaud¹, Benoit Vincent², Marc Pessel¹, Albane Saintenoy¹, Hermann Zeyen¹, Christophe Durlot³, Jessica Saïag¹, Michel Hayet⁴

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² Cambridge Carbonates Ltd, Solihull (Royaume-Uni)

³ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

⁴ ANDRA, Bure

Contact : benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr

Enigmatic N120° ridges have been identified from 3D seismic reflection imaging of the Bajocian limestones of the eastern Paris Basin. These features may impact flows within the active Middle Jurassic aquifer beneath the Callovian–Oxfordian claystones and marls that host the Underground Research Laboratory (URL) where the Andra (French National Agency for Radioactive Waste Management) is studying the feasibility of a deep repository for radioactive waste.

It is consequently of paramount importance to understand the nature and origin of these ridges, and an integrated study combining (i) classical field sedimentology and stratigraphy, (ii) near-surface geophysics including Ground Penetrating Radar (GPR), electrical resistivity tomography (ERT) and frequency-domain electromagnetics (FDEM), and (iii) seismic refraction has been developed to investigate them.

Facies analysis and a regional sequence stratigraphy interpretation, integrating near-surface geophysical imaging, performed on time-equivalent outcrop sections demonstrate that elongated mounds of coral bioconstructions with hermatypic scleractinian corals developed during the early Bajocian (*Humphriesianum* chronozone) in shallow, warm oligotrophic seawater. These buildups nucleated as patches on giant subaqueous dunes of peloidal and bioclastic grainstones, dipping mostly N30° with N120°-oriented crests. Some of the bioconstructions form buildups up to 15 m high and several hundred meters wide. They are elongated in the main N120° direction of the underlying dunes, although the dispersion of measurements illustrates the complexity of the interfingered structures observed in 3D seismic images. The bioconstructions are progressively onlapped and draped by oncolid-rich alternating marl-limestones that may result from a shift from oligotrophic to mesotrophic conditions probably brought about by a rise in relative sea level. Near-surface geophysics provide insightful supporting evidence to supplement the field work, particularly by imaging the roots of several bioherms, their internal structures, and the infill of the inter-bioherm troughs.

This work demonstrates the critical importance of outcrop analogue studies for resolving subsurface problems and also shows how near-surface geophysical methods can usefully supplement direct classical field geology investigations. This new characterization of previously enigmatic structures may also help to provide new constraints for the static and dynamic modelling of the Bajocian aquifer.

Quoi de neuf sur le réservoir géothermique du Dogger en Ile-de-France ?

Benjamin Brigaud¹, Maxime Catinat², Hadrien Thomas³

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² GEOFLUID France

³ PanTerra Geoconsultants (Pays-Bas)

Contact : benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr

Nous présentons une synthèse des travaux récents réalisés dans le cadre du programme financé par l'ANR " UPscaling and Heat Simulations for Improving the Efficiency of Deep Geothermal Energy – UPGEO ". Avec une cinquantaine d'installations de géothermie en exploitation, l'Île-de-France est l'une des régions du monde regroupant le plus d'unités de production géothermique alimentant des réseaux de chaleur. La chaleur est principalement extraite de l'aquifère du Dogger, constitué de deux formations calcaires d'âge bathonien : (1) l'Oolithe Blanche et (2) le Calcaire de Comblanchien. L'aquifère du Dogger étant intensivement exploité dans certaines zones de la région, l'objectif d'augmenter la production, par la réhabilitation d'anciens doublets ou la réalisation de nouveaux doublets, nécessite d'optimiser le positionnement des futurs puits pour garantir une exploitation durable de la ressource. Cette optimisation requiert une connaissance géologique approfondie du réservoir géothermique, essentielle pour une meilleure gestion.

Une base de données régionale comprenant 255 forages a été intégrée dans un modèle géologique, totalisant 134 puits géothermiques et 121 puits d'exploitation et d'exploration pétrolière. Les données de débitmétrie ont également été collectées et intégrées pour 83 puits géothermiques. Les données de production géothermique (transmissivité de tous les puits, température, pression, salinité) ont aussi été ajoutées. L'observation d'environ 300 lames minces issues des puits a permis d'identifier quatre associations de faciès réparties le long d'un profil de plate-forme carbonatée : (1) dépôts d'argiles et de marnes de bassin profond (association de faciès AF1, rampe externe) ; (2) alternances marno-calcaires (association de faciès AF2, rampe médiane) ;

(3) calcaires bioclastiques et à dominance oolithique (association de faciès AF3, environnements de barrière oolithique) ; et (4) calcaires à oncolites, à matrice micritique ou à ciment sparitique plus ou moins développé (association de faciès AF4, environnement lagunaire). L'interprétation stratigraphique à haute résolution a permis d'identifier 10 séquences de 3^{ème} ordre (de la séquence MJVIIIc à la séquence MJXV), délimitées par 11 surfaces de régression maximale (de la surface Bt1 à la surface Ca4).

Les niveaux producteurs identifiés révèlent que la structure verticale et la production du réservoir sont très hétérogènes. Ils sont préférentiellement situés au sommet des séquences, principalement dans la séquence MJXa, mais aussi dans les séquences MJXb et MJVIIIc. Ces niveaux semblent bien prédits par la stratigraphie séquentielle, se localisant généralement sous les surfaces de régression maximale Bt3 et Bt4. Ils pourraient être liés à une émergence des faciès granulaires lors d'une chute du niveau marin relatif, particulièrement bien enregistrée sur la plate-forme carbonatée au cours de deux séquences. La localisation des surfaces Bt3 et surtout Bt4 constitue un excellent guide de prédiction des niveaux producteurs.

Les analyses géostatistiques des données de porosité et perméabilité, intégrant les faciès, permettent de mieux représenter l'architecture des niveaux producteurs, qui apparaissent comme des lentilles perméables d'une taille moyenne d'environ 3 500 m x 2 000 m et de 3 m d'épaisseur. Les

incertitudes relatives à la prédiction des surfaces stratigraphiques dans le réservoir sont satisfaisantes, de l'ordre de +/- 5 m. La bordure de la plate-forme vers Évry est particulièrement bien caractérisée. Cette nouvelle représentation de l'hétérogénéité des faciès et des propriétés du réservoir permet d'envisager une meilleure prédiction et optimisation de la position des futurs doublets, notamment grâce à des prévisions plus précises des temps de percée thermique dans le réservoir.

Version temporaire

Le Quaternaire du Boulonnais : archives sédimentaires et reconstitution des changements paléogéographiques dans le domaine Manche-mer du Nord au Pléistocène moyen

Thomas Buchwald¹, Pierre Antoine¹, Alain Trentesaux², Pierre Voinchet³

¹ UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ Institut de Paléontologie Humaine, Fondation Albert 1er de Monaco, CNRS

Contact : thomas.bcwld@gmail.com

La paléogéographie du nord-ouest de l'Europe a été particulièrement influencée par les cycles glaciaires-interglaciaires du Quaternaire à l'origine de grands changements environnementaux telle la formation d'un immense lac proglaciaire occupant la moitié sud de la mer du Nord. Certains auteurs proposent l'hypothèse d'un débordement catastrophique de ce lac intervenant dans le processus d'ouverture du détroit du Pas de Calais. Cet événement serait aussi à l'origine de la mise en place, dans la région du Boulonnais, de formations pléistocènes " complexes " et encore mal comprises. La thèse questionne donc ces archives sédimentaires à partir de l'étude des séquences de Wimereux (ép. 20m) et de Wissant (ép. 50m) puis des dépôts qui colmatent la vallée Warcove-Slack (15 km) reliant ces deux sites. Les objectifs seront de i) renouveler les connaissances sur le Quaternaire du Boulonnais et ii) reconstituer l'évolution paléogéographique à l'échelle du domaine Manche-mer du Nord au Pléistocène moyen. Par ailleurs, le site de Wimereux a livré des artefacts paléolithiques considérés par certains comme la plus ancienne trace d'occupation humaine du nord de la France. Cependant, la question de la datation des sédiments contenant ces artefacts reste totalement ouverte et constitue aussi un objectif de ce travail. Depuis 2020, des nouvelles recherches ont permis de réaliser une synthèse bibliographique complète et de produire un premier ensemble de données stratigraphiques et sédimentologiques originales. En collaboration avec une équipe pluridisciplinaire déjà en partie constituée, la thèse se fondera sur des approches de terrain (stratigraphie, géophysique, forages) et analytiques (sédimentologie, minéraux lourds, géochimie organique- $\delta^{13}C$) et sur des datations (notamment la méthode ESR sur quartz). Ce travail contribuera au projet de candidature au label " Géopark mondial UNESCO " porté en France par le Parc Naturel Régional Caps et Marais d'Opale avec l'objectif de valoriser le géopatrimoine de la région " transmanche " ; cette contribution donnera lieu à des opérations de médiation et vulgarisation scientifique.

A record of mixed carbonate and volcanic sediments in the foothills of Zelee and Geyser carbonate banks (NW Madagascar)

**Dhishna Buljore¹, Stéphan Jorry¹, Gwenaël Jouet¹, Patrick Bachèlery²,
Fabien Paquet³, Sébastien Zaragosí⁴**

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² UMR 6524 LMV, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Université Clermont Auvergne, CNRS, IRD

³ BRGM, Orléans

⁴ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : dishna.buljore@ifremer.fr

The northern Mozambique Channel, located in the southwest of the Indian Ocean, is impacted by climatic changes, such as changes in temperature, salinity and eustatism, which affect the production of calcium carbonate. Additionally, the NW area of Madagascar has experienced regional volcanism since the Tertiary period. This study focuses on Zelee and Geyser banks and enhances our understanding of the evolution of the reef productivity at glacial-interglacial frequencies. It also aims to estimate the impact of volcanism on coral reef growth and deep-sea stacking since the Plio-Quaternary.

To establish an age model of one sediment core, stable isotopes ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$) were measured on planktonic foraminifers (white *Globigerinoides ruber*). Other methods such as physical core logger (MSCL) and X-ray fluorescence spectrometry (WD-XRF) have allowed the identification of high magnetic susceptibility events containing volcanic particles within the almost fully carbonated stratigraphy. Furthermore, scanning electron microscope (SEM) images and electron microprobe (EMP) measurements helped to characterise the volcanic content.

The isotope stratigraphy and elemental components were compared to establish the relationships between aragonite and calcite productivity, isotope stages and associated past sea-levels. During periods of highstands, aragonite production is high, and controversially, during periods of lowstand, it is low. However, as the percentage of aragonite increases, the calcite percentage decreases. An inverse relationship is observed between these two minerals. The core records at least four glacial-interglacial events (MIS 8) and major volcanic accumulations that occurred during the Quaternary period. The first volcanic event recorded during the Holocene has been identified in other cores located in the northern Mozambique Channel, and is probably associated with volcanic activity on Mayotte. However, the older volcanic elements contain minerals with a continental origin, such as biotite, which suggests an origin from Madagascar. There is a correlation between the growth of carbonate platforms and volcanism activity in the area, with a marked decrease in the percentage of aragonite deposited in relation to volcanic events. This can lead to a temporary interruption in the production of the reef at the time of the eruption on the platform due to a disturbance in the environment of the coral reef. It is followed by a significant increase in the percentage of aragonite shortly after the volcanoclastic deposits. The increase in carbonate production may be attributed to the resumption of reef production once the platform is submerged. A stack of carbonate sequences is thus observed in the deep sea.

Late Quaternary Carbonate factory of Glorieuses Archipelago (SW Indian Ocean): Hydrodynamic controls and sedimentary processes

Dhishna Buljore¹, Stéphan Jorry¹, Gwenaél Jouet¹, Zoé Gibert¹

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER
Contact : dishna.buljore@ifremer.fr

The activity of carbonate platforms is crucial in the transfer of carbon to deep marine sediments, making the understanding of carbonate production and export processes essential for assessing long-term carbon burial. In recent years, several carbonate platforms in the southwestern Indian Ocean, including the Glorieuses Archipelago, have been extensively studied. This region, characterized by unique and contrasting hydrodynamic conditions, offers a comprehensive overview to investigate the interplay between oceanic currents and wind-driven processes in carbonate sediment export to deep adjacent basins. Despite this, uncertainties persist in the sedimentary record on the windward side of Glorieuses. This study aims to further characterize and compare these deposits to their counterparts accumulated along the leeward side.

This study focuses on the analysis of a sediment core collected in the northeastern basin of the Glorieuses Archipelago. Mineralogical and elemental analyses, using X-ray diffraction, wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry and sedimentological descriptions, were carried out. High strontium (Sr) concentrations and elevated magnetic susceptibility suggest the presence of numerous calciturbidites and siliciclastic turbidites respectively, further corroborated by granulometric data. In contrast, Sr levels outside the turbidite layers are significantly lower, impeding the identification of climatic cycles throughout the Late Quaternary. An age model was established using stable isotopes ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$) measurements on benthic foraminifers' tests (*Cibicides wuellerstorfi*), supported by radiocarbon ($\delta^{14}\text{C}$) dates obtained on planktonic foraminifers' tests (white *Globigerinoides ruber*). The core reveals at least three glacial-interglacial transitions (Marine Isotope Stages 8 – 9a).

Our findings were integrated with existing data from the eastern and western part of Glorieuses (Jorry et al., 2020) to provide a comprehensive assessment all around the archipelago. Results indicate a potential hydrodynamic connection between the northeastern basin off Glorieuses platform and the northern tip of Madagascar. Interestingly, the typical highstand shedding signal observed in carbonate platforms (Droxler and Schlager, 1985) appears diminished in this windward region, with increased aragonite fluxes occurring during glacial periods, contrasting with the leeward side. This study highlights the significant role of both hydrodynamic and topographic factors in controlling carbonate export from the platform tops to deep-sea basins.

Intégration de la réalité virtuelle dans l'enseignement géologique : Le " projet Virtual Geology "

Jean-François Buoncristiani¹, Fabrice Monna¹, Pascal Neige¹,
Christophe Thomazo¹, Emmanuelle Vennin¹

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE
Contact : jfbuon@u-bourgogne.fr

Bien que les technologies aient évolué, en géologie l'acquisition de données sur le terrain reste cruciale pour la compréhension des phénomènes naturels. En effet, les étudiants apprennent mieux en situation réelle, où l'expérience pratique favorise la synthèse et l'assimilation des données. Cependant, le nombre de déplacements sur le terrain est souvent limité dans la formation des étudiants. Pour y remédier, des solutions innovantes comme la réalité virtuelle peuvent compléter cette formation. Le projet *Virtual Geology* (<https://virtualgeology.u-bourgogne.fr>), mis en place à l'Université de Bourgogne, vise à enrichir l'enseignement grâce à des visites virtuelles sur le terrain et à des objets géologiques en 3D. Des excursions virtuelles, accompagnées de photographies à 360°, de modèles 3D et de données géologiques, sont accessibles via une plateforme en ligne. Celle-ci propose également des auto-évaluations permettant aux étudiants de valider leurs connaissances de manière autonome.

À ce jour, neuf excursions sont disponibles, couvrant divers environnements géologiques, comme les calcaires du Jurassique ou encore les milieux estuariens actuels, offrant des outils supplémentaires pour analyser et comprendre les sites étudiés. Nous avons intégré dans *Virtual Geology* une base de données 3D unique en son genre, regroupant une grande variété d'objets géologiques à différentes échelles, allant de lames minces, à des affleurements complets en passant par des échantillons macroscopiques. Ce dispositif pédagogique interactif permet de mieux comprendre les classifications géologiques, d'explorer virtuellement, en 3D, les structures sédimentaires en détail et d'analyser leur morphologie. Des auto-évaluations ont également été mis en place, permettant de tester ses connaissances sur différents domaines de la géologie, notamment la paléontologie, la pétrographie et la sédimentologie. Ces tests, accessibles à tous, ont connu un fort succès avec plus de 2000 sessions réalisées chaque année.

Enfin, le projet ne cesse de croître. En 2023-2024, il a attiré un public national et international avec plus de 25 000 connexions. Des collaborations avec des universités et des sociétés géologiques renforcent l'impact de *Virtual Geology*. Dans le futur, le projet prévoit également la création d'une carothèque virtuelle permettant d'explorer des carottes géologiques numérisées de manière interactive.

Archéologie et sédimentologie : Quand les enjeux s'entremêlent entre terre et mer, les approches transdisciplinaires deviennent indispensables, exemple du site de Pointe de la Gournaise (île d'Yeu, Vendée)

Elsa Cariou¹, Annabelle Chauviteau-Lacoste², Catherine Moreau³,
Donatienne Leparoux⁴, Agnès Baltzer¹

¹ UAR 3281 OSUNA, Université de Nantes, CNRS

² Service Patrimoine, Mairie de l'île d'Yeu

³ Service régional de l'Archéologie des Pays de la Loire

⁴ GeoEND, GERS, Université Gustave Eiffel, Campus Nantes

Contact: elsa.cariou@univ-nantes.fr

Les côtes vendéennes livrent régulièrement des vestiges archéologiques. Le réchauffement climatique et l'érosion côtière concourent largement à l'accélération de ces découvertes et les archéologues, confrontés à la nécessité d'intervenir dans l'urgence dans des milieux fragiles et protégés, sont contraints d'adopter les méthodes les moins intrusives pour documenter au maximum avant une destruction inéluctable. Mais l'érosion ne fait pas réapparaître que le patrimoine archéologique...

En effet, les zones côtières ont également été vues pendant des siècles par les populations littorales comme des sites " pratiques " d'enfouissement de déchets, et les questions d'héritage environnemental viennent aujourd'hui s'ajouter aux questions d'héritage patrimonial de plus en plus fréquemment. Face à ces enjeux inextricablement entremêlés, les approches transdisciplinaires, intégrées et collaboratives deviennent indispensables et permettent d'éclairer tous les domaines simultanément. C'est le cas aujourd'hui sur la Pointe de la Gournaise, sur la côte nord-ouest de l'île d'Yeu (Vendée).

Cette côte est connue pour son abondance de sites néolithiques. Entre le XIII^{ème} et le XVII^{ème} siècle, elle fut également le théâtre de fréquentes fortunes de mer et un " cimetière de noyés " fut répertorié sur les cartes à la Pointe de la Gournaise. Entre le XIX^{ème} et le XX^{ème} siècle, cette même pointe fut également l'un des hauts lieux de l'activité des soudiers. En 1967, les déchets de la première marée noire européenne (Torrey-Canyon) y furent enfouis, puis une décharge fut aménagée. La Pointe de la Gournaise est aujourd'hui un site côtier diachronique où enjeux patrimoniaux et environnementaux s'entremêlent.

L'érosion progressive du trait de côte entraîne la multiplication des opérations d'urgence, suite à des découvertes de sépultures à flanc de dune (une vingtaine depuis 1999). Les déchets pétroliers enfouis en 1967 commencent également à émerger, et le pire est à craindre, d'un point de vue patrimonial comme d'un point de vue environnemental, avec l'augmentation future du niveau marin.

Afin d'étendre nos connaissances sur ce site singulier et d'anticiper au mieux les risques, une approche interdisciplinaire et participative, croisant archéologie, anthropologie, histoire, sédimentologie et géophysique, est menée depuis 2011. Cette approche méthodologique intégrée entraîne la population locale, documente avant destruction, et conduit à de nouvelles découvertes partagées !

L'expérience Sentinelles de la Côte : quatre ans de suivi collaboratif du trait de côte, en 3D, à l'île d'Yeu

Elsa Cariou¹, Vincent Lacombe¹, Agnès Baltzer¹

¹ UAR 3281 OSUNA, Université de Nantes, CNRS

Contact: elsa.cariou@univ-nantes.fr

Sentinelles de la Côte a été créé à l'île d'Yeu, en 2018, au sein du projet de recherche ODySéYeu. Ce dispositif de suivi collaboratif en 3D des dunes et falaises a été mis en place par l'équipe scientifique du projet, l'entreprise DIGISCAN3D et un groupement d'acteurs locaux engagés dans une démarche collaborative. L'objectif était de concevoir et tester un outil permettant à tout un chacun, au cours de ses promenades, de réaliser des séries de clichés " normés " de certaines portions de la côte de l'île (présélectionnées pour leur intérêt scientifique) et de les transmettre à l'équipe projet. Celle-ci devait alors être en mesure de réaliser des modèles 3D de grande précision des portions de côte photographiées, de les comparer au fil du temps et ainsi d'analyser les dynamiques environnementales à l'œuvre, puis de partager les connaissances acquises avec la communauté insulaire (Cariou et al. 2020, 2021).

En 2019, le suivi mensuel de 9 sites répartis le long de la côte est de l'île d'Yeu a débuté via ce protocole sur demande de la commune de l'île d'Yeu, partenaire du projet ODySéYeu (www.odyseyeu.org). Malgré les faibles distances qui séparent les sites, les quatre premières années de suivi montrent aujourd'hui la diversité des cas de figures. Les données traduisent la capacité de l'outil à suivre les mouvements de la côte dans de nombreux contextes (dunes, falaises, ouvrages). Le suivi 3D à haute fréquence révèle et permet de quantifier le rôle majeur de certains phénomènes dans le processus d'érosion, comme par exemple la bio-érosion ou les précipitations, indétectables dans les suivis annuels (passages LIDAR) et qui demeuraient jusqu'alors insoupçonnés ou mal compris localement. Leur mise en évidence a ainsi permis d'adapter les mesures de gestion de manière concertée. En effet, pour les Sentinelles de la Côte, les bénéfices d'ordre techniques s'ajoutent aux bénéfices d'un mode d'acquisition de données collaboratif, au sein duquel les riverains et/ou les acteurs locaux du suivi du trait de côte ont une place centrale, à la fois dans l'acquisition des données, dans leur interprétation, et dans la détermination de solutions de gestion adaptées à chaque site.

Références

Cariou E., Baltzer A., Leparoux D., Lacombe V., (2020) : Suivi participatif de l'érosion côtière en 3D : Demain tous SENTINELLES grâce au protocole SELPhCoAST. XVIèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Le Havre, 2020, Editions Paralia. DOI:10.5150/jngcgc.2020.039 Cariou E., Baltzer A., Leparoux D., Lacombe V. (2021): Collaborative 3D Monitoring for Coastal Survey: Conclusive Tests and First Feedbacks Using the SELPhCoAST Workflow, *Geosciences*, 11, 114 <https://doi.org/10.3390/geosciences11030114>

Relations tectono-sédimentaires au cœur d'une frontière de plaques vues par la modélisation analogique

Fabien Caroir¹, Pauline Souloumiac², Nadaya Cubas¹, Elia
D'acremont¹

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

Contact: caroir.fabien05@gmail.com

L'architecture des bassins sédimentaires est soumise à de nombreux facteurs dont le régime tectonique, les types d'apports sédimentaires et leurs variations spatiales et temporelles. La nature du socle peut également jouer un rôle significatif dans la formation et l'évolution d'un bassin sédimentaire. Le domaine d'Alboran, situé en Méditerranée occidentale entre l'Espagne et le Maroc, comporte plusieurs bassins influencés par les phases tectoniques successives. Ce domaine a d'abord subi la subduction téthysienne avec le retrait du slab vers l'ouest et l'extension arrière-arc pendant l'Oligocène et le Miocène. Ces mouvements vers l'ouest ont été accommodés par des *Subduction Tear Edge Propagator (STEP)*, aussi appelés *STEP faults*. Au Tortonien, la convergence Afrique-Eurasie, orientée N135°E, prédomine, impliquant la formation de plis et chevauchements à vergence Nord. Ce régime tectonique mène à l'indentation d'un bloc appartenant à la plaque nubienne dans le domaine d'Alboran. Cette indentation est accommodée, d'une part par une faille décrochante dextre orientée N100°E, la faille de Yusuf, et d'autre part, par une faille sénestre, la faille d'Al Idrissi, orientée globalement N025°E. Cette dernière recoupe les plis et chevauchements formés à partir du Tortonien, ainsi que le *Small Al Idrissi Volcano (SAIV)*, dont l'âge a été estimé à 5 Ma. La faille d'Al Idrissi est donc plus jeune, son initiation a été estimée à 1 Ma et de nombreux séismes de magnitudes modérées ont encore lieu le long de cette faille. Depuis le Tortonien, un bassin allongé d'environ 270 km se forme entre le littoral marocain et les hauts-fonds structuraux Xauen Bank, Tofino Bank, Francesc-Pages Bank et la Ride d'Alboran. Il est divisé en deux sous-bassins par la faille d'Al Idrissi et la province volcanique du SAIV. Au nord, cette faille sénestre est localisée le long d'un seul segment principal. A l'approche du volcan, la déformation est répartie le long de plusieurs segments dont l'activité évolue d'est en ouest. Puis, au sud du volcan, la faille est de nouveau localisée, elle change de direction (N045°E) et de nombreuses failles normales se développent, formant le bassin de Nekor. Nous proposons d'étudier les interactions entre les chevauchements et les bassins liés à la phase compressive, et la formation de la faille sénestre d'Al Idrissi grâce à des expériences analogiques. Le protocole de ces expériences est le suivant : une première phase de compression pendant laquelle se forment plusieurs chevauchements, puis une seconde phase en décrochement sénestre. Les résultats préliminaires de ces expériences mettent en évidence la propagation de la faille sénestre à travers les bassins sédimentaires plissés et épaissis par la compression. On remarque notamment que les Riedel apparaissent en même temps dans le prisme sédimentaire épaissi et dans la partie non déformée par la première phase. Les analyses Particule Image Velocimetry (PIV) montrent que les chevauchements formés pendant la compression semblent être réactivés pendant la phase en décrochement. Cela pourrait jouer un rôle dans l'estimation de l'aléa sismique et la prévention de raz-de-marée. Ces premiers résultats sont à combiner avec d'autres expériences, notamment en rendant compte de l'hétérogénéité des bassins et de la croûte observée dans le domaine d'Alboran.

Corrélations entre stratigraphie sismique, variations glacio-eustatiques et activité tectonique dans le domaine Nord Eubée (Mer Egée, Grèce)

Fabien Caroir¹, Frank Chanier², Julien Bailleul³, Fabien Paquet⁴,
Virginie Gaullier²

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne

⁴ BRGM, Orléans

Contact: caroir.fabien05@gmail.com

L'architecture sédimentaire des environnements côtiers est principalement contrôlée par les variations eustatiques, les apports sédimentaires et les éventuels mouvements tectoniques. La sismique réflexion permet de caractériser ces différentes architectures et ainsi, d'analyser l'évolution de la géométrie des unités sismiques au cours du temps selon les principes de la stratigraphie séquentielle. La sismique très haute résolution de type Sparker permet un grand niveau de détail dans l'identification et la caractérisation de ces unités, en rendant les interprétations des géométries des réflecteurs et des surfaces d'érosion plus précises.

Les données de sismique réflexion très haute résolution des campagnes WATER (2017 et 2021), à bord du N/O " Téthys II ", acquises dans le domaine Nord Eubée en Grèce, montrent pour la première fois dans cette région des unités sismiques organisées en plusieurs séquences. Sept séquences ont ainsi été déterminées ; elles appartiennent à un même système progradant globalement vers l'est, vers le Bassin des Sporades, situé dans le prolongement de la terminaison occidentale de la Faille Nord-Anatolienne.

Les répétitions de faciès et de géométries des réflecteurs constituant ces sept séquences progradantes, ainsi que l'évolution des paléo-lignes de rivage nous conduisent à interpréter ce système progradant comme le résultat de cycles glaciaires-interglaciaires. Nous pouvons relier chaque séquence élémentaire à un cycle, permettant ainsi de proposer un âge aux limites de séquence et aux derniers offlap breaks. Les taux de subsidence, calculés à partir des profondeurs actuelles de chacun de ces offlap breaks successifs sont significativement différents de ceux documentés au large, en Mer Egée. Ces différences s'expliquent par le contexte structural complexe du domaine égéen avec, dans notre zone d'étude, deux épisodes successifs qui paraissent bien distincts : 1. la tectonique extensive responsable du rifting Sperchios – Golfe Nord Eubée et probablement de l'ouverture du Chenal d'Oreoi qui accompagne la rotation horaire de l'Eubée ; 2. le développement très récent de la Faille Nord-Anatolienne dans ce domaine, provoquant un partitionnement de la déformation et une reprise des failles normales en décrochements dextres.

Optimizing AI and geologist's collaboration for structural mapping: The case of naturally fractured carbonates at subseismic scale

Thibault Cavailhes¹, Jimmy Daynac², Thierry Mulder¹, Vincent Marieu¹,
Hervé Gillet¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² UMR 6112 LPG, Le Mans Université, Nantes Université, Université d'Angers, CNRS

Contact: thibault.cavailhes@u-bordeaux.fr

Au cours de ces dernières années, l'usage de l'AI (*Artificial Intelligence* ou *Deep Learning*) s'est développé dans le domaine des géosciences, en particulier pour la cartographie 3D des hétérogénéités structurales (e.g. failles, fractures, couloirs fracturés) au sein des NFR (Naturally Fractured Rocks), à partir de l'analyse d'affleurements et/ou de blocs sismiques, dans le but d'optimiser les DFN (*Discrete Fracture Network*), utiles pour les modèles de réservoirs statiques et dynamiques, académiques ou industriels.

Dans le but de comparer, de valider et de borner le travail effectué par AI, nous comparons une cartographie levée selon les méthodes classiques d'analyse structurale de terrain à celle réalisée par *deep-learning*. Afin de minimiser le biais d'échantillonnage et de reconnaissance des structures, la phase d'apprentissage par l'AI a été supervisée par les géologues qui ont effectué eux-mêmes les mesures de terrain.

La zone d'étude se situe au NO de l'Espagne, sur un synclinal perché d'environ 15 km², armé par des calcaires du Crétacé supérieur et situé à environ 1200 m d'altitude. Ce tablier de calcaires recristallisés du Turonien supérieur et du Santonien d'une puissance de 42 m surplombe des combes conglomératiques et gréseuses de l'Albien-Cénomaniens par l'intermédiaire d'une fine couche de marnes grises du Turonien inférieur. Il est intensément karstifié et la présence de grottes permet localement des observations structurales en subsurface. L'analyse structurale par photographie aérienne a notamment permis de cartographier les fractures et de quantifier leurs orientations, densités, longueurs et connectivités ainsi que les proportions de chacun des types de nœuds entre les réseaux (I pour fracture isolée, X pour fractures s'intersectant, Y pour fractures buttant ; Manzochi (2002)).

D'un point de vue méthodologique, l'AI est utilisée pour analyser les similarités et l'organisation spatiale des pixels adjacents dans une image, afin de les interpoler, et finalement de les catégoriser en fractures ou autre structure préalablement définie. Elle n'extrapole de fait pas les traces cartographiques des hétérogénéités structurales. L'analyse par l'AI est strictement factuelle sans interprétation *a priori*. Le rôle du structuraliste est " d'apprendre à la machine " à reconnaître les interpolations correctes d'un point de vue structural sur une surface réduite dans laquelle les exemples sont indiscutables en termes d'interprétation. Une fois calibrée, l'AI est plus rapide que le géologue pour la cartographie d'une même superficie. La vectorisation des données sous SIG à partir d'outils dédiés à l'analyse de réseaux fracturés (Network GT ; Nyberg et al., 2018), permet un usage quantitatif des attributs morphométriques des structures (e.g. longueur, densité, type de connexion). En 2024, la cartographie générée par AI reste cependant " trompée " par la végétalisation partielle du système cartographié, sauf lorsque celle-ci se distribue le long des fractures. L'une des pistes d'optimisation porterait sur (ii) la hiérarchisation des hétérogénéités structurales cartographiées (e.g. failles, fractures, couloirs fracturés), induisant une hiérarchie dans la perméabilité structurale de chaque type de structure (*aperture-dependent*).

Cette optimisation pourrait s'effectuer en entraînant l'AI sur des images de plusieurs types ou de plusieurs sources pour générer une même cartographie synthétique (e.g. photographies aériennes, données topographiques seuillées et colorées, carte de la végétation).

Nous montrons que l'usage de l'AI par le géologue est une aide utile pour valider ses propres interprétations, et n'enlève rien à la nécessité de contextualiser la cartographie effectuée sous IA (e.g. cadre structural, calendrier de déformation, lithologies, reconnaissance de la végétation, structures anthropiques), la guider pour chaque nouveau morphotype d'image utilisée (calibration), compléter la cartographie dans les zones végétalisées ou à forte topographie et identifier *in situ* (e.g. carottes, terrain) etc. Enfin, il faut affecter à chaque type d'hétérogénéité sur la base des observations une valeur de porosité structurale contrôlant au premier ordre leurs perméabilités intrinsèques (e.g. fracture ouverte ou cimentée).

Effets d'une exposition massive en microbilles de plastiques pétro- et bio-sourcés sur les flux de CO₂ de l'algue brune *Fucus serratus*

Solène Cazalis-Henry¹, Laurent Seuront¹, Camille Hennion¹, Camille Delaeter¹, Ombeline Deplechin¹, Nicolas Spilmont¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact: solene.henry@icloud.com

Dans un contexte de changement global, l'intensité et la fréquence croissantes des événements climatiques et de pollution anthropique extrêmes, notamment la pollution plastique en général et spécifiquement l'accumulation massive de billes de plastique sur nos côtes, sont susceptibles d'affecter les conditions de vie et la physiologie des organismes intertidaux. Par ailleurs, l'industrie plastique tend à diminuer son utilisation de produits chimiques dans la fabrication de sa matière première en développant des bioplastiques dits " biosourcés " et/ou " biodégradables ".

Bien que les bioplastiques soient souvent présentés comme des solutions respectueuses de l'environnement, ils partagent les mêmes risques que les plastiques conventionnels issus de combustibles fossiles.

En effet, des études ont démontré qu'ils ne se dégradent pas nécessairement plus vite dans l'eau de mer et qu'ils génèrent potentiellement plus de microplastiques. Le PLA, par exemple, génère 3,05 fois plus de microparticules que les plastiques issus de combustibles fossiles. Bien que des études aient d'ores et déjà révélé les effets néfastes de ces biopolymères sur la physiologie de certains organismes intertidaux, il subsiste un manque critique de connaissances concernant les effets potentiels de l'exposition aux billes de plastique chez les producteurs primaires, en particulier les algues brunes, malgré leur rôle essentiel en tant qu'acteurs dans le maintien de l'équilibre écologique (i.e., grâce à leur capacité à fixer du dioxyde de carbone atmosphérique). Dans ce cadre, nous nous intéressons à l'effet sur la physiologie de l'algue brune *Fucus serratus* de quatre polymères plastiques vierges dont un polymère conventionnel pétrosourcé non biodégradable (Polypropylène), un bio-polymère biosourcé non dégradé (polypropylène à matrice biologique de Saint-Jacques), un bio-polymère biosourcé et biodégradable (Polyactide) et un bio-polymère pétrosourcé et biodégradable dans l'environnement marin (Biopolyester). Nous présenterons la méthode employée pour étudier les flux de CO₂ de *F. serratus* suite à une exposition massive en microbilles des différents polymères utilisés et dans différents contextes écologiques (i.e. (i) suite à une exposition répétée, (ii) à différentes saisons, et (iii) en combinaison avec un stress thermique subi lors de l'émersion). Enfin, nous présenterons les résultats préliminaires de l'étude des effets de l'exposition répétée aux microplastiques sur les flux de CO₂ de *F. serratus*.

Bilan des opérations de cartographie géophysique et de carottage dans les lacs de maars du Massif central depuis 2008 (lacs Pavin, Chauvet, Tazenat, Bouchet, St-Front et Issarlès)

Emmanuel Chapron¹, Emmanuelle Defive², Guillaume Jouve³, Vincent Bichet⁴, Julien Didier⁵, Jean-Paul Raynal⁶, Fabien Arnaud⁷

¹ UMR 5602 GEODE, Université Toulouse le Mirail, CNRS

² UMR 6042 GEOLAB, Université Clermont-Auvergne, CNRS

³ Exail Sonar Systems, la Ciotat

⁴ Université de Franche Comté

⁵ UMR 6249 Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté, CNRS

⁶ UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux, CNRS

⁷ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

Contact: emmanuel.chapron@univ-tlse2.fr

Les lacs de maars du Massif central sont des systèmes lacustres spécifiques qui résultent d'éruptions phréato-magmatiques violentes produisant des cuvettes lacustres circulaires parfois profondes et drainant de faibles surfaces (les versants internes du croissant pyroclastique à minima). Ces lacs sont généralement caractérisés par des flancs subaquatiques raides et des bassins plats plus ou moins comblés (selon leur âge) par des sédiments fins et organiques (diatomites). Si la bathymétrie de l'ensemble de ces lacs de maars est documentée depuis la fin du XIX^e siècle, à ce jour seuls les lacs du Pavin (-92 m) et d'Issarlès (-108 m) ont été documentés par sondeurs bathymétriques multifaisceaux. Les bathymétries des lacs Chauvet (-63 m), Tazenat (-66 m) ; Bouchet (-28 m) et Saint-Front (-7 m) ont par ailleurs été affinées et confirmées par cartographie acoustique digitale et géo-référencées depuis 2008 à partir de différents outils de sismique réflexion à haute résolution de type sparker (1 kHz), boomer (3.5 kHz) et chirp (12 kHz, 4 kHz, 10 kHz). La présence de gaz dans les dépôts de diatomite au centre de ces lacs de maars limite (voir absorbe totalement) la propagation des ondes acoustiques et la puissance des remplissages ne peut donc être connue qu'à partir de carottages à piston (de type Mackereth ou UWITEC). Les lacs de maars du Massif central sont tous impactés par des glissements gravitaires subaquatiques plus ou moins épais et parfois érosifs qui viennent compliquer les reconstitutions géochronologiques et paléoclimatiques. Des événements gravitaires synchrones régionaux permettent cependant de retracer l'impact de paléo-séismes et ainsi de mieux comprendre l'exposition de ces territoires volcaniques aux risques naturels. La reconnaissance de niveaux de téphras au sein des remplissages favorise par ailleurs de précieuses corrélations régionales au cours du dernier cycle climatique.

Distinguishing tsunami and storm sediment records in a coastal lagoon of the Lesser Antilles (Saint Martin)

Éric Chaumillon¹, Stefano Fabbri², Raphaël Paris³, Nathalie Feuillet⁴,
Audrey Gailler⁵, Louise Cordrie⁴, Maude Biguenet^{1,7}, Guillaume Saint-Onge⁶, Fabien Arnaud⁷, Pierre Sabatier⁵

¹ UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

² University of Bern, Institute of Geological Sciences (Switzerland)

³ UMR 6042 GEOLAB, Université Clermont-Auvergne, CNRS

⁴ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

⁵ CEA, DAM-DIF, Arpajon

⁴ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) Sezione di Bologna – Italie

⁶ Université du Québec, Rimouski (Canada)

⁷ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

Contact: eric.chaumillon@univ-lr.fr

Approximately 12% of the global population lives in low-lying coastal areas and is potentially vulnerable to marine floods. Marine floods can be related to either storms or tsunamis. To prepare coastal communities, there is a need to establish long-term chronicle to evaluate the period-return of these catastrophic events. For this purpose, sediment records are critical, but tsunami and storm records must be distinguished. In this regard, our study aimed to identify and characterize tsunami and storm deposits by combining sedimentological, geochemical, and radiocarbon dating analyses together with X-ray computed microtomography (micro-CT).

The chosen case studies are small lagoons located on Saint Martin and Scrub Island (Northern Lesser Antilles), which are tropical island arcs where both historical tsunamis and storms were observed.

Compared to normal lagoon sedimentation, marine flood deposits comprise coarser sediments (fine to very coarse sands) and are dominated by carbonates (~80% at Saint Martin and 40% at Scrub Island). They are marked by elevated Ca/Fe and Sr/Br ratios, indicating significant marine sediment input. In the Saint-Martin Lagoon, where several cores were sampled, the thickness and number of these marine flood deposits decrease from the proximal to the distal zone, which strengthens the marine origin of these coarse layers. Overall, we identified a total of seven and 25 marine flood deposits over the last 3500 and 1600 years at Saint Martin and Scrub Island, respectively. Considering the very small deposit thickness (1–2 cm) and the lack of backwash material in the category 5 Hurricane Irma at Saint Martin, older and thicker marine flood layers, some of them present backwash deposit and mud clasts, may be related to a tsunamigenic origin. This assumption is supported by CT analyses, which reveal specific and similar sedimentary fabrics for tsunami deposits in both Saint Martin (5 tsunami deposits) and Scrub Island (2 tsunami deposits) Lagoons.

The use of X-ray microtomography for identifying marine flood deposits in geological record seems to be promising. Generalization of sediment fabric parameters as criteria for distinguishing tsunami and storm-related deposits requires similar studies to obtain reproducible observations. Differences between sediment records are subtle; thus, it is likely that many past marine flood deposits interpreted as hurricane deposits have been probably misidentified and should be reconsidered.

Construction de scénarios climatiques synthétiques basés sur la classification de Köppen-Geiger en vue de mieux prédire la dynamique de la matière organique dans un paléo-lac

Benoit Chauveau¹, Arnaud Pujol¹, Ahmed Naceur Mama¹

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison
Contact : benoit.chauveau@ifpen.fr

Les systèmes lacustres sont connus pour être des puits de carbone très efficaces. La quantité de matière organique qui est in fine accumulée dans les sédiments dépend des conditions de production (quantité et qualité) et de préservation dans la colonne d'eau et durant la phase de diagenèse précoce. Le climat et ses variations conditionnent très fortement l'ensemble de ces processus. Un des enjeux pour la modélisation stratigraphique est de capturer cette dynamique afin de mieux simuler les archives sédimentaires lacustres, notamment en intégrant les différentes signatures associées au dépôt de la matière organique. Dans ce contexte, nous cherchons à développer une approche couplant un modèle stratigraphique à un modèle de dynamique lacustre. Nous présentons ici la première étape qui consiste à valider l'utilisation de ce type de modèle avec des scénarios climatiques synthétiques mais réalistes. En effet, même si l'on dispose de données très complètes pour étudier la dynamique des lacs actuels, il peut être difficile de construire des scénarios climatiques réalistes avec peu de données en particulier lorsque l'objet d'étude est un paléo-lac. Pour pallier ce manque d'information, nous proposons de nous appuyer sur la classification climatique de Köppen-Geiger pour construire des scénarios climatiques synthétiques que nous utiliserons ensuite dans des contextes passés. La classification de Köppen-Geiger est basée sur des notions moyennes de température et de précipitations, mais ne considère pas explicitement d'autres paramètres indispensables pour une modélisation lacustre que sont la radiation solaire, l'humidité relative, la vitesse du vent ou encore la couverture nuageuse. En s'appuyant sur la base de données du projet POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources) de la NASA, nous avons construit des scénarios climatiques représentant les variations annuelles de l'ensemble des variables d'intérêt. La considération de ces variables sous forme de courbes annuelles nous a parfois contraint à définir des sous-classes climatiques aux classes de Köppen-Geiger. Ensuite, nous avons cherché à illustrer la pertinence de cette approche en modélisant le régime de stratification d'un lac donné soumis au scénario climatique synthétique propre à sa zone géographique. Le lac Mendota (Etats-Unis) a été choisi, ayant préalablement fait l'objet d'une étude GLM (General Lake Model, un modèle 1D vertical de dynamique lacustre) à partir des véritables données climatiques (Ladwig et al., 2021). Les résultats montrent que l'état stationnaire atteint à l'aide d'une simulation multi-annuelle utilisant le scénario climatique synthétique est proche du régime moyen annuel obtenu à partir des données réelles.

The importance of nuclear magnetic resonance (NMR) to characterize the porosity, permeability and facies properties of carbonates geothermal reservoir

Yannis Chevalier¹, Benjamin Brigaud¹, Marc Fleury², Cédric Bailly¹,
Simon Andrieu³, Zidan Benabdelkrim¹, Mathis Bergogne¹

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

³ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

Contact : benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr

In this study, Nuclear Magnetic Resonance (NMR) measurements were combined to air permeability measurements and petrographic in order to better constrain the relationship between NMR relaxation time T , porosity and permeability in marine carbonates rock. 45 Bathonian limestones samples from six quarries located in the Aquitaine Basin (southwest of France, near the city of Angoulême), have been chosen for their petrographical and petrophysical characteristics analogue to the geothermal reservoir of the *Oolithe Blanche* in the Paris Basin. Thin-section have been observed under microscope to provide information about the facies and the diagenetic processes that affected the carbonates during burial. Six facies have been recognized, typical of depositional environments distributed on a prograding oolitic platform. From these samples, 45 air permeability measurements show a permeability (k) range from 0,014 mD to 1505 mD. Water porosity experiment display a range of porosity (Φ) values from 3,3% to 21,7%. To complete this database, NMR relaxation time T (ms) were measured on each sample to: i) analyze the pore structure of these carbonates, ii) identify the dominant porosity type between microporosity and macroporosity, and, iii) better constrain the relationship between T distribution, porosity and permeability. A cut-off value was settled at T 120 ms to separate microporosity from macroporosity. The NMR analysis highlighted that: i) microporosity is the dominant type of porosity for each facies, ii) it exists different trends for microporosity within each facies: a) trend to low T values, b) trend to high T values, and c) no trend; and, iii) some samples do not follow the general trend within the same facies. Comparison between T distribution, porosity and permeability shows that: i) permeability-porosity relationship follows trends but there are some exceptions, these trends are: a) most of the highest permeability values are related to high porosity values and, b) the lower is the permeability, the lower are the porosity values; and, ii) microporosity, isolated by the cut-off value of T relaxation time, shows too much variability in the results obtained. It is well known that diagenesis have an impact on petrophysical and petrographical properties of carbonates. Consequently, it is not easy to estimate, for a same facies, the relationships between permeability and NMR in these rocks, without considering diagenetic processes (dissolution, dolomitization, dedolomitization, calcite cementation). By paying more attention to macroporosity, which seems to be a solid basis for further studies, it would be possible to overcome these difficulties in order to better constrain the various relationships that may exist within carbonates properties and establish predictive models of permeability. This study provides important information to guide the use of NMR to characterize reservoir quality.

Microbial bloom in an extreme Ediacaran volcanic lake system in the Anti-Atlas of Morocco

Ibtissam Chraiki¹, Ernest Chi Fru², Andrea Somogyi³, El Hafid Bouougr⁴, Olabode Bankole¹, Mohamed Ghnahalla⁶, Abderrazak El Albani⁵

¹ UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers, CNRS

² Centre for Geobiology and Geochemistry, Cardiff University (UK)

³ Nanoscopium Beamline, Synchrotron SOLEIL, Gif-sur-Yvette

⁴ Department of Geology, Faculty of Sciences-Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakesh (Morocco)

⁵ UMR 1114 EMMAH, Avignon Université, INRAE

Contact : ibtissamchraiki@gmail.com

Ancient aquatic sediments are critical archives for studying early microbial life and the types of environments in which they thrived. The recently characterized Amane Tazgart microbialites in the Anti-Atlas, Morocco, are a rare and well-preserved non-marine carbonate-rich deposit that evolved in an alkaline volcanic lake setting during the Ediacaran period, at the tail end of the Proterozoic eon. Here, we investigate the geochemical environment in which these microbial deposits formed with respect to redox, hydrothermal activity, salinity, and elemental composition. Shale normalized elemental distribution varies with sequence stratigraphy and is characterized by the depletion of light Rare Earth Elements (REEs), the enrichment of middle REEs, and a variation from relatively flat to slightly depleted heavy REE, typical for seawater and alkaline lakes. Increasing carbonate content correlates with the depletion of LREE and the enrichment of HREE, not observed for the epiclastic lithologies. The prominence of positive Eu and negative Ce anomalies, together with carbonate Y/Ho and Sr/Ba ratios > 28 and > 0.5, respectively, suggest the microbial communities developed in a hypersaline, oxygen-rich, non-marine, high-temperature hydrothermal vent field system. For example, the carbonate Y/Ho and Sr/Ba ratios are consistent with the typical high salinity of modern continental alkaline volcanic lakes. The microbial communities can be classified as polyextremophilic, being high temperature and hypersaline tolerant, requiring robust detoxification mechanisms to survive in toxic arsenic and heavy metal concentrations, similar to present-day hydrothermally active soda lake ecosystems. The data suggest that during the Ediacaran period when complex life co-evolved alongside a rise in atmospheric oxygen concentration, ecosystems comparable to modern volcanic lakes thrived on the continents. The Ediacaran Amane Tazgart deposit presents a unique analog for studying the evolution of extremophilic volcanic lake microbial communities since Precambrian time.

Apports d'une étude intégrée pour la compréhension de l'évolution du paléoenvironnement du site d'habitat néolithique de Val des Marais " Le Pré à Vaches " (France, Marne)

Pierre-Yves Collin¹, Guillaume Lépine², Gilles Fronteau³, Fabien Langry-François⁴, Francois Lévêque⁵, Charly Massa⁶, Rémi Martineau⁶

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² Archeodunum SAS France

³ UR 3795 GEGENA, Université de Reims Champagne-Ardenne

⁴ INRAP Grand Est

⁵ UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

⁶ UMR 6298 ARTeHis, Université de Bourgogne, CNRS

Contact : pierre-yves.collin@u-bourgogne.fr

La région des Marais de Saint-Gond (Marne, France) constitue un territoire de 20 km par 10 km autour d'une zone marécageuse située à l'est du Bassin de Paris, à 30 km au sud d'Épernay. Ces marais résultent du développement d'un environnement palustre au cours du Tardiglaciaire, à la suite de la capture hydrographique de la Somme par la Soude. Cette région est remarquable par la richesse de son patrimoine archéologique, notamment pour la période néolithique.

Le site de Val-des-Marais " Le Pré à Vaches " est situé à l'extrémité est de la région des Marais de Saint-Gond et a fait l'objet de fouilles anciennes entre 1925 et 1928. De nouvelles fouilles ont été menées en 2023 et 2024 sur le site anciennement fouillé, confirmant sans aucun doute la présence d'un habitat du Néolithique récent.

La fouille de " Pré à Vaches " est installée sur un substratum de craie du Campanien. La fouille réalisée en 2023 a permis de réévaluer les formations superficielles présentes à l'échelle du site et d'aborder leur répartition spatiale. Les différentes formations superficielles reconnues concernent des processus alluviaux ou colluvo-alluviaux, des altérites parautochtones, ou des processus de cryoturbation plus ou moins denses. Plusieurs zones de craie fragmentée sont interprétées comme des rejets de creusement d'origine anthropique.

La fouille de 2023 a permis le décapage partiel d'une dépression circulaire d'environ 10m de diamètre avec une pente régulière allant vers le centre de la dépression, dont le fond est situé à environ 1m50 de profondeur. Les fouilles de 2024 ont permis le décapage complet d'une structure identique située proche de la précédente. L'étude des photographies aériennes historiques du secteur révèle des structures comparables juxtaposées les unes aux autres sur de grandes étendues, avec des formes circulaires ou à tendance polygonales. Des prospections géophysiques ont permis d'établir des cartes d'anomalies géomagnétiques et de confirmer l'existence de plusieurs autres dépressions circulaires qui constituent des anomalies positives, comblées par des matériaux plus riches en matière organique et en minéraux magnétiques que leur environnement. Un bourrelet de craie concassée, non ou peu altérée, ceinture la dépression et se traduit par une anomalie géomagnétique négative.

Dans la dépression totalement décapée en 2024, la succession sédimentaire suivante a pu

être observée avec de bas en haut : (1) le fond de la dépression constitué d'une craie altérée et remaniée montrant des indices de bioturbation traduisant un état initial de la craie meuble en surface et des conditions humides, (2) un premier niveau d'argiles plastiques gris clair visible dans la partie la plus profonde de la dépression, (3) un niveau d'argile plus ou moins épais de couleur verdâtre, (4) des sédiments argilo-limono-sableux noirs à gravelles et cailloutis de craie venant combler la totalité de la dépression depuis les bords. Au sein de ces faciès plus grossiers les éclats de silex, de poteries et les ossements d'animaux sont abondants et dispersés dans le sédiment. Ces faciès combler la totalité de la dépression.

Actuellement, l'ensemble des observations nous amène à supposer la mise en place de ces dépressions lors de la phase tardiglaciaire en lien avec des processus périglaciaires ayant conduit à la formation de ces dépressions (lithalses ?). Ces dernières auraient ensuite constitué de nombreux points d'eau et réserves en eau. L'habitat néolithique de Pré à Vaches semble être en partie organisé autour de ces dépressions naturelles.

Afin de poursuivre la caractérisation du contexte paléoenvironnemental et de son évolution, des études des cortèges argileux seront menées, ainsi que des études palynologiques et de malacofaune (gastéropodes). L'analyse des n-alkane préservés dans les sédiments sera développée. Leur étude sera alors un indicateur supplémentaire du couvert végétal présent au moment de l'implantation, du développement et de l'abandon du site.

Factors controlling carbonate mud production and accumulation on Late Jurassic mixed siliciclastic-carbonate ramps of western Europe

Claude Colombié¹, Fabienne Giraud², Damien Carcel¹, Pauline Guenser¹

¹ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

² UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

Contact : claude.colombie@univ-lyon1.fr

Mixed siliciclastic-carbonate ramps are complex and highly sensitive sedimentary systems. The sedimentological and calcareous nannofossils analysis of the siliciclastic-dominated Cap de la Crèche section (Boulonnais ramp, northern France) and its comparison with five other Late Jurassic mixed and muddy ramps from western Europe provide a better understanding of the physico-chemical and ecological parameters that controlled carbonate production and accumulation on these poorly-known systems. The sedimentological analysis of the Cap de la Crèche section indicates that most carbonate lithologies constitute sandbars and storm deposits, suggesting that most of the carbonate fraction was reworked and accumulated in siliciclastic-dominated environments. In these siliciclastic-dominated environments, the calcareous nannofossil analysis shows that carbonate mud is partly composed of ascidian spicules, which are produced *in situ* and can be considered as carbonate-mud producers. However, for the other Late Jurassic ramps studied, carbonate-dominated, the major part of the carbonate fraction is mainly provided by other producers than calcareous nannofossils, and/or not produced *in situ*. Multivariate statistical analysis of all the above results and literature data for all these mixed and muddy ramps indicates that they actually differ more in their physico-chemical than ecological characteristics. It shows that 1) calcium carbonate content, ramp morphology, and main mid-ramp facies, 2) palaeolatitude and main inner-ramp facies, and 3) stratigraphic pattern contribute the most to the overall variance. The relationships between calcium carbonate content, ramp morphology and main mid-ramp facies is interpreted as reflecting the impact of local/specific physiographic and hydrodynamic processes that shaped the ramps and favoured carbonate accumulation in their middle part. Strangely, hydrodynamics was one of the main parameters controlling these muddy systems. This analysis also shows that the lowest paleolatitudes coincide with the carbonate-dominated inner-ramp facies. This result is consistent with the available carbonate factory classifications even if each ramp specification may result in divergences and needs further investigation. Prograding or retrograding stratigraphic pattern rather results from relative sea-level changes than sediment input or carbonate production rate. Combined with the above specific/local controlling factors, they explain sedimentary architectures and may be useful for modelling.

Biosignatures and processes of precipitation/accumulation and diagenesis in microbialites of Lake Sevan (Armenia, South Caucasus)

Claude Colombié^{1,2}, Ara Avagyan³, Julie Hartz², Sébastien Joannin²,
Lilit Sahakyan³, Greg Slater²

¹ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

² School of Geography and Earth Sciences, McMaster University (Canada)

³ Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences (Armenia)

Contact : claud.colombie@univ-lyon1.fr

Microbialites result from biotic and abiotic processes that, depending on environmental conditions, may give rise to morphological, mineralogical and chemical biosignatures. When preserved these biosignatures make ancient microbialites excellent proxies of (paleo)environmental conditions. Lake Sevan (Armenia, south Caucasus) is one of the few examples of a cold freshwater lake where microbialite-type carbonates have been discovered. Following its exploitation from 1940 to 1970, its level has dropped by 15 m, revealing carbonates that extend from onshore to offshore environments and have radiocarbon ages ranging from 1700 to 7100 yr cal. BP. The main objective is to characterize petrographical, mineralogical, and geochemical (carbon and oxygen isotope, phospholipid fatty acid (PLFA) and n-alkane) features of these carbonates and to show how they change depending on their environment and age in view to decipher the precipitation/accumulation and diagenetic processes responsible for these features. Petrographical analyses show macro-, meso- and micro-structures characteristic of boundstones (e.g., bioherm or oncoid-type), rudstones and pack-grainstones. Mineralogical analyses indicate that calcite dominates. This result is consistent with SEM equipped with an EDS analyses which indicate a Ca- and Mg-dominated composition. While macro- and meso-structures may differ from one place to the other, micro-structures and mineralogical compositions are the same, suggesting similar processes for either/both precipitation/accumulation or/and diagenesis. Carbon and oxygen isotope, PLFA and n-alkane analyses were performed on microbialites and surrounding sediments. Both $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values are close to the values measured in the cold and freshwater Lake Pavilion (British Columbia, Canada), where photosynthesis was proposed as the predominant process in carbonate precipitation/accumulation. PLFA diversity and concentration change depending on the environment, depth and age of the samples. Notably, the deepest sample is a bit different from the shallower offshore samples which show more PLFAs and a greater diversity of long-chain PLFAs. This decrease in PLFA diversity and concentration with increasing depth may be due to decreasing light and associated microbial activity. Analyses of n-alkanes indicate a mix between aquatic algae and plant waxes. Plant waxes are well-preserved in the onshore microbialite containing the least PLFAs, and are absent in oncoid-type microbialites (both onshore and offshore). Consequently, geochemical proxies may be related to environment, age and carbonate precipitation/accumulation processes and seem more sensitive to (paleo)environmental changes than petrographical and mineralogical proxies.

Étude prospective sur les déchets plastiques dans les sédiments de plusieurs canaux des Hauts de France

Mel Constant^{1,2}, Gabriel Billon³, Claire Alary^{1,2}

¹ Research Centre Materials and Processes, IMT Nord Europe

² ULR 4515 LGCgE, Université de Lille, Junia, IMT Nord Europe, Université d'Artois

³ UMR 8516 LASIRE, Université de Lille, CNRS

Contact : claire.alary@imt-nord-europe.fr

Les déchets plastiques et leurs fragments (microplastiques ; MP < 5 mm) représentent une menace globale, persistante et omniprésente pour les écosystèmes. Leurs sources, leurs transferts, leurs stockages puis leurs devenir sont encore mal compris, en particulier dans les rivières. Le LASIRE et l'IMT Nord Europe travaillent conjointement depuis 2019 sur cette pollution dans les sédiments de canaux des Hauts de France. Deux sites ruraux (Planquette, Aa) et deux sites urbains (Scarpe, Escaut) ont été étudiés. Les sédiments de fond de rivière ont été collectés avec une benne à sédiment (Planquette, Scarpe et Escaut), ainsi que dans des sites de dépôt de sédiment de dragage (Aa). Les grands (" large ") microplastiques (LMP ; 1-5 mm) des sédiments de dragage ont été extraits par une séparation par densité (NaI, 1,6 g/mL). Les sédiments de fond ont été tamisés à 1 mm pour collecter les LMP, suivis si nécessaire d'une séparation par densité. Les particules extraites ont été analysées en spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier par réflectance totale atténuée. Des LMP ont été retrouvés dans 30% des échantillons du petit bassin versant (100 km²) agricole de la Planquette, 60% des échantillons de sédiments de dragage de Saint-Omer (Aa), 85% des échantillons du bief Denain-Trith (Escaut) et 100% des échantillons de Douai (Scarpe). Les différences de concentrations entre les sites sont de plusieurs ordres de grandeur. En territoire agricole, les concentrations sont comprises entre < 0,4 LMP/Kg (non détecté) et 1,2 LMP/Kg. Dans les sédiments de dragage, les concentrations sont comprises entre < 7,1 LMP/Kg et 1500 LMP/Kg. En milieu urbain, les concentrations sont comprises entre < 6,1 LMP/Kg et 300 LMP/Kg dans le bief Denain-Trith (Escaut) et entre 16 LMP/Kg et 75 LMP/Kg à Douai. Les plastiques observés sont principalement des films et des fragments pour les 4 sites. Les polymères retrouvés sont majoritairement le polyéthylène (PE) pour les sédiments de fond, mais également le Polychlorure de vinyle (PVC) dans les sédiments de dragage.

Décryptage du radiocarbone de la matière organique sédimentaire dans les systèmes fluviaux : cas d'un fleuve nucléarisé (La Loire)

Yoann Copard¹, Frédérique Eyrolle², Cécile Grosbois³, Hugo Lepage²,
Loïc Ducros⁴, Amandine Morereau⁵, Nathan Bodereau⁶, Marc Desmet³

¹ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

² PSE-ENV, IRSN-LRTA, St Paul-les-Durance

³ EA 6293 GÉHCO, Université de Tours

⁴ EA7 352 GIS, Université de Nîmes

⁵ UMR 7619 METIS, Université Paris-Sorbonne, CNRS, EPHE

⁶ BRGM, Orléans

Contact : yoann.copard@univ-rouen.fr

Parmi les échanges de carbone entre les réservoirs terrestres, ceux effectués par les systèmes fluviaux consistent à transférer latéralement dans le continuum terre-mer du carbone produit et stockés dans les surfaces continentales vers les environnements marins. Cependant au cours de son voyage dans le réseau hydrographique, et suite au processus de cascade sédimentaire, une partie du carbone, notamment organique (COP), peut être stocké dans les bassins versants. Ce COP fluvial est un mélange de diverses origines caractérisées par leur propre marquage radiocarbone. Par ailleurs, les activités nucléaires civiles ont apporté de nouvelles sources de ^{14}C qui restent encore mal documentées. Après quelques exemples de profils de radiocarbone dans différentes archives fluviales de fleuves français, nous proposons de décrypter la valeur $\Delta^{14}\text{C}$ du POC stocké dans une archive sédimentaire d'un des fleuves les plus nucléarisés au monde (La Loire). Nous considérons que ce Corg sédimentaire est un mélange de POC aquatique (pouvant être impacté par les rejets liquides de l'industrie nucléaire), de POC terrestre de sources multiples et de POC anthropique. En combinant des mesures de radiocarbone, des analyses de POC et la méthode des palynofaciès, nous avons tenté d'évaluer la valeur $\Delta^{14}\text{C}$ respective des origines de ce POC. Les écarts entre les valeurs $\Delta^{14}\text{C}$ des POC sédimentaires et celles de l'atmosphère résultent de la dilution par le carbone dépourvu de ^{14}C dont l'origine peut être géologique, de l'effet de réservoir d'eau douce qui imprime le $\Delta^{14}\text{C}$ des POC aquatiques et de l'âge et du temps de transit des POC terrestres dans le bassin versant. Ainsi, la composition en radiocarbone du POC fluvial pourrait être utile pour déterminer le temps de transit des matériaux de la source au puits, certains événements industriels ou naturels passés, la résilience du système fluvial et les jalons de la trajectoire sociale et économique d'un bassin hydrographique. Au cours des trois dernières décennies, les sédiments fluviaux pourraient également constituer une source de radiocarbone pour l'atmosphère.

Evolution paléoclimatique et paléo-environnementale au début du Toarcien dans le bassin épicontinental des Grands Causses : approche minéralogique et géochimique

Pauline Coarentin¹, Flavia Girard¹, Michel Séranne¹, Céline Baral¹

¹ UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS
Contact : pauline.coarentin@umontpellier.fr

Le début du Toarcien est marqué par des perturbations environnementales majeures et de nombreux bassins épicontinentaux à la surface du globe enregistrent des sédiments riches en matière organique, suggérant la présence d'un événement anoxique global nommé T-OAE ("Toarcian Oceanic anoxic event"). Ce dernier est notamment caractérisé par une excursion négative en $\delta^{13}\text{C}$ qui reflète des perturbations majeures du cycle du carbone.

L'étude d'une nouvelle coupe dans les environs du Pic Saint Loup (combe de Mortiers, Hérault) permet l'apport de données complémentaires sur la transition Pliensbachien-Toarcien et le T-OAE sur la marge ouest de la Téthys grâce à une analyse combinée minéralogie-géochimie de la coupe. Plus localement, l'objectif de cette étude est de déterminer les conditions paléoclimatiques et paléo-environnementales dans le bassin des Grands Causses, pendant et après l'épisode d'anoxie océanique du Toarcien en analysant la minéralogie de deux autres coupes déjà pourvues d'analyses isotopiques du carbone (Fontaneilles et Tournadous). Ces sites ont été choisis de part et d'autre du seuil Cévenol qui subsistait, au Toarcien, comme un haut fond topographique sur la marge nord-ouest téthysienne. Les deux premières coupes se situent à l'ouest (Fontaneilles) et au sud-ouest du seuil (Tournadous) et représentent des dépôts de bassin restreint, tandis que du côté est du seuil, la combe de Mortiers est caractérisée par un milieu marin ouvert.

Les assemblages argileux des trois sites présentent une composition similaire avec la présence d'illite, d'interstratifiés illite-smectite de type R1, de kaolinite et de chlorite. Les résultats obtenus montrent peu de variations pour le site de Tournadous tandis que la combe de Mortiers enregistre une augmentation du rapport kaolinite/illite à la base de la coupe, cohérent avec une humidification du climat et une intensification de l'altération continentale. Cet enrichissement en kaolinite est combiné à un pic négatif de $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ (-1.8‰) qui suggère la présence du T-OAE dans le bassin. Cet événement est immédiatement suivi par des valeurs positives de $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et une augmentation d'illite qui semble signifier une diminution de l'hydrolyse sur le continent. Durant la suite du Toarcien, les assemblages argileux enregistrent une augmentation progressive de la kaolinite cohérente avec la persistance de forts taux de CO_2_{atm} . Le site de Fontaneilles présente une évolution similaire du rapport kaolinite/illite suggérant des conditions paléoclimatiques homogènes dans le bassin des Grands Causses.

Les nouvelles données obtenues semblent consistantes avec les précédentes études menées sur le Toarcien dans le bassin des Grands Causses et à plus large échelle sur la marge ouest de la Téthys et suggèrent localement la présence du T-OAE mis en regard des variations de l'hydrolyse, intensifiée lors de l'événement, sur les masses continentales aux abords du seuil Cévenol.

Morphological and ultrastructural investigations of putative microfossils embedded in cherts from the Pilbara Craton (Western Australia)

Maxime Coutant^{1,2}, Kevin Lepot^{2,3}, Alexandre Fadel⁴, Ahmed Addad⁵,
Emmanuelle Javaux¹

¹ UR Astrobiology, University of Liège (Belgium)

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ IUF, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

⁴ FR 2638 Institut Chevreul, Université de Lille, Université d'Artois, Centrale Lille, CNRS, INRAE

⁵ UMR 8207 UMET, Université de Lille, CNRS, ENSCL, INRAE

Contact : maxime.coutant@uliege.be

Chert deposits are well known to efficiently preserve morphological textures of microfossils. Silicification processes may quickly entomb 3D organic constituents and thus inhibit their molecular degradation during burial, diagenetic and/or metamorphic events. However, such processes could alternatively promote the production of abiotic objects, mimicking simple microfossil shapes. The identification of genuine preserved microfossils based on morphological resemblances with younger and/or extant micro-organism, within chert deposits, must be reconsidered and questioned.

The 3.4 Ga Strelley Pool Formation is known to host one of the oldest undisputable traces of life called stromatolites. Chert deposits, from the same formation and from the younger 3.0 Ga Farrel Quartzite, display carbonaceous microstructures that could be interpreted as the oldest occurrence of microfossils on Earth. They consist in simple to more atypical morphologies (from spheres to lenses). Moreover, these rock deposits experienced multiple phases of hydrothermal and metamorphic (up to greenschist grade ~350°C) processes, that may have favoured production/deposition/migration of biotic and/or abiotic carbonaceous matter, into and onto pre-existent microstructures (biogenic or not).

We applied advanced high spatial resolution techniques to investigate the nature of these carbonaceous microstructures. Detailed petrography was carried out by confocal laser scanning microscopy (CLSM) coupled to electron backscattered diffraction (EBSD) to observe relationships between the carbonaceous texture and the microstructure of the host quartz matrix, with the aim to further assess the syngeneity and morphogenesis of these objects. High spatial resolution data were acquired on ultrathin sections prepared using focused ion beam milling then observed by scanning transmission electron microscope (STEM), to reach nanoscale investigation of the carbonaceous textures forming these microstructures.

Abiotic features were identified within some specific types of spheroidal morphologies. These features include coalescent patterns of linked spheroids that are most likely the result of carbon precipitation or migration/deposition onto pre-existing opal-like microstructures. At higher spatial resolution, the apparent sub-continuous walls of these spheroidal microstructures are evidenced to be shaped by carbonaceous droplets trapped within quartz crystal units and the apparent structure is cross-cutting multiple quartz crystals. This texture is distinct from subcontinuous (i.e., enclosed) walls lying at quartz matrix boundaries observed in Proterozoic microfossils.

Lenses appear more specific as they have been found in Archean rocks only. Similar investigations have been performed to compare them with features observed in spheroids from similar samples also bearing lenses. Some specimens with sub-continuous, locally deformed and folded walls are consistent with cellular microfossils. Moreover, lenses may present a shape continuum from granular

morphologies to hollow ones, that may shade their origin. Either the lenses represent a taphonomic gradient of biological forms or of abiotic objects with some of them deformed in a siliceous gel. Granular specimens represent the most numerous populations of lenses. Vesicles within subgranular (intermediate morphological stage) specimens are more likely formed by coalescence and/or pseudomorphosis rather than daughter cell divisions. Thus, two scenarios are envisaged for the internal texture origin: the reticulated carbon textures observed within these subgranular specimens can be explained by diagenetic processes (e.g., polymerization of intracellular materials), or infilling by migration of carbonaceous matter located at quartz boundary prior to and/or during silicification. Otherwise, hollow specimens exhibit possible biogenic feature with apparent folded subcontinuous walls. Such heterogeneities, in shape and micro- to nano-textures, make interpretations difficult regarding the proposed continuum. Finally, high resolution STEM performed on textures displays heterogeneity in carbon nanostructure of subgranular specimens that might be interpreted by contribution of multiple molecular precursors to the formation of these carbonaceous microstructures.

Les propriétés magnétiques des dépôts instantanés du lac d'Iseo (Italie) : décryptage des mécanismes de déclenchements sismique et gravitaire

Christian Crouzet¹, William Rapuc², François Demory³

¹ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

² UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

³ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

Contact : chcro@univ-savoie.fr

Le développement des études paléosismologiques pour estimer l'aléa sismique a mis en évidence notre méconnaissance de l'occurrence à long terme des événements sismiques. À cet égard, les sédiments lacustres sont des sismographes naturels pertinents. En général, les études paléomagnétiques excluent les dépôts instantanés. Seules quelques études se sont concentrées sur leurs propriétés magnétiques pour comprendre les processus associés à l'aimantation rémanente détritique ou au transport des sédiments. L'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) a été utilisée dans de nombreuses études antérieures pour différencier l'homogénite de la sédimentation de fond et mettre en évidence des dépôts historiques dont l'origine sismique est attestée. Néanmoins, la démonstration de l'origine sismique de ces événements reste difficile au-delà d'une comparaison chronologique avec les catalogues de sismicité. Ici, nous nous concentrons sur le lac d'Iseo (Italie), à proximité de la ligne Insubrienne, l'une des zones les plus sismiquement actives des Alpes. La séquence sédimentaire couvre ~2000 ans avec plusieurs dépôts instantanés d'épaisseur métrique. Nos mesures concernent uniquement les dépôts de type Turbidite-Homogénite (Tu-Hm). Les données présentées fournissent des contraintes magnétiques et sédimentologiques pour mieux comprendre les processus de transport et de déposition des dépôts instantanés. L'évolution des paramètres magnétiques à travers Tu - Hm illustrent la présence de deux phases à l'intérieur des homogénites. Une phase interprétée comme liée directement à l'effet de seiche et une seconde due à la décantation des particules en suspension. Pour cette dernière, une granodécroissance est illustrée par les propriétés magnétiques. La forte foliation subhorizontale de Hm démontre une décantation spécifique très différente de la phase turbide "gravitaire". Nos données montrent également de petites variations illustrant la complexité du phénomène. Les mesures magnétiques sont peu onéreuses et rapides. L'utilisation de paramètres magnétiques devrait donc être développée pour les études de paléosismicité. Le développement des études paléosismologiques pour estimer l'aléa sismique a mis en évidence notre méconnaissance de l'occurrence à long terme des événements sismiques. À cet égard, les sédiments lacustres sont des sismographes naturels pertinents. En général, les études paléomagnétiques excluent les dépôts instantanés. Seules quelques études se sont concentrées sur leurs propriétés magnétiques pour comprendre les processus associés à l'aimantation rémanente détritique ou au transport des sédiments. L'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) a été utilisée dans de nombreuses études antérieures pour différencier l'homogénite de la sédimentation de fond et mettre en évidence des dépôts historiques dont l'origine sismique est attestée. Néanmoins, la démonstration de l'origine sismique de ces événements reste difficile au-delà d'une comparaison chronologique avec les catalogues de sismicité. Ici, nous nous concentrons sur le lac d'Iseo (Italie), à proximité de la ligne Insubrienne, l'une des zones les plus sismiquement actives des Alpes. La séquence sédimentaire couvre

_~2000 ans avec plusieurs dépôts instantanés d'épaisseur métrique. Nos mesures concernent uniquement les dépôts de type Turbidite-Homogénite (Tu-Hm). Les données présentées fournissent des contraintes magnétiques et sédimentologiques pour mieux comprendre les processus de transport et de déposition des dépôts instantanés. L'évolution des paramètres magnétiques à travers Tu - Hm illustrent la présence de deux phases à l'intérieur des homogénites. Une phase interprétée comme liée directement à l'effet de seiche et une seconde due à la décantation des particules en suspension. Pour cette dernière, une granodécroissance est illustrée par les propriétés magnétiques. La forte foliation subhorizontale de Hm démontre une décantation spécifique très différente de la phase turbide "gravitaire". Nos données montrent également de petites variations illustrant la complexité du phénomène. Les mesures magnétiques sont peu onéreuses et rapides. L'utilisation de paramètres magnétiques devrait donc être développée pour les études de paléosismicité.

The French perspective of ICDP DOVE project: Drilling and investigating overdeepened Alpine Valleys

Christian Crouzet¹, Pierre G. Valla¹, Flavio Anselmetti², Milos Bavec³,
Markus Fiebig⁴, Gérard Gabriel⁵, Giovanni Monegato⁶, Frank
Preusser⁷, Giancarlo Scardia⁸

¹ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

² Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern (Switzerland)

³ Geological Survey of Slovenia, Ljubljana (Slovenia)

⁴ Institute of Applied Geology, BOKU University, Vienna (Austria)

⁵ Leibniz Institute for Applied Geophysics, Hanover (Germany)

⁶ Institute of Geosciences and Earth Resources, CNR (Italy)

⁷ Institute of Earth and Environmental Sciences, University of Freiburg (Germany)

⁸ Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Brasil)

Contact: chcro@univ-savoie.fr

The International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) project Drilling Overdeepened Alpine Valleys (DOVE) started with a workshop in Como in 2013. The initial proposal targets formerly glaciated Alpine areas, which are often characterized by overdeepened structures filled by thick Quaternary deposits. The proposed international initiative consisted of 14 drill sites in six different countries around and across the Alps. In 2018 grants were obtained for the German, Austrian and Swiss drill sites as they were well characterized by impressive geological and geophysical investigations. After the success of the northern Alpine sites (Anselmetti et al., 2022), the ICDP consortium now intend to start the second phase of the project, investigating sites in the southern and western areas of the Alpine arch: Slovenia, Italy and France.

Two main sites are discussed in France. The first one "Ste Hélène" is located in Savoie, at the junction between the overdeepened Isère Valley and the Cluse de Chambéry. The nearby Ste Hélène lake represents remains of the post Würmian proglacial lake. The drill site would be at the southern termination of the so-called "Banquette de Planaise", which is a sedimentary structure ca 100 m above the actual fluvial plain and constituted by sand (late MIS6/early MIS5) and gravels topped by till. The main targets of this drill site would be to precisely investigate the fine-grained lake sediments (i.e. the late MIS6 and MIS5/Eemian infill) in order to document interglacial paleoclimate evolution and paleoseismic investigations (present-day seismic activity along the Belledonne Fault). Combined investigations on well-known neighbouring outcrops will also be undertaken. The drillhole will be analyzed by downhole loggings. Sedimentological, geochemical and paleobiological analyses will characterize the sediment cores, and a combination of different approaches will establish the chronological framework. The results will be cross-checked with models of (1) glacial flow and erosion and (2) atmospheric circulation. The location of the second site is still under debate and will depend of funding. It would target the peripheral western Alps, either in the Ain foreland area, or in the Bièvre-Valloire area. Both areas are promising targets with complex Pleistocene glacial fluctuations and potential long sedimentary archives. While hydrogeological boreholes are available, the absence of geophysical investigations presents some challenges. Moreover, technical aspects, such as administrative authorizations, precise location of drill site in agreement with landowners and local authorities, and nearby environmental protected areas may be difficult. For all the points, the continental coring national instrument CCF's technical expertise will be required and all project development will be managed

with their support.

Version temporaire

Évolution des paléoenvironnements de la région Centre-Val de Loire (France) en lien avec l'Optimum climatique du Miocène Moyen

Adrien De Perthuis¹, Cyril Gagnaison¹, Sébastien Potel¹

¹ U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne
Contact: Adrien.deperthuis@unilasalle.fr

Cette étude, à travers une approche multi-traceurs (sédimentologie, géochimie, paléontologie) a pour but de comprendre l'évolution des paléoenvironnements dans le bassin sédimentaire ligérien en lien avec les changements climatiques du Miocène. Entre -17 et -15 Ma a eu lieu un événement hyper thermique appelé Optimum climatique du Miocène Moyen (OCMM) (Zachos et al., 2001). Durant l'OCMM, l'Europe de l'Ouest était sous un climat subtropical à semi-aride (Costeur & Legendre, 2008) et correspond à la dernière occurrence d'un climat aussi chaud en Europe de l'Ouest.

La région Centre-Val de Loire, située au Sud-Ouest du Bassin parisien, présente une succession de faciès variés (lacustres, fluviaux, pédogénétiques et marins) du Néogène (Mégrien et al., 1980). Ces faciès font partie de cinq formations géologiques représentant la totalité de la série stratigraphique miocène, permettant d'avoir des données sur l'ensemble de l'OCMM : 1- La Formation du calcaire lacustre de Beauce (Oligocène-Aquitainien) couvrant une grande partie de la Beauce et de la Sologne (Ginsburg, 2000). 2- La Formation des sables de l'Orléanais et du Blésois (Burdigalien-Langhien), qui s'étend entre Orléans et Angers, correspondant à une série de sédiments terrigènes fluviolacustres. Cette sédimentation est canalisée par une structuration tectonique pyrénéo-alpine de direction Est-Ouest. 3- La Formation des faluns (Langhien) est un passage latéral de faciès marin avec la formation précédente. Elle affleure depuis la Loire-Atlantique jusque dans le Blésois. Localement cette transgression marine perdure jusqu'au Tortonien (Gagnaison, 2020). 4 & 5- La Formation fluviolacustre des sables et argiles de Sologne (Miocène Moyen-Pliocène) affleure dans l'Est du bassin sédimentaire ligérien et passe latéralement, vers l'Ouest, à la Formation des sables marins du Redonien.

Pour cette étude, six affleurements types encore accessibles ont été choisis : Selles-sur-Cher dans la première formation ; Mauvières, La Guimardière, Tavers et Contres dans la deuxième ; Doué-la-Fontaine dans la troisième. Une révision des données sédimentologiques et paléontologiques de ces sites a débuté grâce à l'analyse de nouvelles données de terrain et de laboratoire (Perthuis et al., en review). La géométrie des corps sédimentaires a été retravaillée, les sédiments sont analysés en détails (DRX sur roche totale et argiles) et une révision taxonomique des restes fossiles est aussi en cours. Des analyses spectroscopiques et géochimiques ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$) sur l'émail dentaire de mammifères (Rhinocerotidae et Suidae) apportent des informations complémentaires. En parallèle, l'âge de ces sites, est en cours de précision grâce à une campagne de datations géochimiques (U/Pb, U/Th, stratigraphie isotopique du Strontium). L'ensemble de ces données permet de faire une proposition d'une série de reconstitutions paléoenvironnementales des différents sites étudiés et de retracer leur évolution à l'échelle du bassin sédimentaire en lien direct avec l'OCMM. Cette synthèse pourra ensuite servir d'exemple méthodologique pour de futures études dans d'autres bassins sédimentaires européens impactés par des changements rapides de températures.

Références

- Costeur L. & Legendre S. 2008. *Mammalian communities document a latitudinal environmental gradient during the Miocene Climatic Optimum in Western Europe*. *Palaios* 23: 280-288
- Gagnaison C. 2020. *Le Miocène du Nord-Ouest de la France (vallée de la Loire, Bretagne et Normandie) : Révision du contexte taphonomique des fossiles de vertébrés, proposition d'un découpage stratigraphique et clarification des variations paléoenvironnementales*. *Fossiles* 41: 5-31
- Mégnyen C., Mégnyen F. & Debrand-Passard S. 1980. *Synthèse géologique du bassin de Paris, stratigraphie et paléogéographie*. *Mémoires du BRGM* 101: 466 p
- Perthuis A. de, Mennecart B., Barrier P., Chenot É., Falconnet J., Gagnaison J.-C., Georgalis G. L., Gilbert C., Guevel B., Langevin D., Lapparent de Broin F. de, Lemierre A., Maubert F., Ossó À., Potel S., Thivaïou D., Tissier J., Toullec R., Xerri S. & Gagnaison C. (en review). – *Révision des données sédimentologiques et biostratigraphiques des gisements à vertébrés des sables de l'Orléanais, à Beaugency, Tavers et Le Bardon (Miocène Moyen ; Loiret, France)*. *Geodiversitas*
- Zachos, J. C., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. & Billups, K. 2001. *Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present*. *Science* 292: 686–693

Carottages en environnements estuariens et côtiers : exemple de la Seine et des lagunes écossaises des Shetland

Maxime Debret¹, Alexandra Coynel², Jean-Marie Barrois¹, Thibaud Lortie¹, Jimmy Desnues², Laurent Dezileau¹, Nicolas Lecoq¹, Bernadette Tessier¹

¹ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact: maxime.debret@univ-rouen.fr

Depuis de nombreuses décennies, les carottages marins français sont reconnus pour la qualité des prélèvements du fleuron de la flotte océanique française, le Marion Dufresne. La communauté des carottages continentaux s'est, elle, organisée plus récemment avec le financement de l'EQUIPEX Climcore (2012-2019) qui avait pour but de permettre l'émergence d'outils et de les mettre à disposition de la communauté scientifique. Malgré des moyens limités, quelques innovations ont permis de développer le panel de profondeur et d'environnement accessibles à la communauté. Néanmoins certains environnements restent toujours difficiles à prélever. Les environnements de dépôts sous faible tranche d'eau mais avec une épaisseur de sédiment de plus de 3 mètres constituent un challenge avec les outils disponibles dans les laboratoires français. Pour illustrer ces difficultés, 2 environnements sont présentés. i) La Seine et son environnement fluvial estuarien ainsi que ii) les lagunes des Shetland en Ecosse. La Seine a été entièrement chenalisée depuis les années 50, néanmoins de nombreux environnements de dépôts existent et stockent du sédiment. Les taux de sédimentation sont très importants avec des valeurs dépassant facilement les 10 cm/an. Les enregistrements sédimentaires couvrant les 70 dernières années peuvent donc dépasser 6 mètres. Le problème pour les prélever provient principalement de la faible tranche d'eau, inférieure à 2 mètres, parfois même temporairement émergés du fait de la marée. Cette tranche d'eau fluctuante rend difficile les prélèvements en plusieurs temps comme avec la barge UWITEC qui par ailleurs a besoin d'une profondeur minimum pour pouvoir enfoncer le carottier. Pour cette raison, il est préférable de déployer une stratégie de prélèvement de la totalité des sédiments en une seule fois. Pour cela, le carottier Amaury peut s'avérer intéressant mais il n'est pas toujours facile à déployer sur site. A l'heure actuelle, la disponibilité du matériel, à un coût raisonnable, pose problème. Aux Shetland, si la tranche d'eau reste stable (pas connecté à la mer donc absence de marée), elle reste faible (inf. à 3 mètres), l'épaisseur de sédiment supérieure à 3m continue de nous poser problème à cela il faut ajouter l'accessibilité de certains sites rendant complexe le déploiement de solutions lourdes.

Influence du glacio-eustatisme à la transition Jurassique-Crétacé

Jean-François Deconinck¹

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE
Contact : jean-francois.deconinck@u-bourgogne.fr

La fin du Jurassique est marquée par un refroidissement significatif mis en évidence par les données isotopiques de l'oxygène et la présence d'indices de climats froids, (tillites, glendonites) dans des coupes situées aux hautes paléolatitudes. Par ailleurs, le passage Jurassique/Crétacé est marqué par une période d'aridité attestée par les données palynologiques et par la rareté voire l'absence de kaolinite dans de nombreuses séries sédimentaires de la fin du Tithonien et dans les faciès purbeckiens. Dès lors, se pose la question des causes du refroidissement et de l'aridité fini-jurassique et celle d'un éventuel rôle du glacio-eustatisme sur l'enchaînement des dépôts sédimentaires de l'intervalle Kimméridgien-Tithonien – Berriasien.

L'étude des dépôts kimméridgiens et tithoniens exposés en falaises littorales entre Boulogne-sur-Mer et le Cap Gris-Nez (Pas-de-Calais) permet d'apporter quelques éléments de réponse sur l'éventuel rôle du glacio-eustatisme. Ces dépôts comprennent des formations argileuses parfois riches en matière organique déposées dans des environnements relativement profonds d'offshore et des formations gréseuses correspondant à des environnements nettement moins profonds de shoreface. Du Kimméridgien (zone à Mutabilis) aux faciès purbeckiens, on observe successivement 4 ensembles gréseux déposés en environnement de shoreface : les Grès de Connincthun, les Grès de Châtillon, les Grès de la Crèche et les Grès des Oies, ces derniers surmontés des faciès purbeckiens. Ces formations gréseuses sont séparées par des formations argileuses déposées en milieu d'offshore. Initialement les variations de la tranche d'eau ont été attribuées au rôle de la tectonique, mais l'alternance des faciès implique une tectonique en yoyo, hypothèse peu satisfaisante. Par ailleurs, dans cette succession sédimentaire déposée en bordure du massif Londres-Brabant, il est très surprenant que les ensembles gréseux proximaux soient enrichis en smectite par rapport aux formations argileuses riches en illite et kaolinite déposées en environnement plus distal, car cette distribution est contraire à la sédimentation différentielle des argiles. L'analyse des assemblages argileux de dépôts contemporains, du Dorset, du Yorkshire, du bassin d'Aquitaine révèle que les smectites sont uniquement présentes dans le Boulonnais et que par conséquent ces minéraux proviennent des altérations développées sur le massif Londres-Brabant. Ces altérations n'ont pu se développer que lorsque le massif Londres-Brabant était émergé, c'est-à-dire en période de bas niveau marin, ce qui explique la présence de smectite dans les faciès proximaux. En revanche l'absence ou la faible proportion de ces minéraux dans les formations argileuses implique que le Massif –Londres-Brabant était immergé lors des périodes de haut niveau marin. En admettant que le massif Londres-Brabant était très aplani, cela implique tout de même une amplitude importante des variations du niveau marin par ailleurs attestée par l'enchaînement des faciès sédimentaires. Compte tenu du contexte climatique de l'époque, une telle amplitude pourrait être liée à la présence de calottes glaciaires plus ou moins étendues aux hautes paléolatitudes. L'extension maximale des glaces serait intervenue à la toute fin du Jurassique et aurait eu comme conséquence l'importante régression à l'origine des faciès purbeckiens. La période d'aridité serait due à un ralentissement du cycle hydrologique provoqué par le refroidissement climatique qui caractérise la fin du Jurassique et le début du Crétacé. Ce contexte climatique est brutalement interrompu au cours du Berriasien où la kaolinite envahit de manière synchrone durant la zone à Elliptica (Calpionelles) et la sous-zone à Subalpina (Ammonites) divers bassins sédimentaires Nord-Ouest Européens et téthysiens.

Les impacts de la dépoldérisation sur les bilans de carbone dans les zones intertidales estuariennes

Camille Décultot¹, Nicolas Chevalier², Lionel Denis¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : camilledecultot@gmail.com

En quête de nouvelles surfaces agricoles ou résidentielles, l'Homme gagne des terrains sur le domaine côtier depuis près de 2 000 ans. En effet, à l'aide de digues et de drains, les zones humides littorales peuvent être asséchées, et la zone ainsi créée est appelée polder. En Europe, la plupart des polders ont été construits au Moyen-âge et entre les années 1930 et 1970 (Goeldner-Gianella, 2013), notamment dans les zones estuariennes intertidales. La poldérisation a ensuite décliné, parallèlement à l'augmentation de la production agricole, et depuis une trentaine d'années, un mouvement inverse de dépoldérisation est observé.

En effet, si les enjeux sociétaux ont majoritairement été satisfaits par la poldérisation, les enjeux environnementaux doivent aussi être pris en compte. D'abord, le changement climatique induit à la fois la montée du niveau de la mer et l'intensification des risques naturels, tels que les crues. Dans ce cas, la fixation du trait de côte à l'aide d'infrastructures, comme des digues, ne permet pas de résilience face à ces phénomènes, et conduit à des inondations plus fréquentes. D'autre part, les zones littorales humides (prés salés, vasières) remplacées par les polders sont des habitats très riches en biodiversité qui fournissent de nombreux services écosystémiques, par exemple, une bonne résilience aux phénomènes de submersion et une forte capacité de capter le carbone atmosphérique.

De fait, dépoldériser, c'est-à-dire, restaurer ces sites naturels en modifiant ou supprimant ces infrastructures, est une solution qui permettrait de répondre à ces problématiques actuelles. D'abord, dans les estuaires, les lits des fleuves pourraient évoluer naturellement et, par exemple, s'étendre lors d'événements de crues dans des zones de débordement. L'augmentation des dépôts sédimentaires facilitée par la végétalisation permettrait de retrouver une zone intertidale plus variée, en termes de niveaux topographiques (chenaux, filandres), mais aussi de diversité faunistique et floristique favorisant à la fois la fixation et le stockage de carbone dans le sédiment (Mazarrasa, 2023), aussi nommé carbone bleu.

En Europe, ces actions de dépoldérisation ont principalement été entreprises depuis les quarante dernières années, au Royaume Uni, aux Pays-Bas et en Allemagne. Après réalisation de brèches dans les infrastructures d'endiguement, une forte érosion sédimentaire est observée pendant quelques mois, qui s'équilibre ensuite avec l'accrétion et permet alors l'installation des habitats de prés salés et de vasières en quelques années. Sur ces sites, plusieurs études vérifient que la restauration donne des résultats très satisfaisants (Sydmonds, 2006 ; Brunetta, 2019), avec un stockage dans le sédiment plus efficace pour les nutriments (azote, phosphore) comme pour le carbone, et une diminution du risque d'inondations.

En France, un millier de km² de côtes ont été endigués, et la dépoldérisation est envisagée par le conservatoire du Littoral sur une dizaine de sites pilotes, dont l'estuaire de l'Authie (Pas-de-Calais). Si les modèles hydrosédimentaires semblent pouvoir donner des prévisions assez fiables des changements à venir, les effets attendus en termes de bilan carboné restent en revanche très peu nombreux à cette échelle. Le stockage de carbone bleu étant pourtant un service écosystémique majeur des estuaires, il est intéressant de réaliser au préalable un état de l'art des

stocks et échanges de carbone à l'échelle de l'estuaire de l'Authie et de prévoir les effets attendus, d'abord sur la base de la bibliographie disponible sur le sujet.

Version temporaire

Première tentative de carottage intégral des sédiments du lac d'Issarlès - juin 2024

Emmanuelle Defive¹, Emmanuel Chapron², Jean-Paul Raynal³,
Guillaume Jouve⁴, Arthur Ancrenaz⁵, Antoine Thouvenot⁶, Nicolas
Hebert⁷, Giuseppe Grassano⁸, Jean-François Bouculat⁹, Lorène
Scabello-Abadie², Anaïs Tahri¹, Aude Beauger¹, Olivier Voldoire¹

¹ UMR 6042 GEOLAB, Université Clermont-Auvergne, CNRS

² UMR 5602 GEODE, Université Toulouse le Mirail, CNRS

³ UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux, CNRS

⁴ Exail Sonar Systems, la Ciotat

⁵ UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

⁶ ATOS Environnement, Bezons

⁷ Talison Lithium (Australie)

⁸ Escadrone, Eybens

⁹ Maritech SA, Pertuis

Contact: emmanuelle.defive@uca.fr

Situé dans le très haut bassin de la Loire, le lac d'Issarlès est installé dans un cratère d'origine phréatomagmatique (maar) qui appartient à la province volcanique récente du Bas-Vivarais. L'éruption a été datée de 54 ± 8 ka par thermoluminescence sur les matériaux du tuff ring (Miallier et Pilleyre, in Defive et al. 2023). Ce système lacustre, plus méridional que les autres lacs et paléo-lacs du Velay, est susceptible de contenir des dépôts représentant les 50 à 60 derniers millénaires de l'histoire environnementale locale à régionale, période qui vit la fin de la coévolution Néandertal/Sapiens dans l'arrière-pays de la Grotte Chauvet. Ces éléments justifient la relance récente des recherches sur ce site et la programmation d'un carottage intégral de la séquence, près d'un demi-siècle après de premières investigations restées sans suite (Coûteaux 1984).

Le site présente des contraintes spécifiques : séquence reconnue comme fortement perturbée dans les secteurs précédemment sondés ; accumulation sédimentaire relativement épaisse - une trentaine de mètres au moins - sous une tranche d'eau de 108 m ; forts marnages pluriannuels entre mi-septembre et mi-juin du fait de l'utilisation du lac comme réservoir principal dans le cadre du complexe hydroélectrique de Montpezat ; courte période adéquate pour carotter, entre la date de remise du lac à sa cote estivale - 15 juin - et la période de forte fréquentation touristique à partir du 15 juillet. Il convenait donc de s'assurer de la faisabilité du carottage et de l'exploitabilité de la séquence.

Les diverses démarches engagées (auprès d'EDF pour garantir la cote et la stabilité du niveau d'eau durant le carottage ; de la DREAL pour les autorisations en site classé ; de la municipalité pour le stockage temporaire des carottes et autres nécessités logistiques) et les investigations conduites préalablement et postérieurement à l'opération de carottage réalisée par la DT-INSU en juin 2024 (investigations bathymétriques ; très dense couverture de sismique réflexion à haute résolution offrant une image de la structuration et des variations verticales et latérales de faciès ; Lidar-drone aérien, marin et sous-marin, imagerie des flancs et du fond, profil thermique ; carottage exploratoire en septembre 2020 - opération de 3 jours incluant le montage et le démontage d'une barge UWITECH classique et le carottage manuel ayant permis l'acquisition des 7,8 m supérieurs des dépôts - puis analyse et datation de cette séquence ; mesures de résistance du sédiment dans les runs du carottage DT-INSU de juin 2024) ne laissent aucun doute à cet égard ; il faut donc rechercher ailleurs les raisons de l'échec de l'opération de carottage réalisée en juin dernier.

Propagation du signal Source-to-Sink dans un système couplé Bassin versant-Cône sous-marin : l'exemple du système de Sithas dans le Golfe de Corinthe (Pléistocène, Grèce)

Nolwenn Deiss^{1,2}, Sébastien Rohais¹, John Armitage¹, Sébastien Carretier², Vincent Regard², Stéphane Bonnet²

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² UMR 6553 GET, Université de Toulouse 3, CNRS, IRD, CNES

Contact : nolwenn.deiss@ifpen.fr

Le développement de l'approche Source-to-Sink (S2S) permet une meilleure compréhension des variations du signal sédimentaire ainsi que de ses facteurs de contrôle au sein d'un système complet qui inclut un bassin versant, une zone de transfert et un bassin sédimentaire. L'étude de systèmes S2S reste cependant complexe du fait que les différents compartiments du système sont décrits par des données et des échelles temporelles souvent incompatibles, mal contraintes voire même inexistantes. La quantification combinée du budget sédimentaire dans les parties bassin versant et bassin sédimentaire du système est un moyen de résoudre ce problème.

L'objectif de cette étude est (i) de mesurer conjointement l'érosion et le dépôt (volumes et calendrier) de sédiments dans l'ensemble d'un système S2S, et ensuite (ii) de discuter des facteurs d'influence et du mode de propagation du signal. L'étude se concentre sur le système de Sithas (rift de Corinthe, Grèce), où de nombreux marqueurs géomorphologiques (par exemple, les terrasses marines) fournissent des contraintes géométriques, pour quantifier les volumes érodés à terre, et des contraintes temporelles. En parallèle, un ensemble riche de données en mer est disponible pour établir un budget sédimentaire bien contraint.

Après avoir mis à jour le modèle d'âge sur les derniers 800 ka, autant à terre qu'en mer, nous avons reconstitué les volumes de sédiments érodés et quantifié les volumes de sédiments déposés dans le bassin. Nous avons ainsi pu reconstituer des flux de sédiments au cours des derniers cycles climatiques quaternaires dans la partie " Source " à terre et la partie " Sink " en mer du système. Nous avons également comparé ces résultats avec un modèle empirique estimant les charges de sédiments en suspension et les flux d'érosion (BQART).

Les flux d'érosion (Source) et de sédiments (Sink) montrent une augmentation progressive depuis 800 ka : de 2 à 100 km³/Ma pour la Source et de 1 à 75 km³/Ma dans le cône sous-marin (Sink). Cette tendance globale à l'augmentation est combinée avec des variations cycliques, observables en érosion et en dépôt. Des augmentations significatives des flux sont observées sur des périodes d'environ 12 ka tous les 120 ka (vers 10, 120, 230 et 340 ka), suivies d'une diminution progressive. Ces périodes coïncident respectivement avec des hauts niveaux marins de la courbe eustatique globale (équivalent aux MIS - Marine Isotopic Stages). Curieusement, les pics des flux de sédiments (Sink) sont enregistrés avant les pics des flux d'érosion (Source) avec un décalage temporel d'environ 30 ka. La comparaison avec les flux BQART montre par ailleurs l'influence significative de la taille du bassin versant et des facteurs climatiques tels que la température et les précipitations dans la variation de la propagation du signal.

Ces observations suggèrent que, même pour un petit système couplé incluant un bassin versant et un cône sous-marin, la propagation du signal n'est pas simple et mérite beaucoup plus d'attention dans les travaux futurs.

Détermination des contributions sédimentaires et de leurs contaminations associées dans un bief du canal de l'Escaut par l'utilisation de méthodes statistiques

Morgan Delaporte^{1,2}, Claire Alary¹, Christine Franke³, Gabriel Billon²,
Thomas Thiebault⁴, Jules Gallazzini³, Dylan Laurence^{3,5}, Marion
Delplanque⁶

¹ ULR 4515 LGCgE, Université de Lille, Junia, IMT Nord Europe, Université d'Artois

² UMR 8516 LASIRE, Université de Lille, CNRS

³ Centre de Géosciences, MINES ParisTech, Université PSL

⁴ UMR 7619 METIS, Université Paris-Sorbonne, CNRS, EPHE

⁵ Sipartech France

⁶ Voies navigables de France, DT Nord-Pas-de-Calais

Contact : morgan.delaporte@univ-lille.fr

Le gestionnaire des voies navigables de France (VNF) fait face à un défi double lié à l'engraissement sédimentaire pouvant induire de mauvaises conditions de navigation et la contamination de ces sédiments par les activités anthropiques. Le gestionnaire doit donc curer régulièrement les biefs et les sédiments extraits doivent être, au vu de la politique actuelle de valorisation des sédiments, classés qualitativement pour leur éventuelle valorisation. L'objectif de cette étude est de tester, dans le contexte des voies navigables, une méthodologie basée sur les outils de fingerprint et de krigeage factoriel pour identifier les sources de matières, quantifier leur contribution au stock de sédiments et identifier leur rôle dans la contamination de ces derniers. Enfin, ce travail devrait correspondre à un premier jalon pour la mise en place d'une stratégie de réduction des apports. L'étude se focalise sur le bief Denain-Trith (7 km) du canal de l'Escaut considéré comme représentatif du département du Nord tant en termes d'apports sédimentaires que de pressions anthropiques. A partir de plus de 200 échantillons de sédiments du bief, de rejets conventionnés, des affluents du bief et de sols, des analyses ont été réalisées concernant (i) la composition élémentaire des échantillons (majeurs et éléments trace métallique) ; (ii) les composés organiques (HAP, PCB, BTEX, hydrocarbures, pesticides, résidus médicamenteux), (iii) les caractéristiques granulométriques et minéralogiques. L'ensemble de ces résultats a permis d'obtenir un ensemble de données conséquent et bien réparti spatialement, permettant son utilisation dans les différents outils de modèle de mélange (SedSAT v3.0) et de cartographie (Smart-maps) permettant le traçage de sources sédimentaires. L'emploi du module Smart-Maps (sous QGIS) permet le krigeage des données afin d'associer spatialement un panache de contamination à une source sédimentaire.

L'utilisation de SedSAT a permis de bien différencier/quantifier la provenance de sédiments d'un affluent du bief parmi deux sources sédimentaires (Escaut amont et l'affluent Selle) en définissant plusieurs éléments comme traceurs de source. Cette approche a également montré la difficulté de séparer deux affluents différents (Selle vs Ecaillon) du bief présentant un fond géochimique suffisamment proche, pour ne pas pouvoir différencier statistiquement leur apport sédimentaire. L'étape de krigeage (Smart-Maps) a quant à elle, aidé à caractériser des panaches de contaminations le long du bief. C'est notamment le cas pour la somme des concentrations en herbicides au droit du rejet d'une malterie. Sur ce paramètre, on observe un gradient de concentration bien marqué vers l'aval du rejet, mais aussi de façon moins prononcée, en amont du rejet. Cette observation pourrait être caractéristique du faible courant dans le bief hors de la portée d'influence des écluses et de la remobilisation probable de ces sédiments par le passage dans les deux sens des péniches.

A terme, cette étude devrait permettre de mieux discrétiser des traceurs de sources sédimentaires et de contaminations, afin de pouvoir appliquer cette méthode à d'autres biefs de la région tout en limitant le nombre d'analyses à réaliser.

Version temporaire

Estimation de l'impact du phénomène de saturation du sol en eau sur l'importance des évènements d'érosion des sols (Hauts-de-France)

Morgan Delaporte^{1,2}, Claire Alary¹, Christine Franke³, Gabriel Billon²

¹ ULR 4515 LGCgE, Université de Lille, Junia, IMT Nord Europe, Université d'Artois

² UMR 8516 LASIRE, Université de Lille, CNRS

³ Centre de Géosciences, MINES ParisTech, Université PSL

Contact : morgan.delaporte@univ-lille.fr

En France, l'érosion des sols par l'eau est estimée en moyenne à 1,5 t.ha⁻¹.an⁻¹ et peut atteindre des taux de plus de 10 t.ha⁻¹.an⁻¹ dans certaines grandes plaines agricoles comme celles du nord de la France. Dans cette région, le bassin versant de la Canche (1294 km²) est étudié depuis 2016 du fait de sa sensibilité à l'érosion. L'érosion des sols agricoles conduit à la diminution de la quantité de sol, et préférentiellement du sol fertile situé en surface qui est une ressource non renouvelable à l'échelle de temps humain. Une fois que les particules de sol ont rejoint le cours d'eau, la qualité de celui-ci s'en trouve dégradé en termes de turbidité mais également par les apports en nutriments, pesticides et éléments trace métallique que le sol peut apporter. Depuis plus d'une décennie, la politique d'aménagement anti-érosion a permis, au travers des différentes lois découlant de la Directive Cadre sur l'Eau, l'installation de fascines, haies ou bandes enherbées visant à réduire les taux d'érosion de ces territoires.

Cette étude présente le suivi des flux hydrosédimentaires du bassin versant élémentaire de la Pommeroye (0,54 ha) faisant partie du bassin versant de la Canche. A l'aide d'une station de mesure installée à l'aval de ce bassin versant, l'acquisition de données hautes fréquences (6 min) des phénomènes érosifs associée au suivi de l'état de la surface du sol, a permis d'établir un lien entre quantité de sol érodé et phénomène de saturation du sol. Le taux de saturation du sol en eau a pu être estimé à partir des différents relevés de terrain et d'outil de modélisation de l'érosion des sols préalablement calé sur notre site d'étude.

Après deux ans de suivi (2021-2023), plus de 100 évènements érosifs ont été enregistrés sur ce bassin versant avec une très grande hétérogénéité tant sur les masses exportées (10 à 23 000 kg) que sur leur distribution temporelle. L'originalité des résultats de l'étude porte sur le fait que la majorité des masses exportées ait lieu en hiver quand nous attendions aussi des exports importants lors d'orages et des pluies intenses associées. Malgré l'enregistrement d'intensités de pluie records en été 2021, la majorité de la masse de sol érodé est expliquée par les phénomènes de pluies longues et peu intenses d'hiver. Après une étude statistique de l'ensemble des données, il en ressort que le couvert végétal est la principale caractéristique du sol permettant de limiter l'érosion, et que le phénomène de saturation du sol explique l'occurrence des évènements les plus importants en termes d'érosion.

Intégration de l'évaluation du carottage pour l'élaboration du MasterCore : exemple du lac du Lauzet-Ubaye et autres projets

Francois Demory¹, Yannick Garcin¹, Elodie Brisset¹, Frédéric Guiter²,
Kazuho Tachikawa¹, Laurence Vidal¹

¹ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

² MR 7263 IMBE, Aix-Marseille Université, Avignon Université, CNRS, IRD

Contact : demory@cerege.fr

Dans de nombreux cas, le processus de carottage est distinct des processus d'ouverture de la carotte et des premières acquisitions de données. Ces étapes sont réalisées par des opérateurs différents mobilisant diverses compétences. Cependant la mise en place d'une routine pour l'établissement d'un MasterCore est nécessaire pour une meilleure estimation de la qualité de l'archive sédimentaire et donc de sa valorisation. Cette étape vient ainsi valider l'ensemble du processus de carottage et finalise ainsi " la mission " avant exploitation de l'archive.

Nous présentons les résultats d'un carottage réalisé au lac du Lauzet (44°25'37"N, 6°26'02"E, 890 m asl) (Vallée de l'Ubaye, Alpes du Sud), en septembre 2021 avec le soutien de la DT-INSU. Le carottage a été effectué par carottier à piston Uwitec et a permis de prélever deux séquences de 15 mètres avec deux diamètres différents (90 et 63 mm). La description sédimentologique ainsi que la première acquisition de données (XRF, scanning magnétique) montrent que l'intégrité de la carotte sédimentaire peut être affectée par différents artefacts tels que la succion des sédiments, le dédoublement sédimentaire ou les manques dus au carottage. La reconstruction d'un MasterCore fiable à partir d'une corrélation précise de paramètres acquis à haute résolution peut permettre d'identifier toute perturbation de la séquence sédimentaire et d'en distinguer l'origine naturelle ou artificielle.

D'autres projets de carottages (en cours ou à venir) seront présentés ainsi que les contraintes logistiques et/ou techniques rencontrées. Dans ces autres projets, l'accent est mis sur l'intégration du carottage dans l'évaluation totale de la qualité des archives sédimentaires.

Quantification de l'impact de l'activité de labour sur les échanges de dioxyde de carbone à l'interface sédiment-atmosphère dans les prés-salés de l'estuaire de la Somme

Lionel Denis¹, Léna Kocyla¹, Gwendoline Duong¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : lionel.denis@univ-lille.fr

Soumises à un régime macrotidal (marnage supérieur à 9m lors des vives eaux), les zones intertidales estuariennes de Manche orientale ont une importance écologique et géochimique majeure en raison de leur rôle de tampon entre domaine fluvial et océanique, ainsi que de la diversité des conditions physico-chimiques et hydrodynamiques qui sont rencontrées. Ainsi, ces estuaires sont caractérisés par la succession de plusieurs types de couverts sédimentaires, allant des bas niveaux avec un large chenal sableux majoritairement immergés aux vasières et filandres situées à des altitudes intermédiaires et aux prés-salés, zones végétalisées situées sur les parties hautes de la zone intertidale.

Ces prés-salés sont particulièrement prisés par les cueilleurs à pied pour le prélèvement de végétaux halophiles, tels que la salicorne (*Salicornia* sp.) et l'Aster maritime (*Tripolium pannonicum*). Si la croissance de ces végétaux se fait de manière naturelle, leur exploitation par les professionnels en Baie de Somme est limitée à des concessions localisées à proximité du Crotoy (rive droite) et du Hourdel (rive gauche). Toutefois, d'autres végétaux sont présents dans ces écosystèmes riches et diversifiés, et ont tendance à prendre le dessus sur les espèces exploitées, tels que la spartine anglaise (*Spartina anglica*) et la soude maritime (*Suaeda maritima*). Ainsi, pour conserver l'abondance en végétaux exploités, les professionnels ont reçu l'autorisation de limiter l'expansion de la spartine anglaise et de gérer celle de la soude maritime par des opérations hivernales de labour au sein des concessions.

Certaines études dans ces zones ont déjà montré l'influence néfaste des activités de labour sur la richesse faunistique et floristique des prés-salés, toutefois aucune étude à ce jour n'a eu pour objet d'estimer l'influence de ces travaux sur les bilans de carbone, alors que ces prés-salés sont pourtant reconnus comme des puits de carbone (carbone bleu). Dans ce contexte, nous avons étudié l'intensité de la minéralisation du carbone, en travaillant lors de campagnes de terrain en Baie de Somme avec des chambres benthiques à émergence et au noir, instruments permettant de mesurer le flux gazeux de CO₂ à l'interface sédiment-atmosphère. Nous avons ainsi comparé les flux de dioxyde de carbone dans des couverts végétaux semblables (sédiment nu, salicorne, soude, spartine), mais dans 3 zones adjacentes d'une concession : 1) ayant subi un labour durant l'hiver 2022-23, 2) ayant subi un labour durant l'hiver 2023-24 et 3) témoin, n'ayant jamais subi de labour. Les résultats montrent une nette modification des mécanismes d'échange de carbone au sein de ces systèmes suite aux opérations de labour, avec une diminution de l'intensité de la minéralisation dans les zones labourées. Par ailleurs, plus le labour est récent, plus l'intensité de minéralisation du carbone est réduite par rapport au témoin non labouré. La résilience post-labour est aussi mise en évidence, sans pour autant que les sédiments retrouvent un fonctionnement biogéochimique semblable aux zones non labourées, même après plus d'un an et demi sans labour. D'autre part, les zones labourées offrent moins d'obstacles à l'hydrodynamisme, et sont donc moins propices à l'accumulation de particules fines comme à l'installation de macroalgues qui se développent temporairement dans les entrelacements des

végétaux du pré-salé sous forme d'une sorte de tapis recouvrant le sol et contribuant largement aux bilans de carbone.

Ces résultats montrent l'impact majeur du labour sur la fonctionnalité de ces prés-salés, diminuant largement leur efficacité en termes de minéralisation du carbone, et suggèrent que le rôle de puits de carbone est largement affecté par ces opérations.

Version temporaire

Futur projet TUPAK : carottage continental d'une oasis en Arabie Saoudite

Bruno Depreux¹

¹ UMR 5133 Archéorient, Université Lumière Lyon 2, CNRS

Contact : depreux.bruno@gmail.com

Cette demande s'inscrit dans la session Carottages continentaux : avancées technologiques, retours de mission, idées de mission... Elle répond à l'invitation de présenter de futurs projets de missions de carottage.

Cette présentation présentera le futur projet TUPAK " Towards an understanding of sedimentary archives, palaeoenvironments and past human societies in Khaybar ", qui est un projet de recherche, en cours de montage, soumis dans le cadre de l'appel d'offre de la Commission royale d'Al-Ula (RCU) et de l'Agence Française pour le développement d'AlUla (AFALULA).

Ce projet a pour objectif l'étude diachronique des paysages, des environnements et des interactions société-milieu de l'oasis de Khaybar, située dans le nord-ouest de l'Arabie Saoudite. Il s'inscrit dans une proche collaboration avec d'autres projets archéologiques étudiant les occupations humaines de différentes périodes de la région de Khaybar. Le projet, qui débuterait en avril 2025, comporte deux axes principaux, un axe centré autour de l'évolution des paléoenvironnements depuis la fin du Pléistocène jusqu'à aujourd'hui, et un deuxième axe centré sur l'anthropisation du milieu et l'agrosystème oasien. A cette fin, il se concentrera sur l'investigation du remplissage sédimentaire des trois principales vallées de Khaybar, et notamment dans la zone centrale de l'oasis, au plus proche des sites funéraires et d'habitat (proto-)historiques et au sein de la palmeraie actuelle.

L'ambition du projet est de documenter :

- les conditions d'habitabilité qu'offrait cette " oasis " aux populations depuis le Paléolithique et les adaptations humaines à des conditions climatiques désertiques ;
- le rôle des fluctuations climatiques dans les changements environnementaux et l'impact des sociétés, notamment (proto-)historiques, sur leur environnement naturel ;
- et les temporalités et les modalités de l'exploitation du milieu et des ressources naturelles par les communautés humaines, notamment depuis l'émergence des agrosystèmes, supposée de l'âge du Bronze.

Dans le but de reconstituer l'histoire la plus longue possible et d'exploiter le maximum du potentiel de l'oasis, il est ainsi envisagé de procéder à une exploration étendue et systémique de l'ensemble des trois principales plaines de Khaybar par carottage. Une première campagne de carottage a été réalisée à l'aide d'un carottier mécanique léger à percussion (Cobra TT), et bien que réussite, l'équipement s'est révélé insuffisant pour atteindre les couches les plus anciennes du remplissage sédimentaire. Face à ces écueils, nous souhaiterions présenter, dans le cadre de cette session, le terrain d'étude et les questions de logistique et d'accessibilité au site ainsi que de discuter des équipements adaptés et de la faisabilité d'un tel projet de carottage en domaine continental à l'étranger.

Assessment of combined microplastic and metallic contamination in surface sediment and water along a historically industrialised gravel-bed river (Severn River, UK)

André-Marie Dendievel¹, Brice Mourier¹, Lee Haverson², Liam Kelleher², Anna Kukkola², Uwe Schneidewind², Stefan Krause²

¹ UMR 5023 LEHNA, ENTPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

² University of Birmingham (UK)

Contact : andre-marie.dendievel@entpe.fr

In the fast-growing context of knowledge about microplastic (MP) contamination of all Earth compartments, we propose a spatial approach along the UK's longest river, the Severn (354 km/220 miles long; 107 m³/s). Our objective is not only to identify areas where MPs accumulate, it mainly aims at estimating how the cocktail of MP and metal contaminants can impact the river system, with a special focus on sediment transiting from upstream to downstream. The Severn has great potential for this type of study because: (i) its upstream section is mainly composed of sedimentary rocks (mudstone and sandstone) dating back to the Palaeozoic Era, that have been mined to extract lead, zinc, silver and copper (in Shropshire and Plymlimon counties), it also presents small towns which originally developed thanks to woolen and heavy industries, (ii) downstream of Telford, the Severn flows through Jurassic and Triassic sedimentary rocks, especially coalfields in the Birmingham Basin (population: 2.9 Minhab.). The main city along the Severn is Worcester (population: 100 kinhab.), which is at the mouth of the SW-Birmingham canal network. The downstream section is therefore densely populated and has been industrialised for a long time.

To take into account these spatial features, 16 sites were sampled for sediment and water from the sources to the mouth of the inland river (upstream of Gloucester). MP concentrations and types were extracted from surface sediments and mapped by using a μ FT-IR. Trace metal elements (TME) and sedimentological parameters (grain size, organic matter – OM, carbonates) were also analysed for each site. Then, contamination indices based on the mass concentrations of metals and MPs in surface sediments were calculated for the pollutant cocktail (Pollution Load Index). In addition, MP content in the water column was also quantified. Based on the river discharge, we estimated daily flows of microplastics transported by the river during the sampling campaign. These results were then statistically processed and spatialised to discuss possible correlations and interpretations.

Our results show two major areas of contamination, separated by a breakpoint zone. (1) In the upstream area, from the Plymlimon to North Powys and Shropshire counties, TME (Cd, Ni, Pb, Zn) are found in high concentrations in surface sediments (twice the baseline). TME were statistically correlated with OM and fine particles and can be linked to the weathering of geological elements, inherited from past mining. High MP levels in sediments were also found, even if it does not coincide with low MPs found in the water column. One hypothesis is that MPs in the sediment are inherited stocks from local deposit or discharge areas. All contaminant concentrations fall around Montford (statistical breakpoint), likely due to the dilution of the signal by some rivers (e.g. Vyrnwy River) and the rural occupation of the area. Then, (2) a gradual increase of the studied contaminants is highlighted in the downstream direction, with a major hotspot south of Worcester and Birmingham basins. TME are typical of urban releases, while MP concentrations are high in both surface sediments and water. The Pollution Load Index (PLI), combining TME and MP, indicates a strong pollution of several upstream sites (PLI=3-4 in North Powys and Shropshire counties) and of the hotspot downstream of Worcester (PLI > 4). The daily

flows of MPs in the water column are also significant in the latter area. This is a critical situation because pollutants stored in surface sediments can be easily remobilised by severe floods, typical of the Severn, in particular south of Worcester (2nd hotspot).

Version temporaire

Les terrasses de la Moyenne Durance : une signature des cycles glaciaire-interglaciaires du quaternaire ?

Virgile Dervis¹, Alexis Nutz¹, Régis Braucher¹, Magali Rizza², Pierre Dietrich³, Hélène Tissoux⁴

¹ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

² UQAM, Montréal (Canada)

³ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

⁴ BRGM, Orléans

Contact : dervis@cerege.fr

Actuellement, dans les vallées et bassins situés en périphérie des Alpes, de nombreuses formes de relief témoignent de l'existence de cycles glaciaire/ interglaciaires. Des alternances de périodes d'avancées et de retraits glaciaire liées aux cyclicités climatiques quaternaires ont été suggérées dès le XIX^e siècle. L'existence de ces cycles glaciaire/interglaciaires ont fait émerger de nombreuses questions sur notre compréhension des dynamiques sédimentaires dans les différentes vallées alpines au Quaternaire (1). Les premiers travaux de Penck et Brückner (1) proposent que l'aggradation fluviale ait eu lieu pendant les stades glaciaires, tandis que l'incision fluviale a prédominé durant les interstades. Depuis, un certain nombre d'études ont permis d'acquérir des données géochronologiques alimentant de nouvelles reconstitutions paléoenvironnementales. Ainsi, certains auteurs (REF) remettent en question cette vision initiale et proposent que l'aggradation fluviale et la formation des terrasses se sont produites pendant les périodes interglaciaires.

Dans le cadre de ce projet, nous tentons de comprendre l'origine des multiples générations de terrasses visibles le long de la vallée de la Moyenne Durance (sud-est France) et notamment l'impact respectif des cycles glaciaires-interglaciaires quaternaires et de l'évolution géodynamique à plus long-terme dans leurs formations. La vallée de la Moyenne Durance a fait l'objet de nombreuses études au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle. Cependant l'essor de nouvelles techniques géochronologiques, tel que les Nucléides Cosmogéniques, la Luminescence Stimulée Optiquement (OSL) et la Résonance de Spin Electronique (ESR), permettent d'obtenir de nouvelles données quantitatives afin de lever un verrou scientifique sur la compréhension de la dynamique sédimentaire quaternaire.

Grâce aux nouveaux relevés LiDAR, un nouveau Modèle Numérique de Terrain (MNT) à haute résolution a permis la réalisation de nouvelles cartes géomorphologique détaillées qui seront présentées. Cette nouvelle cartographie met en évidence 11 niveaux de terrasses le long de la Moyenne Durance. Dans le cadre de cette étude, la nature sédimentologique des terrasses est réexaminée et leur chronologie de mise en place est réévaluée. Ensuite, des transects transversaux et longitudinaux associés à des logs stratigraphiques ont permis d'attribuer ces 11 niveaux de terrasses à trois cycles aggradation/incision. Les datations en cours permettront également de confronter ces trois cycles aggradation/incision aux paramètres climatiques quaternaires et l'évolution à plus long-terme des Alpes dans ce secteur.

Références

Penck, A & Brückner, E, 1909. *Die Alpen im Eiszeitalter*, Fig. 127. 717-1199

Anatomy of a lacustrine margin: example of the of the LaClede Beds of the Green River Formation (Eocene, USA)

Rémy Deschamps¹, Youri Hamon¹, Mathilde Adelinet¹, Jean-Marie Mengus¹

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison
Contact : remy.deschamps@ifpen.fr

The Green River Formation located in Wyoming, North Colorado and Utah is a complex Eocene lacustrine system deposited within a series of lake systems surrounding the Uinta uplift during the end of the Laramide Orogeny (Roehler, 1973; Smith et al., 2008). Two large scales lacustrine systems are recorded in different sub-basins separated by an East-West uplift. The sedimentation of the Green River Formation is dominated by alluvial facies. However, these clastic dominated strata are interbedded by thin carbonate-dominated intervals including the Laney Member in the in the Greater Green River Basin. These carbonate-dominated intervals mainly correspond to balanced-fill lake-type stage, and are characterized by fluctuating facies associations, dominated by stromatolite-rich deposits in the lake margins, and by thinly laminated marly mudstones in the basin center, known to be the main source rocks and oil shale bearing strata of the Green River Formation.

The lower LaClede Beds of the Laney Member correspond to a 10 to 20 m-thick marginal lacustrine carbonates and includes a large variety of facies such as insect-microbial build-ups, tufas, coquinas, skeletal, oolitic grainstones, and silty marls. In terms of architecture, this interval is organized in patches of reef-like morphologies made up of insect microbial build-ups, with intercalated breccia and shales. Based on the vertical stacking pattern of facies and the stratigraphic architectures proposed from the correlation between measured sections, the northwest lake margin occupying the Green River basin exhibited different depositional profiles depending on the stratigraphic interval. The predominance of shallow marginal facies (no extensive development of basin deep facies) suggests low- to medium gradient type margin, rather than steep-type margin (Platt and Wright, 1991). Synthetic depositional profiles have been established and represent the facies distribution as observed in the LaClede beds that represent three different stages of the lake margin evolution, with specific associated facies and architectures.

The LaClede Beds stratigraphic interval correspond to an overall transgressive trend bounded by to major Sequence Boundaries that correspond to major erosional surfaces, the basal one eroding the top of the Wilkins Peaks Formation, the topmost one corresponds to the erosional surface at the base of the Buff Marker Beds. 5 mains stratigraphic units were identified, reflecting different stages of development of the lake margin system. The basal unit corresponds to the onset of the lake system onto the alluvial sediments, with clastic channelized systems surrounded by flood-plain and mudflats deposits. This unit shows a transition between alluvial and palustrine and shallow lacustrine flat deposits with more perennial lake system characterizing the Unit 2. The units above (Units 3 and 4) are characterized by the onset of the development of stromatolite buildups and bioherms surrounded by coarse grained deposits up to a maximum of stromatolite buildup thickness preserved during Unit 4 deposition. During the Unit 5, the margin is n completely flooded with profundal facies deposition infilling first the interbuildups topographies and then covering the whole lake margin. The Unit 5 is capped by a major erosional surface that corresponds to the

unconformity at the base of the clastic Buff Marker Beds, marking the end of the lacustrine carbonate sedimentation.

Following the palaeogeographic reconstructions, two margin configurations were observed during the maximum development of the margin:

An extended margin, that corresponds to a wide and flat shallow area (7-10 km) where numerous buildups could develop. A narrow margin where the transition from the shoreline towards the distal margin (and transition towards profundal environment) occur in a short distance (1-2 km), where buildups developed with specific architecture.

Version temporaire

Caractérisation des réservoirs silicoclastiques du Trias inférieur à la méso-échelle, un aquifère aux enjeux locaux, nationaux et européens

Gaspard Dewaele¹, Sophie Leleu¹, Sylvie Bourquin², Rémy
Deschamps³, Jean-Marie Mengus³, Fadi H. Nader^{3,4}

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

³ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

⁴ Utrecht Universiteit (Pays-Bas)

Contact gaspard.dewaele@u-bordeaux.fr

Les grès du Trias Inférieur dans le Bassin germanique, connus sous le nom de Buntsandstein moyen dans le Nord-Est de la France, présentent des propriétés intéressantes pour l'écoulement des fluides. Ces grès sont aujourd'hui visés par de nombreux pays d'Europe pour leur intérêt en géothermie et en stockage de CO₂. Des essais sont déjà en cours en Belgique, en Allemagne, aux Pays-Bas ou encore au Luxembourg. Plus localement, en Lorraine, la formation des Grès Vosgiens appartenant au Buntsandstein moyen est un aquifère qui enregistre une importante remontée de la nappe liée à l'arrêt de l'activité minière. Cette élévation du niveau de la nappe présente un risque majeur d'inondation par débordement dans des zones habitées bordant les sites miniers. La compréhension des circulations de fluide en subsurface joue donc un rôle majeur pour le monitoring actuel et l'exploitation future de l'aquifère.

D'après les travaux publiés, le Trias Inférieur a été déposé au sein d'un bassin considéré comme endoréique sous un climat aride avec un taux d'humidité variable lié aux flux provenant des reliefs adjacents. Les sédiments préservés sur la marge méridionale de ce bassin sont issus de systèmes alluviaux pérennes et éphémères dans une plaine alluviale aride avec préservation de dépôts éoliens. Les origines fluviales et éoliennes de ces grès ont engendré des hétérogénéités dans les faciès proximaux présents actuellement dans le Nord-est de la France. L'agencement à la méso-échelle des associations de faciès issus de ces environnements est observable et quantifiable grâce à un modèle photogrammétrique 3D réalisé dans une ancienne carrière au droit des mines de charbon en Lorraine. Cette étude est complétée en subsurface grâce à des données de carottes traversant la série triasique sous-jacente. Les failles et fractures qui traversent localement cette unité doivent également être caractérisées afin d'évaluer leur impact sur l'écoulement des fluides dans le réservoir. L'étude de l'architecture sédimentaire et la cartographie des failles et fractures, couplées aux analyses sédimentologiques et pétrographiques, permettent de construire un modèle géologique robuste de ce système.

L'objectif est de construire un modèle géologique 3D basé sur le modèle photogrammétrique en y implémentant des caractéristiques géométriques et architecturales observables sur les données photogrammétriques de systèmes fluvio-éoliens similaires. Avec cette méthode, ce projet vise à caractériser, à la méso-échelle, ce réservoir silicoclastique sur la marge méridionale du Bassin germanique. Pour cela, l'objectif est de construire un modèle numérique représentant la distribution des propriétés de ce réservoir afin d'intégrer ces données dans une simulation dynamique de circulation de fluides. Ce type de modélisation répond à la fois aux enjeux de vulnérabilité des populations en Lorraine et aux enjeux énergétiques liés aux capacités géothermiques des réservoirs du Trias inférieur en France et en Europe.

Les sédiments fluviaux comme réservoir de microplastiques : exemple du Rhône en amont et aval de Lyon

Elie Dhivert^{1,2}, Thierry Winiarski², Johnny Gasperi³, Florence Delor-Jestin⁴, Bruno Tassin⁵, Brice Mourier²

¹ EA 6293 GéHCO, Université de Tours

² UMR 5023 LEHNA, ENTPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

³ LEE, Université Gustave Eiffel

⁴ SIGMA, Université Clermont Auvergne, CNRS

⁵ LEESU, Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne, École des Ponts ParisTech

Contact : Elie.DHIVERT@entpe.fr

Dans les fleuves, les niveaux de contamination sont de l'ordre de quelques microplastiques par litre d'eau, mais peuvent atteindre plusieurs centaines à milliers de particules par kilogrammes de sédiments (mp.kg-1). Ce constat, laisse entrevoir l'existence d'un important réservoir de microplastiques piégé dans le compartiment sédimentaire. La quantification de ce stock nécessite néanmoins de mieux cerner les mécanismes de contaminations dans l'espace et le temps. Dans cette perspective, le projet ANR Sédi-Plast s'intéresse aux sédiments de surface et carottes sédimentaires prélevés au niveau de six stations réparties sur les trois principaux fleuves métropolitains : la Seine ; la Loire et le Rhône. Elles intègrent différentes configurations au regard de l'influence des sources de microplastiques et de fonctionnement hydrosédimentaire, ainsi que des chroniques sédimentaires sur plusieurs décennies. L'exemple des stations du Rhône illustre les principaux enseignements de ces recherches. Elles sont situées en amont et aval de la métropole de Lyon. L'analyse des sédiments de surface met ainsi en évidence une contamination de l'ensemble de la bande de sédimentation active. Pour la station amont, les niveaux de contamination sont proches de la littérature internationale (103 mp.kg-1) et homogènes à l'échelle de la station. Sur la station aval, les niveaux de contamination sont un ordre de grandeur plus importants avec également une plus grande diversité de polymères. La distribution spatiale des contaminations est également plus hétérogène avec des teneurs plus élevées associées à la sédimentation de particules fines dans les chenaux secondaires. En ce qui concerne les carottes sédimentaires, les chroniques couvrent quatre décennies. A distance des sources, l'archive sédimentaire de la station amont atteste de niveaux de contamination s'inscrivant dans une même gamme tout au long de l'enregistrement. En aval de Lyon, les teneurs maximales sont enregistrées dans les années 1990-2000 avant d'être sensiblement plus basses dans les années 2010-2020. Sur cette base les taux d'accumulation des microplastiques ont été calculés, donnant accès in fine aux stocks accumulés sur les périodes documentées par les carottes sédimentaires. Les estimations font état de 14 et 966 kg.ha-1 accumulés dans les chenaux secondaires respectivement en amont et aval de la métropole de Lyon. Ce réservoir de microplastiques peut dans certaines circonstances être déstocké et venir altérer davantage la qualité des milieux aquatiques. Il soulève également des enjeux particuliers pour la gestion des sédiments fluviaux et la conservation/restauration des milieux aquatiques.

Nature et origine de débris délestés d'icebergs de l'Atlas marocain au Carbonifère inférieur : Implications paléogéographiques et climatiques

Pierre Dietrich¹, Thibault Parodi¹, Marc Poujol¹, Guilhem Amin
Douillet², Lahcen Kabiri³, Mohamed El Houicha⁴, Alexis Nutz⁵

¹ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

⁴ Institut für Geologie, Universität Bern (Suisse)

³ FST Errachidia, Université Moulay Ismail Meknès (Maroc)

⁴ Laboratoire de Géodynamique et géomatique, FST Université Chouaïb Doukkali El Jadida (Maroc)

⁵ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

Contact : pierre.dietrich@univ-rennes.fr

L'avant-dernière glaciation que notre planète a connue, la glaciation du paléozoïque supérieure, a duré près de 100 millions d'années, de 360 et 260 Ma, et a profondément affecté l'ensemble des enveloppes externes de la Terre (climats, surfaces continentales, biosphère). Sur la majeure partie du sud Gondwana, de l'Amérique du Sud à l'Australie en passant par l'Afrique centrale et australe, l'Inde et l'Antarctique, les très épaisses accumulations sédimentaires témoignant de cette glaciation, leurs datations absolues, ainsi que des paléoreliefs glaciaires spectaculairement préservés (fjords, overdeepenings) permettent de retracer l'évolution spatio-temporelle des glaces au cours de cette glaciation. Les reconstructions paléogéographiques existantes suggèrent que l'extension glaciaire a été maximale aux environs de la transition Carbonifère-Permien, vers 300 Ma. Cependant, notre récente découverte dans l'Atlas marocain de clastes décimétriques composés de lithologies exotiques à cette région au sein d'alternances marines argilo-gréseuses datées d'environ 330 Ma (Viséen, Carbonifère inf.), et interprétés comme des débris délestés d'icebergs, indique donc que des icebergs ont atteint cette région alors située aux alentours de 20-25°S de latitude, soit aux Tropiques. La caractérisation de la nature des clastes gréseux et granitiques formant ces débris délestés (datations U-Pb des populations de zircons détritiques et magmatiques, mesure des majeurs et traces et caractéristiques pétrographiques des clastes granitiques) permet de discuter l'origine de ces débris délestés sur le Gondwana ou les terranes peri-gondwaniens et de proposer une trajectoire des glaciers continentaux ayant ultimement produits les icebergs, c'est à dire une paléogéographie glaciaire sur le nord Gondwana. Un stage de recherche de Master 2 à l'IPGP portant sur la modélisation numérique de la dérive des icebergs viséens est prévu sur l'année universitaire 2024-2025.

Matière organique des sédiments marins récents du bassin de Guaymas : analyse Rock-Eval 7S® (RE7S)

Pauline Dodinet¹, Isabelle Kowalewski², Herman Ravelojaona²,
Melissa Tellez², Wenda Dherbois², Violaine Lamoureux-Var², Armelle
Riboulleau¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

Contact : pauline.dodinet@ifpen.fr

Nous allons étudier les sédiments provenant du bassin de Guaymas. Ce bassin est intéressant car il est caractérisé par une sédimentation rapide et une forte productivité dont une grande proportion de diatomées marines. Il en résulte de fortes teneurs en carbone organique et en soufre avec un TOC_{moy} de 2 % et un Stot de 1 %. L'expédition IODP 385 en 2019 a permis de forer 7 sites sur une épaisseur pouvant aller à 500 m et ayant un âge maximal de 400 000 ans. Parmi ces 7 sites, nous avons obtenu des résultats sur 4 sites : U1545 qui est le site de référence sans déformation, U1546 qui est un site affecté par une intrusion magmatique profonde, U1547 qui est un site affecté par une intrusion magmatique superficielle et U1552 qui est un site possédant des clathrates. Notre objectif est d'étudier la matière organique pour caractériser son devenir au cours de l'enfouissement en fonction des différents contextes via le RE7S.

Le RE7S nous permet d'étudier la matière organique via différents paramètres : TOC, Tmax, OI, HI, Total S, le soufre organique (Sorg) et le soufre pyritique (Spyr) dont les deux derniers sont déterminés par le logiciel Géoworks®. Le TOC est un paramètre stable qui diminue de 4 à 2 % puis se stabilise autour de cette valeur dans tous les sites. Le Tmax diminue puis augmente en profondeur. Les OI et HI sont variables d'un site à l'autre. Le total S augmente jusqu'à 2 % dans le site U1546 et varie entre 1 et 1,5 % dans les autres sites avec parfois un maximum à 2%. Les Sorg et Spyr varient d'un site à l'autre.

Pour le site U1545, sans déformation et pour le site U1546, qui affecté par une intrusion magmatique profonde, le Tmax_{min} se situe dans la zone de transition méthane sulfate (ZTSM) qui est aussi la zone où le TOC commence à se stabiliser. Dans le site U1547, la colonne chimique n'est pas en équilibre, ce qui ne nous permet pas de déterminer la ZTSM. Il semble que les transformations de la matière organique soient affectées par l'intrusion magmatique peu profonde. Dans le site 1552, la présence de la couche d'hydrate de gaz vers 20 m n'affecte pas significativement les transformations diagenétiques qui semblent être comparables aux sites U1545 et U1546.

Paramètres thermochimiques et signification géologique des ciments précoces dans les aquifères carbonatés : apports de la diagenèse expérimentale

Julien Douçot¹, Jean-Baptiste Regnet¹, Philippe Robion¹, Jérôme Fortin²

¹ Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

² UMR 8538 Laboratoire de géologie, ENS Paris, CNRS

Contact : jean-baptiste.regnet@cyu.fr

Les ciments produits par la diagenèse précoce des carbonates, dans les environnements météoriques phréatique et vadose, jouent un rôle décisif pour les propriétés pétrophysiques et mécaniques des roches qui en héritent. Les paramètres thermochimiques mis en jeu au cours de ces processus sont peu documentés. Nous proposons une investigation fine de leur évolution dans le temps à travers une diagenèse expérimentale en laboratoire. Le précurseur sédimentaire est un sable aragonitique à 99% des Bahamas composé d'oolithes. Saturé d'eau distillée, il est placé en autoclave à 150°C pendant une durée variant de 6h à 140 jours. Au cours d'une première phase, les résultats font apparaître des processus de transformation aragonite/calcite : on observe une croissance de ciments calcitiques à la périphérie des oolithes et une dissolution partielle de l'aragonite en direction de leur centre. Les zones partiellement dissoutes présentent une alternance d'enveloppes poreuses et de laminations concentriques d'aragonite. Au cours d'une deuxième phase, l'alternance d'enveloppes disparaît. De gros cristaux de calcite apparaissent à sa place. Les deux types de microstructures produites trouvent leur analogue dans des formations naturelles. Leur croissance peut être interprétée en fonction des variations de la saturation en CaCO₃ à l'intérieur de l'oolithe, de la température et du temps. Enfin, les deux phases de stabilisation minéralogique observées montrent que ces microstructures peuvent apparaître tôt lors de la diagenèse, dès que l'oolithe forme un système thermodynamiquement fermé.

Surveillance des Microplastiques dans les sédiments portuaires : Évaluation de différentes méthodes d'analyse

Julie Droit¹, Camille Lacroix², Sébastien Rohais³, Maria Fernanda Romero-Sarmiento³, Sophie Goulitquer⁴

¹ CEREMA, Plouzané

² CEDRE, Brest

³ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

⁴ LABOCEA, Plouzané

Contact : julie.droit@cerema.fr

Introduction : La contamination des sédiments portuaires par les microplastiques (MP) est une problématique importante pour les activités de dragage. Le développement de la surveillance des MP dans les milieux marins est préconisé au niveau national, via la feuille de route zéro déchet plastique en mer, au niveau européen, via la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), et au niveau international via les recommandations des conventions des mers régionales.

La convention OSPAR travaille notamment au développement d'un indicateur MP dans les sédiments. Ainsi, un protocole d'échantillonnage et d'analyse devrait être préconisé. Le Cerema est expert technique pour le réseau national de surveillance des ports maritimes (REPOM). L'objectif de ce réseau est de surveiller la qualité des sédiments portuaires en s'appuyant sur les services chargés de la police des eaux littorales. Afin d'acquérir des données sur la contamination des sédiments portuaires par les MP, un programme spécifique a été initié en 2021 au niveau des ports de Brest et de Douarnenez. En 2022, 15 ports supplémentaires, répartis sur plusieurs façades maritimes, ont été surveillés. La campagne test se poursuit actuellement par l'analyse d'une dizaine de points répartis sur 3 départements de la façade Manche et Atlantique. Différentes méthodes d'analyse sont ainsi testées en collaboration avec le Cedre, IFPEN et le laboratoire Laboceca afin d'identifier la plus adaptée au REPOM.

Méthode : Les prélèvements sont effectués par les services de Police des Eaux de chaque département. Le plan d'échantillonnage des points REPOM est le même d'année en année. Les concentrations en MP pourront ainsi être comparées à celles d'autres contaminants, notamment les phtalates. Plusieurs méthodes ont été testées afin d'identifier de comparer les résultats en termes de répétabilité, d'unité de mesure, de durée d'analyse et de coût :

- Analyse visuelle
- Infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)
- Méthode thermique pyrolyse via l'outil Rock-Eval d'IFPEN
- Pyrolyse couplée à la chromatographie en phase gazeuse et à la spectrométrie de masse (Pyr- GC/MS)

Résultats : Les résultats des analyses FTIR montrent une grande disparité des concentrations en MP. Les teneurs varient entre 470 MP/kg à près de 35 000 MP/kg. Une variabilité importante est également observée au sein d'un même port en fonction des points échantillonnés. La médiane des valeurs est de 8 300 MP/kg pour un écart type de plus de 10 000 MP/kg. Les polymères les plus fréquemment identifiés sont le polyéthylène (23 %), le polypropylène (20 %) et enfin le copolymère polyéthylène-propylène (12 %). Les particules sont majoritairement de taille inférieure à 500 µm. Selon les analyses visuelles, les MP retrouvés dans les sédiments portuaires sont principalement composés de fragments de plastique dur (45 à 80 %) et de fibres synthétiques (15 à 60 %). Les concentrations de MP calculées en utilisant les paramètres Rock-Eval®, exprimées en ppm (mg/kg), sont cohérentes avec

les estimations obtenues par les méthodes classiquement utilisées pour les études de quantification des MP dans l'environnement comme le μ -FTIR ou la Py-GC- MS. Il n'existe actuellement aucune norme pour l'analyse des MP dans les sédiments. Dans le cadre des campagnes d'essais 2021, 2022 et 2024, plusieurs méthodes d'analyse ont ainsi pu être testées afin d'identifier la méthode la plus adaptée pour généraliser cette surveillance via le REPOM. Plusieurs critères ont finalement été évalués afin de proposer des recommandations pour les prochaines étapes de structuration du réseau de surveillance.

Version temporaire

Evidence of Miocene Mediterranean salt giant formation in the Atlantic: preliminary results from IODP Expedition 401

Emmanuelle Ducassou¹, Rachel Flecker², Trevor Williams³, Science Party Expedition 401

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² University of Bristol (UK)

³ Texas A&M University (USA)

Contact : R.Flecker@bristol.ac.uk

Warm, saline Mediterranean overflow is an important intermediate water mass in the Atlantic that helps drive thermohaline circulation today. In the latest Miocene, Mediterranean salinity varied dramatically as a salt giant formed; the so-called Messinian Salinity Crisis (MSC). These extreme salinity fluctuations, resulting from changes to the Mediterranean-Atlantic gateway, impacted the timing, volume and density of paleo-Mediterranean overflow. International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 401 is the offshore element of a Land-2-Sea project, IMAGE, designed to reconstruct Miocene-Pliocene Mediterranean-Atlantic exchange and evaluate its impact on North Atlantic thermohaline circulation and global climate. Expedition 401 sites link Mediterranean overflow at the gateway (U1611 in the Alborán Sea) to a proximal (U1610 Gulf of Cádiz) – distal (U1609 and U1385 Portuguese Margin) transect down the Mediterranean overflow plume. Strong precessional cyclicity in both the Atlantic and Mediterranean successions allows a preliminary correlation between sites. These correlated successions demonstrate that Miocene Mediterranean-Atlantic connectivity changes are clearly visible in the distal plume contouritic sequences on the Portuguese margin. The proximal sequence recovered from the Gulf of Cádiz also contains precessionally-paced bottom current (contourite) deposits indicative of overflow plume sedimentation, but these began later than anticipated, ~700 kyr after the Mio-Pliocene boundary. The Messinian sequence recovered from the Alborán Basin comprises a near continuous subaqueous sequence. This is at odds with models suggesting that Mediterranean baselevel fall at the end of the MSC resulted in subaerial exposure of the Alborán Basin. It also demonstrates that the Gibraltar Strait only started functioning as the modern-day Mediterranean-Atlantic gateway from the early Pliocene. Consequently, during the latest Messinian, the gateway was under the influence of different oceanographic processes or has been elsewhere. Collectively these results challenge accepted understanding of the location and timing of gateway change, its impact on Mediterranean overflow and has implications for thermohaline circulation in the North Atlantic.

Impact des aménagements et des crues sur la dynamique d'accumulation sédimentaire dans les annexes fluviales : l'exemple de la Saône

Augustine Ecorse¹, André-Marie Dendievel¹, Brice Mourier¹, Jean-Philippe Bedell¹, Thierry Winiarski¹

1 UMR 5023 LEHNA, ENTPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS
Contact : andre-marie.dendievel@entpe.fr

Depuis la fin du XIX^e siècle, les grands fleuves ont été largement modifiés et aménagés pour la navigation, le contrôle des crues ou encore la production hydroélectrique. Les tracés des cours d'eau et les dynamiques hydro-sédimentaires ont largement évolué sous l'effet direct ou indirect de ces actions, notamment en cas de rectification, de court-circuitage de méandres ou de tronçons fluviaux, d'incision suite à l'extraction de granulats, ou de changements des débits et niveaux d'eau suite à la mise en place de barrages. Les annexes fluviales, reliées au court d'eau principal par leur extrémité apicale ou terminale, ont été également touchées, affectant leur fonctionnement hydro-sédimentaires ainsi que les services rendus par ces zones humides (puits à carbone, zones tampons pour les crues, habitats-refuge, biodiversité, filtrage des polluants, etc.). Plusieurs études, notamment menées sur le long du Rhône, ont démontré que ces annexes fluviales avaient tendance à se combler rapidement au cours des dernières décennies, mais à des vitesses et des rythmes relativement variés. Néanmoins, les affluents du Rhône ont – en dehors de l'Ain – été peu étudiés.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de mieux comprendre les dynamiques d'accumulation des sédiments (et dans le futur des polluants) dans les annexes fluviales des affluents du Rhône, dans le but de mieux appréhender les facteurs contribuant à leur évolution sur le long terme. Dans le cadre d'un travail de Master récent, des annexes fluviales situées l'Arve, la Saône et le Rhône en aval de la Cance, ont été étudiées. Nous présenterons ici la méthodologie générale suivie, ainsi que les résultats obtenus sur l'annexe fluviale de Port-Bernalin dans la section aval de la Saône.

Sur tous les affluents, une approche rétrospective géohistorique est développée pour identifier des annexes fluviales ayant été en eau, et donc à même de stocker des sédiments, de façon relativement continues depuis les années 1950. L'évolution des sites est reconstituée à partir de plans d'archives et de photographies aériennes anciennes. Une vérification de terrain est effectuée (prospection pédestre puis géophysique), puis des carottages en milieu aquatique peu profond sont réalisés à l'aide d'un carottier UWITEC. Ensuite, les carottes sont étudiées en laboratoire en réalisant des mesures classiques de granulométrie laser, de susceptibilité magnétique, et dosage de la matière organique (MO) et des carbonates par perte au feu. Ces données sont traitées statistiquement (EMMA) et replacées dans le temps à l'aide de datations basées sur des radionucléides (¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ¹⁴C).

Sur le site d'étude de la Saône, la séquence débute par un niveau grossier, peu magnétique, riche en coquilles et en carbonates dont la base est datée de la crue de 1955, ce qui montre l'impact et l'influence des crues exceptionnelles sur l'écosystème de l'annexe fluviale. Ces caractéristiques changent à partir des années 1970 avec l'augmentation des particules les plus fines. Notre hypothèse est que ce changement de sédimentation est lié à la mise en place d'un barrage en aval qui augmente l'épaisseur de la tranche d'eau sur le site. Enfin, les couches les

plus récentes montrent une augmentation des taux de MO, tandis que les valeurs de susceptibilité magnétique chutent. Cette dernière dynamique témoigne du comblement et de l'eutrophisation de l'annexe. Une forte hétérogénéité de la taille des particules est également observée, peut-être en raison d'apports détritiques (crues) et d'agrégats organiques. Ce travail souligne la pertinence des archives sédimentaires stockées dans les annexes fluviales pour comprendre les dynamiques de sédimentation des affluents du Rhône, sous l'effet des aménagements et des crues, et permettront à terme de reconstituer les tendances de pollutions aussi archivées dans ces sédiments.

Version temporaire

Micro-elements tracing; a tool for tracking biogenicity in pyritized specimens

Anna El Khoury^{1,2}, Andrea Somogyi², Ernest Chi Fru⁴, Abderrazak El Albani¹

¹ UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers, CNRS

² Nanoscopium, Synchrotron SOLEIL, CNRS

⁴ Centre for Geobiology and Geochemistry, Cardiff University (UK)

Contact: anna.el.khoury@univ-poitiers.fr

Proof of life on Earth is preserved in many methods but a common one is the mineralization of organic tissues by pyritization. Thus, pyrite permitted the preservation of traces of life in different environments from first steps of life development until present days. It is also the sink of trace elements that depend on many factors for their incorporation. One approach to elucidate the biogenicity in pyritized specimens involves the analysis of trace elements (e.g. As, Zn, Cu, Ni and Co) preserved in rocks. Hence, trace elements found in pyrite hold the unique potential to work as valuable biogenic proxies when their geochemical signatures associated with biological processes are well-constrained. Often, in order to track the complex elemental interplay between abiotic and biotic processes, sophisticated analytical techniques are used, including LA-ICPMS, Synchrotron nano-XRF, XANES and isotope studies to quantify elemental concentrations, visualize elemental repartition, assess oxidation state and isotope distribution of bulk and single mineralogical assemblages. Here, using these techniques, we studied the one of a kind 2.1 billion years Gabonese pyritized fossils (1,2,3,4), as well as younger specimens from different geological age and deposition and compared it to abiotic pyritized specimens to better elucidate prevailing interactions of elemental biogeochemical cycling associated with the emergence of different form of life on Earth. This data complements morphological observations, which are not always decisive, as well as remains of organic matter, which could easily be contaminated by modern materials.

References

El Albani, A. et al (2010). Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1 Gyr ago. *Nature*, 466(7302), 100-104

El Albani, A. et al (2014). The 2.1 Ga old Francevillian biota: biogenicity, taphonomy and biodiversity. *PLoS One*, 9 (6), e99438

El Albani, A. et al (2019). Organism motility in an oxygenated shallow-marine environment 2.1 billion years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (9), 3431-3436.

El Albani, A. et al (2023). A search for life in Palaeoproterozoic marine sediments using Zn isotopes and geochemistry. *Earth and Planetary Science Letters*, 612, 118169.

Modélisation de l'épaisseur sédimentaire totale en domaine océanique par apprentissage automatique à partir des forages DSDP/ODP/IODP

Samuel Etienne^{1,2}, Sébastien Zaragosi², Elodie Marchès¹, Vincent Hanquiez²

¹ Département de géologie marine, SHOM

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : samuel.etienne@shom.fr

La connaissance à l'échelle globale de l'épaisseur sédimentaire totale en domaine océanique est essentielle pour affiner les modèles de propagation acoustique en milieu marin et forme un axe important du projet de technologie défense AMETISTE du Shom. Elle présente également de multiples applications fondamentales en géosciences, par exemple dans l'élaboration des modèles crustaux utilisés pour l'inversion des données de tomographie ou encore pour la compréhension de la structure thermique de la lithosphère océanique.

Des compilations globales des épaisseurs sédimentaires totales sont disponibles dans la littérature, tel que le modèle CRUST1.0 à 1 degré (Laske et al., 2013) et plus récemment le modèle GLOBSED à 5 min d'arc (Straume et al., 2019). Ces grilles mondiales reposent principalement sur l'interpolation de données indirectes (sismique réfraction/réflexion, gravimétrie, magnétisme, etc.) inégalement réparties à l'échelle mondiale, ce qui entraîne des incertitudes, notamment dans les zones océaniques profondes où la couverture de données est faible.

De manière complémentaire à ces compilations, une approche de modélisation par apprentissage automatique a été initiée à partir d'un jeu de données d'entraînement regroupant 645 forages scientifiques ayant traversé l'intégralité de la couverture sédimentaire jusqu'à la croûte océanique, répartis dans tous les océans du monde. Cette base de données a été compilée durant ce projet à partir des rapports des campagnes des programmes internationaux DSDP (Deep Sea Drilling Project, legs 1-96, années 1967-1983), ODP (Ocean Drilling Project, legs 100 à 210, années 1984-2002) et IODP (International Ocean Drilling/Discovery Project, legs 301-405, années 2003-2024). L'objectif est de déterminer les corrélations entre l'épaisseur sédimentaire et des variables dont les valeurs sont connues de manière continue (variables dites 'prédictives'), afin d'estimer les épaisseurs loin des zones forées.

Trente-deux variables prédictives ont été rassemblées dans la bibliographie ou bien générées grâce aux outils d'analyse spatiale de GMT et d'ArcGIS. Ces variables se répartissent en deux grands groupes : celles liées aux apports sédimentaires (productivité de surface, charge sédimentaire en suspension, distance à la côte, distance aux grands fleuves, distance aux calottes du dernier maximum glaciaire, etc.) et celles associées au contexte géomorphologique et géodynamique (distances aux marges passives et actives, distances aux limites de plaques, âge, épaisseur et densité de la croûte, bathymétrie, pente, anomalies gravimétriques, etc.).

Après avoir testé plusieurs algorithmes, le modèle ExtraTreeRegressor basé sur les arbres de décision a montré les meilleures performances avec une racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) autour d'une centaine de mètres, et un très bon coefficient de corrélation entre les valeurs réelles et prédites (évaluation sur les données de test non vues par le modèle). En domaine de croûte océanique, ces résultats surpassent les compilations existantes, telles que GLOBSED, et offrent une

meilleure résolution. Les principales zones d'accumulation sédimentaire, notamment à proximité des grands fleuves et des zones d'upwelling, sont bien modélisées, offrant une vision détaillée des épaisseurs sédimentaires à l'échelle mondiale. Les perspectives de ce travail, encore préliminaire, incluent l'amélioration du modèle en enrichissant la base de données d'entraînement ainsi que l'extension des prédictions aux marges continentales.

Version temporaire

High resolution analysis of Neoproterozoic microfossils from the Draken Formation, Spitsbergen

Alexandre Fadel^{1,2}, Kevin Lepot^{2,3}, Sylvain Bernard⁴, Ahmed Addad⁵,
Armelle Riboulleau², Andrew H. Knoll⁶

¹ FR 2638 Institut Chevreul, Université de Lille, Université d'Artois, Centrale Lille, CNRS, INRAE

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ Institut Universitaire de France

⁴ UMR 7590 IMPMC, Université Paris-Sorbonne, CNRS, MNHN

⁵ UMR 8207 UMET, Université de Lille, CNRS, ENSCL, INRAE

⁶ Department of Organismic and Evolutionary Biology, Harvard University (USA)

Contact: alexandre.fadel@univ-lille.fr

The Neoproterozoic Draken Formation, Spitsbergen, contains silicified clasts of peritidal microbial mats with highly diverse and well-preserved microfossil assemblages. These microbial mats are dominated by mat-building filaments associated with diverse benthic and/or allochthonous (possibly planktonic) microorganisms. This assemblage occurs at a turning point in the evolution of photosynthetic primary producers, before a major diversification of photosynthetic eukaryotes and the Neoproterozoic Oxygenation Event.

Due to their excellent preservation, Draken microfossils have the potential to provide new criteria for the phylogenetic interpretation of older microfossils. Moreover, the taxonomy of a number of these fossil microorganisms has remained difficult to constrain.

Here, we characterized the ultrastructure and composition of organic matter in various microfossils using a combination of scanning transmission electron microscopy (STEM), Raman spectroscopy and scanning transmission X-ray microscopy (STXM). Despite their poor molecular preservation revealed with these techniques, the microfossils preserve delicate ultrastructures, some of which cannot be distinguished under the optical microscope. We distinguish the nanoscale texture of sheaths and internal structures in fossil cyanobacteria, revealing different wall structures and/or membranes thickened by cell contents. The ultrastructure of large spheroidal fossils with ruptured wall, of uncertain affinity, has been investigated, revealing bilayered structure of unknown origin. Finally, in the problematic *Myxococcoides*, an unexpected wall texture has been documented and is best reconciled with a eukaryotic affinity. Overall, our nanoscale studies yield unprecedented insights into the taphonomy and taxonomy of this emblematic microfossil assemblage.

Note technique : Retour d'expérience de carottage avec du matériel léger en eaux peu profonde à l'aide d'une aiguille vibrante à béton

Bernard Fanget¹, Julien Didier², Raphaël Gallet¹, Stéphane Jaillet¹,
Emmanuel Malet¹, Gaël Monvoisin³, Édouard Régner⁴

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UMR 6249 Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté, CNRS

³ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

⁴ UMR 8212 LSCE, CNRS, CEA, Université de Versailles Saint-Quentin

Contact : julien.didier@univ-fcomte.fr

Dans le cadre de la première session des journées techniques du réseau de métier des Carotteurs Continental Français (13-16 novembre 2023), nous nous sommes associés avec le réseau de métier Milieux Souterrains et Karst pour tester un nouveau dispositif de carottage dans des conditions complexes. Deux objectifs ont été fixés pour ces journées : (1) l'utilisation de moyens de carottage légers, démontables et transportables permettant l'échantillonnage de sites jusqu'alors inaccessibles ; (2) de tester un mode de carottage par vibration pour des sédiments particulièrement compacts en eaux peu profonde.

Le laboratoire EDYTEM a développé une mini barge de voyage servant au carottage lacustre. L'ensemble du matériel de carottage peut être transporté dans 6 bagages de 23 kg (conditionnement hors format, admis en transport aérien).

Pour ces journées techniques ; nous avons utilisé un autre système de type nesje modifié pour tube de 90mm (aussi développé par EDYTEM) utilisant deux moutons de frappe d'environ 10 kg au total. Malheureusement, dans le cas des faibles tranches d'eau, le dispositif de carottage s'avère compliqué à utiliser (surtout avec des sédiments " coriaces " et nécessiterait des développements supplémentaires. Pour cette raison, nous avons testé une technique de carottage par vibration à l'aide d'une aiguille à béton louée (diamètre 40mm, longueur 315 mm, fréquence de vibration 12000 t/min, 2000W).

Le site pour les essais de carottage devait répondre à plusieurs contraintes. Les objectifs étaient de démontrer l'utilisation du matériel léger et transportable dans le lac souterrain des grottes de Choranche dans le Vercors. En effet, Si le matériel peut être utilisé dans une cavité karstique, il peut être déployé facilement. De plus, l'existence d'une pile sédimentaire identifiée dans ce lac avait fait l'objet de plusieurs investigations. C'est aussi un site qui s'inscrit dans une grotte touristique offrant les commodités d'accès, d'éclairages et d'électricité et qui, en outre, est clos la nuit permettant de laisser le matériel entre deux séances de travail. C'est aussi un site assez central dans le Sud-Est de la France, permettant de rassembler aisément les opérateurs. Nous avons testé onze configurations de ce matériel avec tube PVC de 63 et 90 mm et tube inox de 90 mm de diamètre. La tête de l'aiguille à béton a été mise en œuvre de façon verticale et horizontale pour tester l'effet des axes de vibrations. La meilleure performance a été l'obtention d'une carotte de 1,8m en 1min et 42 secondes avec un tube inox de 90 mm dans lequel il y a un piston et surmonté d'un poids de 95 kg (15 kg poids du nesjer et 80 kg d'un opérateur). Cette technique nous a permis d'atteindre le bedrock à 3,1 m (par l'utilisation supplémentaire d'un carottier Niederreiter 63 mm de 2 m). Toutefois, lorsque la position de l'aiguille et placée au sommet du tube (évitant tout risque de sécurité) a permis d'obtenir une carotte identique en 2

minutes et 15 secondes ; donc sans perte notable d'efficacité. Pour une utilisation pérenne de ce système, un futur développement mécanique doit être envisagé dans le cadre du réseau de métier CCF.

Version temporaire

Flamborough head's contourites: An insight into chalk deep-sea sedimentation

Ophélie Fay¹, Éric Lasseur²

¹ Department of Mining Engineering, University of Mons (Belgium)

² BRGM, Orléans

Contact : ophelie.fay@umons.ac.be

The outcrops of the Flamborough Head promontory in Yorkshire, UK, including sea cliffs and inland quarries, provide an exceptional view of the Upper Cretaceous sedimentation. These exposures reveal deep-sea chalks uplifted during the Tertiary inversion, which were belonging to the western part of the North Sea making them very good analogous to the North Sea chalk deposits. A detailed sedimentological study of the Turonian to Campanian sections, incorporating both macroscopic and microscopic observations, reveals well-preserved sedimentary features consistent with depositional processes in a deep marine environment. Among the identified facies, the bottom-current-related facies, or contourites, stand out. These depositional facies, due to the fine-grained nature of chalk, do not conform to the ideal contourite (siliciclastic) model at first sight but display evidence of the action of bottom current. Hundreds of meters thick in total of chalk are composed of thinly laminated beds with planar and undulating laminations, and current ripples. Large bed packages exhibit internal organization with compensation, suggesting deposition within larger contourite drifts, as seen on a larger scale in nearby offshore seismic profiles. In addition to contourites, the study identified turbidites and hemipelagites. Turbidites are characterized by massive beds with sharp bases, grading upward to finer, laminated deposits, and minimal bioturbation. Hemipelagites, on the other hand, are intensely bioturbated mudstones with sparse fauna, showing no evidence of current reworking. The frequent association of turbidites and contourites suggests that turbiditic deposits were likely reworked by bottom currents. The presence of contourites in the chalks of Flamborough Head provides a valuable analogue for the North Sea deposits, offering insights into the dynamics of chalk deposition along the paleo-slope influenced by bottom currents. The consistent identification of these contouritic facies in chalk across the Flamborough Head promontory, spanning the Turonian to Campanian, highlights periods of increased bottom current activity, with hemipelagite-dominated intervals in between. The site offers a unique combination of cliff exposure with differential weathering and a history of deep burial and compaction that highlight sedimentary features in an overall fine-grained sediment with low texture grain size variations. This enables the observation of contouritic facies, providing insights into sedimentary processes that are usually hardly observable in chalk from cores, although contourites geometries are widely reported through seismic data. This study not only provides a valuable analogue for North Sea Chalk deposits but also enhances our understanding of the paleogeography, slope processes, and bottom current dynamics within the Chalk.

Chalk marl seams: not quite what they seem...

Ophélie Fay¹, Mateus Kroth², Hannes Claes³, Andrew Farrant⁴, Sara Vandycke¹, Mark Woods⁴

¹ Department of Mining Engineering, University of Mons (Belgium)

² Faculty of Geosciences, Utrecht University (Netherlands)

³ KULeuven (Belgium)

⁴ British Geological Survey (UK)

Contact: ophelie.fay@umons.ac.be

The origin of wispy marl-seams and nodular chalk has long been a subject of debate, with sedimentary versus diagenetic origins still being particularly contested. Through scanning electron microscope (SEM) observations of thin sections from a borehole in the Chalk from Southern England (UK), we gain new insights into the microtexture of nodular chalk (specifically the Lower Turonian Holywell Nodular Chalk and Upper Turonian – Coniacian Lewes Nodular Chalk formations) and marl-seams from the Turonian New Pit Chalk Formation. Our study conclusively establishes the diagenetic nature of these features.

In nodular chalk, microscale observations reveal evidence of pressure dissolution, including micro- stylolites and the concentration of insoluble material around the nodules. Surprisingly, the darker seams around the nodules are lower porosity zones, with bioclast concentration likely due to the preferential dissolution of the micritic matrix. Interestingly, marl-seams sometimes do not even contain "marl" or clay; instead, they are primarily related to the mechanical compaction of the micritic matrix, often associated with microscale shear fracturing. This finding challenges the traditional view that nodular chalk results solely from sedimentary and early diagenetic processes. Furthermore, it offers a new perspective on the thin, wispy so called "marl-seams", which are likely not of sedimentary origin, nor strict dissolution seams, but rather correspond to compaction bands.

The Holywell Nodular Chalk Formation includes the Plenus Marls member at its base, which corresponds to a global anoxic event. It is located above the Cenomanian Zig-Zag Chalk Formation, an argillaceous chalk unit. The base of the Lewes Nodular Chalk Formation includes a marl layer and hardgrounds. Notably, nodularity decreases upward within both formations.

Integrating our SEM microtextural observations with the geomechanical properties of chalk could offer a potential new understanding of chalk lithologies. The differential mechanical behaviour between various initial sediment accumulations might result in the creation of a distinctive zone at the interface, during compaction, potentially leading to the formation of nodular chalk. Two processes are considered: (1) Differential Fluid Flow Zone: The wavy features observed might be attributed to lateral fluid escape in chalk above an impermeable layer (marl or hardground). This phenomenon could occur during the initial stages of compaction and might be later overprinted by burial diagenesis. (2) Constraints Accommodation Interface: At the interface between argillaceous chalk and white chalk, differential accommodation of burial and tectonic stresses could occur, potentially concentrating deformation locally.

The differential mechanical behaviour of the sediment seems to play a crucial role in shaping chalk lithologies. These observations might have important implications for future correlations. Additionally, understanding *marl seams* is essential for delineating compartments in chalk reservoirs. Marl seam layers might act as mechanical interfaces within groundwater reservoirs and contribute to karst development. Therefore, knowing their formation processes is crucial for predicting their geographic and stratigraphic distribution. This study highlights the significance of microscale observations in addressing basin-scale geological challenges.

Les molasses rouges oligocènes subalpines : évolution des reliefs et paléogéographie régionale

Serge Ferry, Philippe Sorrel¹

¹ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS
Contact : serge.ferry@yahoo.fr

Nous montrons que les molasses rouges sont en fait constituées de trois séquences sédimentaires séparées par des discordances. Les "brèches de base" constituent la première séquence. Elles ne sont pas liées aux molasses rouges proprement dites, contrairement à ce qui est couramment admis. Elles représentent un système torrentiel marginal local (Gapençais) d'un bassin d'avant-chaine rupélien terminal qui n'est autre que celui dit des marnes Brunnes supérieures/Schistes à blocs, c'est à dire du bassin qui se forme au front de l'avancée de la nappe du Flysch à Helminthoïdes (nappe de l'Autapie). Les faciès marginaux marins méridionaux de ce bassin correspondent aux biostromes à polypiers de St-Lions (Barrême), suivis en continu jusqu'aux calcaires à milioles du synclinal de Taulanne, plus au sud. Ceux-ci représentent une brève inondation locale suivant la vidange forcée du bassin nummulitique (Grosjean et al. 2012). Ils sont immédiatement surmontés par la molasse rouge fluviatile locale.

La Molasse Rouge *auct.* est en fait constituée de deux séquences dites ici Molasse rouge 1 (MR1) et Molasse Rouge 2 (MR2). Les faciès sont totalement différents de l'une à l'autre, et incompatibles entre eux au plan sédimentologique. La MR1 chattienne est un système fluviatile méandriforme sablo-graveleux qui débouche des Alpes internes dans le couloir tectonique de Faucon-du Caire. Il reçoit un ou des affluents depuis le secteur d'Esclangon, via la vallée synclinale d'Esparron où le fluviatile méandriforme de base est rapidement surmonté par un vaste cône alluvial qui s'enracine à Esclangon. Plus à l'Est (bloc du Haut-Var), à l'Est de la faille de Rouaine, les dépôts de la MR1 sont discrets, représentés par des remplissages peu épais de rares petites vallées N-S. Les faciès latéraux davantage dominés limons de débordement s'étalent jusqu'au chevauchement de Digne qui forme la limite externe (donc transportée tectoniquement) de ce système fluviatile. Plus au nord (Dévoluy), ne sont déposés que des faciès fluviatiles marginaux peu épais. L'exutoire vers l'ouest de ce système fluviatile complexe transporté n'est pas connu. Les "conglomérats duranciens" *auct.*, qui débouchent sous le chevauchement de Digne dans la vallée du Vançon (St-Geniez-Sourribes) près Sisteron, sont de faciès différent et proviennent d'un bassin local aujourd'hui recouvert par le chevauchement.

La MR2, sans doute également d'âge encore chattien, représente un vaste cône alluvial paléo-durancien recouvrant la totalité du Gapençais. Le système débute par des conglomérats polygéniques bien roulés (i.e., le "Nagelfluh"), indiquant un large système faciologiquement analogue aux conglomérats de Valensole miocènes. Ce faciès est surmonté dans le couloir de Faucon-du Caire par des dépôts de cône alluvial sablo-graveleux plus proximal, sans doute local. Dans le Dévoluy, le cône caillouteux atteint plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Il passe progressivement à des faciès plus sableux en direction du Nord et semble contourner le massif du Pelvoux pour se diriger vers le domaine helvétique. Un exutoire secondaire possible serait situé au pied du chevauchement Ventoux-Lure (conglomérats de Montfroc *auct.*). Les deux séquences MR1 et MR2 représentent le comblement de reliefs évoluant sous contraintes tectoniques.

Geochemistry of carbonate microbialites through time and space

Laurane Fogret¹, Pierre Sansjofre¹, Stefan Lalonde²

¹ UMR 7590 IMPMC, Université Paris-Sorbonne, CNRS, MNHN

² UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

Contact : laurane.fogret@mnhn.fr

Microbialites are microbial sedimentary structures that constitute some of the oldest traces of life on Earth. By their deposition in a wide range of sedimentary environments and their presence throughout most of geological time, the sedimentological and geochemical signatures they preserve represent important paleoenvironmental archives for understanding Earth's biological and geochemical co-evolution. Here we present a large microbialite collection containing more than 1370 curated specimens, covering all continents except Antarctica and spanning more than

3.5 Ga of Earth history, that is accessible to the international scientific community for examination and sampling at the *Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)* in Paris, France. After cataloguing and evaluating the samples for their lithology, biogenicity, and inferred depositional environments, we characterized the collection for selected geochemical parameters, notably carbonate stable carbon and oxygen isotope ratios, as well as major, trace, and rare earth element compositions. Finally, we explore the different geochemical proxies analyzed with regards to their utility for reconstructing evolving Earth surface environments and/or microbial metabolisms via comparison of geochemical data from the MNHN Microbialite Collection to a compilation of similar proxy data for carbonates worldwide. We demonstrate that certain temporal trends previously recognized in carbonates worldwide (e.g., with respect to variations in C and O stable isotope compositions and redox sensitive trace element enrichments) are well reflected in this collection. Our findings highlight the utility of the MNHN Microbialite Collection and microbialites more generally for reconstructing the conditions associated with habitable environments in deep time and for tracing the response of microbial communities to the geochemical evolution of Earth's surface.

Analyse des dépôts contouritiques du Plateau de Demerara : résultats préliminaires de la mission DIADEM

Sacha Fontaine¹, Kelly Fauquembergue², Lies Loncke², Paul Blin²,
Maria-Angela Bassetti², Marie-Claire Perello¹, Louise Monnier¹,
Christophe Basile³

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² UMR 5110 CEFREM, Université de Perpignan Via Domitia, CNRS

³ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

Contact : kelly.fauquembergue@univ-perp.fr

Basé sur des données sédimentologiques et topographiques présent au cours de la mission océanographique DIADEM 2023, ce travail porte sur l'étude et la compréhension des variations du courant de la North Atlantic Deep Water (NADW) au niveau du Plateau marginal de Demerara, au large de la Guyane Française et du Surinam. Les données sédimentaires utilisées ont été prélevées dans des sédiments contouritiques observés et cartographiés par des études précédentes et qui semblent être dus à une veine d'eau de la NADW longeant le plateau ci-nommé et érodant le rebord continental plus en amont, créant ainsi des instabilités responsables d'événements gravitaires. Cette étude a pour but de montrer les variations quaternaires de la NADW sur le plateau et pour ce faire, différentes analyses ont été utilisées avec notamment de la spectrographie à Fluorescence X (XRF), de la granulométrie ou encore de la radiographie. Ces traitements ont permis la compréhension de l'influence des masses d'eau de la zone avec notamment des variations d'apports sédimentaires quaternaires entre périodes glaciaires/interglaciaires du fait (1) soit d'apports différents, (2) soit de changement de bathymétrie de circulations de ces courants. Via ces découvertes, le spectre des possibles s'ouvre quant à l'apport de la zone sur la question globale des paléocourants atlantiques.

Des dépôts sédimentaires à une reconstruction quantitative des paléosésismes : développement d'un paléosismomètre multi-lacs sur la faille de Xianshuihe (SE Tibet)

François Lemot^{1,2}, Pierre Sabatier², Marie-Luce Chevalier³, Anne-Lise Develle², Ziqi Fang³, Patrick Rioual³, Li Haibing³, Anne Replumaz¹

¹ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

² UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

³ Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing (Chine)

Contact : mlchevalier@hotmail.com

Les archives sédimentaires permettent de reconstruire la paléo-activité sismique, élément essentiel pour évaluer l'aléa sismique. Dans notre étude, nous nous focalisons sur la faille de Xianshuihe (SE Tibet), dont l'importante activité sismique est bien documentée sur les 300 dernières années. Nous avons réalisé des carottages dans trois petits lacs de montagne, espacés sur 30 km. Les remobilisations de sédiments provoquées par les paléo séismes ont été caractérisées grâce à une approche multi-méthode : granulométrie, analyse de la matière organique, géochimie et observations au MEB des sédiments. La datation par radioéléments à courte période (210Pb, 137Cs, 241Am) a permis de corréliser ces dépôts avec les séismes historiques qui ont généré des intensités locales au-dessus de seuils spécifiques à chaque site. Pour aller au-delà de cette caractérisation multisite, nous présentons ici un code permettant d'estimer la probabilité de divers scénarios de rupture, à partir des observations paléosismologiques lacustres. Pour tous les scénarios de rupture possible sur les failles voisines, nous utilisons une équation de prédiction d'intensité pour calculer la probabilité de dépasser le seuil nécessaire au niveau de chaque site pour enregistrer le séisme. Nous obtenons ainsi les scénarios qui ont la plus grande probabilité de correspondre aux observations et de les comparer aux archives historiques. Nos résultats montrent qu'en combinant les archives issues de plusieurs sites, il est possible de contraindre la localisation et la magnitude des ruptures sismiques. Cependant, dans les contextes où l'intervalle de retour des séismes est court, comme pour la faille de Xianshuihe, établir la synchronicité des dépôts entre différents lacs se heurte aux limites des méthodes de datation pour les périodes plus anciennes. Cette approche, transposable à d'autres régions, permettrait de reconstituer le cycle sismique de façon quantitative et d'identifier les gaps sismiques susceptibles de générer des ruptures futures.

Enregistrement sédimentaire à long terme de la faille de Xianshuihe (SE Tibet)

François Lemot^{1,2}, Pierre Sabatier², Anne Replumaz³, Marie-Luce Chevalier³, Frederic Bing³, Patrick Rioual³, Christian Crouzet¹, Ziqi Fang³

¹ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

² UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

³ Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing (Chine)

Contact : mlchevalier@hotmail.com

Il est essentiel de connaître le comportement à long terme des failles pour évaluer le risque sismique dans une région donnée. Dans cette optique, des carottes sédimentaires ont été prélevées dans un petit lac de montagne, situé à proximité du système de faille de Xianshuihe (SE Tibet). La carotte la plus longue (3,5 m) couvre plus de 6 000 ans, d'après des datations au radiocarbone, validées par des corrélations paléomagnétiques. Au total, 64 dépôts événementiels ont été identifiés grâce à une analyse multiméthode, incluant la tomographie aux rayons X (CT-scan), le scanner de carotte XRF, la granulométrie laser et la perte au feu. Ces couches correspondent à des remobilisations de sédiments de surface sur les pentes du delta durant les séismes. On retrouve notamment des dépôts liés aux tremblements de terre historiques affectant les segments de faille proches où l'intensité sismique locale a dépassé les valeurs de V à VI. Le taux de sédimentation, qui a fortement varié au cours de cette période, joue un rôle clé dans l'enregistrement des séismes, modifiant la sensibilité du lac à enregistrer les séismes au cours du temps. Avant 3,4 ka BP, le taux de sédimentation est faible, ne permettant que de rares dépôts de moindre épaisseur. À partir de cette période, probablement en lien avec des modifications environnementales (climat, activités humaines), le taux de sédimentation augmente, permettant un enregistrement plus détaillé de l'activité sismique, avec un temps de retour entre deux séismes d'environ 87 ans. Enfin, le dernier millénaire se caractérise par des taux de sédimentation élevés, proches de 1 mm/an, permettant d'enregistrer des séismes plus nombreux. Pour le seuil d'intensité de VI nous obtenons un temps de retour de 35 ans avec une récurrence irrégulière ($CoV > 1$). L'augmentation du taux de sédimentation permet pour de fortes intensités de remobiliser plus de matériel formant des dépôts plus épais que l'on retrouve quasi-périodiquement tous les 330 à 60 ans.

Traçage des sources carbonatées et dynamique sédimentaire en environnement côtier : application au large des côtes de Saint-Valéry-en-Caux (Seine Maritime)

Clément Frigola¹, Gwendoline Gregoire^{1,2}, Anne Murat^{1,2}, Yann Méar^{1,2}, Emmanuel Poizot^{1,2}

¹ LUSAC, Université de Caen Normandie, site de Cherbourg, CNAM

² Intechmer, CNAM

Contact : clement.frigola@etu.unicaen.fr

La Seine-Maritime et le pays de Caux, connus pour leurs falaises crayeuses datant du Mésozoïque, font face à un problème préoccupant d'ensablement, particulièrement prononcé à l'est de Saint-Valéry-en-Caux (Peuziat et al., 2022). Cette partie du littoral normand correspond à une côte à falaise constituée essentiellement de craies du Crétacé en cours d'érosion. Les courants de marée peuvent atteindre des vitesses de 2m/s. Les houles de nord-ouest sont dominantes.

Pour mieux comprendre l'origine de cet ensablement, une zone atelier de 10 km², allongée le long du littoral, par 10 à 20 m de profondeur, a fait l'objet d'une campagne de prélèvement en avril 2023 (CAUXySTA). Cent-quinze échantillons sédimentaires ont été prélevés par benne Shipek avec un espacement de 250 m. Dans un premier temps, des analyses géochimiques (spectrométrie de fluorescence X) ont été effectuées sur sédiment total. Les résultats obtenus dépendent de la variabilité granulométrique des échantillons, ce qui permet d'obtenir des informations précieuses sur les conditions énergétiques du milieu et par exemple, de mettre en évidence la limite d'action houle / marée. Pour contourner ces variabilités granulométriques et se concentrer sur les aspects sources et dynamique sédimentaire dans l'espace géographique, nous avons sélectionné 45 échantillons représentatifs. Ces échantillons ont été séparés en 20 fractions granulométriques de 4 mm à < 50 µm. Chacune des fractions a ensuite été analysée par spectrométrie de fluorescence X (Méthodologie ELSA, ELemental composition of Sediment frActions). Des cartes interpolées par krigeage ont été élaborées pour chaque élément et fraction granulométrique en suivant la méthodologie GSTA (Geostatistical Sediment Trend Analysis) développée par Poizot et al., 2006 et Poizot et Méar, 2010.

Cette approche vise deux objectifs principaux : (1) localiser les sources d'origine des différents types de grains présents dans les échantillons, et (2) identifier la dynamique des stocks sédimentaires carbonatés. Le rapport Sr/Ca, déjà utilisé dans le cadre de la thèse de Bastien Peuziat (2022), a été très efficace pour atteindre ces objectifs. Il est indéniable que l'apport des falaises de craie dans ce secteur d'étude est significatif. Concentrées dans les fractions de sables fins à moyens, les particules de craie semblent suivre l'orientation des pentes bathymétriques abruptes à l'ouest du port de Saint-Valéry-en-Caux. En revanche, à l'est, des débris coquilliers subactuels plus grossiers remontent à la côte. La méthodologie ELSA fournit de nombreuses informations sur la grande variété des grains constituant le sédiment et leur variabilité géographique. Elle permet d'élaborer divers scénarios décrivant l'historique des mouvements des différentes particules en particulier carbonatées, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives de recherche dans le domaine de la dynamique sédimentaire côtière.

Analyses de provenance par spectroscopie moyen-infrarouge dans un karst multi-étages (Montmaurin) : une approche innovante pour l'étude des sédiments en contexte archéologique

Coraline Fuchs¹, Damien Ertlen¹, Jean-Luc Ponche¹, Christian Perrenoud², Amélie Vialet², Gilles Rixhon¹, Martine Trautmann³, Sylvain Benarioumlil³, Claire Rambeau¹

¹ UMR 7362 LIVE, Université de Strasbourg, CNRS

² UMR 7194 HNHP, Université de Perpignan Via Domitia, CNRS, MNHN

³ UMR 7063 ITES, Université de Strasbourg, CNRS

Contact : coraline.fuchs@gmail.com

Le système karstique de Montmaurin s'est développé dans des calcaires du Paléocène situés dans le piémont pyrénéen. Renommé depuis la découverte en 1949 d'une mandibule humaine maintenant attribuée à *Homo heidelbergensis* dans une diaclase appelée " La Niche ", le site fait l'objet d'un programme de recherche depuis 2018 dans le but de préciser la chronostratigraphie de son remplissage sédimentaire. Il s'agit d'un système karstique multi-étages, dont les plus anciennes occupations humaines sont estimées, par comparaison avec la mandibule de Mauer, à 600 ka (Wagner G.A. *et al.*, 2010). A proximité immédiate de La Niche, la reprise de fouilles depuis 2020 dans la séquence sédimentaire épaisse de 7 mètres de la grotte de Coupe-Gorge a mis au jour plusieurs restes humains, une faune abondante et des pièces d'industrie lithique. Des cavités situées immédiatement au-dessus de La Niche et de Coupe-Gorge ont également livré des témoignages d'occupations par des carnivores et des groupes humains. Localement, des restes de remplissages et de planchers stalagmitiques suspendus témoignent de vidanges sédimentaires. Ainsi, la possibilité de mouvements latéraux et verticaux post-déposition des sédiments dans les cavités complique la compréhension des contextes sédimentaires et environnementaux.

Afin de retracer l'histoire sédimentaire du réseau karstique, cette étude mobilise la spectroscopie moyen-infrarouge, une approche précédemment utilisée en milieu fluvial pour déterminer la provenance de sédiments. Cette approche est ici testée pour la première fois en contexte karstique. Sept sources potentielles pour les sédiments remplissant les grottes ont été identifiées et prélevées dans le bassin versant, aboutissant à la création d'un référentiel de 311 échantillons. A ceci s'ajoutent une centaine de sédiments tests ainsi que des mélanges artificiellement créés à partir d'échantillons de source connue, en proportions variables (20%, 40%, 60%, 80%). Ces mélanges permettent de mieux comprendre le fonctionnement des attributions d'échantillons d'origine inconnue à l'une ou l'autre source par des analyses discriminantes, et à les nuancer. Les résultats sur les sédiments prélevés dans plusieurs grottes du réseau karstique révèlent des disparités dans l'origine du remplissage d'une cavité à l'autre, impliquant différents processus tels que des dépôts latéraux par des rivières ou des soutirages verticaux depuis la surface. La majorité des résultats suggère un mélange de différentes sources pour les sédiments, impliquant vraisemblablement plusieurs processus de remplissage.

Référence

Wagner, G.A., Krbetschek, M., Degering, D., Bahain, J.-J., Shao, Q., Falgueres, C., Voinchet, P., Dolo, J.-M., Garcia, T., Rightmire, G.P., 2010. Radiometric dating of the type-site for *Homo heidelbergensis* at Mauer, Germany. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 19726–19730.

Version temporaire

Un banc mécanique d'ouverture de carotte disponible à la reproduction en open source

Raphaël Gallet¹, Fabien Arnaud¹

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

Contact : fabien.arnaud@univ-savoie.fr

Avec l'amélioration des techniques de caractérisation, de nouvelles problématiques et l'envie d'aller plus loin, l'analyse de la carotte sédimentaire nécessite de la rigueur et de la propreté, notamment au moment de l'ouverture. Pour relever ce défi, nous avons besoin de développer un outil d'ouverture qui devait être i) conçu au maximum avec des pièces du commerce et ii) manuel pour s'affranchir des problèmes de prévention des risques professionnels, de visite périodique qui auraient été obligatoires avec une version électrique, pneumatique ou hydraulique. Cet outil devait être simple et robuste pour une utilisation sans contrainte. Le banc d'ouverture de carotte devait aussi relever un défi en termes de géométrie : i) pouvoir ouvrir des carottes de sédiments de 63mm et de 90mm de diamètre, ii) garantir la planéité des surfaces de chaque ½ section, en prévision de l'utilisation d'un outil d'analyses sur banc. L'ouverture ne devait pas contaminer latéralement et longitudinalement l'échantillon. Après de multiples essais, notamment en ce qui concerne les lames d'ouverture, ou encore la géométrie et le mode d'entraînement du chariot de découpe, nous sommes parvenus à une proposition de prototype qui est en fonction au laboratoire EDYTEM depuis 2 années et a permis d'ouvrir plusieurs dizaines de mètres de carottes. Dans cette communication, nous présentons le prototype dans son état actuel, en insistant sur les organes fonctionnels qui ont été les plus problématiques à concevoir. Nous proposons également des liens pour se procurer la documentation nécessaire à la reproduction de ce prototype.

Variabilité des dynamiques fluviales depuis le Tardiglaciaire du bassin de la Somme : mise en place et évolution d'un système de tourbière alluviale alcaline

Chloé Garcia¹, Boris Brasseur¹, Jérémy Bacon², Ségolène Saulnier Copard³, Fatima Mokadem³, Agnès Gauthier³, Lou-Anne Mathieu³, Dierk Michaelis⁴, Pierre Antoine⁶

¹ UMR 7058 EDYSAN, Université de Picardie Jules Verne, CNRS

² UMR 5023 LEHNA, ENTPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

³ UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

⁴ Institut für Botanik und Landschaftökologie, Universität Greifswald (Allemagne)

Contact : garcia.chloe@u-picardie.fr

Le bassin de la Somme abrite un des plus vastes systèmes de tourbières alluviales alcalines d'Europe du Nord-Ouest. Ses séquences tourbeuses tardiglaciaires et holocènes pouvant atteindre 8 m d'épaisseur, possèdent un potentiel remarquable pour la reconstruction des paléoenvironnements. Les investigations de terrain, menées depuis 2021, basées sur la réalisation de deux transects stratigraphiques haute résolution (700 à 1100 m, 60 sondages chacun), couplées à la caractérisation pédosédimentaires et géochimiques des unités stratigraphiques, l'identification de pollens et macrorestes végétaux, et 50 datations radiocarbones permettent de proposer un schéma d'évolution du fond de vallée particulièrement robuste et détaillé. Complétée par la synthèse des données associées aux différents programmes de fouilles archéologiques depuis les années 1990, cette approche met en évidence la variabilité de la réponse des systèmes fluviaux et tourbeux aux modifications environnementales d'origine climatiques et anthropiques.

A la suite de l'incision maximale de la vallée dans son substrat crayeux réalisée au début du dernier glaciaire, le fond de vallée est colmaté par une nappe de graviers (système de chenaux en tresse), dont l'épaisseur est plus importante à l'aval des principales confluences. Elle est couverte de limons calcaires à granules de craie de la fin du Pléniglaciaire, produit de la gélifraction. Un enrichissement en matière organique et une granulométrie plus fine sont enregistrés lors des oscillations du Bølling puis de l'Allerød. Cette évolution se marque localement par la formation de tourbe dans les chenaux abandonnés en haute vallée et dans l'affluent de la Selle. Dans la haute vallée, la péjoration climatique du Dryas récent se traduit par la mise en place d'un large chenal méandrique avec bourrelet de débordement et colmatage limoneux carbonaté, alors qu'un système à plusieurs chenaux pourrait encore être en place en moyenne vallée. A la transition avec l'Holocène, après une phase d'incision, la dynamique de la Somme se réduit avec le développement de la végétation (évapotranspiration), et la stabilisation des versants par la formation de sols. Avec la réduction des débits, la formation de tourbe s'initie au fond du chenal du Dryas récent. Dans un environnement forestier et des conditions climatiques stables, les tourbières alluviales se développent, colmatant progressivement l'ensemble du fond de vallée jusqu'au milieu de l'Holocène. Les occupations Mésolithiques ont un impact très localisé et limité aux bordures de tourbière. Des tufs calcaires se forment dans la moyenne vallée de la Somme et certains affluents (Selle) dans des contextes multiples (chenal, confluence, barrages) et sur une large période du Mésolithique à l'Âge du bronze.

A partir du Néolithique, les dynamiques fluviales sont variables. Le développement de l'agriculture (6 000 BP) modifie les écoulements des plateaux vers les fonds de vallée (défrichage) avec une charge détritique importante (érosion des sols). En haute vallée, des chenaux plus

dynamiques à colmatage limoneux se mettent en place, érodant une partie de la tourbe. Une baisse des niveaux de nappe est induite et provoque un arrêt de l'accumulation de la tourbe. A l'Âge du fer, suite à une hausse du niveau de la nappe dont l'origine pourrait être anthropique, l'accumulation de tourbe reprend avec une charge détritique, avant d'être couverte d'alluvions limoneuses organiques au Moyen-Age. En moyenne vallée, une partie des colluvions limoneuses est capturée dans les vallons adjacents, l'autre dans des chenaux à remplissages limoneux et/ou tufacés. Les tourbes les plus récentes conservées datent de la fin du Néolithique, seul le tuf calcaire fluvial dont le sommet est attribué à l'Âge du fer est conservé. L'usage plus intensif de cette partie du bassin et l'exploitation de la tourbe comme combustible ont fortement impacté sa conservation et fait baisser le niveau de la nappe alluviale.

Version temporaire

The earthquake record of the middle strand of the North Anatolian Fault from the sediments of Lake Iznik (NW Türkiye)

Renaldo Gastineau¹, Edward Duarte¹, Pierre Sabatier¹, Flavio Anselmetti², Stefano Fabbri², Serkan Gündüz³, Mustafa Şahin³, Julia de Sigoyer⁴

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern (Switzerland)

³ Bursa Uludağ Üniversitesi (Turkey)

⁴ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

Contact : renaldo.gastineau@univ-savoie.fr

Lake Iznik is a tectonic lake bordered by the middle strand of the North Anatolian Fault (MNAF), ca. 40 km south of its main strand. In the past, its seismic activity has been discussed due to its quietness during the instrumental period (the last 150 years). Recent geophysical investigations, including multibeam bathymetric and 3.5 kHz seismic data surveys, have identified two active faults in Lake Iznik. Through coring campaigns, 14 short- (< 4 m) and three long- (max. 15 m) sediment cores were collected from both sides of the E-W Iznik Fault (IF), which runs close to Iznik city. Sedimentological and geochemical analyses indicate that over the last ca. 5 kyr BP, at least five earthquakes along the IF have occurred, which are dated back to 121 CE, 1065 CE, 538 BCE, 1755 BCE, and 2809 BCE, with the last two earthquakes coinciding with historically documented destructive earthquakes in the city. Our results suggest a constant activity through time and a possible return period of ca. 970 ± 235 yr. Paleoshorelines have been identified in a dense seismic grid surrounding IF, enabling estimation of a mean long-term horizontal slip rate of $2,1 \pm 0,4$ mm/yr. These new findings are significant to understand the contribution of this IF segment to the main fault system, which crosses densely populated areas and should be integrated into seismic hazard assessments.

Human-initiated autocyclic delta failures

Renaldo Gastineau^{1,2}, Stéphanie Girardclos³, Katrina Kremer¹, Flavio Anselmetti¹

¹ Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern (Switzerland)

² UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

³ Earth and Environmental Sciences, University of Geneva (Switzerland)

Contact : renaldo.gastineau@univ-savoie.fr

River regulations have resulted in changes in the hydrology and particle budgets of fluvial systems. Many rivers have been significantly modified since the 19th century to control flood hazards, to gain land from swamp areas for agricultural purposes, and to stabilize river- and lake- levels to facilitate navigation. These dramatic changes of the river courses have impacted the sediment budgets and grain-size dissemination along the rivers as well as the sediment distribution at the delta mouths in the downstream lakes, which could lead to slope instabilities. Deposits of such catastrophic lacustrine mass movements caused by delta collapses have been for instance observed in Lake Brienz, where relatively thick (0.5 to 1.3 m) and voluminous (> 1 million m³) megaturbidites are stacked in the deep basin witnessing these processes. This study uses sediment cores and seismic data to reconstruct the megaturbidites' history in Lake Brienz. Data reveal that mass-movement deposits, originating from the Aare Delta, one of the two main inflows, have mean ages of 1853, 1905, 1942, and 1996 CE and that they were unprecedented in, at least, half a millennium. The fact that the numbers of floods and earthquakes have not changed radically over this time period implies that human impact is the most likely explanation for these failure events. Therefore, the recurrent delta collapses are attributed to the focused sediment accumulation at the front of the channelized inflow in the proximal delta region, caused by the modification of the Aare River through its straightening and channelization during the late 19th century. These findings indicate that river regulation can affect delta sedimentation, leading to autocyclic delta collapses. Those collapses, in turn, can potentially generate tsunami waves, representing an additional natural hazard for shoreline communities.

Retour d'expérience de la plateforme de voyage EDYTEM – carottage avec des profondeurs d'eau allant de 0,5 à 200 m

Renaldo Gastineau¹, Pierre Sabatier¹, Lydie Dussol², Boris Vannière^{3,4,5,6}, Michael Styllas^{1,7}, Patrick Schläfi^{5,6}, Willy Tinner^{5,6}, Raphaël Gallet¹, Emmanuel Malet¹, Bernard Fanget¹, Fabien Arnaud¹

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UMR 7264 CEPAM, Université Côte d'Azur, CNRS

³ UMR 6249 Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté, CNRS

⁴ UAR 3124 MSHE, Université de Franche-Comté, CNRS

⁵ Institute of Plant Sciences, University of Bern (Switzerland)

⁶ Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern (Switzerland)

⁷ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

Contact : renaldo.gastineau@univ-savoie.fr

Cette présentation met en lumière les défis surmontés grâce à l'utilisation de la plateforme légère (130 kg) de carottage conçue au laboratoire EDYTEM, tout en abordant les limitations rencontrées sur le terrain. Cette plateforme en aluminium, montée sur deux rafts, est équipée d'un carottier Nesje permettant d'échantillonner des carottes de 6 à 8 mètres de long. Nous commencerons par le lac de Lachua, au Guatemala, où notre équipe internationale a extrait plus de 3 mètres de sédiments dans un lac d'une profondeur d'environ 200 mètres, situé dans une zone difficile d'accès. Ensuite, nous évoquerons l'utilisation de cette même plateforme en Grèce, où elle a été utilisée dans des environnements variés afin de prélever des carottes de 6 mètres, depuis des lagunes peu profondes (50 cm d'eau), jusqu'à des lacs d'altitude (2350 m) avec des profondeurs d'eau allant de 50 cm à 5 mètres. Nous aborderons enfin les ajustements techniques réalisés pour relever ces défis, tels que l'utilisation d'un treuil électrique ou l'acquisition de nouvelles cordes statiques.

Les deltas aptiens de plate-forme de l'île de Wight (Royaume-Uni) : crues et marées-dominées, sans influences de vagues

Panagiotis Giannenas¹, Cécile Robin¹, François Guillocheau¹,
Benjamin Greselle²

¹ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

² Halliburton Landmark/Neftex Insights (UK)

Contact : panagiotis-athanasios.giannenas@univ-rennes.fr

L'Aptien est une période-clé de l'histoire de la Terre : 1) C'est une inondation marine majeure d'origine eustatique (Aptien basal) ; 2) C'est une déformation intraplaque contemporaine de la fermeture de la Téthys (Aptien terminal) ; 3) C'est deux événements anoxiques (OAE 1a et 1b).

Pour comprendre l'importance de ces trois facteurs sur la sédimentation marine de plates-formes, nous avons repris l'étude d'affleurements classiques de l'Aptien, les sédiments de des " Lower Greensands " de l'île de Wight, sur trois coupes. La première étape, objet de cette présentation, fut d'établir un modèle de faciès précis de ces sédiments.

Trois grandes associations de faciès, ainsi que les éléments architecturaux associés (grâce à un relevé des falaises par drone) ont été caractérisés, correspondant chacun à trois systèmes sédimentaires différents. Ils s'enchainent en une tendance progradante de deuxième ordre :

Offshore inférieur.- Il s'agit d'argiles homolithiques riches en ammonites, déposées en domaine marin sous la limite d'action des vagues de tempêtes. L'absence de dépôts de crues, de glissements et d'injectites suggère qu'il ne s'agit pas de prodelta. L'OAE 1a, caractérisées géochimiquement dans l'île de Wight, ne se traduit pas des faciès anaérobies riches en matières organiques, ni même par des faciès disaérobies (terriers pyritisés).

Delta dominé par les crues.- Deux ensembles de faciès ont été définis : (a) Rampe de front de delta et barres d'embouchure. Ce sont des sables fins à grossiers riches en débris végétaux, le plus souvent bioturbés (association *Cruziana* à *Skolithos*) et à faunes marines benthiques. Ils présentent à l'échelle de plusieurs centaines de mètres des biseaux stratigraphiques frontaux (" downlaps ") : Il s'agit donc de cliniformes. Selon la granulométrie et le rapport sable/argile, trois domaines ont été identifiés. Le plus sableux et le plus grossier présente des évidences de litages obliques composés et des litages d'écoulements supercritiques (pseudo-HCS), caractéristiques de barres d'embouchure. (b) Baies interdistributaires. Il s'agit d'argiles silteuses à dépôts de crues, montrant une forte baisse de la biodiversité tant des faunes benthiques que des traces fossiles.

Delta dominé par la marée.- Deux ensembles de faciès ont été définis : (a) Barres d'estuaire interne. Ce sont des sables moyens à grossiers organisés en litages obliques composés constitués de mégarides tidales dépourvues de faunes benthiques et à rares terriers verticaux. (b) Baies semi-fermées. Il s'agit d'argiles silteuses plus ou moins bioturbées (associations monospécifiques à oligospécifiques) et de faciès hétérolithiques d'argiles et de sables à rides de courants s'écoulant vers l'est, soit vers le continent. En l'absence de critères de marées, ces faciès hétérolithiques sont interprétés comme des dépôts de surcote de tempêtes (*storm washover fans* distaux) dans un domaine semi-fermé en amont d'une barrière.

Le fait marquant est l'absence de delta dominé par les vagues, comme le prédit

l'évolution du rapport Accommodation/Sédimentation durant un cycle stratigraphique : Le paroxysme de progradation est marqué par un delta dominé par les crues, la progradation-aggradation par un delta dominé par les vagues et l'aggradation-rétrogradation par un delta dominé par les marées. Les simulations climatiques réalisés par Neflex/Halliburton, et notamment les paléo-régimes de pression, indiquent que les vents venaient de l'ouest soit du domaine continental que constituait la Cornouaille britannique (Cornubia) et qui alimentait les deltas de l'île de Wight. La course du vent (*fetch*) nécessaire à la formation de vagues était insuffisante pour générer de la houle et donc un delta dominé par les vagues.

Version temporaire

Quantification des sources fluviales et marines à l'origine de la mise en place de la Langue de Barbarie (LDB – Sénégal) à partir d'une approche de géochimie sédimentaire émergente : ELSA

Gwendoline Grégoire^{1,2}, Anne Murat^{1,2}, Thierry Garlan³, Pierre Shute³,
Carla Labarthe³, Régis Gallon^{1,2}, Clément Frigola¹, Yann Méar^{1,2},
Timothé Nivet², Maëlle Le Moal²

¹ EA 4253 LUSAC, Université Caen Normandie, site de Cherbourg

² Intechmer, CNAM

³ Département de géologie marine, SHOM

Contact : gwendoline.gregoire@lecnam.net

La Langue de Barbarie (LDB), située au large de la ville de Saint-Louis-du-Sénégal, est l'une des flèches sableuses les plus mobiles au monde (1,5 m de croissance/jour) (Garlan et al. 2023). Pour comprendre sa construction, il est crucial de définir l'origine (continentale ou marine) des sédiments et d'en localiser les sources. Une méthodologie émergente (Elemental composition of Sediment frActions - ELSA) basée sur l'analyse géochimique élémentaire de chaque classe de grains de sédiments a été appliquée. Pour chaque fraction granulométrique, différents marqueurs géochimiques ont été utilisés et ont permis de définir des end-members : Zr/Ti pour les fractions fines (100-160 μm microns) riches en minéraux lourds, Si/Zr pour les fractions moyennes (200-315 μm) dominées par le quartz, et Ca pour les fractions grossières (400-630 μm) qui caractérise les apports de coquilles marines. A partir des end-members, il est possible de calculer les proportions des sources continentales et marines pour les sédiments de chacune des stations d'échantillonnage (7 sur la LDB et 5 dites de "référence" localisées dans le fleuve Sénégal, les déserts et littoraux proximaux). Notre étude propose une séquence de construction et d'évolution de la flèche en trois phases. (1) La phase initiale (construction de la pointe) est dominée par les apports fluviaux. (2) La deuxième est le résultat de l'action conjointe du fleuve et de l'amplification des apports marins et de la dérive littorale. (3) La dernière et troisième phase (maturation) est largement dominée par la dérive littorale liée à des houles obliques fréquentes et fortes.

Référence

Garlan, T., Bergsma, E., Gregoire, G., Taveneau, A., Sadio, M., Sy, B., Murat, A., Krieche, R. and Almar, R., 2023. characteristics of the origin and dynamics of sediments of a sand-spit with an exceptional dynamics: Langue de Barbarie (Saint-Louis Senegal). In *Coastal Sediments 2023: The Proceedings of the Coastal Sediments 2023*: 978-994.

Characterization of volcanic degassing in a lacustrine system from integrated temporal record of carbonate isotopic signals and C cycle modeling

Robin Havas^{1,2}, **Karim Benzerara**³, **Rosaluz Tavera**⁴, **Vladimir Bettencourt**⁴, **Elodie Muller**⁵, **Didier Jézéquel**⁶, **Christophe Thomazo**^{7,1}

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

³ UMR 7590 IMPMC, Université Paris-Sorbonne, CNRS, MNHN

⁴ Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México (Mexico)

⁵ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

⁶ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

⁷ Institut Universitaire de France

Contact: robin.havas@u-bordeaux.fr

Carbonated sediments and their geochemical record represent among the most widely used archives for paleoenvironmental reconstructions. Continental carbonates, and in particular their signatures in C and O isotopes, have been studied to reconstruct both long-lasting trends (e.g., basin's evaporation, paleotemperatures) and dramatic events (e.g. flooding, volcanic eruptions). Notably, the influence of volcanic activity (as volcanic degassing into continental waters such as lakes and aquifers) can be targeted using specific signals of C stable or radioactive isotopes. However, such signatures can be obscured by other environmental processes and detailed modeling may be required to quantify them. Here, we generated a dynamic box model reconstructing the dissolved inorganic C (DIC) and water O isotope compositions (d13C and d18O) in a maar crater lake from Mexico (Alchichica) over the last 60 years, and in which events of volcanic degassing have been empirically reported, but debated. We constrain our model results using the d13C and d18O values of carbonates from a sediment core sampled at the center of Lake Alchichica. Considering the different sources and sinks of C and O to the lake (and their respective isotope signatures), and climatic parameter variations (e.g., temperature, precipitation, evaporation) over the studied period, we demonstrate that a volcanic source of inorganic carbon degassing into the lake is necessary to match the current DIC isotope composition and its concentration in the lake. This integrated modeling approach allows constraining the C and hydrological cycle of the lake in detail, and unveils an ongoing volcanic degassing process, whereas the discrete measurement of 14C and 13C signatures, and more generally of chemical variables like pH, cannot allow for a definitive conclusion. The model explains well both C and O isotopic temporal variations within the lake sedimentary carbonate record. Applied to ancient sediments, it may prove useful for the recognition and characterization of paleoevents, for example in reconstructing the dynamic and timing of return to normal after a volcanic event.

Untangling the primary biotic and abiotic drivers of modern microbialite formation using oxygen, inorganic and organic carbon isotope signals

Robin Havas^{1,2}, Christophe Thomazo^{3,1}, Jeanne Caumartin^{4,5}, Miguel Iniesto⁵, Hugo Bert⁶, Didier Jézéquel⁷, Rosaluz Tavera⁸, David Moreira⁵, Bettencourt Vladimír⁸, Purificación Lopez-García⁵, Karim Benzerara⁴

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

³ Institut Universitaire de France

⁴ UMR 7590 IMPMC, Université Paris-Sorbonne, CNRS, MNHN

⁵ UMR 8079 ESE, Université Paris-Saclay, AgroParisTech

⁶ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

⁷ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

⁸ Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México (Mexico)

Contact: robin.havas@u-bordeaux.fr

Microbialites are organo-sedimentary structures formed throughout most of Earth history, over a wide range of geological contexts, and under a multitude of environmental conditions affecting their composition. The carbon and oxygen isotope records have been used as a widespread tool for paleoenvironmental and paleoecological reconstructions. However, the multiplicity of factors that influence microbialites formation is not always properly distinguished in their isotopic record, in both ancient and modern settings. It is therefore crucial to refine our understanding of the processes controlling microbialites isotopic signal. Here, we analyzed the carbon and oxygen isotope compositions from bulk and micro-drilled carbonates as well as bulk organic carbon isotope compositions in microbialites from four Mexican volcanic crater lakes of increasing alkalinity. The survey of four lakes allows comparing microbialite formation processes and their geochemical record within distinct physico-chemical contexts. The geochemical analyses were performed in parallel to petrographic and mineralogical characterization and interpreted in light of known microbial community composition for microbialites of the same lakes. Combining these data, we show that the potential for isotopic biosignature preservation in the microbialite carbonates primarily depends on physico-chemical conditions. Carbon isotope biosignatures pointing to autotrophy-dominated carbonatogenesis are preserved in the lowest alkalinity lakes. By contrast, higher alkalinity lakes, where microbialites are more massive, favor carbonate precipitation in isotopic equilibrium with the lake water, with secondary influence of heterotrophic organic carbon degradation. From these results, we suggest that microbialite carbonate C isotope records can be interpreted as the balance between the microbialite net primary productivity and the amount of precipitation that relates to physico-chemical forcing. The signals of microbialite oxygen isotope compositions highlight a lack of understanding in the oxygen isotope records of relatively rare carbonate phases such as hydromagnesite, but we show that these signals are primarily influenced by the basins' hydrology. Bulk organic carbon isotopic signatures are consistent with a photosynthesis-dominated primary production but only allow for a first-order description of the microbial community. Overall, both carbon and oxygen isotopic signals may record a mixture of different local/global and biotic/abiotic phenomena, making microbialites intricate archives of their growth environment, which should thus be interpreted with caution and in the light of their surrounding sediments.

The effect of scattered facies distribution on apparent stratigraphic disorder in low gradient paralic systems

Victor Hême de Lacotte¹, Stuart Clarke¹, Briony Bowler¹, Chester Davies¹, Douglas Sprinkel²

¹ Keele University (UK)

² Utah Geological Survey (USA)

Contact: v.j.p.heme.de.lacotte@keele.ac.uk

Modern tidal flat environments show complex morphodynamic characteristics driven by a large spectrum of autogenic controls. Future predictions of global sea-level rise led to active research focusing on the sedimentary response of low-gradient systems to larger-scale allogenic forcing but our comprehension of their expression in the rock record is challenged by the strong autogenic overprint potential of such systems. Understanding plan-view geomorphological complexities inherent to the erratic nature of tidal flats is crucial to discriminate preserved allocyclic patterns from autogenic noise in their equivalent stratigraphic successions.

The mixed carbonate-siliciclastic tidal succession of the middle Jurassic Carmel Formation (San Rafael Group) exposed in southeastern Utah, USA is associated with a low-gradient shallow marine to sabkha sedimentary system deposited along the shore of the Sundance Sea, a restricted epicontinental seaway flooding the Idaho-Utah Trough in a N-S trend and bordered by the contemporaneous aeolian deposits of the Page Sandstone. Modern tidal sediments of the Adair Bay, Mexico are inspected to document spatial distribution complexities of systems analogous to the preserved strata of the Carmel Formation.

Deposits of the Carmel formation are characterised by high facies diversity (cf. Poster 1) arranged in an apparent stratigraphic disorder which is thought to be governed by a combination of autogenic processes controlling the spatial distribution of sediments at a high-resolution. Cartography of the corresponding facies associations of Adair Bay based on satellite imagery highlights a scattered and disconnected distribution of coexisting sedimentary facies within tidal system tract belts due to the near null depositional slope characteristic of such paralic systems. Similarly to tidal resonance stratigraphic overprint, high resolution facies scattering on low gradient slope coastal environments should be accounted for when interpreting preserved strata of such kind. Linking the stratigraphic record of tidal flats to plan-view sedimentary processes can help predicting the sedimentary response of their modern equivalents to base-level changes in vulnerable urbanised coastal plains.

Facies diversity of a mixed carbonate-siliciclastic arid tidal flat: insights from the middle Jurassic Carmel Formation, Utah, USA

Victor Hême de Lacotte¹, Stuart Clarke¹, Briony Bowler¹, Chester Davies¹, Douglas Sprinkel²

¹ Keele University (UK)

² Utah Geological Survey (USA)

Contact: v.j.p.heme.de.lacotte@keele.ac.uk

Ancient aeolian deposits are considered as potential 'deep saline aquifer' targets for Carbon sequestration. In such scenarios, reservoir sealing relies upon the stratigraphical and sedimentological relationships between aeolian sediments and those deposited by the surrounding contemporaneous systems. By documenting the record of marginal tidal environments bordering coastal aeolian systems, this work aims to investigate the facies diversity, depositional processes and inherited stratigraphical heterogeneities for lateral aeolian reservoir seals. Ultimately, this work will produce a generalised model for mixed carbonate-siliciclastic arid tidal flat environments. This study is the result of extensive fieldwork focusing on the facies distribution and the stratigraphical arrangement of a middle Jurassic shallow marine succession outcropping along the Colorado Plateau, USA. Regional-scale sedimentary logging has been conducted through the tidally-dominated units of the Carmel Formation (San Rafael Group) deposited during a full transgression-regression sequence of a restricted epicontinental seaway incursion - Sundance Sea - along the Utah-Idaho Trough structural low. Detailed facies analysis of 25 sections enabled basin-scale correlations across several hundred kilometres and identification of key sedimentary architectures for arid tidal flats.

Results show sedimentary signatures of intricate coastal driving forces with variable relative influences of swell and tide as well as the coexistence of locally produced carbonate grains and externally sourced siliciclastic material. Subtidal deposits include bioclastic-rich oolitic tidal bars, wave-dominated shoreface to foreshore transitions and tidal channel fills. Intertidal deposits comprise a mixture of purely siliciclastic and mixed carbonate-siliciclastic heterolithic flats bordered by microbial mats in the upper intertidal zone. Evaporitic sabkha units and regularly flooded aeolian dunes are observed in the supratidal zone. Although two shallowing upward parasequences are observed on a regional scale, correlating facies associations between sections remain challenging due to strong autogenic signal overprints (cf. Poster 2). The work illustrates the importance of considering complex facies heterogeneities at aeolian margins for evaluating stratigraphical sealing of deep saline aquifer targets for CO₂ sequestration.

Les amibes à thèque : témoins des changements environnementaux de l'Holocène

Marina Hennion^{1,2}, Nathalie Fagel¹, Mona Court-Picon²

¹ UR Géologie, Université de Liège

² Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

Contact : mhennion@uliege.be

L'Holocène, qui débute il y a environ 11 700 ans cal BP, a été marqué par plusieurs événements climatiques majeurs (e.g. 8,2 ka, 4,2 ka), ainsi que par une influence croissante des activités humaines sur les écosystèmes. Il est essentiel de caractériser ces changements environnementaux aux échelles locale, régionale et globale afin de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents qui les gouvernent.

Le projet ANTHROPEAT repose sur l'étude d'une séquence sédimentaire provenant de la tourbière du Grand Passage, située sur le Plateau des Tailles (Houffalize, Ardennes belges). Grâce à leurs conditions spécifiques (humidité, acidité) et à leur forte accumulation d'éléments organiques, les tourbières assurent une excellente conservation des marqueurs environnementaux, constituant ainsi des archives inestimables pour les reconstitutions des environnements et climats passés.

Parmi ces marqueurs terrestres, les amibes à thèque (eucaryotes unicellulaires) voient la répartition de leurs communautés régie par les conditions environnementales dans lesquelles elles évoluent. Dans le cadre du projet, les communautés d'amibes à thèque ont été analysées à la fois dans les échantillons de surface à des fins de calibration et dans les sédiments tourbeux anciens couvrant environ 8 000 ans d'histoire. L'étude des amibes à thèque, encore peu développée dans l'ouest de l'Europe et quasi inexistante en Belgique, viendra enrichir et préciser localement les reconstitutions paléo-environnementales principalement basées sur les données palynologiques. Les premiers résultats montrent une diversité des amibes à thèque selon les substrats échantillonnés et en fonction de la profondeur, et donc de l'âge, de la séquence sédimentaire, reflétant ainsi une évolution spatio-temporelle des communautés. Ces changements peuvent résulter de fluctuations environnementales, tant locales que globales, induites par la variabilité climatique à l'échelle de l'Holocène et/ou par les activités humaines. Ces données seront comparées aux autres marqueurs paléo-environnementaux étudiés dans la tourbière (pollen et spores, diatomées, sédimentologie, géochimie) afin d'aboutir à une modélisation des paysages. L'objectif final du projet est de produire une image à haute résolution temporelle de l'évolution des milieux, des variations climatiques et de l'impact de l'activité humaine en Belgique au cours de l'Holocène.

Systèmes hydrographiques d'environnements anthropiques. Etude des eaux de surface autour de trois terrils issus de l'exploitation du charbon dans le département du Nord (France)

Annette Hofmann¹, Emily Lloret², Franck Bourdelle³, Yensinga
Bafounga², Jérôme Dibongui Di-Djiembi¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² ULR 4515 LGCgE, Université de Lille, Junia, IMT Nord Europe, Université d'Artois

³ Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

Contact : annette.hofmann@univ-lille.fr

Le paysage du nord de la France est marqué par la présence de 225 terrils miniers (initialement 330), petites montagnes constituées de roches stériles concassées, entreposées lors de l'exploitation du charbon dans le " bassin minier " entre 1720 et 1990. Des millions de m³ de schistes d'âge carbonifère, provenant de galeries jusque 1200 m de profondeur, ont été stockés à l'air libre au contact de l'atmosphère et de la biosphère. Montagnes brutes et instables, elles ont pour partie servi de matière première de granulats dans la construction. Bien que certains terrils aient été exploités – leur matériau servant alors de matière première dans la construction (granulat, sous-couche routière, brique) – nombre d'entre-eux ont été préservés, voire protégés, et sont à la base du développement d'écosystèmes nouveaux et uniques dans la région. La plupart bénéficient actuellement d'une forme de protection du milieu, notamment via un classement au patrimoine mondial de l'Unesco depuis 2012.

Ces écosystèmes nouveaux s'accompagnent de systèmes hydrographiques nouveaux. En effet, les terrils – avec leur matériau instable à granulométrie hétérogène engendrant porosité – ont généré des systèmes hydriques spécifiques, surimposés à ceux qui existaient préalablement en surface et en sous-sol. Sur la base d'analyses chimiques des eaux de mares, d'étangs ou de lacs situés en pied de terril, nous distinguons différentes masses d'eau et esquissons la circulation des eaux pour une sélection de trois terrils du département du Nord (terrils d'Ostricourt, de Sabatier Nord à Raismes et de Ledoux-Lavoir à Condé-sur-l'Escaut), situés sur des substratums géologiques différents et soumis à différents modes de gestion du paysage.

Les paramètres physicochimiques des eaux et des analyses élémentaires de métaux permettent de distinguer les eaux de pluie captées et accumulées au sein du relief nouveau, les eaux d'infiltration, percolant au travers du terril et ressurgissant à sa base, les eaux de ruissellement ainsi que les eaux mixtes, recevant des eaux traitées humaines. A partir de ces résultats, nous présenterons une ébauche de carte chimique des eaux de surface autour des trois terrils sélectionnés.

Etude préliminaire d'un système turbiditique sableux sur la marge du Tavignano, Corse.

Lucie Hognon¹, Thierry Mulder¹, Elodie Marchès², Gwenaël Jouet³,
Hervé Gillet¹, Thibault Cavailles¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² Département de géologie marine, SHOM

³ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

Contact : lucie.hognon@hotmail.fr

Les liens entre les caractéristiques physiques et les propriétés acoustiques (porosité, rugosité, densité, vitesse d'atténuation des ondes) dans les sédiments sous-marins sont encore peu étudiés à ce jour, surtout sous le fond marin. Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet AMETISTE (Approche Multidisciplinaire de l'Étude de l'Impact du Sous-sol par Transfert d'Échelle) et présente les travaux menés à partir de données collectées lors de la mission océanographique AMETISTE2022 du SHOM sur la marge est-Corse. L'objectif principal est d'améliorer la caractérisation et la modélisation géo-acoustique des sédiments marins à grande profondeur (plusieurs centaines de m) sur la pente continentale et dans le bassin, en intégrant les architectures sédimentaires et leur évolution spatio-temporelle. Les premiers résultats présentent une interprétation préliminaire des données bathymétriques et sismiques. La marge est-corse constitue une zone d'intérêt particulier par la présence d'édifices sédimentaires de nature et de taille variables, notamment des systèmes turbiditiques profonds à différents stades de maturité. Certains ont déjà fait l'objet d'études, en particulier sur la marge du Golo (Gervais, 2002). Les données sont focalisées sur la marge du Tavignano située plus au sud. Les cartes bathymétriques préliminaires révèlent la présence de plusieurs systèmes d'incision orientés Ouest-Est. Parmi eux, les quatre plus longs (20 et 30 km) sont des canyons. Du Nord au Sud on trouve les canyons San Giuliano, Bravona, Aleria et Tavignano. Deux systèmes moins longs (3 et 6 km) correspondent à des ravines. En outre, les cartes mettent en évidence une zone de glissement située au nord ainsi qu'une autre située au sud de notre zone d'étude ainsi que de nombreuses pockmarks de tailles très variées, situées à proximité de ces glissements et sur les bords des chenaux et des paléo-chenaux. En complément des cartes de morpho-bathymétrie, les données de réflectivité acoustique permettront de détailler la nature des dépôts et des figures sédimentaires au sein de ces grands systèmes. Les 11 carottes sédimentaires (de 13 à 32 m) prélevées fourniront des informations à haute résolution sur l'impact des variations lithologiques sur les propriétés physiques des sédiments et, par conséquent, sur leurs propriétés géo-acoustiques afin de calibrer les modèles. L'analyse stratigraphique de ces carottes permettra de caler la partie supérieure des profils sismiques et d'évaluer les variations dans les apports sédimentaires au cours du Quaternaire. Parallèlement, l'analyse préliminaire des 23 profils sismiques (identification des discontinuités et des unités sismiques) a permis d'élaborer une première interprétation des géométries. Différentes phases d'érosion et de remplissage des chenaux ont été observées. Les chenaux les plus récents apparaissent moins larges que les anciens systèmes enfouis. La position des paléo-chenaux et des chenaux suggèrent des migrations au cours du temps. Des terrasses et des levées emboîtées sont également visibles dans la partie supérieure de leurs flancs. Des clinofformes témoignent de périodes avec une alimentation latérale. Une étude approfondie de ces profils permettra, par la suite, de préciser la stratigraphie sismique de la région, et d'élaborer des cartes isochrones et isopaques. Enfin, des analyses de vitesses seront effectuées à l'aide du programme *vel_analysis*, afin de quantifier les vitesses de propagation des ondes dans les différentes unités sédimentaires. Les résultats obtenus permettront d'examiner le comportement

des ondes dans des environnements turbiditiques profonds, offrant ainsi une meilleure compréhension de leur propagation à travers les différents éléments architecturaux du système (chenal, levée, lobe...). Ces résultats seront intégrés dans les modèles de propagation acoustique du SHOM afin d'en améliorer les prévisions. Les résultats contribueront également à améliorer notre compréhension des systèmes sédimentaires de la marge du Tavignano, en particulier leur architecture, leur formation, leur évolution (spatiale et temporelle), et la nature des sédiments.

Version temporaire

Impact of seasonal variation in oxygen concentration in the water column on surface sediment biogeochemistry and fluxes at the water-sediment interface in small eutrophicated Mediterranean lagoons

Louison Huchet¹, Julie Regis¹, Capucine Camin², Isabelle Techer¹,
Sylvain Rigaud¹

¹ EA 7352 CHROME, Université de Nîmes

² UMR 5566 LEGOS, Université Paul Sabatier Toulouse 3, CNRS, IRD, CNES

Contact : louison.huchet@unimes.fr

Mediterranean lagoons, like many coastal, productive aquatic ecosystems, are increasingly affected by deoxygenation events, resulting in extreme seasonal fluctuations in oxygen concentrations. Oxygen, as a key variable in numerous biogeochemical cycles and in the dynamics of biotic communities, plays a crucial role in sediment biogeochemistry, particularly influencing processes at the water-sediment interface and related chemical transfers. However, the impacts of oxygen variations on nutrients and contaminants fluxes at the water-sediment interface are still poorly understood, limiting our understanding of the role of sediment in the chemical and ecological degradation of these ecosystems.

This study focuses on two Mediterranean lagoons, the Prévost and Bolmon lagoons, which are severely degraded by eutrophication according to the Water Framework Directive. These lagoons exhibit distinct characteristics (trophic regime, salinity, hydrodynamics) leading to different temporal and amplitude oxygen variations. In order to better understand the potential contribution of sediment to nutrient and chemical inputs to the water column, we investigated the biogeochemical functioning of the benthic compartment on a seasonal basis. For each sampling campaign, we measured vertical profiles of key chemical components in the dissolved (i.e., oxygen, nutrients, metals) and particulate (total and reducible fraction, total organic C and N) phases at the sediment-water interface. This allowed us to characterize seasonal variations in the dominant biogeochemical reactions in surface sediment and the intensity and direction of diffusive fluxes. These results will provide insights into the influence of seasonal oxygen dynamics in the water column on the zonation of biogeochemical processes and the associated diffusive fluxes at the water-sediment interface, and will provide a first estimate of the role of sediment as a non-point source of nutrients and selected trace elements for these coastal ecosystems.

Distribution de composés organiques dans le continuum eau/sédiment d'interface de l'étang de la Beulie (SNO Observil, Loiret, France)

Amélie Humbrecht¹, Anaëlle Simonneau¹, Thomas Thiebault², Claude Lemilbeau¹, Nicolas Freslon¹, Vincent Milesi¹, Gauthier Bernier-Turpin^{2,3}, Gildas Ratié⁴, Lydie Le Forestier¹

¹ UMR 7327 ISTO, Université d'Orléans, CNRS, BRGM

² UMR 7619 METIS, Université Paris-Sorbonne, CNRS, EPHE

³ LEESU, Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne, École des Ponts ParisTech

⁴ UMR 6112 LPG, Le Mans Université, Nantes Université, Université d'Angers, CNRS

Contact : amelie.humbrecht@cnrs-orleans.fr

La matière organique (MO) est largement étudiée pour sa capacité à complexer des contaminants organiques. Cette complexation est régie par le type de contaminants mais aussi par l'origine, la qualité et le degré de dégradation de la MO dépendant des conditions physico-chimiques du milieu (pH, température, potentiel d'oxydo-réduction). L'évolution diagenétique de la MO accumulée dans les zones de rétention telles qu'un étang peut ainsi jouer sur son aptitude à complexer les contaminants, contrôlant leur mobilité. Le carbone organique (CO) est transporté par les cours d'eau sous trois principales formes (dissoute, colloïdale, particulaire). Actuellement, identifier la phase organique porteuse des contaminants et sa réactivité durant la diagénèse précoce reste un verrou majeur pour évaluer le transfert des contaminants et la réversibilité des processus de complexation.

Le bassin versant de l'Egoutier (Semoy, Loiret, France) est drainé par l'étang de la Beulie où s'accumulent des sédiments depuis 250 ans. Situé en aval de deux stations d'épuration, ces sédiments enregistrent des contaminations en produits pharmaceutiques (PP) (Ledieu et al., 2021), de façon hétérogène à l'échelle spatiale de l'étang (Humbrecht et al., in prep). L'objectif du présent travail est donc de discuter la granulochimie des PP dans le continuum eau/sédiment à l'échelle du bassin et d'évaluer la réversibilité du piégeage de PP.

Trois zones (Z1, Z2 et Z3) ont été délimitées d'amont en aval de l'étang comme étant représentatives de modes de dépôt sédimentaire et de concentrations en PP différents. Des prélèvements d'eau et de sédiments d'interface y ont été réalisés en septembre 2023. Les sédiments ont été tamisés à l'eau ultra-pure afin de les subdiviser en 5 fractions granulométriques. Le CO dissous (COD) a été mesuré par TOC-L et le CO total (COT) par Pyrolyse Rock-Eval. Les PP ont été quantifiés par LC-MS. Les teneurs en COD dans les 3 eaux d'interface sont homogènes à l'échelle de l'étang (~ 8 , 2mg.l⁻¹), tout comme la teneur en COT particulaire (11,5±0,4%). Malgré cette homogénéité apparente, les analyses de COT par fraction granulométrique montrent qu'en partie amont, située dans le delta, la teneur en COT atteint 17% dans la fraction grossière (x supérieur à 1000 μ m ; contre 2% dans le reste de l'étang), tandis que 91% de ce COT sont concentrés dans la fraction inférieure à 63 μ m (fraction fine) en parties médiane et aval de l'étang. Les PP sont également répartis de façon homogène dans la colonne d'eau à l'échelle de l'étang, les PP neutres ayant cependant des concentrations plus importantes ((tramadol) ~ 42 ng.l⁻¹; (oxazépam) ~ 880 ng.l⁻¹). Par ailleurs, les résultats obtenus pour Z1 montrent que les PP cationiques sont essentiellement concentrés dans la fraction fine ((tramadol), fraction totale=8 ng.g⁻¹ ; fraction fine=45 ng.g⁻¹) tandis que les PP neutres s'avèrent plus concentrés dans la

fraction totale ((oxazépam), fraction totale=130 ng.g-1 VS fraction fine=80ng.g-1).

Le degré d'oxydation moyen du carbone de la MO, calculé à partir de sa composition chimique (LaRowe and Van Cappellen, 2011), diminue d'amont en aval de l'étang, en cohérence avec les données physico-chimiques de la colonne d'eau qui montrent une diminution abrupte de l'oxygène dissous à l'approche de l'interface eau/sédiment en Z2 et Z3. Ces résultats sont compatibles avec un contrôle thermodynamique par les conditions d'oxydoréduction de la préservation de la matière organique, comme mis en évidence dans des plaines d'inondations (Boye et al., 2017). L'ensemble des résultats obtenus suggèrent une affinité plus importante des PP cationiques pour les fractions granulométriques " fines ", constituées de MO plutôt réduite, tandis que l'adsorption des PP neutres est moins dépendante de la granulométrie mais se fait préférentiellement sur la MO oxydée. Bien que le rôle des groupes fonctionnels de la MO reste à déterminer, ces résultats suggèrent que sa préservation sélective en fonction des conditions physico-chimiques du milieu pourrait jouer un rôle sur le piégeage des contaminants et sa réversibilité dans les environnements de surface.

Références

Ledieu et al., (2021). *Chemosphere*, 279, 130385.

LaRowe & Van Cappellen, (2011). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75 (8), 2030-2042.

Boye et al., (2017). *Nature Geoscience*, 10 (6), 415-419. Humbrecht et al., (in prep). To be submitted in *Chemosphere*.

Révision du potentiel géothermique profond en France : mise en place d'un workflow novateur pour l'exploration

Benoît Issautier¹, Aurélien Bordenave¹, Laurent Beccaletto¹, Alexandre Stopin¹, Virginie Hamm¹

¹ BRGM, Orléans

Contact : b.issautier@brgm.fr

L'évaluation du potentiel d'un réservoir géothermique est aujourd'hui cruciale dans les phases exploratoires nationales, afin de limiter les risques et d'aider les pouvoirs publics à orienter les décisions de développement des filières. Bien que les approches d'évaluation des capacités réservoirs soient bien maîtrisées à l'échelle 'champs', elles restent incertaines à l'échelle des bassins. Cette incertitude provient de l'inadéquation entre les données disponibles, leur distribution spatiale et les prédictions associées. Pour répondre aux besoins des décideurs, notamment dans des zones étendues et peu documentées, il est essentiel de développer de nouvelles méthodologies permettant de prédire la favorabilité des réservoirs tout en réduisant les incertitudes. Ces méthodes pourront ainsi identifier les zones optimales pour la géothermie, quantifier les résultats et minimiser les risques pour les investisseurs.

Mandaté par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), le BRGM a entrepris une réévaluation du potentiel géothermique des bassins sédimentaires français en s'appuyant sur des données historiques. Ce programme se base sur l'utilisation des données sismiques et des puits existants, ainsi que sur le retraitement de nouvelles lignes sismiques, incluant une analyse quantitative pour certaines d'entre elles (Beccaletto et al., 2024). La première phase de ce vaste programme a consisté à développer une preuve de concept. Le BRGM a ainsi proposé une nouvelle méthodologie exploratoire, à partir de données anciennes, disparates et inégalement réparties à l'échelle d'un département, afin de caractériser les capacités de trois réservoirs cibles destinés à la géothermie profonde.

Le workflow développé comporte plusieurs étapes : (i) analyser, créer et synthétiser des modèles de faciès par réservoirs à partir des puits existants (diagraphies et carottes), (ii) reconstituer la structure et la géométrie des réservoirs, (iii) identifier les structures pouvant créer de la porosité, et (iv) intégrer ces informations dans des cartes prédictives de favorabilité des réservoirs.

Les profils sismiques retraités permettent de déterminer la structure des réservoirs et de proposer un modèle structural révisé pour chaque réservoir cible. La présence de failles et de plis est alors interprétée comme un facteur clé pour la génération de porosité fissurale, susceptible de créer ou d'améliorer le potentiel de réservoir en fonction des faciès impactés.

L'analyse des données de puits, corrélée par stratigraphie séquentielle, permet de retracer l'évolution des environnements de dépôt et de spatialiser les faciès réservoirs. Des simulations stochastiques, basées sur ces données, sont ensuite réalisées pour chaque réservoir. Le traitement statistique de ces simulations permet de quantifier l'incertitude liée à la probabilité de rencontrer des corps réservoirs à différents points du bassin.

Enfin, le couplage des modèles numériques avec la révision du schéma structural permet de mieux définir le potentiel réservoir, notamment autour des zones de failles où la fracturation peut engendrer une porosité significative, même dans des lithologies compactes. L'intégration des profils sismiques traités quantitativement complète cette approche, en permettant d'identifier et de

dimensionner les corps poreux potentiels.

Le développement de ce workflow permet donc de réexaminer un jeu de données historiques en proposant une approche intégrée et quantifiée pour évaluer la favorabilité des réservoirs géothermiques profonds. Cette méthodologie pourra également être adaptée à d'autres besoins d'exploration, comme le stockage géologique du CO₂, par exemple.

Version temporaire

Influence de l'héritage tectono-thermique du rifting Pyrénéo-Aquitain (Crétacé inférieur) sur la distribution de la déformation et la subsidence dans le bassin flexural Aquitain au cours de la phase Pyrénéenne (Crétacé supérieur)

Benoît Issautier¹, Paul Angrand², Nicolas Saspiturry³, Eric Lasseur¹,
Cécile Robin⁴, Simon Andrieu⁵

¹ BRGM, Orléans

² TLS-Geothermics

³ UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS

⁴ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

⁵ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

Contact : paul.angrand@gmail.com

Le Crétacé constitue une période cruciale de réorganisation paléogéographique en Europe de l'Ouest. Au Crétacé inférieur, l'ouverture du Golfe de Gascogne, résultant de la propagation vers le nord de l'expansion de l'Atlantique, provoque un amincissement crustal d'intensité variable dans la région future Pyrénéo-Aquitain. Ce processus d'extension varie depuis un léger stade amincissement à la formation de marges hyper-étirées, engendrant ainsi un ensemble de bassins rifts de maturité variable à mesure que l'on s'éloigne de la principale zone d'ouverture (c'est-à-dire le golfe de Gascogne et la zone nord-pyrénéenne). Le rifting se termine au Cénomaniens moyen, suivi d'une courte phase de relaxation.

Dès le Coniacien-Santonien, des indices d'un changement dans le régime tectonique et géodynamique apparaissent tant sur les marges européennes et ibériques que dans le bassin aquitain. Les marges commencent à se soulever, tandis que le bassin subit une subsidence importante. La longueur d'onde de cette déformation, supérieure à 100 km, suggère un mécanisme de flambage lithosphérique, possiblement lié à une inversion de la cinématique des plaques européennes et africaines. La convergence entre l'Europe et l'Ibérie se produit dès le Campanien, dans un contexte de lithosphère thermiquement et mécaniquement déséquilibrée.

Ce projet repose sur l'intégration de corrélations de forages par stratigraphie séquentielle et l'interprétation de profils de sismique réflexion. Cette démarche a permis de construire des cartes isopaques par séquences de dépôt : (i) Cénomaniens-Turonien, (ii) Coniacien-Santonien et (iii) Campanien-Maastrichtien. Ces cartes ont servi de base à l'élaboration de cartes de subsidence tectonique, permettant ainsi de caractériser la distribution de la déformation et de la subsidence et de discuter des modalités d'inversion d'une lithosphère chaude.

L'étude révèle que la distribution (i) des épaisseurs de sédiments durant la compression et (ii) de la subsidence tectonique à travers le temps et l'espace indiquent une forte segmentation du bassin d'avant-pays aquitain, influencée par des structures héritées de la phase de rifting. En effet, le proto bassin d'avant pays Coniacien-Santonien puis le bassin d'avant-pays sensu stricto (Campano-Maastrichtien) présentent une subsidence tectonique très hétérogène, atteignant des niveaux maximaux près de l'ancienne zone de necking au sud du bassin, avant de diminuer rapidement vers la marge européenne. La géométrie de ces deux "

bassins ", ainsi que les transitions latérales de faciès, témoignent d'une géométrie étroite et raide, typique d'un système compressif " chaud ". Cela indique un fort contrôle de la thermicité héritée sur l'élasticité de la lithosphère, et par conséquent, sur la distribution de la subsidence tectonique durant les débuts de l'inversion qui interviennent moins de 10Ma après la fin du rifting.

De plus, les zones de transfert qui ont accommodé l'extension durant le Crétacé inférieur semblent délimiter les aires de subsidence tectonique plus faibles vers l'ouest. Ces zones pourraient avoir joué un rôle fondamental dans la propagation de la déformation compressive d'est en ouest.

Version temporaire

Calibration géochronologique du Carbonifère de Lorraine à l'aide des niveaux de cendre

Alain Izart¹, Stan Opluštil², Raymond Michels¹, Sebastian Voigt³,
Jocelyn Barbarand⁴, Thomas Blaise⁴, Jiří Laurin⁵, Mark Schmitz⁶,
Salim Allouti², Romain Hemelsdaël²

¹ UMR 7359 Géoressources, Université de Lorraine, CNRS

² Institute of Geology and Palaeontology, Charles University, Prague (Czech Republic)

³ Urweltmuseum GEOSKOP, Thallichtenberg (Allemagne)

⁴ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

⁵ Institute of Geophysics, Academy of Sciences, Prague (Czech Republic)

⁶ Isotope Geology Laboratory, Boise State University (USA)

Contact : jocelyn.barbarand@universite-paris-saclay.fr

Les niveaux volcaniques sont des marqueurs précieux dans les séries sédimentaires pour les dater de manière absolue et pour réaliser des corrélations entre bassins. La reconnaissance de ces niveaux peut s'avérer complexe. Nous étudions l'exemple du bassin Carbonifère Lorrain qui est l'extension du bassin de la Sarre dans lesquels plusieurs niveaux ont été reconnus historiquement. La caractérisation de ces niveaux par la minéralogie du cortège argileux, par la morphologie des cristaux de zircon, par leur datation U-Pb par LA-ICPMS et TIMS et par géochimie sur roche totale montre que la reconnaissance de ces niveaux de cendres n'est pas immédiate. En effet parmi la dizaine de niveaux volcaniques étudiés, nommés dans ces bassins tonsteins, parfaitement identifiés dans les travaux antérieurs (Bouroz 1967, 1970 pour la Lorraine et Gùthorl, 1967 pour la Sarre), le contenu en argile est très variable avec la présence d'illite, de kaolinite, de smectite, de chlorite et d'interstratifiés II-Sm. Tous ces niveaux n'ont pas livré des zircons mais la plupart présente des cristaux de zircons dans la fraction 50-100 µm qui montrent des morphologies très variables depuis des formes en baguette caractéristiques de zircon volcanique jusqu'à des grains relativement émoussés. La datation de ces cristaux confirme ces indications avec des âges souvent plus anciens que le Carbonifère ; des âges hérités sont identifiés avec des pics principaux à l'Ordovicien et au Mésoprotérozoïque. Pour quatre de ces niveaux (T3, T6, T10 et T00), l'origine volcanique a été démontrée par l'ensemble des approches. Ces nouvelles datations permettent de mieux contraindre la durée (~2 Ma) de la discordance comprise entre le Westphalien et le Stéphanien et matérialisée par l'existence d'un conglomérat (le conglomérat de Holz), de conforter la stratigraphie bolsovienne (Westphalien C) et asturienne (Westphalien D) des flores présentes dans le bassin et de proposer des corrélations stratigraphiques avec d'autres bassins du même âge en Europe (bassins tchèques, bassin de la Ruhr, bassins de Saint-Etienne et Autun et bassins espagnols).

Identification des microplastiques dans les sédiments par spectroscopie infrarouge

Kévin Jacq^{1,2}, Pierre Sabatier¹, Maxime Debret³, Dorian Sellier²,
Tanguy Wallet^{1,2}, David Gateuille¹, Antoine Heude², Yves Perrette¹

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² Envisol SA, La Tour du Pin

³ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

Contact : k.jacq@envisol.fr

La pollution plastique représente un défi croissant pour l'environnement à l'échelle globale. Ce problème omniprésent affecte tous les pays et environnements, les déchets étant principalement générés à terre avant d'être transportés le long du continuum terre-mer. Cette pollution peut donc être stockée tout au long de ce déplacement dans les sédiments fluviaux, lacustres puis marins.

Nos travaux se sont basés sur l'utilisation de plusieurs capteurs spectroscopiques pour l'identification et la quantification des microplastiques (inférieurs à 1 mm) dans des échantillons de sédiments du lac du Bourget dopés en microplastiques avec les 6 principales familles de plastiques. Les capteurs utilisés permettent l'analyse des absorptions dans le proche infrarouge (capteur portable Malvern ASD Labspec, imageur hyperspectral Specim SCS SWIR), le moyen infrarouge (capteur portable Remscan-Agilent Exoscan) et en fluorescence induite par laser (prototype portable Luciol, ANR LabCom SpecSolE).

La spectroscopie proche infrarouge montre un potentiel prometteur pour identifier et quantifier les microplastiques dans les sédiments humides et secs. En effet, les absorptions spécifiques permettent de distinguer les familles de plastiques, avec deux zones discriminantes : 1600-1800 nm et 2100-2380 nm, où des régressions linéaires simples ont montré des corrélations élevées ($r > 0,95$) entre les absorptions et les concentrations de plastiques. Cependant, la composition de la matrice, comme la présence de carbonates, influence la précision des prévisions. Les approches par imagerie hyperspectrale proche infrarouge (IHS-SWIR) se révèlent également très prometteuses pour la caractérisation des microplastiques, réduisant les limites de détection tout en permettant une meilleure évaluation des particules en termes de nombre, de taille et de distribution. L'imagerie hyperspectrale montre donc des capacités intéressantes pour l'analyse des microplastiques directement dans les carottes sédimentaires polluées sans échantillonnages et prétraitements (séchages, tamisages). Le même type de méthodologie est en cours de développement sur les sols.

Des méthodes complémentaires, comme l'analyse par fluorescence (Luciol) et le moyen infrarouge (Remscan), offrent des alternatives pour identifier les microplastiques, y compris les plastiques noirs. Les pics de fluorescence spécifiques au PET et au PS, ainsi que les signatures C-H détectées par Remscan, permettent d'étendre les capacités de détection.

Cette présentation propose de partager des avancées méthodologiques et des résultats récents pour mieux comprendre et quantifier la présence de microplastiques dans l'environnement, tout en soulignant l'importance d'adapter les méthodes aux spécificités des matrices étudiées.

Comprendre l'organisation spatiale et temporelle de calcaires lacustres à partir d'observations multi-échelles et multi-méthodes

Thibaut Jamey¹, Gautier Laurent¹, Céline Mallet¹, Eglantine Husson²,
Simon Andrieu²

¹ UMR 7327 ISTO, Université d'Orléans, CNRS, BRGM

² BRGM, Orléans

Contact : gautier.laurent@univ-orleans.fr

A l'interface entre l'atmosphère et l'aquifère, la zone non saturée régule les flux et les interactions fluides-roches selon ses propriétés géologiques et physiques. La compréhension du comportement d'infiltration des fluides, des échanges avec le substrat, du devenir d'éventuels polluants, et plus généralement de l'organisation 3D du système requiert une description multi-échelles des hétérogénéités géologiques.

L'Observatoire de la Zone Non Saturée (O-ZNS) situé à 40 km d'Orléans offre une quantité et une variété remarquable de données et permet une observation détaillée de la zone vadose située dans la formation du Bassin Parisien des Calcaires de Beauce. Ces calcaires fortement hétérogènes se sont formés durant l'Aquitainien (20-23 Ma) dans des environnements de lacs continentaux sous un climat subtropical. Les faciès sédimentaires et diagénétiques qui en résultent sont très diversifiés avec une forte influence pédogénétique et varient rapidement horizontalement comme verticalement.

Dans un rayon de 30 m² sur le site de l'observatoire, 9 forages (dont 8 carottés) de 20 à 25 m de profondeur ont été réalisés, et des diagraphies et mesures géophysiques y ont été acquises. Un puits de 4 m de diamètre et 20 m de profondeur disposant de plateformes d'instrumentation tous les 2,5 m a également été construit et permet de profiter d'une grande quantité d'échantillons.

L'objectif de cette contribution est de présenter une méthode et l'interprétation en résultant de l'organisation spatiale des hétérogénéités. Une approche sous différentes échelles est proposée : (1) l'observation de lames minces pour préciser la nature des éléments et des épisodes diagénétiques, (2) la description géologique des carottes pour identifier les faciès sédimentaires, (3) le scan 3D d'échantillons et du puits pour établir des corrélations entre les forages et enfin (4) la reconnaissance de structures macroscopiques pour caractériser le réseau karstique et les fracturations.

Ces étapes d'étude ont permis d'identifier 15 faciès sédimentaires, de déterminer leur environnement de dépôt et les processus associés, et d'établir des corrélations sédimentaires, diagénétiques et structurales pour la construction d'un modèle numérique 3D.

Associées à des mesures pétrophysiques et au monitoring en direct du site grâce à des capteurs in-situ, ces données serviront dans un objectif plus global de construction d'un jumeau numérique capable de prédire et de suivre précisément le comportement physico-chimique de la zone vadose.

Toward the identification of a continental uplift in the NW African continent during the Late Cretaceous: A Source to Sink approach

Philémon Juvany¹

¹ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

Seismic stratigraphic analysis of the equatorial Atlantic margins of Africa, focusing on three profiles (Sierra Leone-Liberia, Ivory Coast, and Bénin), reveals that after a period of sedimentary aggradation along the margin during the Albian to Late Santonian (113.2 to 83.7 Ma), a forced regression occurred. This regression, identified as the Lowstand System Tract, followed a well-defined unconformity (SB). This progradational trend indicates a relative sea-level fall of more than 200 meters during the Campanian (83.7 to 72.2 Ma). Despite the Campanian being in a period of long-term eustatic highstand, the observed local base-level fall suggests tectonic influences. Additionally, the sedimentary hiatus from the Santonian along the Sierra Leone–Liberia margin segment points to uplift and erosion during this time. This work integrates various approaches and existing regional studies, including thermo-chronology, provenance, and geomorphology from the NW African continent (source area), as well as seismic stratigraphic analysis and sediment volume estimation from the basin (sink). Notably, the Campanian progradation along the equatorial margin is found to be synchronous with uplift in both the coastal region and the craton landward. This continental uplift and its resulting forced progradational trend correspond with increased sedimentation rates along the margins. The phenomenon may be related to a broader global uplift of the African continent, potentially linked to the well-documented South African uplift.

Evolution quaternaire de la plateforme orientale mixte silicoclastique/carbonatée de la Nouvelle-Calédonie

Léa Kerouedan¹, Stéphan Jorry¹, Pascal Le Roy¹, Gwenaël Jouet¹,
Estelle Leroux¹

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER
Contact : lea.kerouedan@partenaire-exterieur.ifremer.fr

Les plateformes mixtes silicoclastiques/carbonatées sont des systèmes sédimentaires complexes, particulièrement sensibles aux variations eustatiques mais aussi aux fluctuations climatiques, tectoniques et anthropiques au cours du Quaternaire supérieur. Les réponses des systèmes mixtes à ces différents facteurs de forçage sont très variables et pour le moment encore peu documentées. L'île de Grande-Terre en Nouvelle-Calédonie (NC) est un des plus vastes ensemble lagonaire du monde et son remplissage mixte en fait un parfait cas d'étude. En particulier, la marge Est de la Grande-Terre, relativement méconnue à ce jour, permet d'investiguer les changements majeurs de sédimentation dans le lagon depuis la fin du Pléistocène.

Lors de la campagne MARGEST (2022) à bord du N/O l'Alis, de nouvelles données bathymétriques et sismiques ont été acquises dans le lagon SE de NC, complétées par une série de carottages Kullenberg. L'ensemble des acquisitions s'est particulièrement concentré sur les zones au large du Cap Bayes et de l'embouchure de la Thio et cette étude porte sur les données de sismique réflexion monotraces. Des échantillons de matériel carbonaté, prélevés au sein des carottes sédimentaires et datés au radiocarbone ont permis la datation de surfaces remarquables et donc un calage stratigraphique du remplissage du lagon.

Le lagon Sud-Est est ainsi marqué par la préservation d'au moins deux séquences stratigraphiques corrélables aux deux derniers cycles glacio-eustatiques. L'interprétation des données de sismiques montre une dernière séquence de remplissage (trois cortèges) depuis le Dernier Maximum Glaciaire (DMG), lorsque le niveau marin était 120 m plus bas que l'actuel. La limite inférieure de séquence, incisée et très érosive est ainsi associée à une surface régionale continue sur tout le lagon. La surface régionale susjacente est ravinante et à la base d'un prisme sédimentaire dans la zone médiane du lagon de la Thio. Ce prisme dont le toit est daté à 11.7 ka cal BP, s'est mis en place durant la période de stagnation du niveau marin au Younger Dryas. La dernière surface majeure, en position légèrement plus proximale, vient draper les morphologies plus anciennes et marque la base de prismes deltaïques côtiers déposés en contexte de haut niveau marin. Le lagon présente donc une ségrégation spatiale de la sédimentation avec notamment des apports terrigènes particulièrement préservés dans les parties internes du lagon, et plus importants au niveau de la Thio comparé à Cap Bayes. Les deux systèmes montrent aussi, dans leur zone médiane, un large platier récifal, qui s'est développé au cours de la dernière remontée du niveau marin, bordé par un important réseau d'incisions ouvert sur la pente externe où un prisme remarquable repose sur l'ancienne plateforme Mio-Pliocène (Tournadour et al., 2021). Les incisions réactivées lors du DMG sont remplies à la fois par des apports clastiques et carbonatés accompagnant la remise en eau de la plateforme et constituent un marqueur stratigraphique majeur de l'évolution de ce système mixte.

Understanding extreme hydro-sedimentary processes: the Alex Storm deposits in the Roya Valley and its implication on stratigraphic interpretation

Raphaël Kerverdo¹, Sara Lafuerza¹, Christian Gorini¹, Eric Fouache²,
Jean-Loup Rubino¹

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² UMR 8185 ENEC, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : raphael.kerverdo@sorbonne-universite.fr

This study examines the sedimentary deposits resulting from the extreme hydro-sedimentary event associated with the Alex Storm, which occurred on October 2, 2020, in the Roya Valley. Over the course of 15 hours, hundreds of thousands of cubic meters of sediment were mobilized and deposited throughout the Roya river network. Four catchments of the Roya river (Dente, Consciente, Riou Seccou, Caïros), which have remained largely unmodified by valley reconstruction, were selected for this study. Each catchment presents distinct lithological and morphometric characteristics, allowing us to analyse the different flow processes and associated deposits during the storm. The results underscore the critical role of slope, lithology, channel confinement, and sediment input in generating different flow types, including debris flows, hyperconcentrated flows, and bedload transport.

The Melton index drainage area, slope and the topographic roughness were compared with field observations (i.e. facies and stratigraphic analyses) of sedimentary records linked to the Alex storm. We observe that factors beyond morphometric parameters, such as the type of mobilized lithology, contribute to the observed variability. In particular, glacial deposits, colluvium, or marls in catchment areas, can supply large amounts of sediment and introduce enough fine material (clay and silt) to transform turbulent flow (debris floods) into a laminar one (debris flows). This phenomenon is less commonly observed in catchment areas with carbonate bedrocks that exhibit similar morphometric characteristics.

Additionally, flow rheology appears to change rapidly as sediment is incorporated through bank erosion, upstream gully purging, or landslides, while the channel confinement also varies. Although the rivers investigated are distinct, their sedimentary records from the Alex storm cannot be interpreted as representing separate, discrete sedimentary episodes. The ability of such large-scale events to generate a wide range of flow types raises important questions about how we interpret similar deposits from past events.

Evolution stratigraphique tardi-Pléistocène du lagon au large de la rivière de la Thio (marge Est de Nouvelle-Calédonie)

Léa Kerouédan¹, Pascal Le Roy¹, Stephan Jorry¹, Gwenaël Jouet¹,
Estelle Leroux¹, Agathe Ignacio¹

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER
Contact : pascal.leroy@univ-brest.fr

Les plateformes mixtes silicoclastiques/carbonatées sont des systèmes sédimentaires complexes, particulièrement sensibles aux variations eustatiques mais aussi aux fluctuations climatiques, tectoniques et anthropiques au cours du Quaternaire supérieur. Les réponses des systèmes mixtes à ces différents facteurs de forçage sont très variables et pour le moment encore peu documentées. En particulier, sur la marge Est de la Grande-Terre, relativement méconnue à ce jour, la zone au large de l'embouchure de la Thio permet d'investiguer les changements majeurs de sédimentation quaternaire dans le lagon en réponse aux différents facteurs de forçage.

Les données sismiques et bathymétriques ont été acquises au large de la Thio durant la campagne à la mer MARGEST (2022), à bord du N/O l'Alis. Cette campagne a également permis la réalisation de carottages Kullenberg. Les carottes sédimentaires, prélevées de la zone proximale jusqu'à la barrière externe du lagon, ont été datées par radiocarbone, permettant le calage stratigraphique du remplissage du lagon. Des analyses XRF quantitatives et qualitatives ainsi que des mesures DRX ont été réalisées sur ces mêmes carottes.

Les données bathymétriques du lagon oriental au large de la Thio montrent un récif en position médiane, encadré par deux dépressions se rejoignant pour former une passe au niveau du récif barrière. Les résultats des données sismiques permettent de mettre en évidence la préservation d'au moins deux séquences stratigraphiques corrélables aux deux derniers cycles glacio- eustatiques avec une dernière séquence de remplissage entière (trois cortèges) depuis le Dernier Maximum Glaciaire. Durant la dernière transgression marine, un large prisme sédimentaire s'est mis en place en position médiane au sein du lagon, à environ 6 km du trait de côte, au toit de dépôts d'origine terrigène. La datation à 11,7 ka cal BP au toit du prisme permet d'associer son dépôt à la période de stagnation du niveau marin durant le Younger Dryas. La présence d'un récif en position médiane dans le lagon a probablement participé au partitionnement de la sédimentation avec des évolutions différentes dans les deux dépressions. La partie proximale du lagon montre de forts apports terrigènes provenant de la Thio à partir de 3,5 ka cal BP, qui pourraient traduire l'influence de facteurs climatiques (phénomènes ENSO) et/ou anthropiques (arrivées des premiers mélanésiens). A une échelle de temps plus courte, au XX^e siècle, le remplissage du lagon est caractérisé par une augmentation des taux de sédimentation corrélable au développement de l'industrie nickélique sur Grande-Terre.

Résultats préliminaires de la dynamique du trait de Côte à Mohammedia - Maroc : Approche diachronique par Imageries Satellitaires

Afaf Khomsi^{1, 2}, Mohammed Karim Benhachemi², Abdessalam Ouallali², Nadia Sénéchal¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² LGPE, FSTM, Université Hassan II, Casablanca (Maroc)

Contact : afaf.khomsi@u-bordeaux.fr

La ligne de côte est une zone dynamique située entre la mer et la terre, soumise à de nombreux processus naturels. Les côtes sont des environnements en évolution permanente qui subissent des transformations continues au fil du temps en raison de phénomènes naturels tels que l'érosion, l'altération et la sédimentation. Pour une gestion efficace de ces régions, l'acquisition d'informations actuelles et précises concernant les caractéristiques de la côte est essentielle. Cette étude porte sur l'analyse diachronique des changements de la ligne de côte dans la région de Mohammedia, située sur la côte atlantique marocaine et couvrant un littoral de 47 km. La zone se caractérise par une alternance de plages sableuses et rocheuses, ainsi que par des morphologies variées, incluant des plages de poche, des plages linéaires, des falaises et des dunes. L'analyse couvre une période de 30 ans, de 1994 à 2024. Le régime des marées y est semi-diurne, avec un marnage moyen de 2,2 m, pouvant atteindre 3,5 m et descendant jusqu'à 0,9 m. Les plages ouvertes et linéaires, comme celles de Sablettes ou Monica, présentent généralement des pentes douces, typiquement entre 3 et 5 %, tandis que les plages de poche affichent une pente plus marquée. La diversité morphologique de la région justifie ainsi le choix des plages étudiées. La méthodologie suivie repose sur l'utilisation d'imageries satellites Landsat, qui offrent une couverture temporelle et spatiale adéquate pour le suivi des littoraux. L'analyse sera réalisée en intégrant des techniques d'apprentissage automatique, notamment un algorithme de classification par Support vector machine (SVM), reconnu pour sa capacité à traiter des ensembles de données complexes avec une grande précision, ainsi qu'un algorithme de détection de contours par passage à zéro pour extraire avec précision la ligne de côte, facilitant ainsi l'identification des variations littorales au fil du temps. Pour garantir une gestion efficace des données et une rapidité d'analyse, l'ensemble du traitement sera réalisé sur la plateforme Cloud Google Earth Engine. Cet environnement permet de traiter de grandes quantités de données et d'accéder à des outils géospatiaux avancés pour visualiser et analyser les changements côtiers. Les changements de la ligne de côte seront analysés par le Digital Shoreline Analysis System (DSAS v.5), une extension développée pour ArcGIS, permettant de calculer des métriques essentielles telles que le taux de point final (EPR), le taux de régression linéaire (LRR) et le mouvement net de la ligne de côte (NSM). Ces mesures fourniront des indications précises sur les tendances d'érosion et d'accrétion dans différentes parties de la zone d'étude. Les résultats attendus devraient révéler des zones sensibles à l'érosion ainsi que des zones bénéficiant d'accrétion, ce qui est crucial pour comprendre la dynamique côtière de la région. Bien que les résultats ne soient pas encore finalisés, cette étude vise à apporter des informations précises et pertinentes sur l'évolution de la ligne de côte dans cette région vulnérable. Dans une seconde étape, l'analyse de l'environnement géologique, morphologique, sédimentaire et hydrodynamique de la zone permettra d'expliquer ces variabilités inter-sites.

New insights on volcano-sedimentary deposits and geochronology in the Limagnes (Massif Central) during the Eocene-Miocene

Guillaume Lawnizack¹, Pierre Pellenard¹, Emmanuelle Vennin¹, Valérie Bosse², Nicolas Olivier², Eric Lasseur³, Emmanuelle Pucéat¹

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² UMR 6524 LMV, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Université Clermont Auvergne, CNRS, IRD

³ BRGM, Orléans

Contact : Guillaume.Lawnizack@etu.u-bourgogne.fr

The continuous lacustrine deposits of the Limagne Basin (Massif Central, France), late Eocene (?) to Miocene in age, provide valuable information about two major climatic events (Eocene/Oligocene and Oligocene/Miocene transitions). The lake infill chronostratigraphy is poorly constrained and the impact of contemporaneous volcanism is not yet clearly taken into account. The Limagne Basin was successively filled by clastic deposits, evaporites, and also lacustrine carbonates, sometimes with microbial activity. Although some of the volcanic deposits have been studied, the spatio-temporal distribution of volcanic activity in the basin requires further investigation. These successive eruptions may have had a major impact on the mineralogy and geochemistry of the lake, thus driving microbial activity, which was particularly well developed during the Oligocene and Miocene periods. Detailed field investigations provide new descriptions and petrographic, mineralogical, and geochemical analyses of volcanic deposits interbedded with lacustrine carbonates. The Cournon section delivers new data on the relationship between volcanism, lacustrine sedimentation, and microbial activity. The presence of volcanic grains weathered into analcime, anatase, and natrolite, mixed with lacustrine sediments suggests phreatomagmatic events. Volcanic episodes during the Eocene-Miocene interval may have had a significant impact on the palaeolake biology and chemistry of the Limagne Basin. Ongoing U/Pb (LA-ICP-MS) analyses of zircons from volcanic and volcano-sedimentary deposits will calibrate the temporal framework of Limagne volcanism. In situ Rb/Sr analyses of authigenic illite recorded in the lacustrine deposits will constrain the temporal framework of the infilling of the Limagne Basin.

Influence of foreland basin structural inheritance and syntectonic sedimentation on fold-and-thrust belt kinematic evolution in southwest Taiwan

Fang-Yi Lee¹, Fabien Graveleau¹, Maryline Le Béon², Erwan Pathier³,
Nolwen Venisse^{1,4}

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² Graduate Institute of Applied Geology, National Central University, Taoyuan (Taiwan)

³ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

⁴ Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova (Italy)

Contact : fangyii.lee@gmail.com

Southwest Taiwan is an active orogen ideal for studying mountain belt growth processes. The ANR SW-TAIWAN project aims at deepening our understanding of the deformation mechanisms that control the short-term and long-term growth of geological structures, in relationship with foreland basin structural and stratigraphic inheritances, and surface processes (erosion and sedimentation). The Taiwan orogen has developed from north to south as a result of the oblique collision between the Philippine Sea plate and the Eurasian continental margin. The early formation of northern Taiwan has led to the creation of a mature accretionary wedge and foreland basin system that provided syntectonic deposits to the younger southern orogen. In addition, the rheological properties of sedimentary rocks in the foreland basin, such as the viscous Guttingen Formation, and structural inheritance, such as continental margin basement high (*i.e.* Peikang High) or normal faults (*i.e.*, Yichu fault), have played a crucial role in controlling mountain deformation front position (salient and recess), propagation dynamics (Taiwan southern escape), fault activity, etc.

In this work, we used experimental sandbox modeling to investigate the long-term deformation processes in southwest Taiwan in response to variations in basement rheology and surface processes. We used a 60x90 cm box filled with glass microbeads (70-110 μ m in grain size) and dry sand (D50 \sim 200 μ m). Models underwent frontal convergence and were stopped at 39 cm total shortening. We used high-resolution digital cameras to monitor the morphotectonic evolution of models and the kinematical evolution of structures. We measured topography of models using a high-resolution fringe projection device, and we analyzed the 3-D geometry of structures using final cross-sections.

In our experimental protocol, we first tested the effect of structural inheritance on wedge growth by introducing a strong and/or a weak feature. For that, we used a high friction (HF) zone (made of sand over a plate covered with sand paper) to represent the indentation of a rigid continental passive margin. We also used a linear viscous stripe (made of PDMS silicone; viscosity $\eta \sim 2 \times 10^4$ Pa.s) to represent normal faults weakness along the passive margin. We finally tested the effect of syntectonic erosion and sedimentation by removing material in the onshore northern wedge, and depositing syntectonic layers ahead the southern offshore wedge, respectively.

Our results show that:

- the HF zone produces a steeper and shorter northern accretionary wedge than the

wedge in the southern low friction area, leading to a sigmoid shape of the thrust system;

- the silicone weakness along the southern border of the HF zone passive margin makes the thrust belt to propagate efficiently along this border, further strengthening the sigmoid shape of the thrust system and favoring the southwestward surface displacement;
- erosion in the north leads to a shorter accretionary wedge and amplifies the sigmoid shape of the thrust system;
- syntectonic sedimentation lubricates the interface between the thrust sheets, leading to long thrust sheets.

In conclusion, our set of experiments are consistent with previous studies that attribute to the Peikang High a major role in the sigmoid shape of the western Taiwan fold-and-thrust belt. However, we demonstrate that adding the effects of wedge erosion to the north and syntectonic sedimentation to the south, together with structural inheritance (fault weakening) along the Eurasian margin, increases the salient and recess geometry of the accretionary wedge. This suggests that the morphology and surface motion of southwest Taiwan can result from the interplay of several parameters: continental margin indentation, inversion tectonics of normal faults, heterogeneous syntectonic sedimentation and erosion.

OSL dating as a valuable tool for understanding rapid environmental changes in hypertidal estuaries: A case study from the West coast of France

Thibaud Lortie¹, Jan-Pieter Buylaert², Natalia Taratunina², Mikkel Fruergaard³, Bernadette Tessier¹, Laurent Dezileau¹, Meryem Mojtahid⁴, Matthieu Durand⁴, Raphael Bourillot⁵, Frédérique Eynaud⁵

¹ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

² Department of Physics, Technical University of Denmark, Roskilde (Denmark)

³ Department of Geosciences, Copenhagen University (Denmark)

⁴ UMR 6112 LPG, Université d'Angers, Nantes Université, Le Mans Université, CNRS

⁵ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : thibaud.lortie@unicaen.fr

The last centuries are marked by the Little Ice Age, followed by a global warming period when entering the industrial era, enhanced over the last 50 years due to increased human activities, resulting in an acceleration of sea level rise and a multiplication of extreme events (floods, storms). Global climatic change, coupled with the ongoing urban development of coastal areas, had major impacts on morphosedimentary behaviour of estuarine systems. To precisely track changes due to this climate evolution within sediment archives, a reliable and accurate geochronological framework is crucial. In high energy coastal settings, such as macroto hypertidal estuaries, hydrodynamic conditions can sometimes render ¹⁴C dating method ineffective due to shell reworking. ²¹⁰Pb and ¹³⁷Cs are usually reliable but only cover a reduced time frame. In such instances, Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating could offer a valuable alternative. Here we present results of a nationwide study of the main tide-dominated estuaries on the west coasts of France. The aim is to compare their morphosedimentary trajectory over the last centuries and thus assess the impact of climate changes and human activities. Sediment cores were taken in the Somme, Orne (English Channel), Loire and Gironde (Atlantic) estuaries to monitor environmental changes through a multi-proxy analysis. To establish an accurate geochronological frame of the cored successions, standard multi-grain quartz SAR OSL dating has been used and compared to ¹⁴C dating on recovered shell material and plant debris. Three to five OSL samples per core were collected. The quartz OSL signal is very bright and dominated by a fast component, making it suitable for SAR De measurements. The completeness of the bleaching process was checked by comparing the quartz OSL ages with K-rich feldspar pIRIR50,180 ages. Quartz OSL signals appear to be sufficiently bleached for the Somme, Orne and Loire rivers, but we cannot be fully confident for the Gironde samples (here IR50 ages are few hundred years older than quartz OSL ages). Nevertheless, the top recently buried sediment in the Gironde estuary was dated with quartz to 67.47 years, strongly suggesting that quartz OSL signal was sufficiently bleached at deposition. Our OSL ages are consistent with topo- and bathymetric map analysis, and provide a geochronological framework that underlines a rapid infilling, with rates for example up to 6 cm/year in the Loire estuary. Conversely, ¹⁴C measurements often provide older ages than OSL values and are not always in stratigraphic order for all the estuaries. Discrepancies sometimes exceed several hundred years, which highlights the limitation of ¹⁴C ages to date estuarine sediment successions (Olsen et al. 2017). These encouraging results should enable a more ambitious campaign using OSL dating to quantify in greater detail the rapid evolution of estuarine

environments in response to global change.

Reference

Olsen, Jesper, Philippa Ascough, Bryan Lougheed, et Peter Rasmussen. 2017. "Radiocarbon Dating in Estuarine Environments". 141-70. https://doi.org/10.1007/978-94-024-0990-1_7

Version temporaire

Reconstitution des environnements de dépôt dans l'anse du Cul-de-Loup (Normandie, France) de l'âge du Fer (2750 BP) jusqu'à l'actuel

Benjamin Le Lorec¹, Gwendoline Gregoire^{1,2}, Anne Murat^{1,2}, Régis Gallon^{1,2}, Yann Méar^{1,2}, Emmanuel Poizot^{1,2}, Bernadette Tessier³, Laurent Dezileau³, Lucille Furgerot³, Yohann Propawski³, Emilie Lag Niel³

¹ Intechmer, CNAM

² LUSAC, Université de Caen Normandie, site de Cherbourg, CNAM

³ UMR 6143 M2C, Université Caen Normandie, Université Rouen Normandie, CNRS

Contact : gwendoline.gregoire@lecnam.net

L'anse du Cul-de-Loup (ACL), à l'extrémité nord-est du Cotentin (Manche), est une petite baie (3,5 km²) semi-ouverte au sud, en direction de la baie de Seine. Ce domaine intertidal, soumis à un régime de marée macrotidal (1 à 7 m), est caractérisé par un schorre végétalisé dans sa partie NE et une slikke sablo-vaseuse en son centre. Le trait de côte a été très tôt fortement artificialisé avec l'édification au XVIII^{ème} siècle de la digue de la Hougue à l'est, qui protège le site des houles dominantes (NO). Les houles sont toutefois pénétrantes lorsqu'elles sont orientées ESE (30% de l'année). L'ACL est un secteur d'intérêt socio-économique (ostréiculture, pisciculture, pêche à pied) et écologique (ZNIEFF 1 et 2, Natura 2000). Depuis plusieurs années l'anse est soumise à d'importantes modifications hydro-sédimentaires, qui se traduisent par un envasement en fond de baie et une érosion du trait de côte (destruction des ouvrages anthropiques, création de microfalaises érosives ou recul de cordons). Le projet PROTEC (D'une alerte DCE à un Projet de Territoire : Anse du Cul-de-Loup, CMAN-Intechmer/AESN) vise à comprendre les évolutions futures de la baie en reconstituant le cadre chronostratigraphique de son évolution passée. En parallèle, il s'inscrit dans l'étude holocène des systèmes côtiers de la Manche (Tessier et al. 2022). Au total, 11 carottes d'interfaces (< 1m) ont été échantillonnées dans les secteurs envasés du fond de baie et au sein de la microfalaise. En plus de photographies haute définition et de radiographies X, 177 échantillons (espacés de 5 cm) ont été prélevés pour des mesures de granulométrie laser, de géochimie élémentaire (spectrométrie de fluorescence X) et de Carbone Organique Total (spectrométrie IR). En parallèle, 11 datations 14C ont été réalisées. Cinq unités sédimentaires (U1, U2a, U2b, U3, U4) retracent l'histoire de l'ACL depuis l'âge du Fer (2650 BP). L'U3, caractérisée par une surface basale érosive surmontée d'un dépôt grossier, est présente dans la majorité des carottes et est associée à un changement hydro-sédimentaire brutal. Cet événement est interprété comme le résultat d'une forte anthropisation de la zone entre 1970 et 1980. U3 sépare ainsi, les situations " pré-événementielle " (PRE), rassemblant les unités U1 et U2a,b, et " post-événementielle " (POE) définie par l'unité U4. La situation PRE se définit par un environnement de type " fond de baie ", avec des unités sédimentaires caractérisées par une influence estuarienne ou continentale. En fond de baie, l'U2 (2650 BP) est interprétée comme une sédimentation de type schorre tandis qu'au centre, elle reflète un système plus hydrodynamique et chenalisé (1570 BP). Présente uniquement à l'est, U1 (datation OSL en cours) est marquée par une signature continentale stricte. La situation POE (U4) est caractérisée par une influence marine plus généralisée et un recul des conditions de dépôt de type " fond de baie " dans le secteur NE, en lien avec l'installation des concessions ostréicoles, l'accélération de la dérive littorale et l'augmentation du niveau marin.

Géologie de surface et sub-surface du plateau interne aquitain aux abords du canyon de Capbreton : Apport de la mission SEDYMAQ 4

Tristan Le Morvan¹, Hervé Gillet¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS
Contact : herve.gillet@u-bordeaux.fr

La morphobathymétrie et la sédimentologie du plateau interne de la côte sud de l'Aquitaine aux abords du canyon de Capbreton ont été peu décrites jusqu'à présent. Cependant, la campagne océanographique SEDYMAQ 4, menée en 2018 (Gillet, 2018), a offert une occasion unique d'explorer le plateau interne aquitain.

Pendant la campagne SEDYMAQ 4, un ensemble de données complet a été acquis, incluant une grille régulière de données sismiques de réflexion par sparker couvrant le plateau interne nord adjacent au canyon de Capbreton. Ces données, couplées aux données bathymétriques SMF et aux images non jointives, ont permis une compréhension des caractéristiques géologiques de la région. L'interprétation de ces données a révélé des informations significatives sur les caractéristiques morpho-sédimentaires de la zone.

Parmi les découvertes notables, on trouve la cartographie de l'extension vers le nord des encroûtements de carbonates authigènes récemment découverts sur les bordures nord du canyon de Capbreton. Ces carbonates ont été identifiés jusqu'à 12 kilomètres au nord du canyon.

De plus, la cartographie révèle une dominance des structures sédimentaires de la zone d'étude par des sortes de bedforms résultant du remaniement de la couverture sédimentaire superficielle par la dynamique des courants et localisées sur un replat topographique. La distribution de ces structures sédimentaire semble être étroitement liée à divers facteurs, notamment la profondeur et la pente héritées du substratum néogène qui semble aussi impacter la répartition de l'épaisseur de la couverture sédimentaire superficielle.

Etude sédimentologique, diagénétique et pétrophysique d'un forage carotté du Bassin de Paris dans le cadre d'un projet de stockage de CO₂

Claire Le Romancer¹, Aurélien Bordenave¹, Serge Galaup², Léa Pigot²

¹ BRGM, Orléans

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : a.bordenave@brgm.fr

Le projet européen PilotSTRATEGY vise à développer le stockage de CO dans des aquifères salins profonds. Lancé en 2021, ce projet explore les sites pilotes potentiels en tenant compte des paramètres géologiques, techniques, économiques et sociétaux. Il s'intéresse principalement à trois régions, dont une située en France, dans la Brie Nangissienne. Dans cette région, l'étude se concentre sur les roches du Dogger du Bassin parisien, et plus particulièrement sur la Formation de l'Oolithe Blanche. Déposée durant le Bathonien dans un environnement de rampe oolithique, cette formation a longtemps été négligée en raison de l'absence d'hydrocarbures. Cependant, la récente découverte d'une carotte traversant la formation de l'Oolithe Blanche sur le potentiel site de stockage français offre l'opportunité d'approfondir la compréhension de ses propriétés réservoir afin d'optimiser les modèles de stockage de CO du projet.

Pour atteindre cet objectif, une étude sédimentologique détaillée a été réalisée sur la nouvelle carotte SEIF-1. Cette analyse a permis d'identifier les principaux faciès et environnements de dépôt, ainsi que de localiser les grandes surfaces et séquences associées. De plus, des analyses pétrophysiques ont été réalisées sur 25 échantillons de la carotte, fournissant diverses valeurs de porosité et de perméabilité. Des mesures de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) ont notamment été utilisées pour estimer la perméabilité à partir de relations issues de la littérature. Une analyse de la distribution des niveaux présentant les meilleures propriétés réservoir a également été conduite en tenant compte de divers paramètres tels que le faciès, l'environnement de dépôt, le type de porosité dominante, les éléments présents au sein de la roche, ou encore la présence d'une éventuelle surface MFS ou MRS à proximité des dépôts. L'ensemble de ces données a ensuite permis d'ajuster les lois k/Φ utilisées au sein des modèles de stockage de CO₂ du projet. Plusieurs lois k/Φ ont ainsi été proposées pour la Formation de l'Oolithe Blanche en fonction de l'environnement de dépôt et de la cimentation des dépôts.

Les principaux résultats de l'étude révèlent que les faciès dominants au sein de la Formation de l'Oolithe Blanche présentent les meilleures propriétés du complexe réservoir, avec des porosités et des perméabilités atteignant respectivement jusqu'à 21,0 % et 637 mD. Ces caractéristiques font de l'Oolithe Blanche une formation propice au stockage de CO dans la zone d'étude. Par ailleurs, l'étude des lames minces et des données pétrophysiques souligne l'impact significatif de la diagenèse sur les propriétés réservoir des formations traversées par la carotte SEIF-1, conduisant ainsi à une réévaluation des intervalles réservoirs. Enfin, l'optimisation des lois k/Φ , plus optimistes pour la Formation de l'Oolithe Blanche, influence directement les modélisations dynamiques et l'analyse des risques associés au stockage de CO₂ dans la zone d'étude.

L'étude de la carotte SEIF-1 confirme ainsi le potentiel de la Formation de l'Oolithe Blanche pour le stockage de CO et apporte des données nouvelles sur le Dogger. Ces résultats permettent

de mieux appréhender les relations porosité/perméabilité pour ce réservoir, utiles dans l'exploration géothermique ou le stockage de CO₂. Cependant, la répartition des niveaux réservoirs au sein de cette formation reste associée à d'importantes incertitudes, en particulier concernant les valeurs de perméabilité. Des travaux supplémentaires seront donc nécessaires, notamment pour étudier les relations entre les perméabilités mesurées et estimées présentées au sein de l'étude. Cela permettrait de réduire les incertitudes et d'établir des relations plus robustes pour prédire la perméabilité à partir de diagraphies RMN.

Version temporaire

Les rides bathymétriques du Cap Spartel (Maroc NW Atlantique) : une nouvelle découverte de rides carbonatées peu profondes ?

Pascal Le Roy¹, Léna Virat¹, Marcaurelio Franzetti¹, Jacques Grall²,
Alain Trentesaux³, Thierry Garlan^{4,1}

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² UMR 6539 LEMAR, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER, IRD

³ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

⁴ Département de géologie marine, SHOM

Contact : pascal.eroy@univ-brest.fr

Les missions NOMADS et NOMADS09 ont permis de reconnaître la morphologie et l'architecture stratigraphiques de la plate-forme continentale atlantique NW Marocaine. Les premiers résultats issus des interprétations sismiques ont mis en évidence une succession de rides bathymétrique atteignant 7 km de long, 30m de hauteur et échelonnées entre 100 et 250 m au large du Cap Spartel aux abords du détroit de Gibraltar. Ces rides montrent un caractère asymétrique transverse en lien avec un écoulement vers le NE et ont été interprétées dans un premier temps comme des dunes sableuses atypiques. Si les analyses morpho-métriques semblent cohérentes avec la présence de grandes dunes sableuses, l'intégration récente des données bathymétriques et des prélèvements suggèrent plutôt la présence de rides carbonatées. Ces rides se positionnent sur une terrasse en rebord de plate-forme et en continuité latérale d'un drift contouritique présent entre 300 et 400 m au contact de la veine d'Eau Centrale Nord Est Atlantique (ENACW). Les interprétations sismiques montrent clairement le développement multigénérationnel des rides à partir de discordances marquant la base d'un ensemble de cinq séquences. Le comblement des dépressions inter-rides et leur enfouissement partiel suggèrent ainsi des processus de croissances et de déclin des rides similaires aux processus décrits pour les rides de coraux froids (Roberts et al., 2006 ; Wienberg and Titschack, 2017). De telles rides sont bien documentées depuis une vingtaine d'année le long de la pente continentale du Maroc Atlantique entre 500 et 1000m et formées d'assemblages de milliers de monticules carbonatés au sein de l'AMCP (Atlantic Coral Mound Province), (Hebbeln et al., 2019). Néanmoins, la présence de rides en position de plate-forme n'a pas encore été relevée dans ces latitudes tempérées. Le caractère peu profond des rides du cap Spartel implique leur quasi émergence durant le Dernier Maximum Glaciaire et reste difficile à considérer pour le développement des espèces communes de coraux froids répertoriées sur la marge atlantique marocaine. En outre, les échantillonnages sédimentaires réalisés qui restent très partiels ne montrent pas d'évidence de coraux froids. Ils montrent en revanche l'accumulation importante de rhodolites et bryozoaires associés à une faune peu profonde et tempérée qui conforte la nature carbonatée des rides et leur caractère composite mais dont la composition précise reste encore à préciser.

Références

Hebbeln D., Bender M., Gaide S., Titschack J., Vadorpe T., Van Rooij D., Wintersteller P., Wienberg C. 2019.

Thousands of cold-water coral mounds along the Moroccan Atlantic continental margin: distribution and morphometry. Mar Geol. 411, 51–61

Roberts, J.M., Wheeler, A.J., Freiwald, A., 2006. *Reefs of the deep: The biology and geology of cold-water coral ecosystems. Science. 312, 543-547.*

Wienberg, C., Titschack, J., 2017. *Framework-Forming Scleractinian Cold-Water Corals Through Space and Time : A Late Quaternary North Atlantic Perspective*, in: Rossi, S., Bramanti, L., Gori, A., Orejas Saco del Valle, C. (Eds.), *Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots*. Springer International Publishing, Cham, pp. 699-732.

Version temporaire

Hétérogénéités sédimentaires de la Basse Plaine de la Garonne et impact pour la mise en œuvre du modèle hydrogéologique de recharge artificielle de la nappe alluviale (projet RAMAGE)

Sophie Leleu¹, Pierre Weill⁴, Pascal Bertran^{2,3}, Nazeer Asmaël^{2,5},
Michel Franceschi^{2,1}, Alain Dupuy⁵

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux, CNRS

³ INRAP Nouvelle-Aquitaine

⁴ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

⁵ BRGM Nouvelle-Aquitaine

Contact : sophie.leleu@bordeaux-inp.fr

La Garonne est un fleuve sinueux, encaissé dans une large vallée, plus grande plaine alluviale occupée et cultivée de France. Elle transporte essentiellement une charge de fond grossière, jusqu'à la zone d'influence des marées en aval, à partir de laquelle la charge, la dynamique et la géomorphologie changent fortement. La vallée de la Garonne est le résultat d'une histoire quaternaire polyphasée, marquée par 6 niveaux de terrasse bien documentés (Huschmann, 1975; Christophoul et al., 2014 ; Bourbon et al., 2019). L'architecture des nappes alluviales, en revanche, est relativement méconnue (Carozza et al., 2013, Bertran et al., in press). Pourtant, la nappe alluviale de la Garonne est en forte connexion hydraulique avec le fleuve et soutient son débit d'étiage. La caractérisation des hétérogénéités sédimentaires est donc essentielle pour mieux quantifier et modéliser les flux d'eau à l'interface nappe-rivière.

Le projet RAMAGE (Recharge Artificielle et Maintien Alluvial de la Garonne à l'Étiage) en collaboration avec le SMEAG (Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne) a pour objectif de tester l'alimentation accélérée de la nappe alluviale peu profonde en utilisant l'eau du canal latéral de la Garonne en périodes de hautes eaux avec plusieurs secteurs potentiels d'infiltration (plaine alluviale actuelle et terrasse la plus récente) entre Agen et Marmande. Cette eau souterraine stockée est susceptible de soutenir naturellement l'étiage de la Garonne de manière diffuse et tempérée (14-15°C), constituant un moyen efficace de lutter contre le réchauffement des eaux du fleuve. En effet, le réchauffement climatique impacte fortement la température de l'eau, mettant en danger la survie et la pérennité des écosystèmes fluviaux (Rapport Agence de l'eau Adour-Garonne). Sur le site de Brax (47), une alimentation accélérée a déjà été réalisée via des bassins d'infiltration, ainsi qu'un modèle numérique des écoulements. L'effet des hétérogénéités sédimentaires des dépôts alluviaux est bien visible dans cette zone, ces dernières étant essentiellement créées par les dépôts de l'ancien système méandriforme.

L'objectif de cette étude est de caractériser et spatialiser les hétérogénéités sédimentaires de la plaine alluviale de la Garonne. L'analyse de données satellitaires (MNT RGE Alti® à 5 m), de cartes anciennes, des sondages géologiques (BSS BRGM et carrières de granulats), de coupes géologiques et géophysiques (géoradar 200 MHz) a permis de cartographier et dater un certain nombre des barres de méandres et de paléo-chenaux mis en place dans les dépôts récents (< 35 ka) et superficiels (3-4 premiers mètres) de la plaine (Bertran et al., in press). Un logiciel de modélisation de réservoirs méandriformes (Flumy - Mines ParisTech) est utilisé pour construire un

premier modèle géologique 3D de la plaine alluviale de la Garonne, nourri des données de terrain pour la partie superficielle, et se basant sur des scénarios probables des caractéristiques morpho-sédimentaires du fleuve pour le remplissage le plus profond et non-cartographiable, soit jusqu'au toit de la molasse formant le substratum (situé à 8-10 m sous la surface). Le modèle de répartition de faciès sédimentaire ainsi créé, une fois traduit en conductivité hydraulique, pourra servir d'entrée pour une modélisation hydrogéologique plus précise des échanges entre la Garonne et sa nappe alluviale.

Version temporaire

The Late Pleistocene - Holocene meandering lower Garonne River, southwest France: architecture of the valley fill and chronology, comparison with other European rivers

Sophie Leleu^{1,2}, Pascal Bertran^{2,3}, Eric Andrieux⁴, Zoe Sicard-Delage⁵,
Rachid Ouchaou⁶, Pierre Weill⁷, Jean-Yves Reynaud⁶

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux, CNRS

³ INRAP Nouvelle-Aquitaine

⁴ Department of Archaeology, Durham University (UK)

⁵ UMR 6266 IDEES, Université de Caen Normandie, Université de Rouen Normandie, CNRS

⁶ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

⁷ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

Contact : sophie.leleu@bordeaux-inp.fr

The study of the lower Garonne between 170 and 200 km upstream of its current mouth reveals a complex evolution of the valley during the Last Glacial and the Holocene. The architecture and chronology of Late Pleistocene to Holocene alluvial deposits in the lower Garonne have been studied in details based on data (boreholes, trenches, ground-penetrating radar, numerical dating) collected in quarries and during archaeological surveys (Bertran et al., *Geomorphology*, in press). The ages were obtained from sand beds (OSL) and plant debris (¹⁴C) from clay and peat at the base of abandoned channel fills. The preserved alluvial bodies, dated between ca. 38 ka and present, show that the river retained a meandering or anabranching pattern throughout this period, associated with the formation of lateral accretion packages and scroll bars in the convexity of meanders.

A narrow incision was identified along the Garonne Valley within the deepest alluvial deposits, and linked with an 'incised valley' described in the estuary. This valley incision occurred between ca. 26 and 18 ka and therefore can be interpreted to be in connection to the LGM low sea level. It reached up to 19 m in the study area, and occurred while the riverbed adjusted in response to the base level drop. The upstream propagation of the knickpoint to the study area probably required a delay of several millennia. The rapid sea level rise during deglaciation would then have caused the canyon to fill in, followed by the re-establishment of a "normal" river regime from 18 ka onwards when a new equilibrium was reached.

Since ca. 18 ka, the lateral migration of meanders widened the plain without any significant incision of the Oligocene marl bedrock. The Early-Middle Holocene was characterized by the development of highly sinuous meanders, while sinuosity decreased in a late phase including the Little Ice Age. The morphology of the Garonne floodplain during the Last Glacial remains difficult to assess in detail. While the presence of large lateral accretion packages in a sector dated ca. 18 ka attests to a meandering or anabranching pattern, no MIS 2 abandoned channel has been observed in cross-section in the study area. One channel, with its large radius of curvature, was active during the Lateglacial (early MIS 1) and was abandoned during the Alleröd. Gravel beds on the MIS 2 and early MIS 1 point bars (MB3) at a higher elevation than on the Holocene MB2 suggests that flood discharges were higher during the earlier phase of floodplain evolution. Comparison with other lowland European rivers shows that the persistence of a meandering or anabranching pattern during MIS 2 is not an isolated case. The documented examples are associated with rivers typified by low valley slope, or situated in southern

regions unaffected by permafrost and characterized by dense vegetation. The latter conditions would not have led to a drastic change in river discharge and bedload transport during the Last Glacial, as was the case for more northerly rivers where braiding seems to have been common.

Version temporaire

Investigations on the origin of carbonaceous matter of the ca. 3.48 Ga Dresser Formation (Western Australia) down to the nanoscale

Kevin Lepot^{1,2}, Karim Benzerara³, Théo Bousseau¹, Sylvain Bernard³,
Ahmed Addad⁴, Pascal Philippot⁵

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² Institut Universitaire de France

³ UMR 7590 IMPMC, Université Paris-Sorbonne, CNRS, MNHN

⁴ UMR 8207 UMET, Université de Lille, CNRS, ENSCL, INRAE

⁵ UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS

Contact : kevin.lepot@univ-lille.fr

The ca. 3.48 Ga Dresser Formation of the Pilbara Craton in Western Australia comprises a synsedimentary seafloor hydrothermal system. This formation displays pyritic and siliceous stromatolites, non-graphitic carbonaceous matter, and microscopic pyrites bearing S-isotope signatures that may be attributed to microbial sulfate reduction. These multiple potential traces of life make the Dresser Formation one of the oldest plausible microbial ecosystems on Earth (Lepot 2020). The seafloor hydrothermal system associated with mafic to ultramafic magmatism may also have provided a context that may have enabled abiotic organic matter formation (Rasmussen et al., 2023). This could have proceeded through serpentinization reactions (which produce H₂ that in turn may reduce CO₂ into organic molecules) and/or hydrothermal decomposition of Fe-carbonate (siderite) into carbonaceous compounds.

Here, we aim at recovering constraints on the origin of the Dresser Formation carbonaceous matter with high-resolution petrographic and spectroscopic investigations, relying on spatially - resolved Raman and X-ray absorption near-edge structure (XANES) investigations in combination with electron microscopy (SEM and STEM). We targeted stratiform carbonate-cherts lithologies and hydrothermal chert veins/dykes cutting across underlying metavolcanics.

Raman spectroscopy shows heterogeneities that suggest variations in the degree of structural order in the carbonaceous matter. Raman thermometry performed on carbonaceous matter using the Kouketsu et al. (2014) method argues for a range of peak temperatures between ca. 305 and 355 °C. In one chert sample, a bi-modal distribution of the Raman band parameter D1/GL (ca. 1350 cm⁻¹ to ca. 1600 cm⁻¹ band height ratio) suggests two possibly distinct types of carbonaceous matter. XANES spectra are characteristic of highly aromatic carbonaceous matter, and display a small, but conspicuous 1s-σ* exciton peak at ca. 291.7 eV that indicates conjugation of graphene sheets and relatively large in-plane crystallite sizes (Bernard et al., 2010). High-resolution STEM shows two types of atomic plane ordering, including a dominant nanofiber-like structure, and larger well-organized crystalline domains. These differences in organization observed at the atomic scale can explain the heterogeneities observed in Raman and XANES spectra.

In terms of texture, a population of carbonaceous matter grains, generally sub-micrometric and highly porous, occurs in ankerite crystals, often associated with pyrite nanocrystals. This texture is consistent with fluid-deposited carbonaceous matter, which may have originated from *in situ* or migrated bitumen, of biotic and/or abiotic origin. Coarser micrometric carbonaceous grains are also found in ankerite rhombohedra and in their surrounding chert matrix. These coarser carbonaceous grains display the highest structural order in HR-STEM, whereas the smaller, porous grains are of the nanofibrous-type. Common associations of carbonaceous matter and siderite

microcrystals suggest the possible *in situ* production of carbonaceous matter in the various chert-carbonate beds through thermal decomposition of siderite.

References

- Bernard, S., Beyssac, O., Benzerara, K., Findling, N., Tzvetkov, G., Brown, G.E., 2010. XANES, Raman and XRD study of anthracene-based cokes and saccharose-based chars submitted to high - temperature pyrolysis. *Carbon N. Y.* 48, 2506–2516. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2010.03.024>
- Kouketsu, Y., Mizukami, T., Mori, H., Endo, S., Aoya, M., Hara, H., Nakamura, D., Wallis, S., 2014. A new approach to develop the Raman carbonaceous material geothermometer for low- grade metamorphism using peak width. *Isl. Arc* 23, 33–50. <https://doi.org/10.1111/iar.12057>
- Lepot, K., 2020. Signatures of early microbial life from the Archean (4 to 2.5 Ga) eon. *Earth- Science Rev.* 209, 103296. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103296>
- Rasmussen, B., Muhling, J.R., 2023. Organic carbon generation in 3.5-billion-year-old basalt- hosted seafloor hydrothermal vent systems. *Sci. Adv.* 9. <https://doi.org/10.1126/sciadv.add7925>

Sediment provenance constraints on end-Ordovician glacial dynamics at the Gondwana margin (Crozon Peninsula, France)

Mathilde Levacher¹, Germain Bayon¹, Muriel Vidal¹, Nathalie Babonneau¹, Alfredo Loi², Kwangchul Jang³

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Cagliari (Italy)

³ Division of Glacial Environment Research, Korea Polar Research Institute (Korea)

Contact: mathildelevacher@laposte.net

Key words: Ordovician, Gondwana, Hirnantian glaciation, Neodymium, $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$

The Ordovician was a period of gradual cooling that culminated with the onset of the Hirnantian glaciation about 445 Ma ago, associated with the first global mass extinction or LOME for "Late Ordovician Mass Extinction" (Bond and Grasby, 2020).

To date, most proxy records for end-Ordovician environmental changes have focused on carbonaceous sedimentary sequences from the Laurentia and Baltica continents that were located in paleo sub-tropical regions. This study focuses on the paleoenvironmental reconstruction of the northern Gondwana margin, then located in high southern latitudes in close proximity to ice sheets. Bulk $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ analyses conducted on shale samples collected from the Crozon Peninsula (Brittany, France) enabled us to revise the regional Upper Ordovician stratigraphy and to identify, for the first time, the main phase of the Hirnantian glaciation in studied outcrops.

The measurement of neodymium isotope ratios ($\epsilon\text{Nd}(i)$) on the fine-grained detrital fraction of shale samples across the Upper Ordovician indicates a subtle change in sediment provenance at the onset of the Hirnantian glaciation. Much greater Nd isotopic variability is observed during the later stage of the Hirnantian isotope carbon ($\delta^{13}\text{C}$) excursion (HICE) in studied outcrops, with $\epsilon\text{Nd}(i)$ values varying drastically from -12.2 to -2.7. These results are interpreted as reflecting major drainage reorganization of glacial catchments following periods of successive glacial advances and retreats. In particular, we suggest that high $\epsilon\text{Nd}(i)$ values in studied samples could trace the export of fine-grained sediment from remote source areas, presumably delivered via massive meltwater pulses.

Déchets plastiques dans les décharges littorales : comment les quantifier et comment les processus d'érosion jouent un rôle dans leur transport et dans la formation des microplastiques

Victor Lieunard^{1,2}, Sébastien Rohais¹, Julien Bailleul²

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne

Contact : victor.lieunard@ifpen.fr

La hausse du niveau moyen de la mer ainsi que l'intensification des tempêtes provoquent une accélération de l'érosion du littoral. Dans ces zones vulnérables se trouvent de nombreux sites d'enfouissement historique. Un des exemples les plus symboliques en France est la décharge de Dollemard (Le Havre). Les falaises y sont fortement exposées, favorisant la remobilisation des séries sédimentaires, notamment de manière gravitaire, ainsi que le relargage des déchets présents dans la décharge. De telles décharges sont présentes partout en Europe. Certains des déchets qui y sont les plus courants sont les plastiques et les microplastiques (MP). Ils présentent un risque sanitaire majeur et sont encore peu surveillés dans ce compartiment environnemental. En effet, bien que de nombreuses recherches se concentrent sur le transport des plastiques et leur présence dans les milieux marins, peu prennent en considération les décharges littorales comme source de plastique et de MP. De plus, la similitude des processus de transport des sédiments et des plastiques n'est que très peu étudiée. Il en est de même pour les processus d'érosion des falaises littorales et de fragmentation des plastiques en MP. Afin de progresser sur ces sujets, des protocoles d'échantillonnage et d'analyses doivent être développés pour mesurer l'imprégnation en plastique dans les décharges. D'un côté, les macroplastiques peuvent être mesurés à partir d'une méthode OSPAR adaptée. Il s'agit d'un ramassage et d'un tri systématique de ces déchets sur une zone précise. Une telle méthode, répétée dans le temps, est capable d'apporter des informations sur le volume des déchets selon la période, leur nature et leur origine, en provenance de la décharge ou non. D'un autre côté, les MP nécessitent des méthodes d'analyses plus poussées afin d'être caractérisés. Bien qu'aucune méthode normée n'existe dans ce compartiment pour mesurer ces particules, la méthode Rock-Eval® (RE) a déjà prouvé son efficacité pour de telles analyses. En plus d'être rapide et de demander peu de prétraitement d'échantillon, cet appareil permet d'apporter des informations quant à la nature et à la concentration de MP dans un volume de sédiment. Ainsi, l'union de la méthode OSPAR et RE sur une décharge littorale est envisagée pour cartographier l'imprégnation des plastiques et de MP. Ces méthodes, associées à l'observation des mécanismes d'érosion et de transport des sédiments sur les pentes aideront à mieux comprendre les processus de formation des MP dans ces contextes. En somme, le développement et l'application de ces méthodes est capital pour suivre l'évolution de l'imprégnation en plastique dans l'environnement, et notamment dans les milieux côtiers et marins. Ainsi, le transport des plastiques par différents phénomènes naturels pourra être mieux compris et, par conséquent, mieux anticipé. Cela doit permettre également d'avoir une meilleure idée de la provenance des déchets plastiques retrouvés en bord de plage. Finalement, si les méthodes sont suffisamment robustes, elles permettront de tester l'efficacité des solutions de remédiation en lien avec les projets de réhabilitation des décharges littorales.

Les bassins cénozoïques du Cotentin (Normandie, France) : une plate-forme rocheuse à hauts fonds ouverte sur l'Atlantique et soumise aux déformations compressives " alpines "

Aurélia Londero¹, Olivier Dugué ¹

¹ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS
Contact : aurelia.londero@etu.unicaen.fr

Plusieurs petits bassins sédimentaires cénozoïques sont isolés dans le Massif armoricain et en particulier dans le NW de la Normandie (Centre Cotentin), mais en partie recouverts par des marais holocènes. De nombreux forages de recherche hydrogéologique ont permis de reconstituer l'évolution sédimentaire de cette série sédimentaire cénozoïque (300 m) (1). Les six bassins d'extension kilométrique reconnus à terre, dans le Cotentin (Néhou, Orglandes-Picauville, Sainteny, Marchésieux, Sangsurière et Lessay) sont séparés par des terrains précambriens, paléozoïques ou mésozoïques. La dépression du centre-Cotentin est limitée au Nord et au Sud par des structures de direction varisque N 70° (2, 3) et des relais d'accidents d'orientation N 150-170° (4, 5) définissent ses bordures Ouest et Est. L'ouverture des bassins cénozoïques est expliquée par le rejeu de ces failles de direction N 150-170° décrites à travers tout le Massif armoricain. Les transgressions cénozoïques d'origine atlantique ont recouvert périodiquement sa bordure paléozoïque occidentale, déposant en arrière des épandages de sables et graviers calcaires (faluns) sous une dynamique tidale, à l'Éocène moyen, Miocène moyen et au Plio-Pléistocène.

Cette mosaïque de bassins cénozoïques, aujourd'hui séparés les uns des autres par des affleurements du socle armoricain, est interprétée comme le résultat d'un rejeu quaternaire des failles (6, 7). La comparaison de l'évolution sédimentaire paléogène dans les bassins de Néhou et d'Orglandes-Picauville suggère une morphologie déjà acquise lors des transgressions paléogènes. La série terrigène fini-paléogène (50 m) du Cotentin est intercalée entre les faluns éocènes et miocènes, correspondant à des formations marines (Argiles à Corbules) et lacustres (Marnes et calcaires à Bithinies, Argiles lacustres de Néhou) (10). L'analyse biostratigraphique des microfaunes benthiques ou des flores a confirmé leur attribution à l'intervalle Éocène supérieur-Oligocène (1, 9). À Néhou, situé à l'Ouest du bassin d'Orglandes-Picauville, la série terrigène fini-Paléogène se révèle plus sableuse et plus récente, se terminant par des argiles lacustres datées de l'Oligocène inférieur. Dans ces deux bassins, la déformation plicative des calcaires éocènes a favorisé un endoréisme des environnements paléogènes, et l'érosion au toit des calcaires éocènes. Au Bartonien, la transgression recouvre ces environnements continentaux à l'Est, et plus tardivement vers l'Ouest (bassin de Néhou), y déposant des sables quartzeux et coquilliers au Rupélien, dans un domaine lagunaire évoluant vers l'émersion. Des écueils rocheux ont séparé les deux bassins paléogènes du Cotentin et ont gêné les communications marines, expliquant les fréquents remaniements et variations latérales de faciès décrits.

La présence de hauts-fonds rocheux apparaît comme un trait paléogéographique permanent de la plate-forme paléogène du Cotentin, à la transition de l'Éocène et de l'Oligocène, jouant le rôle d'une barrière protectrice qui limite les communications marines à travers les bassins. Un tel dispositif d'îlots rocheux se retrouve à Saint-Sauveur-le-Vicomte (11),

entre les bassins d'Orglandes-Picauville et de la Sangsurière ou à Périers, entre les bassins pléistocènes de Lessay et de Marchésieux (7). Ces îlots rocheux de la plate-forme du Cotentin sont aussi à l'image actuelle de celle du golfe normand-breton, peu profonde et encombrée par de nombreux écueils rocheux qui modifient la circulation des courants tidaux et contrôlent les accumulations de sables et graviers (8).

Références

- DUGUÉ O. et al. (2005). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 42, 2, 6-68.
GRESSELIN F. (1990). *Thèse de l'Université de Caen*, 335 p.
VERNHET Y. et al. (1999). *feuille Balleroy n° 118. BRGM*.
DORÉ F. (1969). *Thèse Doctorat État de l'université de Caen*, 790 p.
PAREYN C. et ROYANT g. (1964). *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 10e,V, 86-93.
PAREYN C. (1980). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 22, 695-701.
BAIZE S. (1998). *Thèse de l'Université de Caen, Document BRGM 289 (1999)*, 366 p.
WALKER P. (2001). *Thèse de l'Université de Caen*, 289 p.
GUERNET C. et al. (2008). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 45, 2, 5-11.
VIEILLARD E. et DOLLFUS G. (1875). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 2, 9, 5-181.
ÉLHAÏ H. (1963). *Thèse de l'Université de Bordeaux*, 624 p.

Tidal strait depositional model revised

Sergio Longhitano¹

¹ Università degli Studi della Basilicata, Matera (Italy)

Contact : sergio.longhitano@unibas.it

A revision of the depositional model for ancient and modern, tectonically-confined tidal straits is presented here. The model, built on an early foundational work published in 2013, is now based on 24 modern tidal straits with common bottom features and hydrodynamics, and 13 ancient case studies. The comparison between these well-documented case studies addresses several key advancements.

Enhanced Bedform Diversity: The revisited model includes a broader range of bedforms, emphasizing the interplay between dominant tidal flows and subordinate processes. This provides a more comprehensive understanding of sedimentary structures in tidal straits.

Deflected Deltas: The role of tidally-modulated, alongshore-directed circulation in shaping asymmetric delta fronts is considered, highlighting the influence of lateral tidal currents on sediment deposition patterns and geomorphological asymmetry.

Genetic Relationships in Sedimentary Processes: The model establishes a cause-effect relationship between shallow- and deep-water sedimentary processes, focusing on the genesis of sandy contourites. This highlights the interconnected nature of sediment transport and deposition from nearshore to deeper environments.

Stratigraphic Constraints: New stratigraphic criteria are proposed to recognize and differentiate ancient tidal straits in the rock record, improving the identification and interpretation of paleoenvironments and aiding geological reconstructions and resource exploration.

Green-Energy Development: Potential areas within modern tidal straits suitable for tidal and wave energy harnessing are evaluated, supporting sustainable energy initiatives by leveraging the unique hydrodynamic characteristics of tidal straits.

Caractérisation sédimentologique préalable aux implantations des futures zones EMR : apport des données haute résolution aux travaux de recherches

Loïc Moutoussamy¹, Agathe Ignacio¹, Marie Laurent¹, Meril Merindol¹,
Edith Le Borgne¹

¹ Département de géologie marine, SHOM
Contact : loic.moutoussamy@shom.fr

Le développement des énergies marines renouvelables (EMR) requiert une connaissance précise de l'environnement pour le choix des sites, la réduction des risques et la phase d'opération. Dans ce cadre, le ministère de l'Environnement confie au Shom, depuis plusieurs années, la reconnaissance géologique des zones d'implantation et de raccordement des futurs parcs éoliens en mer, définies par la Programmation Pluriannuelle de l'Energie.

Le Shom a récemment fourni une description générale de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques des différentes façades maritimes, destinée à être incluse dans le dossier de maîtrise d'ouvrage pour la consultation du public organisée par l'Etat. Ensuite, des études plus approfondies sont menées sur des zones plus restreintes définies par l'Etat à l'issue du débat public. Il s'agit alors de dresser l'état de la connaissance existante, issue des bases de données du Shom ou de sources externes, sur des zones de quelques centaines de km². Des études bibliographiques sont également réalisées pour différents volets techniques en lien avec les divers domaines d'expertise du Shom : bathymétrie, sédimentologie, courants, marée, houle, hydrologie et objets anthropiques.

Une étude sédimentologique complète de la zone est ensuite effectuée, en réalisant un levé morpho-sédimentaire à l'aide de navires et vedettes hydrographiques opérés par le Shom, équipés de systèmes de mesures spécifiques. Le Groupe Hydrographique et Océanographique de l'Atlantique déploie principalement des sondeurs multifaisceaux et monofaisceau, ainsi que des sondeurs de sédiments. Un sonar latéral remorqué est utilisé pour la recherche d'obstructions de petite taille, et un magnétomètre remorqué pour détecter les gros objets métalliques, tels que les épaves. Des prélèvements sédimentaires sont réalisés à l'aide de bennes spécifiques pour déterminer la nature superficielle des fonds.

Les données collectées durant ces campagnes permettent, dans une dernière phase, d'élaborer le dossier d'environnement final, offrant une caractérisation complète de la zone d'étude. Cette caractérisation se traduit par la réalisation de produits tels que les modèles numériques de terrain, les cartes de nature des fonds, les analyses granulométriques, les cartes d'épaisseur sédimentaires, l'imagerie acoustique de la zone d'étude, l'étude statistique approfondie des états de mer, ou encore le rapport d'analyse des mesures de courants acquises. Il est important de souligner que ces données, acquises dans le cadre des travaux EMR, présentent une résolution élevée et un potentiel d'application bien au-delà des seuls projets EMR. Elles constituent une ressource précieuse pour la communauté scientifique, permettant de répondre à diverses problématiques de recherche dans des domaines variés. Ainsi, les acteurs du monde de la recherche sont invités à considérer ces données comme une opportunité de mener à bien des projets scientifiques régionaux de grande envergure. À ce jour, un certain nombre de zones de travail en Manche, Mer du Nord, Méditerranée ou sur la façade Atlantique ont déjà été couvertes

ou sont en cours d'étude. Cela représente près de 4000 km² de surface explorée.

Version temporaire

Architecture stratigraphique d'un système deltaïque syn-tectonique riche en nummulites : de l'affleurement à l'image sismique (Delta du Sobrarbe, Eocène, Espagne)

Toufic Mazloun¹, Carine Grélaud^{1,2}, Philippe Razin^{1,2}

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² ENSEGLID, Bordeaux INP, Université de Bordeaux

Contact : toufic_mazloun@hotmail.com

Notre étude porte sur l'analyse stratigraphique détaillée d'un affleurement présentant la partie sommitale du complexe deltaïque syn-tectonique du Sobrarbe (Eocène, Espagne), et de son image sismique. Ce système deltaïque s'est développé dans le bassin d'avant-pays sud-pyrénéen à partir du Lutétien moyen (~44 Ma) succédant à une plate-forme carbonatée d'âge Cuisien (~49 Ma), en réponse à la propagation des reliefs pyrénéens vers l'ouest - nord-ouest. L'objectif de cette étude est de caractériser la géométrie et la répartition des dépôts dans cette partie du complexe deltaïque du Sobrarbe, particulièrement riche en nummulites, d'interpréter les processus contrôlant l'architecture sédimentaire de ce système, et d'analyser son image sismique.

La méthode appliquée combine (1) l'interprétation d'un modèle photogrammétrique 3D de l'affleurement, (2) l'acquisition de données de terrain : cartographie, levé et corrélations de logs sédimentologiques, (3) la modélisation sismique synthétique du transect d'affleurement.

L'analyse du modèle photogrammétrique sur le logiciel VRGS a permis de pointer les limites de couches, de mesurer leur pendage et de générer dix logs présentant les épaisseurs des différentes unités. Sur le terrain, ces logs ont été analysés en détail (lithologie, granulométrie, contenu en fossiles), permettant d'identifier dix lithofaciès : un faciès d'unités calcaires (calcaires de Guara), six faciès deltaïques (incluant les faciès silteux profonds du prodelta, les faciès gréseux du front de delta et les alternances marno-gréseuses de la plaine deltaïque) et trois faciès remarquablement riches en nummulites. Un transect présentant l'architecture stratigraphique et la distribution des faciès a pu être construit en intégrant les résultats de l'étude photogrammétrique et de l'analyse de terrain.

L'établissement de l'architecture séquentielle et stratigraphique du système étudié a permis d'interpréter, au premier ordre, un système deltaïque aggradant et surtout progradant vers le nord-est, caractérisé par des clinofformes d'environ 60 m d'amplitude et 6° de pente. Cinq séquences de second ordre ont été identifiées, limitées par des surfaces d'incision (Maximum Regressive Surfaces). Chaque séquence débute par une surface d'érosion et/ou de glissement, affectant les grès de front-delta sous-jacents. Pendant la phase de transgression ($S < A$), des faciès très riches en nummulites se déposent au niveau de la rupture de pente, moulant la surface d'érosion. La phase de régression ($S > A$) est marquée par la progradation des faciès deltaïques gréseux classiques (moins riches en nummulites) jusqu'à atteindre un maximum de régression.

Dans ce système, les corps gréseux potentiellement réservoirs du front-delta sont de faible épaisseur, car érodés par les surfaces d'incision, et peuvent être localement déconnectés par les niveaux nummulitiques carbonatés transgressifs. Afin de savoir si ces surfaces et hétérogénéités peuvent être détectées ou non sur des images sismiques, et éventuellement trouver des indices pour les repérer, un modèle sismique synthétique a été réalisé à partir du transect d'affleurement. Bien que l'échelle verticale de l'affleurement limite la précision de son image sismique, l'analyse des modèles à différentes fréquences a permis de détecter des variations subtiles d'amplitude et de géométrie des

réflexions sismiques pouvant aider à prédire la présence de niveaux nummulitiques et de surfaces d'incisions, apportant ainsi des clés pour mieux interpréter les données sismiques de réservoirs deltaïques analogues en subsurface.

Version temporaire

Sédimentologie et stratigraphie des minéralisations de plomb argentifère de Saint- Sébastien-d'Aigrefeuille, Gard, France

Geoffroy Musial¹

¹ IMT-Mines Alès

Contact : geoffroy.musial@mines-ales.fr

Les ressources minérales de la bordure sous-cévenole, entre autres le plomb, le zinc, le fer, l'or, le cuivre ou l'antimoine, mais aussi les ressources énergétiques comme le charbon ou l'asphalte, ont fait la renommée géologique de cette région à la croisée entre un socle cristallin ancien et un bassin sédimentaire polyphasé.

Les minéralisations plombifères de la région sont portées par une série détritique composée de conglomérats et grès arkosiques d'âge triasique, Anisien-Ladinien, mises en place dans une sédimentation de type cônes alluviaux et rivières en tresses. Ces dépôts détritiques grossiers passent vers l'aval à des argiles rouges. La présence de feldspath dans les sédiments grossiers reflète la proximité de la source et la composition du socle hercynien, granitique et métamorphique, qu'ils recouvrent en discordance. En certains points, le massif granitique est altéré, remplacé par un régolithe rouge, argileux et ferrugineux, remanié par la dynamique fluviale, et témoignant d'un climat tropical humide qui a perduré sur plus de 50 millions d'années.

Les minéralisations métallifères de la bordure sous-cévenole sont décrites dans la littérature comme un exemple et une référence de minéralisations hydrothermales MVT ("Mississippi Valley Type"). Toutes les observations de terrain ne valident cependant pas ce modèle de minéralisation tardive. En effet, (1) la minéralisation plombifère est associée à une forte silicification uniquement portée par les arkoses triasiques ; (2) cette minéralisation n'est pas décrite dans les failles et notamment la faille des Cévennes ; (3) la géométrie de la minéralisation est purement stratiforme ; (4) les arkoses triasiques, hôtes de la minéralisation, ne semblent pas enregistrer de compaction significative.

Le modèle des minéralisations plombifères gardoises peut donc être rediscuté. L'importance de l'environnement de dépôt et d'un fond géochimique présent dans les roches altérées du socle a été jusqu'à présent sous-estimée. Une revue de la littérature montre qu'un modèle alternatif existe, avec une minéralisation d'origine pédologique. L'alternance de saisons humides (lessivantes) et de saisons sèches (confinantes) serait notamment à l'origine de l'hydrolyse du socle granitique et de la formation des cuirasses métallifères silicifiées.

Linking onshore and offshore crustal features integrating seismic and borehole data in the Gamtoos and Pletmos basins

Manyano Makuzeni¹, Daniel Aslanian¹, Bastien Linol², Marina
Rabineau¹, Maryline Moulin¹, Estelle Leroux¹, Philippe Schnurle¹,
Romain Pellen, Guillaume Baby³

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² AEON, Nelson Mandela University, Gqeberha (South Africa)

³ King Abdullah University of Science and Technology (Saudi Arabia)

Contact : manyano.makuzeni@ifremer.fr

The margin of the Southern Africa continent harbour the history about the fragmentation and separation of Gondwana in its basins. The integration of onshore and offshore geology is of primordial importance to understand the complete geological history and evolution of the southern African border. The margin is composed of four half-grabens rift basins which form the large Outeniqua Basin. The study focuses on the Gamtoos and Pletmos basins, where the sediment deposits on the onshore portion are generally unfossiliferous and therefore difficult to correlate with the offshore portion of the basin. In an attempt to do this, several datasets were integrated such as vintage 2-D seismic reflection data and borehole wells. This data, acquired by SOEKER in the 1970s was purchased from the Petroleum Agency of South Africa (PASA). The first results allow us to estimate for the first time a precise age calibration of onshore deposit. Furthermore, the delimitation in 5 second-order seismic sequences along the basins suggests a link between different basin filling dynamics and kinematic phases related to the opening of the Indian and Atlantic Oceans along the southern Africa margins.

Prototype reproductible d'une mini-barge de voyage

Emmanuel Malet¹, Bernard Fanget¹, Raphaël Gallet¹, Fabien Arnaud¹

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD
Contact : emmanuel.malet@univ-smb.fr

Depuis de nombreuses années le laboratoire EDYTEM effectue des carottages lacustres un peu partout sur la planète avec des outils plus ou moins adaptés à ces missions. En particulier, effectuer des carottes de plus de 3m dans des lacs profonds restait difficile avec du matériel léger, ce qui limitait les possibilités sur des terrains lointains et/ou difficiles d'accès. Dans cette contribution, nous présentons un nouveau dispositif développé spécifiquement pour ce besoin.

L'ensemble est relativement léger (130 kg) et peut être transporté dans 6 bagages de 23 kg respectant les règles du transport aérien (deux d'entre eux seulement sont hors format). Cette mini-barge est composée de deux canoës conçus et fabriqués en France pour cet usage par la société drômoise Mekong. Les flotteurs sont reliés à une structure en cadres d'aluminium. Cette mini-barge permet d'accueillir deux coffres servant de siège, un moteur électrique et un mât de carottage pivotant servant à faciliter la mise en œuvre du carottier et son extraction.

Des matelas servant de fond ont été rajoutés dans les bateaux comme réserve de flottaison dans le cas d'avaries d'une des embarcations. La mini-barge (dimensions totale 3,6x2,3m ; surface de travail 2,3x1,2 m ; réserve d'air totale 1530 kg) peut accueillir deux opérateurs et a une force d'extraction de 500 kg limitée par le treuil (testé à 800Kg en laboratoire). Lors de la conception, l'ensemble des contraintes mécaniques a été optimisé par la méthode des éléments finis associée à un plan d'expérience, les caractéristiques hydrostatiques et hydrodynamiques ont été calculées aussi bien dans le cas d'un usage normal que dans celui d'avaries. Elle a été mise en œuvre avec succès depuis 2021 dans de nombreuses missions avec un carottier de type Nesje (single-run) et le record actuel est de 8,2 m. L'ensemble des plans et fournitures nécessaires à la duplication de ce prototype est disponible sur demande. Il existe à ce jour 4 copies, à EDYTEM et à l'ISEM, mais d'autres laboratoires sont en train de s'équiper.

Caractérisation et spatialisation des propriétés pétrophysiques des roches du Paléogène du bassin de Paris

Charlie Marconnet¹, Cédric Bailly¹, Benjamin Brigaud¹, Justine Brais²,
Jean-Baptiste Regnet³, Simon Andrieu⁴, Eléna Dubus, Wilson
Bouchery¹

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² BRGM, Orléans

³ Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

⁴ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

Contact : charlie.marconnet@universite-paris-saclay.fr

Les séries sédimentaires paléogènes du bassin de Paris, caractérisées par des dépôts mixtes carbonatés et détritiques, continentaux et marins, présentent des hétérogénéités lithologiques, faciologiques et diagenétiques importantes. Cependant, le manque de données et concepts reliant propriétés pétrophysiques et connaissance géologique de ces séries sédimentaires constitue un verrou pour la modélisation et la prédiction des propriétés physiques aux différentes échelles d'investigation, de l'échantillon (μm , cm) jusqu'à la formation géologique (dm , km). Comprendre et prédire ces hétérogénéités réservoir est crucial pour certains enjeux sociétaux majeurs, tels que l'aménagement du sous-sol ou le développement de la géothermie en Île-de-France. Pour répondre à cette problématique, une étude multi-échelle a été menée, intégrant géologie sédimentaire et analyses pétrophysiques, et mettant dans un premier temps l'accent sur les propriétés acoustiques des séries paléogènes. Cette étude se focalise sur des secteurs clés du cœur du bassin de Paris, délimités par le tracé du projet du Grand Paris Express (GPE), et permettant une caractérisation à très haute résolution spatiale des séries sédimentaires grâce à l'accès à une densité exceptionnelle de sondages carottés (environ un sondage chaque 90 m le long des tracés prévisionnels des lignes de métro). Après avoir synthétisé dans une base de données SIG l'ensemble des puits carottés et des données diagaphiques mises à disposition par la Société du Grand Paris, la RATP ainsi que la banque de données du sous-sol (BRGM), une sélection de sondages carottés a été faite afin de décrire les faciès sédimentaires. Le travail s'est focalisé sur 12 carottes situées le long de la ligne 15 Sud du GPE et sur d'anciens chantiers de la RATP au nord de Paris. Leur étude a permis de distinguer 9 associations de faciès correspondant à des paléoenvironnements de type plateforme carbonatée ouverte jusqu'à des environnements continentaux palustres et lacustres. Sur la base de ces observations, une dizaine de cycles sédimentaires ont été identifiés entre le Danien et le Rupélien. Ils ont été corrélés le long de 2 transects mettant en évidence des variations latérales d'épaisseurs des faciès et formations sédimentaires. Sur un transect E-O, les séries du Danien sont très discontinues et atteignent jusqu'à 20 m d'épaisseur. Les dépôts yprésiens, lutétiens et bartoniens varient respectivement entre 5 et 30 m, 40 et 50 m, 7 et 20 m, avec un maximum atteint dans des synclinaux au centre et à l'Est du transect. Les séries priaboniennes montrent une variation latérale d'épaisseur et de faciès avec les Masses et Marnes de Gypse et les Marnes à Pholadomyes (passant aux Calcaires de Champigny à Vitry-sur-Seine), et des dépôts globalement isopaques avec les Marnes d'Argenteuil et les Marnes de Pantin (également le cas du Rupélien). Des mesures de vitesses acoustiques (P et S) en conditions sèches sur des sections de carottes, ont été réalisées en laboratoire. Les premiers résultats, acquis sur un transect E-O de 4 sondages entre Champigny-sur-Marne et Champs-sur-Marne, montrent une distribution hétérogène des vitesses acoustiques

P (500 kHz) allant de 1,4 km/s dans des faciès sableux estuariens (moyenné à 2,1 km/s), à 6 km/s dans des faciès présentant une recristallisation et silicification intense dans un calcaire palustre (moyenné à 5 km/s). Au sein d'un même faciès, les vitesses acoustiques P peuvent également varier de manière significative. Par exemple, un faciès de type lac côtier montre une distribution hétérogène allant de 1,9 km/s (Q1) à 4,4 km/s (Q3), alors que le faciès associé à un environnement palustre présente une distribution plutôt homogène allant de 4,8 km/s (Q1) à 5,6 km/s (Q3). Ceci pose question sur le rôle de la diagenèse sur les propriétés acoustiques des roches du Paléogène du bassin de Paris, et du facteur contrôlant au 1er ordre les propriétés acoustiques (environnement de dépôt vs. diagenèse).

Version temporaire

Evolution sédimentaire et calage chimiostratigraphique d'un estuaire au cours d'un événement hyperthermique de l'Eocène dans le bassin de Paris

Loïc Marlot¹, Damien Huyghe¹, Justine Briais², Mathieu Daeron³,
Christine Fléhoc², Laurent Emmanuel⁴, Didier Merle⁵, Olivier Aguerre-
Charriol⁶

¹ Centre de Géosciences, MINES Paris-Tech

² BRGM, Orléans

³ UMR 8212 LSCE, CNRS, CEA, Université de Versailles Saint-Quentin

⁴ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

⁵ UMR 7207 CR2P, Université Paris-Sorbonne, MNHN, CNRS

⁶ INERIS

Contact : marlot.loic@hotmail.fr

La configuration paléogéographique et l'histoire tectono-sédimentaire du bassin de Paris au cours de l'Eocène a conduit à la formation de dépôts présentant de grandes variations latérales de faciès, rendant le calage et les corrélations stratigraphiques de part et d'autre du bassin complexes. Des marqueurs biostratigraphiques sont parfois présents mais la largeur des biozones est trop importante pour permettre des corrélations fines, surtout pendant le Bartonien, seul étage du Paléogène ne possédant pas de GSSP et dont la base a de nombreuses fois été repositionnée. Or, pendant le début du Bartonien, entre 40,5 et 40 Ma, a eu lieu un réchauffement climatique global et de courte durée (500 ka) appelé le MECO (Middle Eocene Climatic Optimum) qui pourrait représenter une contrainte de corrélation robuste. Cet événement hyperthermique est bien connu en milieu océanique via l'analyse isotopique ($d^{18}O$ et $d^{13}C$) de test de foraminifères benthiques et planctoniques. Il est caractérisé par une diminution d'environ 1 ‰ des valeurs de $d^{18}O$ en lien avec une augmentation de 4 à 6 °C des températures de fond et de surface océaniques. Le MECO est également marqué en milieu océanique par un bref pic négatif de l'ordre de 1 ‰ vers 40 Ma dans une tendance à l'augmentation des valeurs de $d^{13}C$.

Des études ont montré que le MECO aurait provoqué des changements dans le type et les taux d'érosion en domaine orogénique, conduisant donc à des variations des taux de sédimentation locaux. Cependant, nous avons peu d'informations sur son impact en domaine littoral.

L'objectif de cette étude est de déterminer l'évolution sédimentaire des dépôts littoraux de l'Eocène dans le bassin de Paris et de proposer un calage et des corrélations chimio-chronostratigraphiques des dépôts Bartonien en utilisant le signal isotopique du MECO obtenu par l'analyse des coquilles de mollusques remarquablement préservées dans ce bassin.

Les résultats des analyses isotopiques montrent les mêmes variations géochimiques ($d^{18}O$ et $d^{13}C$) caractéristiques. Ces variations sont observées sur les coquilles provenant de trois coupes (le Guépelle à l'Ouest et Etrépilly et Venderest à l'Est). Ces résultats ont été complétés par des analyses de D_{47} afin de distinguer la part du signal du $d^{18}O$ qui est liée aux variations de salinité et la part qui est liée aux variations de températures.

Dans cette étude, nous montrons que le pic caractéristique du MECO est bien enregistré sur ces trois sites dans le Bassin de Paris, entre la partie supérieure du faciès des sables d'Auvers et la base des sables de Beauchamp et que ces intervalles peuvent être daté d'environ 40 Ma,

dans la partie sommitale de la zone NP 16 et dans le chron C18n.

L'étude de l'évolution sédimentaire indique le passage progressif d'un estuaire externe ouvert sur le Nord au début du Bartonien à des dépôts plus internes puis à des faciès laguno-lacustres à la fin du Bartonien. Cependant, le pic du MECO ne semble pas associé au niveau d'inondation maximal du début du Bartonien mais intervient en décalage, dans une phase de diminution de la tranche d'eau.

Le calage chimio-chronostratigraphique permet de mettre en relation les dépôts estuariens plus externes du site du Guépelle (à l'Ouest) et les dépôts estuariens plus internes des sites d'Etrépilly et de Vendrest (à l'Est). Il permet également de mettre en évidence des variations du taux de sédimentation, avec une épaisseur de sédiments plus importante à Etrépilly (Est) qu'au Guépelle (Ouest) sur le même intervalle de temps.

Marine mollusk shells record the seasonal variations of temperature during the Mid Eocene Climatic Optimum in the Paris Basin

Loïc Marlot¹, Damien Huyghe¹, Justine Briais², Mathieu Daeron³,
Christine Fléhoc², Laurent Emmanuel⁴, Olivier Aguerre-Charriol⁵,
Didier Merle⁶, Franck Lartaud⁷

¹ Centre de Géosciences, MINES Paris-Tech

² BRGM, Orléans

³ UMR 8212 LSCE, CNRS, CEA, Université de Versailles Saint-Quentin

⁴ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

⁵ INERIS

⁶ UMR 7207 CR2P, Université Paris-Sorbonne, MNHN, CNRS

⁷ UMR 8222 LECOB, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : marlot.loic@hotmail.fr

During the middle-late Eocene, Earth transitioned from a greenhouse to icehouse period. Within this period, at the beginning of the Bartonian (from 40.5 Ma to 40 Ma (C18n)), took place the Middle Eocene Climatic Optimum (MECO), a 500 kyr warming phase. This event is characterized by a negative $\delta^{18}\text{O}$ of benthic foraminifera, associated to a 4 to 6 °C increase of both surface and deep oceanic water. This warming event seems to be linked to a rise in atmospheric pCO₂, however its causes are still unclear.

Unlike the oceanic domain, little is known about the MECO in coastal areas. Additionally, important components of the climatic context, such as the seasonal gradient of temperature, remain unknown. To unravel these uncertainties, this work focuses on the Paris Basin, which presents an important and remarkably well preserved paleobiodiversity of marine mollusk shells in Eocene near shore sedimentary records. Previous studies confirm that the MECO is recorded in Bartonian sediments, but due to several uncertainties, its stratigraphic position remains unclear. Here we present a composite section that spans a stratigraphic interval covering the middle Lutetian (falunière de Grignon outcrop) and the Bartonian (Horizon de Mont-Saint Martin Formation, le Guépelle section and the Sables de Cresnes Formation). Thus, we combine intra-shell $\delta^{18}\text{O}$ and 47 analyses of marine mollusk shells sampled in these sections to localize the stratigraphic position of the MECO within the stratigraphic succession of the Paris Basin and to constrain the climatic expression of this hyperthermal event in shallow marine environment. Thanks to the remarkable preservation of the studied Eocene fossils, we were able to observe the growth patterns of several mollusks species. The study of these growth patterns enabled us to determine that most of the studied species have a continuous growth through their live and thus are relevant species for paleoclimatic seasonal gradient variation reconstructions.

Our results show an increase of 4 °C of the mean winter temperature and 6 °C of the mean summer temperatures of the estuary water in the Sable d'Auvers formation, associated with an increase of the seasonal temperature range, from 10-12 °C before the MECO to ~18 °C during the peak of the event. Our results demonstrate that at middle latitudes, shallow-water temperatures increased significantly during the MECO, shifting from 30.4 ± 0.2 °C during the Lutetian to reach a maximum of 39.4 ± 0.4 °C during the maximum of warming. Moreover, the MECO is characterized by strong climatic instability, with a sudden cooling of 8 °C recorded within the period of maximum warming in the Paris Basin.

Architectures et modélisation géologique 3D des réservoirs argilo-sableux apto-albiens d'Île-de-France (bassin de Paris) pour des applications en géothermie

Perrine Mas¹, Benjamin Brigaud¹, Rémy Deschamps², Eric Lasseur³, Raphael Bourillot⁴, Yara Al Bayssari¹, Codjo Essou¹, Thomas Blaise¹

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

³ BRGM, Orléans

⁴ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr

En Île-de-France, la stratégie énergie-climat prévoit d'augmenter assez significativement la production de chaleur par géothermie à l'horizon 2030. L'aquifère des Sables de l'Albien, situé à environ 650 mètres de profondeur avec des températures de 28 à 38°C, constitue une cible intéressante pour l'exploitation de la géothermie. En revanche, des retours d'expériences sur cinq opérations sur cet objectif montrent que des problèmes techniques ou aléas altèrent le fonctionnement efficace et durable des doublets géothermiques. En effet, la capacité d'injection est souvent inférieure à celle estimée, ou diminue assez rapidement lors de l'exploitation. La réinjection de particules fines, argileuses, venant du puits producteur, et trop petites pour être filtrées, est l'une des causes considérées pour expliquer cette perte d'injectivité (Maurel et al., 2020). Afin d'optimiser le développement de l'aquifère, il convient de mieux caractériser les hétérogénéités de ce réservoir en termes de continuité ou d'épaisseur des niveaux sableux et/ou des niveaux argileux, de minéralogie, de faciès, d'argilosité des sables ou de leur granulométrie. Dans le cadre du projet ANR UPGEO, une base de données rassemblant les logs et données pétrophysiques de puits profonds d'exploration, pétroliers, géothermiques ou encore de stockage de gaz en Île-de-France a été constituée à partir de la Banque du Sous-Sol (BSS) mise à disposition sur InfoTerre par le BRGM, par notre partenaire GEOFLUID, ou encore par STORENGY. Parmi cette base, 149 puits traversant les sables de l'Albien ont été sélectionnés, comprenant au moins diagraphie (GR) et/ou des descriptions de carottes (forage d'Orsay). Le périmètre d'étude couvre une grande partie de la région Île-de-France, et s'étend du nord de la Seine-Saint-Denis jusqu'au sud de l'Essonne et de la Seine et Marne (110 x 85km). À partir des travaux de Sévenier et Lasseur (2016), ainsi que de la description de carottes de deux forages des sites de stockage de gaz de STORENGY à Crouy-sur-Ourcq et Beynes (longueur totale de 83 m), un réexamen des faciès et séquences stratigraphiques a été réalisé.

L'étude détaillée des faciès sur carottes a permis de reconnaître 10 faciès correspondant à 4 environnements de dépôt côtiers avec une dynamique sédimentaire très marquée par les courants tidiaux. Sept séquences stratigraphiques de 3^{ème} et 4^{ème} ordre ont ainsi été identifiées et hiérarchisées par l'analyse précise des successions verticales et latérales des faciès sur 20 transects, selon les méthodes de stratigraphie séquentielle. Les Sables de l'Albien sont formés à la base d'une succession estuarienne (Sables Verts), qui se déposent au-dessus de la discordance de l'Aptien supérieur et remplissant des paléo-vallées incisées. Puis un système deltaïque (Sables des Drillons) se met en place, suivi par un système côtier dominé par la houle (Sables de Frécambault) à l'Albien inférieur et moyen. Cette succession traduit une période transgressive après l'émersion d'une grande partie du bassin puis une période de progradation des dépôts côtiers

influencés par la marée, avant un ennoisement à l'Albien moyen.

Les transects de corrélations permettent d'illustrer la géométrie des corps réservoirs et de retracer les évolutions paléo-environnementales au cours de l'Albien inférieur. A partir de ces interprétations, des cartes paléogéographiques ont été établies et un modèle 3D de faciès centré sur Paris a été réalisé, permettant de visualiser l'architecture des réservoirs. Ce travail a permis d'évaluer les faciès les moins argileux (les sables propres de shoreface), les volumes d'argiles des différents faciès, leur répartition géographique, et leurs épaisseurs.

Le modèle géologique 3D habillé en faciès pourra servir de base à la création d'un modèle réservoir afin de réaliser à terme des simulations d'écoulements hydro-thermodynamiques dans le cadre du projet.

Références

Maurel, C., Bugarel, F., Hamm, V., 2020. Retour d'expérience des opérations de géothermie à l'Albien et au Néocomien du Bassin de Paris (BRGM No. RP-69437-FR). BRGM.

Sévenier, M., Lasseur, E., 2016. Géométries 3D et variations latérales des dépôts albiens du bassin de Paris: Continuité des réservoirs sableux et intégrité des niveaux argileux - Rapport final (BRGM No. RP-66377-FR).

Le futur des mangroves des îles carbonatées sans apport détritique : étude de la diagenèse précoce de sédiments des mangroves d'Ouvéa (Nouvelle-Calédonie)

Maximilien Mathian¹, Laurence Le Callonnec², Sarah Robin¹, François Baudin², Andrew Swales⁴, Kapeliele Gututauava¹, Océane Tardivel¹, Cyril Marchand¹

¹ EA 7484 ISEA, Université de la Nouvelle-Calédonie

² UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

³ National Institute of Water and Atmospheric research (NZ)

Contact: maximilien.mathian@unc.nc

Les mangroves sont des écosystèmes côtiers essentiellement présents dans la zone intertropicale. Leur importance dans le fonctionnement de la Zone Critique n'est plus à démontrer, que ce soit vis-à-vis de leur capacité à représenter un puits de carbone majeur, leur rôle de zone tampon dans les transferts de matière entre les continents et océans ou leur influence sur la géomorphologie côtière. D'un point de vue géologique, leurs apports en matière organique (MO) ainsi que l'influence des palétuviers sur leur environnement immédiat (formation de sulfures, influence des acides organiques, formation de carbonates en parallèle à la minéralisation de la MO) fait que leur substrat est souvent considéré comme un sol, bien qu'il possède aussi toutes les caractéristiques d'un sédiment (apports réguliers de matière en surface, variations redox en fonction de la profondeur, formation de phyllosilicates et d'oxyhydroxydes authigènes, présence de minéraux liés à l'évaporation). Un certain consensus a émergé dans la communauté scientifique autour de l'idée que ces différents processus, combinés à des apports détritiques réguliers, devraient permettre aux écosystèmes de mangroves de suivre "le pas" de la montée du niveau marin liée au réchauffement climatique. Mais qu'en est-il des mangroves développées sur des îlots récifaux et des anciennes plateformes carbonatées émergées sans apports terrigènes ? Cette étude a pour objectif de caractériser l'évolution du substratum des mangroves carbonatées en identifiant ses transformations liées à l'activité biologique et à la diagenèse précoce. La mangrove du nord d'Ouvéa, un atoll de Nouvelle-Calédonie directement impacté par la montée des eaux, a été sélectionnée à cet effet. Des carottes de sédiments de 30 à 50 cm, prélevées sous deux espèces de palétuviers (*Rhizophora* et *Bruguiera*) et dans des zones de la mangrove caractérisées par des tailles d'arbres différentes, ont été analysées. L'évolution géochimique et minéralogique de ces carottes a été déterminée via le croisement d'analyses sur roche totale et isotopiques ainsi que par diffraction de rayons-X et pétrographie. Les conditions physico-chimiques de ces environnements sont globalement peu favorables à la formation de carbonates. Toutefois, l'évolution minéralogique du substratum sous les petits palétuviers montre des précipitations et des variations de la proportion de ses principaux composés (aragonite/calcite et calcite magnésienne), de la surface vers la profondeur. Les grands arbres quant à eux favorisent des conditions environnementales plus hostiles aux carbonates, notamment les *Bruguiera* dont les carottes n'en présentent presque aucune trace. Les observations pétrographiques indiquent que malgré la cristallisation de carbonates néoformés, parfois sous forme de tapisages, et d'une quantité non négligeable de pyrites, notamment sous les *Rhizophora*, ces minéraux authigènes ne semblent pas compenser la perte de volume induite par la dissolution partielle des grains de carbonates, causant un affaissement global de la mangrove. Ces données sont confirmées par les analyses géochimiques et les tests de bilans de

masse associés. La stabilité à long terme des mangroves se développant dans de tels contextes n'est donc pas assurée.

Version temporaire

Aspect ratio and construction dynamics of turbiditic lobe bodies

Louison Mercier¹, Jean-Louis Grimaud¹, Fabien Ors¹

¹ Centre de Géosciences, MINES ParisTech, Université PSL

Contact : louison.mercier2@gmail.com

Terminal lobes (the endmembers of siliciclastic systems) constitute high-quality reservoirs that are actively sought out and exploited by the oil & gas industry. The sizes and shapes of lobes depend on the type of sedimentary system, the nature of associated gravity flows and the sea bottom topography, controlled by tectonic deformation and the geometry of preexisting deposits. Previous analyses of modern and ancient systems highlighted two major classes of lobe morphologies: unconfined (high planform area to a thickness ratio) and confined (low planform area to thickness ratio).

This study aims at further improving the characterization of lobe geometry in natural systems. To this end, we built a database based on cases from the literature, which includes 20 turbiditic and lacustrine systems worldwide where dimensions (length, width and/or thickness) of lobe bodies are known. The database contains measurements from all hierarchical levels (lobe elements, lobes and lobe complexes).

Plotting thickness vs planform area allowed identifying two new classes of lobate bodies. A third population of "semi-confined" lobes is located between confined and unconfined lobes. The best documented examples belong to the recent Congo/Zaïre system. A fourth population of lobes with a very low planform area to thickness ratio is called "highly aggrading" lobes. We interpret semi-confined lobes as resulting from a sharp lateral onlap against anterior deposits, which forces lobes to grow in other directions. In unconfined mud-rich systems such as the Congo, some semi-confined lobes and confined lobe complexes are observed. It shows that the degree of confinement of lobe bodies depends on the capacity of turbidite systems to aggrade relative to the seafloor relief. Also, we observe that sand-rich, highly aggrading lobes can be found in various settings, including intraslope basins that are not necessarily ponded. As previously proposed by some authors, we suppose that an important break-of-slope value leading to hydraulic jumping is the main factor controlling the morphology of this population of lobes.

Finally, each hierarchical level has a specific planform (i.e., width to length) aspect ratio, among which lobes show a greater elongation ratio than lobe elements and lobe complexes, the last one being more circular. This suggests that lobes are mainly built through the progradation/retrogradation of lobe elements, while lobe complexes are mainly built from lobes by lateral compensation.

Valorisation et partage des données sédimentologiques et océanographiques industrielles pour la recherche

Meril Merindol¹, Loïc Moutoussamy¹, Agathe Ignacio¹, Marie Laurent¹,
Edith Le Borgne¹

¹ Département de géologie marine, SHOM
Contact : meril.merindol@shom.fr

Le développement de l'éolien offshore nécessite une compréhension approfondie des caractéristiques des fonds marins et des conditions océanographiques dans les zones d'implantation. Dans ce contexte, le Shom est mandaté par le gouvernement français pour étudier les sites des futurs parcs éoliens offshore ainsi que leurs zones. Ce travail se déroule en trois grandes étapes. La première étape consiste en une synthèse des connaissances existantes afin d'alimenter les débats publics. Durant cette phase, le Shom compile l'ensemble des données disponibles sur les zones étudiées, incluant des cartes sédimentaires et bathymétriques, ainsi que des données sur la houle, les courants, les marées et les objets anthropiques. Ces données sont par la suite complétées et actualisées par des campagnes océanographiques menées par sa flotte, utilisant des sondeurs multifaisceaux pour la bathymétrie, des sondeurs multifaisceaux et monofaisceaux, des sonars à balayage latéral et des bennes de prélèvement pour caractériser la nature des fonds. L'épaisseur des sédiments est mesurée avec un Sub Bottom Profiler, tandis que les données de houle et de courants sont fournies par les bouées de Météo-France. Ces informations sont ensuite traitées par le Shom pour produire des modèles numériques de terrain (MNT), des cartes de l'épaisseur sédimentaire, des cartes sédimentaires, des inventaires d'objets anthropiques, ainsi que des cartes de courants, de houle et des variations du niveau de la mer.

Toutes ces données sont intégrées dans un système d'information géographique (SIG) à très haute résolution afin de répondre aux besoins des projet d'Energie Marine Renouvelable (EMR). Une telle concentration de données océanographiques pour une zone justifie d'un potentiel d'application bien au-delà des projets EMR. Ainsi, l'utilisation des SIG permet de compiler et de partager ces données, facilitant leur exploitation à des fins de recherche en sédimentologie et au-delà, par les universités et les instituts de recherche. Cette base de données constitue une ressource précieuse, incitant les chercheurs à l'utiliser pour mener à bien divers projets scientifiques.

Localisation d'une ressource majeure en hydrogène dans le bassin carbonifère de Lorraine par application d'une technique innovante de monitoring des gaz de puits et de géochimie organique expérimentale

Raymond Michels¹, Philippe De Donato¹, Jacques Pironon¹, Catherine Lorgeoux¹, Aurélien Randi¹, Salim Allouti¹, Odile Barrès¹, Marie-Camille Caumon¹, Médéric Piedevache², Fady Nassif³

¹ UMR 7359 Géoresources, Université de Lorraine, CNRS

² SolExperts France, Vandœuvre-les-Nancy

³ La Française de l'Energie, Pontpierre

Contact : raymond.michels@univ-lorraine.fr

Les investissements dans l'exploration et l'exploitation du gaz naturel sont considérés par l'Union Européenne comme durables et les événements récents ont démontré dans quelle mesure les efforts de transition énergétique peuvent être compromis si les approvisionnements ne sont pas sécurisés. L'identification de ressources gazières locales/régionales à faible émission de carbone ou décarbonées est ainsi un facteur important, s'inscrivant dans la stratégie de transition énergétique. Le bassin carbonifère de Lorraine est localisé dans le nord-est de la France et est reconnu pour ses séries sédimentaires à charbon. Sa principale ressource gazière est le gaz de charbon avec une réserve de 371 milliards de mètres cubes estimée dans l'est de la Moselle. Afin de déterminer la quantité et la composition géochimique des gaz à divers niveaux de maturité thermique, une étude de maturation artificielle de charbon a été menée. La pyrolyse confinée permet de documenter les étapes de formation de gaz ainsi que la composition isotopique du méthane sur une gamme de maturation de 0,5 à 3,0% de réflectance de la vitrinite. En parallèle, le développement de la sonde SysMoG™ a permis d'établir un profil d'évolution de la composition des gaz dissous jusqu'à 1250m dans les aquifères du puits scientifique de Folschviller (FOLS1A). Le méthane a été identifié comme étant le gaz majeur. Bien qu'absent dans les mesures effectuées jusqu'à 100m, la teneur en hydrogène des gaz dissous augmente régulièrement jusqu'à atteindre 20% en volume à 1200m. Cette augmentation soulève deux questions : quel est le mécanisme responsable de la formation de l'hydrogène? A quelle profondeur se trouve sa source ? Afin de répondre à la seconde question, une première approche consiste à extrapoler le profil d'enrichissement en hydrogène observé dans le forage scientifique. Les calculs montrent qu'un taux en hydrogène de 76% devrait être obtenu à une profondeur d'environ 3000m. La seconde approche consiste à comparer la composition isotopique en carbone et hydrogène du méthane accompagnant l'hydrogène au profil d'évolution en fonction de la maturité thermique obtenu expérimentalement. Il s'avère que cette composition est générée lorsque le charbon atteint une réflectance de 1.4%. Ce niveau de maturité thermique est actuellement observé vers une profondeur estimée à 3200m. Ces deux approches indépendantes donnent ainsi des résultats convergents et indiquent que le méthane dissous observé dans le forage FOLS1A entre 800 et 1200m aurait diffusé depuis des couches de charbon situées vers 3200m. Ceci suggère aussi que le méthane et l'hydrogène sont mélangés à cette profondeur bien que leurs sources génétiques puissent être différentes. Nous proposons ainsi que cette dernière soit une cible privilégiée lors du forage planifié dans le cadre du projet de recherche et développement REGALOR II.

Past climate fluctuations on species diversification in the tropics: Madagascar as a case of study

Vincent Montade¹, Charly Favier¹, Fabien Arnaud², Laurent Bremond¹

¹ UMR 5554 ISEM, Université de Montpellier, CNRS, IRD, EPHE, CIRAD, INRAP

² UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

Contact : vincent.montade@umontpellier.fr

Anticipating potential biotic responses to future environmental changes is essential for biodiversity conservation. This requires an understanding of the fundamental mechanisms, such as evolutionary and ecological processes, that generate and sustain biodiversity. Tropical regions are very valuable in this respect, as they harbor a large portion of the world's biodiversity due to high speciation rates and/or low extinction rates. Madagascar is widely recognized, among tropical regions, for its exceptional species richness and endemism. Furthermore, phylogeographic and molecular studies have highlighted Madagascar as a key area for examining speciation patterns and processes. The island's long-term geological isolation associated with heterogeneous physical geography has contributed to lineage and species diversification. In addition to these intrinsic factors, climatic fluctuations over geological timescales have been suggested as a crucial mechanism for species diversification. Specifically, cycles of dry/cold and humid/warm climates, such as during the glacial-interglacial cycles of the Quaternary, would have influenced ecosystem range contractions and expansions, thereby impacting diversification. Although species diversification extends well beyond the Quaternary, several studies have also stressed the role of Quaternary climate fluctuations in Madagascar's species diversification. A clear historical framework, based on palaeoenvironmental reconstructions, is required for testing such mechanisms. Paleorecords frequently used as a baseline for phylogenetic studies are mainly derived from high-latitude regions dominated by glacial-interglacial cycles. However, recent studies in the tropics reveal that precipitation variability does not always align with the multimillennial climate trends observed at high latitudes. Other climatic oscillations, such as climate variability of the monsoon, can cause dramatic changes within a single glacial period and can also generate antiphase climate changes from one region to another within the same continent. In addition to being an ideal model for studying species diversification, Madagascar has an excellent potential for palaeoenvironmental reconstructions. Many deep lakes (> 20 m depth) are distributed across different ecosystems and regions, which offers many sites to obtain long records of past environmental changes by carrying out deep coring. Here we will show potential sites in Madagascar to obtain long records of palaeoenvironmental changes that could encompass several glacial/interglacial periods. Preliminary data will be presented and methods to sample long sediment cores in these study sites will be discussed. Combining palaeoenvironmental with paleogeographical studies in Madagascar, as part of a multidisciplinary long-term research project, will provide a unique opportunity to improve our understanding of species diversification in a tropical context.

New sedimentological model for Buntsandstein and Muschelkalk deposits in eastern France: an integrated approach paving the way for subsurface investigations in the Bresse Basin

**Chloé Morales^{1,2}, Pierre Pellenard², Pierre-Yves Collin², Irène
Aubert^{1,2}, Noémie Carlot³, Franck Smektala¹, Emmanuelle Vennin²**

¹ INGEN - Innovations Geosciences, Dijon

² UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

³ IRSPS, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti e Pescara (Italy)

Contact: chloe.morales@ingen-geosciences.com

Buntsandstein and Muschelkalk deposits, Early to Middle Triassic in age, are key geological targets for georesources in NW Europe. These reservoirs indeed provide several gas producing fields in the UK and in the Netherlands and large aquifers in Germany, Poland, Switzerland and France. In the Rhine Graben, the combination of elevated subsurface temperatures and favourable aquifer properties has led to the installation of geothermal plants on both sides of the French-German border. Over the past 20 years, the petrological and petrophysical properties of these Triassic deposits have been the focus of growing research in these regions. Despite potential aquifer properties in the Bresse Basin (Jauffrey et al., 2009), the interest for Triassic deposits focussed, however, mainly in NW Europe. In the Burgundy and Jura area, Buntsandstein and Muschelkalk series have not been investigated since the 90s, and available stratigraphic works only allow drawing large chronostratigraphic outlines (Courel et al., 1984; Dromart, 1994). This study aims at evaluating if Buntsandstein and Muschelkalk deposits are potential targets for geothermy in the Bresse Basin. Therefore, a renewed sedimentological and stratigraphical framework is needed to better understand the geometries and lithological heterogeneities of these series. Nine sections have been investigated in Burgundy (corresponding to the eastern border of the Morvan Massif) and in the Jura Mountains (La Serre Massif), as well as two drill cores in the Bresse Basin.

Sedimentological analyses allow 21 facies to be identified, which have been grouped into 9 facies associations. These associations represent depositional environments, ranging from continental alluvial systems to marine inner ramp settings, enabling the development of four depositional models. Field sections and drill cores have been correlated based on the revision of available biostratigraphic markers and on sequence stratigraphy. Seven depositional sequences of 3rd order have been identified, and document a two-step flooding of the basin, peaking in upper Buntsandstein and upper Muschelkalk deposits, respectively. The latter flooding may be correlated to the 2nd order maximum flooding surface of Early Ladinian age identified in nearby Tethyan and Continental European Basins. This study reveals that lower Buntsandstein sandstones have a very limited occurrence while upper Muschelkalk carbonates are not porous in the area. However, despite their low thicknesses, upper Buntsandstein sandstones, poorly cemented, exhibit excellent lateral continuity, which make them relevant targets in the research of deep aquifers. Although diagenetic and structural studies are necessary to fully understand the petrophysical properties of this lithological unit in the basin, this represents a significant step forward in subsurface investigations for geothermal resources in the Bresse Basin.

References:

- Courel, L., Adloff, J., Appia, C., Aubague, M., Barfety, J. C., Baud, A., et a., (1984). *Trias, descriptions régionales*.
DEBRAND-PASSARD, S., COURBOULEIX, S. & LIENHARDT, MJ In *Synthèse Géologique du Sud-Est de la France: Stratigraphie et Paléogéographie*. *Mémoire du Bureau de Recherches géologiques et minières*. *Géol. Min.*, Orléans-la-Source, 125 (1), 69-118.
- Dromart, G., Monier, P., Curial, A., Moretto, R., & Guillocheau, F. (1994). *Triassic transgressive- regressive cycles in the Bresse-Jura and adjacent Basins, eastern France*. In *Hydrocarbon and petroleum geology of France* (pp. 347-360). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Jauffret, D., Couëffé, R., & Tourlière, B. (2009). *Étude des ressources en eau profonde du fossé de la Saône en Bourgogne et en Franche-Comté*. *Rapport final, BRGM*. RP-56538-FR.

Impact des faciès et de la diagenèse sur les propriétés pétrophysiques des carbonates continentaux et leur implication pour les études réservoirs : exemple des carbonates lacustres et palustres cénozoïques du bassin de Paris

Kevin Moreau^{1,2}, Jean-Baptiste Regnet³, Benjamin Brigaud¹, Cédric Bailly¹, Simon Andrieu⁴, Philippe Robion³, Justine Briais⁵

¹ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

² UMR 6249 Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté, CNRS

³ Laboratoire Géosciences et Environnement, Cergy Paris Université

⁴ UMR 5276 LGL-TPE, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS

⁵ BRGM, Orléans

Contact : kevin.moreau@univ-fcomte.fr

Les carbonates continentaux possèdent des réseaux poreux très hétérogènes, ce qui complique la corrélation entre les propriétés physiques et leur signification géologique, comme le faciès sédimentaire et la diagenèse. Cette présentation vise à exposer la part relative du faciès et de la diagenèse sur la variabilité des porosités, perméabilités et vitesses acoustiques des carbonates micritiques lacustres et palustres. Pour cela, un cadre pétrographique précis de sept faciès des dépôts cénozoïques du Bassin de Paris (France) a permis de comprendre les mesures pétrophysiques réalisées sur 77 mini-carottes.

Les faciès lacustres (wackestones avec lithoclastes et floatstones riches en coquilles de gastéropodes) ont des porosités allant de 2,7 % à 25,0 %. Ils sont peu affectés par la diagenèse et sont principalement constitués de microporosité et de porosité moldique résultant de la dissolution des coquilles de gastéropodes et de la dégradation de racines. Ceci leur confère des propriétés élastiques similaires à celles d'un milieu composé de pores allongés. Les faciès palustres montrent une modification partielle ou presque totale des sédiments lacustres due à des processus de surface tels que l'activité racinaire (faciès wackestone avec traces de racines et calcrète laminaire) ou l'alternance de phases de dissolution et de recristallisation de la calcite (faciès grainstone à peloides, calcaires bréchiques et calcrètes). Ces faciès présentent une gamme plus large de porosités (1,7 % à 40,5 %) et des vitesses d'ondes P anormalement rapides pour une porosité donnée. Ceci est dû aux pores vacuolaires et à la porosité de fabrique associée aux systèmes racinaires, dont les tailles de l'ordre du millimètre ou du centimètre sont trop grandes pour affecter la propagation des ondes aux fréquences utilisées à l'échelle de la carotte. La silicification des carbonates est également fréquente dans les dépôts palustres, et elle entraîne une vitesse des ondes P plus faible que prévu, en raison des différences de compressibilité mécanique entre le quartz et la calcite.

Les types de pores ont alors deux origines : (1) une origine primaire/sédimentaire (micropores, pores inclus dans une fabrique microbienne ou racinaire), et (2) une origine secondaire/diagénétique (formation de pores moldiques par la dissolution de coquilles de gastéropodes ou la dégradation de racines, pores vacuolaires), toutes deux dépendantes du faciès et de l'environnement de dépôts. Les perméabilités les plus élevées (> 1mD) sont liées à

la formation des pores vacuolaires et de drains préférentiels macroscopiques issus de la dissolution du carbonate. Elles sont plus fréquemment rencontrées dans les faciès palustres au top de séquences progradantes. L'anisotropie est clairement visible dans ces carbonates, où la perméabilité au toit des bancs est généralement supérieure de 2-3 ordres de grandeurs par rapport au mur. Ceci s'explique par la présence de surfaces d'émergence au toit des bancs, représentant des zones très contrastées d'un point de vue faciologique et diagénétique.

La vitesse de propagation des ondes P dépend des types de pores et permet de différencier les faciès lacustres des faciès palustres. Toutefois, l'interprétation de ces données acoustiques en propriétés d'écoulement est délicate : les faciès de calcrètes par exemple, très cimentés, donnent de faibles perméabilités en carotte tandis qu'ils sont traversés par des drains bien identifiables sur le terrain ou en forage. Néanmoins, les différences diagénétiques entre les faciès lacustres et palustres sont telles qu'il doit être possible de les distinguer par l'utilisation d'ondes sismiques lors d'études réservoirs à grande échelle.

Au final, une proposition de la définition de 3 catégories de carbonates continentaux, demandant 3 échelles d'investigations différentes (carotte-banc-affleurement), est proposée pour aider à comprendre et prédire la distribution spatiale des propriétés réservoir de ces carbonates.

Impact du forçage astronomique sur les rapports isotopiques du carbone au Crétacé inférieur : un outil de corrélation globale à l'échelle de 100 ka ?

Minka Moreau Ledegen¹, Mathieu Martinez¹, Eleys Ben Saïd¹, Beatriz Aguirre-Urreta², Briec Rabu¹, Pierre Pellenard³, Anne-Catherine Pierson-Wickmann¹

¹ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

² Instituto de Estudios Andinos, Universidad de Buenos Aires, CONICET (Argentine)

³ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

Contact : mathieu.martinez@univ-rennes.fr

La reconstitution des changements climatiques et océanographiques passés nécessite l'établissement de signaux climatiques largement distribués dans le monde et synchronisés entre eux avec une résolution temporelle meilleure que 0,1 Ma dans le Mésozoïque. Or, les bio-événements utilisés en biostratigraphie (première, dernière occurrence, acmé...) peuvent présenter du diachronisme d'un bassin à l'autre tandis que les marqueurs géochimiques dépendent d'événements, ponctuels par définition, pour servir de marqueurs. La conséquence est que cette résolution temporelle inférieure à 0,1 Ma n'est généralement pas atteinte dans le Mésozoïque, ce qui impacte la qualité des interprétations des changements climatiques passés. L'astrochronologie permet en principe d'établir une échelle chronostratigraphique précise avec une résolution inférieure à 100 ka dans le Mésozoïque, ce qui permet de préciser un cadre chronostratigraphique basé sur la bio-, chimio-, magnétostratigraphie. Toutefois, celle-ci se base souvent sur l'enregistrement sédimentaire, donc la réponse locale, à un forçage global (les mouvements de l'orbite terrestre). Il convient donc de trouver des signaux qui répondent au forçage orbital de la même manière sur de larges extensions géographiques. Nous proposons ici de tester l'impact du forçage orbital sur le rapport isotopique du carbone mesuré sur matière organique ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) au Valanginien, pendant l'excursion isotopique liées à l'Événement Weissert, dans deux bassins différents : le Bassin de Neuquén, dans l'Ouest de l'Argentine, et le Bassin Vocontien, dans le Sud-Est de la France. Les coupes analysées sont Cerro La Parva pour le Bassin de Neuquén et Vergol pour le Bassin Vocontien. Ces deux coupes sont constituées de marnes et calcaires mudstones et wackestones déposées en milieu offshore de bassin. Ces deux coupes sont par ailleurs datées astrochronologie à l'aide d'analyses spectrales effectuées sur le signal de susceptibilité magnétique à Cerro La Parva et de gamma-ray total pour Vergol. Ces deux mesures sont corrélées à l'argilosité de la roche. Dans les deux cas de figures, le $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ montre des séquences qui se corrélaient avec l'argilosité de la roche et les cycles de 405 ka, les plus fortes valeurs de $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ayant lieu dans les intervalles les plus argileux. A Vergol, ces intervalles les plus argileux correspondent aussi à des maximums de kaolinite, reflétant des conditions plus hydrolysantes sur les masses continentales. Deux modèles existent alors pour expliquer le lien entre forçage orbital et cycle du $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$. Dans un premier cas, ce sont des changements de sources locales, passant de matière organique d'origine marine à de la matière organique d'origine continentale. Dans le deuxième cas, ce sont des changements plus globaux, dans lesquelles le forçage orbital amènerait un changement du régime hydrologique sur les masses continentales, amenant in fine une augmentation de l'extension des surfaces d'eaux marines anoxiques et une préservation accrue de matière organique dans les bassins océaniques, amenant à une augmentation du $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$.

Mise en place, fonctionnement et pérennité du canyon carbonaté géant d'Abaco : le rôle combiné de la tectonique, de l'eustatisme et de la circulation thermohaline

Thierry Mulder¹, Thibault Cavailles¹, Audrey Recouvreur², Vincent
Hanquiez¹, Jean Borgomano³

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² University College of Cork (UK)

³ MR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

Contact : thierry.mulder@u-bordeaux.fr

Le Great Abaco Canyon (GAC) est un canyon géant de 250 km de long incisant le plateau de Blake avec des flancs de plus de deux kilomètres et un dénivelé total de 4500 m. Il s'étend parallèlement à la plate-forme du Little Bahama Bank et traverse l'Escarpement de Blake Bahama (BBE) pour déboucher dans le bassin de Blake dans l'océan Atlantique. De nouvelles données sismiques haute résolution ont mis en évidence un lobe structurellement confiné sans expression bathymétrique actuelle. Son emplacement est limité par des failles d'orientation N110 parallèles à la zone de fracture héritée de la fracturation continentale de Great Abaco. Elles forment une architecture de blocs inclinés affectant les dépôts du Crétacé au Miocène moyen. Ces observations suggèrent que ce contrôle structural a déterminé l'emplacement du GAC en délimitant un couloir d'affaissement (graben) et une zone de moindre résistance mécanique favorisant une dissolution des carbonates. Du Crétacé supérieur à l'Eocène, le couloir de cisaillement de Great Abaco a orienté l'érosion régressive des canyons (box-shaped canyons) de manière contemporaine au retrait du BBE (Cénomaniens-Campaniens). Après cette phase de pré-conditionnement, le remplissage s'est produit pendant une courte période au Miocène moyen (réflecteur régional Au) correspondant aux highstands du Langhien et du Serravalien, jusqu'à probablement la chute eustatique du Tortonien. Son maximum d'activité correspondrait alors au highstand shedding du Miocène, synchrone de l'événement de Great Abaco. L'initiation des lobes après la phase d'incision a été suivie par la mise en place de turbidites grossières et de Complexes de Transport en Masse, puis à nouveau par une progradation rapide avec la mise en place de turbidites de haute énergie (phase de remplissage). Un petit chenal latéral a canalisé les écoulements sur la bordure nord de l'incision jusqu'au remplissage complet. Le remplissage en masse peut être lié à des événements gravitaires sismo-tectoniques engendrés par la collision à Cuba, 400 km au sud-ouest. Des failles normales se propagent localement à travers le remplissage du lobe après le Miocène moyen, suggérant des périodes de réactivation jusqu'au comblement de la dépression. En parallèle, le Miocène représente la période de mise en place du courant S-N appelé Antarctique Bottom Water à la suite de l'accroissement de l'Antarctic Ice Cap (Burdigalien). La fraction la plus fine des événements gravitaires a ainsi pu être captée par ce courant et redéposée plus au nord sous forme de contourites et alimenter la Bahama Outer Ridge (BOR). L'AABW a également pu dévier les écoulements et entraîner le dépôt de turbidites fines drapant la plaine abyssale et retrouvées dans les forages ODP. Il est également possible que la virgation du système vers le nord ait été forcée par la rugosité de la croûte océanique et/ou des pointements diapiriques détectés à d'autres endroits de la marge. L'activité sédimentaire a probablement diminué considérablement au cours du bas niveau marin du Tortonien, faute de production carbonatée sur les plates-formes adjacentes. Après cette période, les écoulements arrivant à l'embouchure du GAC n'étaient pas assez volumineux pour s'accumuler à l'embouchure du canyon. Ils se sont à nouveau accumulés dans la plaine abyssale au nord du canyon et ont été balayés par les courants de contour actifs dans le bassin de Blake et sur la BOR. L'histoire du GAC montre une interaction complexe entre le contrôle structural permettant la phase de pré-conditionnement et la

formation du canyon, le contrôle par l'eustatisme, la circulation thermohaline permettant soit la corrosion soit le transport sédimentaire et l'activité tectonique post-phase de remplissage miocène. Si la phase de pré-conditionnement affectant la résistance mécanique des roches dans les failles et couloirs fracturés et le creusement du canyon a été longue (Crétacé supérieur - Eocène), il apparaît que le remplissage ait été prompt, limité au Miocène moyen.

Version temporaire

Morphologie des pentes leeward et windward dans le système carbonaté des Bahamas

Thierry Mulder¹, Vincent Hanquiez¹, Brendan Talwar^{2,3}, Edward James Brooks², Anthony Chaumulon², Rich Jeong⁶, Benjamin Le Lorec⁵, Alexia Proanec^{6,10}, Julian Race⁴, Thibault Romao², Jordan Vautier^{1,6}, Stanislas Wilk⁷, Kelly Fauquembergue¹, Mélanie Principaud⁸

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² Cape Eleuthera Institute (Bahamas)

³ Florida International University (USA)

⁴ OceanX, New York City (USA)

⁵ Intechmer, CNAM

⁶ ENSEGID, Bordeaux INP, Université de Bordeaux

⁷ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

⁸ IFREMER, Plouzané

Contact : thierry.mulder@u-bordeaux.fr

Les marges carbonatées sont classiquement subdivisées en marges *leeward* et *windward*, mais ces deux types de marges n'ont pas été complètement caractérisées ou comparées dans le système carbonaté des Bahamas (BCS). Des données nouvelles de bathymétrie multifaisceaux et de réflectivité acoustique ont permis de caractériser les structures sédimentaires sur six marges *leeward* et *windward*. Les marges *leeward* et *windward* présentent de nombreuses similarités en termes de morphologie des pentes, de processus hydrodynamiques et de corps et structures sédimentaires associés. Une barrière de corail continue ou discontinue, des îles rocheuses et des hauts fonds bordent les plates-formes internes mais peuvent être aussi absentes. Les marges étudiées sont soit en accrétion, soit en *by pass*, soit en érosion, mais la morphologie des pentes ne reflète pas strictement ces modèles classiques. Les processus hydrodynamiques, notamment les marées, les courants induits par les tempêtes et les courants circulant parallèlement aux plates-formes, agissent uniformément sur les marges *leeward* et *windward*. L'export de sédiments est principalement contraint par la continuité de la barrière rocheuse ou récifale, permettant aux processus hydrodynamiques d'évacuer la production carbonatée. En particulier, les courants de marée accélérés au niveau des *shoals* et des îles apparaissent comme un mode efficace d'export des sédiments, construisant des deltas tidaux de flot ou de jusant qui peuvent exporter localement des particules grossières. C'est également le cas du *density cascading* qui a alimenté en boue carbonatée le prisme progradant, lui-même remanié en *periplatform drift* par les courants de contour. La plate-forme externe présente de manière ubiquiste des terrasses correspondant à des périodes de stagnation du niveau marin lors de la dernière remontée eustatique du Pléistocène supérieur et de l'Holocène. Ces terrasses sont limitées par des escarpements, le plus externe étant l'escarpement marginal fortement cimenté et montrant la plus forte déclivité et partiellement drapé par le prisme progradant. Le prisme est moins développé sur les pentes *windward* où l'érosion est plus intense. L'escarpement marginal limite la plate-forme externe et s'ouvre sur la pente où la déclivité ne semble pas être un critère discriminant entre les marges *windward* et *leeward*. Des monts carbonatés d'eau froide sont omniprésents sur les marges *leeward* alors qu'ils colonisent plutôt la pente inférieure sur les marges *windward*. Des *scours* et des *sediment waves* indiquant un transport *downslope* sont aussi observés quel que soit le type de marge. La pente inférieure n'est pas totalement homogène pour les deux types de marges. Sur les marges *leeward*, des réseaux de ravines assurent le transfert de sédiment. Sur les deux types de marges, de petits canyons peuvent permettre l'export de sédiment vers le bassin. Ils se forment à la limite inférieure d'une zone très cimentée sur les pentes supérieure et moyenne. Quel que soit le

type de marge, les instabilités gravitaires, parfois de grande taille (MTC), sont présentes. *In fine*, des courants de contour, plus intenses sur les marges *leeward* du fait du confinement, contribuent à la redistribution des sédiments en pied de pente. L'ensemble du BCS est bordé à l'est par l'escarpement abrupt de plus de 3000 m de Blake Bahama. Il représente un relief sous-marin partiellement contrôlée structurellement qui s'ouvre sur la plaine abyssale atlantique où sont installés des systèmes turbiditiques carbonatés alimentés par des canyons géants. Ces résultats mettent en évidence la difficulté de classer les marges carbonatées et de les décrire avec des modèles conceptuels historiques simples. La discrimination des pentes *windward* ou *leeward* par leur simple orientation ne permet pas d'expliquer la variété et surtout la similitude entre les structures sédimentaires présentes. L'utilisation d'éléments morphologiques et/ou architecturaux semble plus appropriée.

Influence de la tectonique et de l'eustatisme sur l'altération des silicates et la régulation du CO₂ atmosphérique en contexte volcanique extrême à l'Aptien et au Turonien ?

Thomas Munier¹, Laurent Riquier¹

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS
Contact : thomas.munier@sorbonne-universite.fr

L'intervalle Aptien-Turonien (~125-90 Ma) est caractérisé par des perturbations climatiques et géodynamique majeurs. Cette période enregistre une hausse importante du niveau marin et deux intervalles aux températures élevées à l'Aptien inférieur (~122 Ma) et à la limite Cénomaniens/Turonien (~94 Ma). Ces changements climatiques découlent de la perturbation du cycle du carbone par une activité volcanique intense synchrone de l'augmentation des températures : développement des provinces magmatiques d'Ontong-Java et de la partie sud du plateau des Kerguelen à l'Aptien inférieur puis des plateaux de Madagascar, de la partie centrale du plateau des Kerguelen et des provinces des Caraïbes et d'Ontong-Java II au Turonien. Alors que ces deux phases présentent une forte activité volcanique, les variations climatiques observées sont différentes. La phase aptienne, marquée par le plus fort taux de production de croûte océanique (~50.106 km³ de roche émise) ne semble pas enregistrer de hausse majeure de la pCO₂, et seulement une augmentation de l'ordre de 3 à 4°C des températures océaniques. À l'inverse, la phase turonienne, avec un volume de roche basaltique moindre (~18.106 km³), serait marquée par des hausses de la pCO₂ (~600 ppm) et une augmentation des températures océaniques de l'ordre de 7°C.

Cette différence entre l'Aptien inf. et le Turonien implique une variation importante des processus de régulation du CO₂ comme l'altération chimique des silicates. Ce processus est amplifié par (i) l'augmentation des précipitations et dans une moindre mesure des températures et (ii) des reliefs importants. L'intervalle Aptien-Turonien est marqué par la séparation des plaques africaine et sud-américaine et l'ouverture totale de l'océan Atlantique. L'instabilité des marges et les mouvements épirogéniques entraînent ainsi une altération importante sur les continents, possiblement associée à de plus fortes conditions d'altération chimique.

L'étude de la composition minéralogique de la fraction argileuse du site DSDP 361 (bassin du Cap, côte sud-africaine), l'un des rares à présenter des sédiments aptiens inférieurs et turoniens, témoigne de l'altération différente lors de ces deux phases. Alors que les cortèges argileux de l'Aptien inférieur sont riches en argiles primaires (chlorites et illites, ~60%), et en kaolinites (~20%), les dépôts du Turonien sont, quant à eux, dominés par les smectites (~85%) et sont relativement pauvres en kaolinites (~5%). Les variations des cortèges argileux sur d'autres sites du domaine Atlantique présentent également cette tendance, avec un léger décalage temporel du fait du déplacement de la contrainte tectonique vers la partie centrale de l'Afrique. Ainsi, alors qu'une altération importante, physique comme chimique, semble marquer l'Aptien inférieur, le Turonien semble être caractérisé par une altération bien plus faible du fait de la diminution de l'activité tectonique et de la hausse du niveau marin réduisant ainsi les masses continentales. Les fortes proportions de kaolinites, observées sur certains sites à l'Aptien inférieur, semblent ainsi conforter l'hypothèse d'une altération chimique accrue qui pourrait expliquer une régulation de la pCO₂ et des températures lors de cet intervalle. Néanmoins, l'observation des kaolinites au microscope électronique à balayage témoigne d'une origine authigenèse, découplée

de l'altération continentale. Ainsi, la régulation de la $p\text{CO}_2$ à l'Aptien inférieur proviendrait davantage de processus de néoformation argileuse (altération sous-marine, authigenèse) et du stockage de carbone par la matière organique que d'une altération continentale accrue.

Version temporaire

Dynamique sédimentaire des silicates du site ECUSED (Effets CUMulés sur le SEDiment) en Baie de Seine basée sur la méthodologie ELSA : (2) le quartz tracé par le silicium

Anne Murat^{1,2}, Emmanuel Poizot^{1,2}, Yann Méar^{1,2}, Gwendoline Gregoire^{1,2}, Clément Frigola¹

¹ LUSAC, Université de Caen Normandie, site de Cherbourg, CNAM

² Intechmer, CNAM

Contact : anne.murat@lecnam.net

Le projet ECUSED concerne les effets cumulés des activités humaines en mer sur l'état physique des fonds sédimentaires. Il a été financé par la région Normandie (RIN Recherche Emergent) et soutenu par le GIS ECUME (Groupement d'Intérêt Scientifique Effets Cumulés en Mer). Plus particulièrement, nous considérons l'impact cumulatif des activités d'extraction de granulats marins (concession GMH, Granulats Marins du Havre), et d'immersion de sédiments dragués par les Grands Ports Maritimes pour l'entretien des chenaux de navigation (site du Machu) de l'estuaire de la Seine. Une mission de prélèvement sédimentaire s'est déroulée en avril 2022. Elle a permis d'obtenir des échantillons sur 115 stations régulièrement réparties sur une grille qui couvre une zone de 43 km². Cette zone s'étend du site du Machu au sud au site d'exploitation de granulats du GMH au nord entre 14 et 25 m de profondeur.

Pour comprendre le fonctionnement naturel de la dynamique sédimentaire du site, il est nécessaire de caractériser les sources (naturelles et anthropiques) de sédiments et leurs directions de transport à une échelle de plusieurs dizaines de km². La méthodologie ELSA (ELemental composition of Sediment frActions), basée sur l'analyse spatialisée de la composition géochimique de fractions granulométriques séparées par tamisage, a été utilisée.

La dynamique sédimentaire est le résultat des dynamiques de la masse d'eau (marée et houle) appliquées à une morphologie préexistante et à des grains sédimentaires susceptibles d'entrer en mouvement. Ce travail s'est attaché à identifier les déplacements des différentes tailles de grains naturellement présents sur le site. Le traçage des quartz s'effectue en utilisant le silicium. L'évolution des teneurs les plus fortes en Si a été étudiée à la fois dans l'espace géographique et les dimensions granulométriques. Les quartz les plus gros (1600-2000 μm) sont situés dans le tiers nord-ouest de la zone étudiée. Pour la fraction 1250-1600 μm , ils occupent une bande orientée SO – NE légèrement plus au sud. Ce schéma se répète pour les fractions plus fines jusqu'à 630 μm . La fraction 500 – 630 μm montre une augmentation de la surface occupée, la limite nord de la bande reste identique et la progression se poursuit vers le sud. Pour la fraction 400 – 500 μm , deux zones enrichies apparaissent, la plus importante en superficie correspond à la poursuite du schéma d'évolution décrit pour les fractions plus grossières. La plus petite apparaît à la bordure sud-est de la zone étudiée. Elle pourrait être en relation avec une autre source de particules, le fleuve Seine. Pour la fraction 315 – 400 μm , ces deux zones fusionnent avec à nouveau une extension vers le sud. Les deux zones de dépôts de dragage (casiers F et C) sont contournées. A partir de 250 – 315 μm , les quartz atteignent les casiers F abandonnés depuis 2 ans lors de la mission de prélèvement. Pour cela, ils doivent franchir un dénivelé de plusieurs mètres ce qu'ils ne peuvent effectuer qu'en suspension. A l'inverse, la zone de dépôt de dragage en activité pendant la mission (Casiers C) demeure un îlot sans quartz de cette taille. Les fractions plus fines sont plus difficiles à interpréter probablement car les sources naturelles décrites pour les fractions

plus grossières sont complétées par la source anthropique des dépôts de dragage. Les fractions 125 – 200 μm présentent une homogénéisation des concentrations en Si avec une extension à la fois vers le nord et vers le sud qui pourrait correspondre à une augmentation de la fréquence des transports en suspension.

Les données terrain démontrent qu'il existe, pour un minéral donné, une organisation spatiale des différentes tailles de grains. Cette organisation résulte probablement de l'action à long terme de la marée (les grains les plus grossiers se concentrent dans les zones les plus profondes). Chaque type de grain (taille et densité) va trouver une zone de dépôt privilégiée où il est à l'équilibre dynamique.

Version temporaire

Dynamique sédimentaire des silicates du site ECUSED (Effets CUMulés sur le SEDiment) en Baie de Seine basée sur la méthodologie ELSA : (1) la glauconite tracée par l'arsenic

Anne Murat^{1,2}, Emmanuel Poizot^{1,2}, Yann Méar^{1,2}, Gwendoline Gregoire^{1,2}, Clément Frigola¹

¹ LUSAC, Université de Caen Normandie, site de Cherbourg, CNAM

² Intechmer, CNAM

Contact : anne.murat@lecnam.net

Le projet ECUSED concerne les effets cumulés des activités humaines en mer sur l'état physique des fonds sédimentaires. Il a été financé par la région Normandie (RIN Recherche Emergent 2021-2023) et soutenu par le GIS ECUME (Groupement d'Intérêt Scientifique Effets Cumulés en Mer) créé en novembre 2020. Plus particulièrement, nous considérons l'impact cumulatif des activités d'extraction de granulats marins (concession GMH, Granulats Marins du Havre), et d'immersion de sédiments dragués par les Grands Ports Maritimes pour l'entretien des chenaux de navigation (site du Machu) de l'estuaire de la Seine. Une mission de prélèvement sédimentaire s'est déroulée du 21 au 29 avril 2022 sur le N/O Côtes de la Manche. Elle a permis d'obtenir des échantillons sur 115 stations régulièrement réparties sur une grille qui couvre une zone de 43 km². Cette zone s'étend du site du Machu au sud (dépôts de dragage) au site d'exploitation de granulats du GMH au nord.

Pour comprendre le fonctionnement naturel de la dynamique sédimentaire du site, il est nécessaire de caractériser les sources (naturelles et anthropiques) de sédiments et leurs directions de transport à une échelle de plusieurs dizaines de km². La méthodologie ELSA (ELemental composition of Sediment frActions), basée sur l'analyse spatialisée de la composition géochimique de fractions granulométriques séparées par tamisage, a été appliquée (16 fractions granulométriques sableuses et une fraction < 50 μm analysées pour chaque échantillon).

La dynamique sédimentaire est le résultat des dynamiques de la masse d'eau (marée et houle) appliquées à une morphologie préexistante et à des grains sédimentaires susceptibles d'entrer en mouvement. Ce travail s'est attaché à identifier les déplacements des différentes tailles de grains naturellement présents sur le site. Les premiers minéraux étudiés sont des glauconites en utilisant comme traceur l'arsenic. Initialement ces glauconites proviennent des formations mésozoïques du Bassin parisien. In situ, une zone source de glauconites constituée de dépôts probablement anciens non recouverts par la dynamique récente a été identifiée immédiatement au nord du banc de Seine (grains de glauconites > 630 μm). Les grains d'une taille de 630 μm à 250 μm , sont transportés sur le fond essentiellement vers le sud-est et d'autant plus loin qu'ils sont plus petits. Ce transport débute en remontant une pente. Pour la gamme 250 à 160 μm , les grains de glauconite viennent sédimenter par-dessus les dépôts de dragage du Machu effectués deux ans avant la mission (Casiers F). Pour cela, ils doivent franchir un dénivelé de plusieurs mètres ce qu'ils ne peuvent effectuer qu'en suspension. A l'inverse, la zone de dépôt de dragage en activité pendant la mission n'est pas atteinte (Casiers C). Enfin, la dernière fraction analysable, 160-125 μm , présente une organisation spatiale inédite qui pourrait indiquer une autre source de ces particules à l'est de la zone (le fleuve Seine ?) avec un transport vers l'ouest.

Evolution des masses de glace sur le craton ouest africain (WAC) pendant la glaciation Gaskiers (580 Ma) : nouvelles interprétations de la Formation Tiddiline (Anti-Atlas, Maroc)

Alexis Nutz¹, Pierre Dietrich², Boris Robert³, Guilhem Amin Douillet⁴,
Lahcen Kabiri⁵

¹ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

² UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

³ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

⁴ Institut für Geologie, Universität Bern (Suisse)

⁵ FST Errachidia, Université Moulay Ismail Meknès (Maroc)

Contact : nutz@cerege.fr

La glaciation Gaskiers est considérée comme la dernière grande glaciation du Protérozoïque. Elle a d'abord été envisagée comme une glaciation globale (Terre-Boule-de-Neige) du fait de l'identification à basses latitudes de diamictites glaciaires (Pisarevsky et al., 2011, McGee et al., 2013), cependant, son envergure a par la suite été rétrogradée à une échelle régionale d'abord parce que i) bien que la paléogéographie de l'Ediacarien reste incertaine, la majorité des dépôts ont été décrits à moyenne et haute latitudes et ii) la durée de la glaciation est estimée à moins de 1 Ma (Pue et al., 2016), rendant impossible sa comparaison avec les autres épisodes avérés de Terre-Boule-de-Neige (Sturtian, Marinoan). Dans cette contribution, nous présenterons une succession sédimentaire à influence glaciaire attribuée à la glaciation Gaskiers (Letsch et al., 2018) dans la partie supérieure de la Formation Tiddiline (Boutonnière de Bou Azzer, Anti-Atlas) au Maroc, sur la frange nord du craton ouest africain. Combinant des associations de faciès glaciogéniques, glaciomarines et marines, la succession sédimentaire montre deux séquences d'avancée-retrait. La première séquence d'avancée-retrait est enregistrée par la présence de dépôts sédimentaires sous-glaciaires (esker) recouvert d'un système proglaciaire (ice-contact fan) qui indique un premier épisode d'ancrage d'une masse de glace sur le fond marin. Au-dessus, des sédiments d'offshore marins sans influence glaciaire suggèrent un retrait important du front glaciaire sur le continent. Une nouvelle réavancée glaciaire est alors visible par la présence de sédiments glaciomarins dans lesquels s'intercale un till qui indique un nouvel épisode d'ancrage de la glace dans le secteur. Au-dessus, le second retrait glaciaire est enregistré par une séquence deltaïque régressive surmontée de sédiments marins qui traduit l'effet de l'ajustement glacio-isostatique, avant un ennoisement post-glaciaire probablement d'origine eustatique. Finalement, nous discuterons la signification de ces 2 séquences glaciaires d'avancée-retrait pendant la glaciation Gaskiers en fonction des différents modèles paléogéographiques à l'Ediacarien.

De la matière organique dans les pyrites framboïdales du Tithonien du Boulonnais (France) ? : une étude chimique et structurale

Giliane Odin¹, Nicolas Tribovillard², Frédéric Delarue³

¹ EA 4508 LGE, Université Gustave Eiffel

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ UMR 7619 METIS, Université Paris-Sorbonne, CNRS, EPHE

Contact : giliane.odin@univ-eiffel.fr

L'association entre matière organique (MO) et framboïdes de pyrite sédimentaire a fait l'objet de diverses études, portant aussi bien sur des environnements passés qu'actuels. Dans ces derniers, cette MO est majoritairement biogénique. Dans le cadre d'environnements anciens, les caractéristiques chimiques et/ou structurales des framboïdes et de la MO sont très souvent altérées par l'histoire géologique des sédiments, rendant par exemple plus difficile la détermination du mécanisme de formation des framboïdes (biotique vs. abiotique).

La formation des Bancs Jumeaux (Tithonien, France) contient de la pyrite en abondance, majoritairement sous formes de (poly)framboïdes, lesquels atteignent régulièrement la centaine de micromètres (Tribovillard et al., 2022). Des travaux antérieurs y ont reporté des teneurs en carbone allant de 2,8 à 6,5 % wt, sans pour autant identifier son origine ni sa localisation. Pour éclaircir celles-ci, de nouveaux framboïdes, en partie préparés par BIB (Broad Ion Beam milling) afin d'observer la structure interne, ont été analysés au microscope électronique à balayage et spectroscopie Raman. Aucune structure interne n'est observée et la texture spongieuse (poreuse) observée dans des framboïdes issus de sédiment actuels (Mc Lean et al. 2008) ou anciens (Wacey et al., 2015), et interprétée comme émanant de biofilms, n'a pas été décelée. Des cartographies réalisées en spectroscopie Raman ont mis en évidence la présence de MO, très faiblement altérée thermiquement selon la thermométrie Raman ($T < 160$ °C ; Lahfid et al., 2010). Cette MO est présente à la surface des microcristaux individuels de pyrite, aussi bien en bordure qu'au cœur des framboïdes. Ces résultats indiquent que les framboïdes de la formation des Bancs Jumeaux sont des pièges à MO et qu'ils ont probablement cristallisés au sein d'un matériel organique par voie biotique.

Références :

Maclean, L. C. W. et al. A high-resolution chemical and structural study of framboidal pyrite formed within a low-temperature bacterial biofilm, *Geobiology*, 2008, 6, 471-480

Lahfid, A. et al. Evolution of the Raman spectrum of carbonaceous material in low-grade metasediments of the Glarus Alps (Switzerland), *Terra Nova*, 2010, 22, 354-360

Tribovillard, N. et al. Sedimentary pyrite as a trap of organic matter: preliminary results from large-framboid observation, *European Journal of Mineralogy*, 2022, 34, 77-83

Wacey, D. et al. Uncovering framboidal pyrite biogenicity using nano-scale CNorg mapping, *Geology*, 2015, 43, 27-30

La karstification du réservoir barrémien du bassin de Parentis

Alexandre Ortiz¹, Gabrielle Rumbach^{2,3}, Christine Flehoc¹, Catherine Guerrot¹, Philippe Lach¹, Claire Aupart¹

¹ BRGM, Orléans

² Vermilion Rep France

³ ES-Géothermie, Schiltigheim

Contact : alex.ortiz@hotmail.fr

Le Bassin de Parentis, situé au sud-ouest de Bordeaux, est connu depuis les années 50 comme étant un réservoir pétrolier prolifique. Il se situe à la terminaison orientale du Golfe de Gascogne. Plusieurs champs sont exploités dans la partie " onshore " du bassin (Cazaux, Lavergne, Lugos, Mothes, Mimizan Nord, Cabeil, Lucats), le plus important se trouve à Parentis-en-Born et a été découvert par ESSOREP en 1954. Ce champ se trouve sur une structure anticlinale d'axe est-ouest, formée lors des différents épisodes géodynamiques en relation avec une halocinèse des séries du Trias et de l'Hettangien. Deux réservoirs distincts sont exploités dans ce champ, i) un réservoir sableux daté de l'Aptien Inférieur et ii) un réservoir calcaire/dolomie daté du Barrémien au Jurassique supérieur. Ce dernier présente une porosité matricielle de 14 % et une perméabilité de 100 mD sur une épaisseur moyenne de 200 mètres.

De nombreuses études et acquisitions (sismiques 3D, 122 forages) ont été menées par les géologues d'exploration d'ESSOREP et de Vermilion afin de caractériser le réservoir calcaire/dolomie du Barrémien notamment sur l'origine de la dolomitisation et de la porosité. Les modèles de mise en place évoquent une dolomitisation post-sédimentaire par reflux et une karstification épigène liée à des bombements tectoniques précoces.

Notre étude vise à utiliser les méthodes et concepts modernes afin de mieux comprendre les grandes étapes de mise en place de ce réservoir en relation avec les événements géodynamiques qu'a connu la région. Elle se base sur une étude fine des lames minces et également sur l'interprétation des données sismiques 3D disponibles sur la zone. Au total, 160 échantillons ont été prélevés sur 5 forages dans le but de mener une étude diagénétique (pétrographie, cathodoluminescence, isotopie du carbone, de l'oxygène et du strontium, datation U/Pb).

L'étude des carottes au niveau macroscopique montrent la présence de nombreuses " mudloss " souvent liées à la présence de failles (stries observées), ce qui était interprété comme étant des karstifications épigènes. De nombreuses veines ont été observées au niveau des zones de fractures, celles-ci sont composées de calcite, de dolomie baroque et d'anhydrite. De plus, une diminution du nombre de veines/fractures s'observe en s'éloignant des grands accidents structuraux. Au niveau microscopique la paragénèse montre une dolomitisation primaire anté-enfouissement (euhedral à subhedral dolomite), puis des phases de circulations de fluides hydrothermaux riches en magnésium (dolomite baroque – " non-planar ") et sulfates (anhydrite).

Les premières interprétations tendent à affirmer que les zones de vides rencontrés au sein des forages seraient liées à la remontée de fluides profonds et entraînerait une karstification hypogène. Ces épisodes seraient liés à la reprise de l'anticlinal lors de la phase pyrénéenne.

Bréchification du membre du Pech-Affamat (Bajocien, Quercy) : origine et processus – Partie 2, échelle microscopique

Alexandre Ortiz¹, Églantine Husson¹, Thierry Pélissier², Quentin
Deloume-Carpentras³, Carine Lézin⁴

¹ BRGM, Orléans

² PNR Causses Quercy

³ Département de Géologie, Université Jean Monnet

⁴ UMR 6553 GET, Université de Toulouse 3, CNRS, IRD, CNES

Contact : alex.ortiz@hotmail.fr

La caractérisation de la porosité et de la perméabilité des réservoirs carbonatés fait l'objet de nombreuses études et réflexions sur des applications très variées (géothermie, hydrogéologie, stockage de CO₂). L'évolution de ces deux paramètres résulte de nombreuses modifications qui peuvent prendre place depuis le dépôt jusqu'aux modifications récentes. La compréhension de ces processus se fait en grande partie grâce aux études diagénétiques. La karstification est un processus majeur qui peut prendre place à chaque étape du parcours diagénétique d'une roche carbonatée, de l'éogénèse jusqu'à la télogénèse ou les deux grands types de karstifications peuvent venir modifier les propriétés de la roche (hypogène/épigène). La difficulté actuelle des études diagénétiques est la spatialisation des événements et le saut d'échelle entre i) bassin sédimentaire, ii) formation sédimentaire, iii) échantillons et iiiii) lame mince. Suivant son origine et les moteurs associés, la karstification peut être distribuée à l'échelle régionale mais également très localisée et peut engendrer des effets de sites.

Cette étude vise à étudier à l'échelle de la lame mince les processus de formation et de modifications de la brèche du Pech-Affamat afin de reconstituer son évolution à l'échelle de la carrière présentée en partie 1. Au total, une soixantaine d'échantillons ont été prélevés sur cette carrière depuis les Calcaires oolithiques et dolomités de Calvignac jusqu'aux deux membres de dolomies bréchiques de Pech-Affamat datées du Bajocien.

La méthodologie utilisée est celle des études diagénétiques classiques avec, i) réalisation de lames minces, ii) caractérisation pétrographique, iii) imagerie sous cathodoluminescence, iiiii) analyses isotopique (C et O) des ciments de calcites/dolomites. Des analyses XRF ainsi que la datation de différentes phases de calcite (U/Pb). De plus, cette étude s'appuie également sur les résultats d'études similaires récentes sur la zone d'étude.

Les premiers résultats montrent une structuration du réservoir en plusieurs temps. Le premier correspond à une phase de dédolomitisation (dolomite rose remplacée par une calcite gardant la forme losangique). Puis une phase d'altération préférentielle de la roche (fantomisation) à la faveur de discontinuité (limite de banc, stylolithes) suivie d'une forte recristallisation de l'ensemble. Puis la seconde phase se matérialise par la création de vide par dissolution et évacuation de l'altérites suivi d'une phase de remplissage détritique (sidérolithique) accompagné d'une cimentation par de grandes plages de calcites (calcite non luminescente).

Mesure des flux d'alcalinité à l'interface eau-sédiment dans des écosystèmes aquatiques du littoral tunisien : Impact sur le pH et le stockage du carbone inorganique

Walid Oueslati¹, Haifa Ben Mna¹, Takwa Mghirbi¹, Amina Ben Mefteh¹,
Sarah Ben Jeddi¹, Valérie Mesnage²

¹ LR01ES06 Ressources Minérales et Environnement, Université de Tunis El Manar (Tunisie)

² UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

Contact : walid.oueslati@fst.utm.tn

Dans le contexte actuel de changement climatique et de l'augmentation des concentrations en CO₂ dans l'atmosphère, les sédiments marins côtiers caractérisés par une production primaire élevée d'algues et d'herbiers marins (Posidonie) sont des puits efficaces de séquestration du carbone et jouent ainsi un rôle essentiel dans la régulation du climat. Cependant, les flux de CO₂ vers l'eau marine, provoquent la diminution du pH de la colonne d'eau. Cette acidification des océans anime la communauté scientifique autour de discussions environnementales et ceci depuis plus de 20 ans. En effet, le compartiment sédiment, siège de la diagenèse anaérobie précoce, est dominé par la réduction des oxyhydroxydes de fer et la réduction des sulfates. Ces réactions diagénétiques favorisent la formation de sulfures métalliques, en particulier la pyrite et facilitent son enfouissement en profondeur. D'autre part, ces réactions sont capables de générer des quantités importantes d'alcalinité dans les eaux interstitielles. La production d'alcalinité sédimentaire peut ainsi compenser les effets de la production du carbone inorganique dissous par la minéralisation de la matière organique sur l'acidification des eaux côtières, favorisant ainsi l'absorption du CO₂ atmosphérique. Cette recherche porte sur la modélisation de la diagenèse précoce sur quatre écosystèmes aquatiques du littoral tunisien : les lagunes côtières de Ghar El Melh et de Bizerte, la sebkha de l'Ariana et la baie de Monastir. L'objectif global de cette recherche est l'estimation quantitative de la libération d'alcalinité benthique. La caractérisation géochimique des phases liquide (eau interstitielle) et solide ont été réalisées sur les sédiments de ces quatre écosystèmes aquatiques tunisiens. Ainsi les flux d'alcalinité à l'interface eau-sédiment et la mesure de carbonates authigènes ont été déterminés. Les résultats de cette étude démontrent que les sédiments sont bien une source importante d'alcalinité pour la colonne d'eau de chacun de ces écosystèmes, les valeurs des flux varient de 1,1 à 3,4 mmol m⁻² j⁻¹. D'autre part, les résultats de cette étude illustrent comment la forte alcalinité de l'eau interstitielle peut stimuler la précipitation des carbonates authigènes. Cette réaction permet que le sédiment soit aussi un puits de carbone inorganique.

Analyse du potentiel de séquestration du carbone dans les sédiments marins côtiers en Tunisie

Walid Oueslati¹, Asma Jlassi¹, Eya Farhat¹, Haifa Ben Mna¹, Sarah Ben Jeddi¹, Mohamed Amine Helali¹, Valérie Mesnage²

¹ LR01ES06 Ressources Minérales et Environnement, Université de Tunis El Manar (Tunisie)

² UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

Contact : walid.oueslati@fst.utm.tn

Au cours des dernières années, beaucoup d'études ont tenté d'évaluer la séquestration du carbone à l'échelle mondiale, avec une attention particulière portée à la Méditerranéenne. Toutefois, comme l'ont souligné plusieurs auteurs, il subsiste un manque de données concernant les côtes sud-méditerranéennes. La présente recherche constitue un inventaire du stock de carbone dans les sédiments marins côtiers en Tunisie, ainsi qu'une analyse des principaux facteurs influençant le stockage définitif de la matière organique (MO). L'étude s'appuie sur la modélisation de la diagenèse précoce de la MO dans divers écosystèmes côtiers. Les analyses géochimiques réalisées sur 30 carottes datées ont mis en évidence que les flux de dégradation de la MO varient entre 0,7 et 63 mmol C m⁻² j⁻¹, tandis que les flux de séquestration oscillent entre 0,4 et 40 mmol C m⁻² j⁻¹, avec une moyenne de 6 mmol C m⁻² j⁻¹. Cette dernière valeur est comparativement proche des résultats observés dans les herbiers de Posidonie méditerranéens. Les flux les plus faibles ont été calculés dans les lagunes de Bizerte, Ghar El Melh et Korba, situées au nord de la Tunisie, bien que ces zones présentent des taux de sédimentation de MO très élevés. En revanche, les flux de séquestration les plus élevés ont été mesurés dans des mers ouvertes, notamment dans des zones où se trouvent des herbiers de Posidonie, telles que la baie de Monastir au centre et Sidi Rais au nord de la Tunisie. Les résultats relatifs aux écosystèmes côtiers (lagunes, golfes et baies) ont été comparés à ceux d'un lac continental à influence marine, le lac Ichkeul qui communique avec la lagune de Bizerte à travers un canal artificiel. L'analyse a révélé que le pourcentage de séquestration du carbone n'est pas dépendant des paramètres de profondeur, de salinité ou de taux de sédimentation, mais est plutôt influencé par l'origine de la MO, avec une préférence des milieux à influence détritique favorisant la séquestration définitive du carbone. Il en ressort que les herbiers de Posidonie en Tunisie constituent des écosystèmes importants pour le stockage du carbone atmosphérique, en particulier dans la baie de Monastir, qui stocke environ 514 tC ha⁻¹, un flux nettement supérieur à celui observé dans l'herbier de Sidi Rais, qui atteint seulement 0,9 tC ha⁻¹. Cependant, ces habitats sont menacés par les activités de pêche par chalutage. En effet, une analyse de l'indice de végétation (NDVI), réalisée par télédétection sur l'herbier de Sidi Rais dans le golfe de Tunis, a montré une perte de 37 hectares entre 2009 et 2024, d'où la nécessité de conserver ces écosystèmes, qui jouent un rôle très important dans l'absorption du carbone atmosphérique et la régulation du climat.

Dynamique sédimentaire de l'avant-côte du centre du Golfe de Gascogne : apport des suivis bathymétriques couplés à la sismique réflexion et aux carottages sédimentaires

Laura Olivier-Simonitti¹, Éric Chaumillon¹, Julie Billy²

¹ UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

² BRGM, Orléans

Contact : l.olivier1203@gmail.com

Les zones pré-littorales (ou avant-côte incluant la plage sous-marine ou encore la plateforme continentale interne) sont cruciales car ce sont des lieux où se concentrent de multiples activités à très forts enjeux (fermes éoliennes, extraction de granulats, zones portuaires, tourisme, pêche, aquaculture...). Le long des littoraux meubles, les dynamiques sédimentaires sont déterminantes pour la stabilité de ces écosystèmes et activités humaines (Schmitt and Chaumillon, 2023). Vaste et peu accessible, l'avant-côte (jusqu'à -70 à -80 m de profondeur dans notre cas d'étude) est un espace encore peu connu et doit donc faire l'objet d'études approfondies.

Une grande quantité de données bathymétriques multifaisceaux, sismiques réflexion (1120 profils) et de carottages (45 carottes d'une longueur de 5 à 6 m) a été acquise au large de La Rochelle en 2020/2022 pour l'étude du raccordement électrique du parc éolien offshore de l'île d'Oléron. Un partenariat entre le Réseau Transport d'Electricité (RTE) et le laboratoire du LIENSs a été établi afin à la fois de comprendre les dynamiques et stocks sédimentaires de l'avant-côte et localiser les zones propices à la pose des câbles sous-marins. Il se concrétise par une thèse co-financée par la région Nouvelle Aquitaine et co-dirigée par le BRGM.

Dans cette communication, nous nous focalisons principalement sur la comparaison des données bathymétriques nouvelles avec les plus anciennes (1820, 1960 et 2001) afin de montrer les dynamiques sédimentaires de cette zone pré-littorale. Compte tenu de la diversité des données (plomb suiffé, sondeur monofaisceau et multifaisceaux, différents instruments de positionnement et corrections de marée), la première étape a été de vérifier leur qualité. Pour cela, nous avons comparé les sondes de différentes époques sur des points stables correspondant à des affleurements rocheux sous-marins. Ce contrôle qualité suggère que la plus grosse source d'erreur est liée à la correction de la marée. Après corrections des données, et confrontation avec les données sismiques, nous montrons la progradation (entre 0.40 et 3.7 m/an) et l'accrétion verticale de bancs de sable (+2,5 à 1,5 cm/an), qu'une partie de la zone d'avant côte reçoit des apports sableux du large. Ces observations nouvelles sont cohérentes avec la migration de dunes dans une zone d'extraction de granulats plus au large (Schmitt and Chaumillon, 2023). Nous montrons également l'accrétion d'un drapage vaseux depuis la côte vers le large. Ces résultats qui indiquent un flux sableux depuis le large vers la côte et un envasement dans les zones abritées devront être confrontés à des données supplémentaires et des résultats de modélisations numériques du transport pour mieux identifier les processus mis en œuvre.

Vers une indépendance européenne de l'approvisionnement en Matières Premières Critiques

Gilles Ollier¹

¹ GOconsult (Belgique)

Contact : gilles.ollier@skynet.be

Le congrès de l'ASF 2024 est une opportunité unique pour sensibiliser la communauté des sédimentologues à l'effort d'indépendance européenne vis-à-vis de l'approvisionnement en Matières Premières Critiques (anglais: Critical Raw Material - CRM).

De fait, le congrès de l'ASF 2024 a lieu à une période charnière puisque l'UE a adopté cette année un cadre législatif visant à garantir un approvisionnement sûr et durable en CRM. Le règlement est directement applicable dans tous les États membres depuis le 23 mai 2024. Ce règlement identifie 34 CRM, incluant des éléments tels que le lithium, le groupe des terres rares, ou celui du platine.

Ces matières premières non énergétiques sont liées à toutes les industries et à toutes les étapes de la chaîne d'approvisionnement. Elles sont irremplaçables dans des technologies stratégiques, telles que l'espace et la défense: le progrès technologique et l'amélioration de la qualité de vie dépendent d'un nombre variable et croissant de ces matières premières. La décarbonisation de la société telle que prônée par le pacte vert européen dans les secteurs du climat, de l'énergie et de l'environnement nécessite un accès accru à ces matières premières – elles sont les matériaux de base des panneaux solaires, des éoliennes, des véhicules électriques et des éclairages à faible consommation d'énergie. Cependant, alors que la demande en CRM tend à augmenter de manière drastique, l'Europe dépend fortement des importations, souvent en provenance de fournisseurs d'un pays tiers en situation de quasi-monopole.

Le règlement européen sur les CRM a donc pour but d'atténuer au niveau de l'UE les risques pour les chaînes d'approvisionnement liés à ces dépendances stratégiques afin de renforcer sa résilience économique. Le règlement se base sur les atouts et les possibilités du marché unique et des partenariats extérieurs de l'UE pour diversifier les chaînes d'approvisionnement et renforcer leur résilience.

La présence de ces matières critiques dans les bassins sédimentaires est soulignée par exemple par Christopher J.M. Lawley et al. (2022) : " Les bassins sédimentaires sont d'importantes sources de matières premières critiques et de nouvelles découvertes de type Mississippi Valley (MVT) hébergées dans des sédiments et/ou des gisements de Zn – Pb à dominance clastique (CD) seront probablement nécessaires pour atténuer les futures perturbations de la chaîne d'approvisionnement en Zn, Pb, Ag, Cd, Ga, Ge, Sb et In. Les sédimentologues ont donc une opportunité à saisir afin de contribuer à l'exploration, l'exploitation et le recyclage des CRM accumulées à la faveur des processus sédimentaires, en se basant sur les dernières avancées de la sédimentologie.

L'implication de la communauté des sédimentologues, en ligne avec le cadre législatif européen, pourrait apporter une contribution significative à la découverte nécessaire de nouveaux gisements, qui permettront de faire face à la demande en CRM résultant de la transition énergétique.

Par ailleurs l'adhésion des citoyens à plus d'exploitation minière ne se fera en Europe que dans le cadre d'exploitation de gisements respectueux de l'environnement. Le cadre législatif européen souligne de fait la nécessaire durabilité des activités le long de toute la chaîne d'exploitation des CRM. Une exploration et une exploitation de ces matières premières en contexte sédimentaires sûres et respectueuses de l'environnement ne peut que bénéficier des connaissances des sédimentologues.

Un effort de recherche important est prévu pour soutenir le cadre législatif sur les CRM en particulier via le programme Horizon Europe. A la faveur de cet effort de recherche, la Commission renforcera l'adoption et le déploiement de technologies de pointe dans le domaine des matières premières essentielles. Cet effort auquel pourra se joindre la communauté des sédimentologistes implique également de disposer des filières adéquates de formation au niveau universitaire et écoles supérieures.

La présentation aura pour objectif de souligner l'importance des CRM pour la transition verte, de rappeler l'importance des bassins sédimentaires comme source de ces matières premières, de détailler le cadre législatif européen sur les CRM, et de présenter l'effort européen de recherche dans ce domaine.

Version temporaire

Evolution de l'architecture sédimentaire de la plaine maritime flamande depuis l'Antiquité : apport des données géoradar

Rachid Ouchaou¹, Jean-Yves Reynaud¹, Youn Besse¹, Anissa Tilehghouatine¹, Éric Armynot du Châtelet¹, Alain Trentesaux¹, Romain Abraham¹, Laurent Deschodt^{2,3}, Guillaume Hulin⁴, Samuel Desoutter², Benjamin Forès², François-Xavier Simon², Mathieu Lançon²

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² INRAP Hauts-de-France

³ UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

⁴ INRAP Paris

Contact : rachid.ouchaou@univ-lille.fr

La plaine maritime flamande est constituée par l'aggradation et la progradation de dépôts marins et estuariens holocènes dont l'épaisseur atteint 30m sous la ligne de côte actuelle. On s'intéresse à la bordure de la Denna, un des distributaires médiévaux de la plaine maritime, qui était situé à l'ouest de Gravelines, et qui a ensuite migré vers l'ouest pour devenir l'Aa. L'architecture des derniers dépôts avant l'exploitation agricole est reconstituée avec de la géophysique de surface. La cartographie des variations de conductivité électrique du sol met en évidence le dernier réseau de chenaux de marée et de fossés de drainage. Des profils géoradar, calés lithologiquement par des vibrocarottes, montrent que les derniers chenaux, à remplissage d'argiles à scrobiculaires, sont incisés dans une nappe sableuse agradante d'épaisseur métrique et comportant des spicules d'éponges. Ces sables contiennent également des lentilles décimétriques de tidalites remplissant des ombilics de brèches formés par le débordement de la marée le long des digues médiévales. Les dépôts sous-jacents, hétérolithiques, ont des géométries de barres de chenaux méandriques détectables sur les profils géoradar jusqu'à 4 m sous la surface. Ces dépôts contiennent, outre des bivalves ubiquistes caractéristiques des domaines de transition, des foraminifères adaptés aux environnements saumâtres. Ces résultats font écho aux connaissances archéologiques acquises dans le secteur. Le passage des barres de méandres à la nappe sableuse, bien que mal daté, coïnciderait avec la généralisation de l'endiguement à partir du X^e siècle. Le débordement des digues permettrait le piégeage du sable pénétrant dans l'estuaire lors d'événements extrêmes, et l'accélération du colmatage, achevé au XV^e siècle.

Lipid biomarkers in a stratified thalassohaline lake suggest a new mode of formation and preservation of organic biosignatures under euxinia

Mathias Pineau¹, Pierre Adam², Philippe Schaeffer², François Gelin³,
Vincent Grossi¹

¹ UMR 7294 MIO, Université d'Aix-Marseille, Université de Toulon, CNRS, IRD

² UMR 7177 ICS, Université de Strasbourg, CNRS

³ TotalEnergies, CSTJF, Pau

Contact : mathias.pineau@etu.univ-amu.fr

Anoxic aquatic environments are known to promote organic matter preservation by limiting biodegradation. Moreover, under sulfidic conditions (euxinia), interactions between organic matter and reduced sulfur species lead to abiotic sulfurization and/or reduction of biological compounds, inducing the formation of organic sulfur compounds (OSC; Raven et al., 2016) or reduced biomarkers (Hebting et al., 2006) that can be preserved in the geological record. Here, we explore the potential of preservation of (phyto)planktonic lipid biomarkers in a thalassohaline, alkaline volcanic crater lake (Dziani Dzaha, Mayotte, Indian Ocean), where primary production dominated by cyanobacteria induces aphotic and anoxic waters below 1 meter depth (Leboulanger et al., 2017; Sala et al., 2022). The two dominant phytoplankton organisms, *Limnospira fusiformis* (Cyanobacteria) and *Picocystis salinarum* (Chlorophyta), are observed viable at all depths of the water column despite the absence of light and oxygen and the presence of high concentrations of reduced chemical species, including sulfides, ammonium and methane, below 1 meter depth (Bernard et al., 2019; Sarazin et al., 2020).

The study of lipid biomarkers in the water column and lake sediments reveals the presence of previously undescribed partially reduced carotenoid pigments derived from b-carotene, which appear in the euxinic part of the water column and accumulate in the underlying sediments. The presence of numerous reduced carotenoids has already been observed in the euxinic Lake Cadagno, where they were shown to be formed by abiotic reductive sulfurization/desulfurization processes operating on biosynthetic pigments from anoxygenic phototrophic bacteria (Hebting et al., 2006). However, in the present case, the lack of structural diversity of the reduced carotenoids and their specific chemical structures rather suggest biosynthetic production in response to adverse environmental conditions.

Quantification of the reduced carotenoid derivatives in lake sediments, along with other lipid biomarkers specific to archaea, bacteria and phytoplankton, was used to identify potential biological producers of the reduced carotenoids. Strong correlations with well-known phytoplanktonic lipid biomarkers indicate a phytoplanktonic origin of the reduced carotenoids and their intense production (> 20 mg/gTOC) following the establishment of stratified (euxinic) conditions ca. 900 years ago. Overall, our results suggest that some phytoplanktonic organisms may be able to adapt their lipidome to survive under anoxic/euxinic conditions, producing partially reduced carotenoid pigments poorly prone to degradation that could constitute a new pathway for phytoplanktonic organic biosignature preservation in anoxic/euxinic aquatic ecosystems.

Les bilans de carbone au sein des écosystèmes côtiers à " carbone bleu " et comparaison avec les estuaires picards

Kentin Plegue¹, Nicolas Spilmont¹, Lionel Denis¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : kentinfac2019@gmail.com

Localisés à l'interface entre le continent, l'océan et l'atmosphère, les écosystèmes estuariens sont le siège de nombreux processus physico-chimiques et biologiques influençant largement les cycles biogéochimiques et la dynamique des flux de carbone (Mitra *et al.*, 2014).

Ainsi, les processus associés à la minéralisation de la matière organique dans les sédiments estuariens lors de la diagenèse précoce vont amener à un rejet de CO₂, à l'inverse des processus de production primaire qui permettent la fixation du CO₂ et sa séquestration dans les sédiments superficiels. Le bilan des flux associés aux processus de minéralisation et de production primaire définit le caractère autotrophe (dominé par les processus de production, donc puits de CO₂) ou hétérotrophe (dominé par les processus de respiration/minéralisation, donc source de CO₂) du système étudié. Certains systèmes avec un bilan autotrophe sont capables de séquestrer le carbone sur de longues périodes, et sont appelés écosystèmes à " carbone bleu ".

Bien qu'ils ne représentent qu'une faible surface des environnements côtiers, ces écosystèmes à " carbone bleu " pourraient stocker jusqu'à 50 % du carbone océanique (Behrenfeld *et al.*, 2006 ; Arrigo, 2007). Les mangroves, les forêts de grandes algues brunes ou forêts de " kelps " (composées par exemple de laminaires) et les herbiers (composés de zostères ou de posidonies) sont les représentants les plus connus de ces écosystèmes à " carbone bleu ". Toutefois, même s'il est avéré que ces derniers participent largement aux mécanismes de séquestration du carbone, leur contribution globale précise reste encore mal connue.

Les prés-salés (ou schorres), localisés sur la partie la plus haute de la zone intertidale estuarienne et submergés uniquement lors des grandes marées, constituent de vastes surfaces végétalisées qui sont aussi suspectées de constituer des puits de carbone importants. Néanmoins, le statut d'écosystème à " carbone bleu " pour l'ensemble de la zone estuarienne intertidale reste discutable car peu de bilans de carbone fiables existent dans ce type d'environnement, en particulier prenant en compte la variabilité spatiale et temporelle à l'échelle de l'estuaire. Il est donc important de compiler les études portant sur la dynamique des flux et stocks de carbone dans les différentes zones de l'estuaire (chenaux, vasières, filandres, prés-salés), aux différentes échelles du cycle de marée (cycle immersion/émersion, cycle vives-eaux/mortes-eaux) ainsi qu'à l'échelle du cycle nyctéméral et du cycle saisonnier afin de déterminer leur capacité réelle à séquestrer le carbone. Des travaux d'une telle ampleur n'ont encore jamais été effectués dans les estuaires picards, et ces différentes questions seront traitées lors d'un doctorat portant sur les bilans des flux de carbone dans l'estuaire de la Canche, choisi comme estuaire picard " type " dans le cadre du projet FairCarboN CABESTAN, en raison de sa taille réduite et de la facilité d'accès aux divers types de substrats.

L'objectif de cette présentation est donc de dresser un bilan des connaissances déjà acquises sur les flux et les stocks de carbone au sein des différents écosystèmes estuariens intertidaux tempérés, notamment les différents estuaires picards, afin d'identifier les lacunes dans les connaissances actuelles, de lister les objectifs à atteindre et les moyens les plus adaptés à mettre en œuvre afin de quantifier le rôle de ces estuaires dans la séquestration de carbone.

Spatial characterization of organic matter and carbon storage in two semi-arid mangroves of Ceara (NE Brazil) under the effect of land use

Hélène Plihon^{1,2}, Stéphane Mounier¹, Rozane Marins²

¹ UMR 7294 MIO, Université de Toulon, Université d'Aix-Marseille, CNRS, IRD

² Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceara (Brasil)

Contact : mounier@univ-tln.fr

Two mangrove systems in northeastern Brazil, Pacoti and Jaguaribe, were analyzed along a river gradient from upstream to downstream. Pacoti, historically impacted but now legally protected, contrasts with Jaguaribe, which is subject to intensive shrimp farming and upstream influences from dams, urban areas, and agricultural lands. We assessed sediment granulometry, carbon (C), nitrogen (N), and sulfur (S) content, and conducted spectrophotometric analyses (3D fluorescence, UV-Vis) on sediment cores from both mangroves. Pacoti exhibited a high mean C content of 2.16% (0.44% ; 5.80%), independent of granulometry, and a high mean C/N ratio of 21.75 (13.6; 28.7), indicating that the organic matter (OM) predominantly originates from the mangrove ecosystem itself. In contrast, Jaguaribe showed lower carbon content throughout the mangrove, with a mean of 1.2% (0.02 ; 2.46), and a lower mean C/N ratio of 15.1 (10.68 ; 29.82), primarily due to (i) variations in sediment granulometry and (ii) a greater influence of river-derived OM, attributed to a higher river-to-mangrove area ratio compared to Pacoti. 3D fluorescence analysis revealed an increase in the proportion of humic substances in OM with depth in Pacoti, while no such evolution was observed in Jaguaribe. These significant differences in OM dynamics between the two mangroves underscore the impact of land use: Pacoti's OM is characterized by higher carbon content typical of mangrove ecosystems and shows a classical OM evolution with increased humification with depth. In contrast, Jaguaribe's OM, with a balanced proportion of sulfur and nitrogen but lower carbon, shows no evidence of humification with depth. Consequently, Pacoti mangroves can store up to five times more carbon than Jaguaribe (85.83 MgC per hectare vs. 16.41 MgC per hectare). This difference is attributed to the distinct granulometry between the two mangroves-up to 97% sand in some upstream layers-as well as the influx of small, easily degradable molecules from urban sewage, shrimp farm effluents, and agricultural runoff. Carbon storage was higher downstream in Jaguaribe and upstream in Pacoti, indicating that Jaguaribe may be more vulnerable to carbon release under global change scenarios. The carbon sink and storage capacity of mangroves is highly dependent on land use and natural characteristics such as river size, sediment granulometry, and mangrove area.

Multi-proxy Sediment Trend Analysis (MSTA) : dynamique sédimentaire de la source au puits

Emmanuel Poizot^{1,2}, Yann Méar^{1,2}, Anne Murat^{1,2}, Clément Frigola¹,
Gwendoline Gregoire^{1,2}, Benjamin Le Lorec²

¹ LUSAC, Université de Caen Normandie, site de Cherbourg, CNAM

² Intechmer, CNAM

Contact : emmanuel.poizot@lecnam.net

L'analyse granulométrique est fondamentale pour l'interprétation des environnements sédimentaires. La variabilité spatiale des paramètres granulométriques (moyenne, sorting, skewness, kurtosis) peut être utilisée pour estimer les directions de transport (STA® : Sediment Trend Analysis ; McLaren, 1981 ; McLaren & Bowles, 1985 et GSTA : Gao & Collins, 1992). Le sédiment est constitué d'un mélange plus ou moins complexe de populations dynamiques, chacune d'entre elles est la résultante d'une source et de processus d'érosion, de transport et de dépôt. Chaque population ne retraçant qu'une partie de l'histoire des sédiments étudiés, il est de nécessaire de les identifier et de les qualifier.

L'approche " End-Members " (Ems) a été développée par Weltje (1997) dans cet objectif. Ce modèle peut déterminer le nombre et les spectres granulométriques des différentes populations dans un ensemble de données granulométriques caractéristiques d'une zone d'étude. L'analyse de l'organisation spatiale de chaque EMs et de leur pourcentage de mélange permet d'identifier les variabilités temporelles et spatiales des sources et des environnements sédimentaires. Le package R 0.9.6 d'EMMAGeo (Dietze et Dietze, 2019a,b), facilite l'application cette approche dans la décomposition une distribution granulométrique multimodale en ses différentes populations de grains. La méthode " End-Members " est de plus en plus utilisée et comparée conjointement à la méthode STA®/GSTA (Liu et al. 2012 ; Li et Li, 2018 ; Yu et al., 2019 ; Yuan et al., 2021 ; Chen et al., 2022 ; Paladino et al., 2022 ; Dong et al., 2023 ; Meng et al., 2023). Pour ces auteurs, une modélisation des EMs granulométriques utilisée en complément à une analyse STA®/GSTA permet de mieux comprendre les schémas de transport des sédiments et les mécanismes associés facilitant ainsi l'interprétation environnementale.

L'approche proposée ici se base sur l'intégration de ces deux méthodes (EMs et STA®/GSTA) pour modéliser les évolutions sédimentaires en remplaçant les paramètres statistiques historiques par les caractéristiques des EMs. Elle est appliquée à la rade de Cherbourg, site dont la complexité se retrouve dans l'hétérogénéité de la granulométrie de surface, la courantologie et la morphologie.

Les principales sources de sédiment sont extérieures à la grande rade de Cherbourg. Le sable fin à moyen (EM3) constitue le fond sédimentaire de la rade de Cherbourg. Présent au large, il est trié par les courants de marée et pénètre principalement par les passes (est et ouest). Au niveau de la passe de l'Ouest, il est chassé par la houle de part et d'autre d'un axe nord-ouest sud-est. A l'inverse, il constitue des unités sédimentaires d'épaisseur métrique dans la partie orientale de la grande rade. Dans l'axe de la passe de l'Ouest, ce sable fin à moyen est accompagné d'un sable grossier coquillier (EM4). Ce dernier pénètre dans la rade lors de fortes houles de secteur ouest à nord-ouest. Les sédiments les plus fins (EM1) transportés en suspension, se superposent au sable fin à moyen. Ils s'organisent spatialement en fonction de l'interaction entre les courants de marée et la morphologie côtière. Au pied de la digue centrale, une accélération localisée des courants est à l'origine d'un sédiment hétérométrique (EM2).

Fosses et paléovallées de la Manche

Fabien Paquet¹, Isabelle Thinon¹, Olivier Dugué², Bernadette Tessier²,
Massinissa Benabdellouahed², Pol Guennoc¹

¹ BRGM, Orléans

² UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

Contact : f.paquet@brgm.fr

Pendant plusieurs décennies, les incisions affectant le fond marin de la Manche ont été interprétées comme un grand réseau de paléovallées formé et ayant évolué lors des bas niveaux marins successifs du Pléistocène. Localement, le réseau d'incisions s'accuse formant les fosses. Plusieurs hypothèses ont été avancées quant aux processus les ayant générées.

Les travaux récents et en cours en Manche, basés sur l'interprétation de sismique Très Haute Résolution et sur la bathymétrie, ont permis d'améliorer la description des différentes incisions qui affectent le fond marin et de distinguer deux ensembles : (i) d'une part, les paléovallées, superficielles associées au réseau hydrographique actuel et présentant des incisions modérées de quelques dizaines de mètres et un remplissage partiel à total, et (ii) d'autre part, un ensemble sous-jacent d'incisions pouvant dépasser plusieurs centaines de mètres, au remplissage sédimentaire total ou partiel et n'étant pas connecté au réseau hydrographique. Les deux ensembles distincts sont localement superposés, comme c'est le cas au nord-ouest de la Baie de Seine, où paléo-Vire et paléo-Seine surmontent les fosses du Cotentin. Ailleurs, certaines fosses semblent totalement isolées comme celles de la Hague, de Ste Catherine, de l'Île Vierge. Leur(s) âge(s) reste(nt) à déterminer, vraisemblablement entre Oligocène et Pliocène.

Le point commun de ces fosses semble être le surcreusement au niveau de lithologies favorables ou au niveau de contrastes lithologiques (sables et argiles du Crétacé inférieur ; Marnes et calcaires du Jurassique ; craie du Crétacé supérieur, contact avec le socle...). De nombreuses fosses sont actuellement situées dans des zones de fort courant tidaux, à proximité du littoral (fosses d'Ouessant, de la Hague et de Ste Catherine). Or, les variations paléogéographiques régionales ont (i) permis la mise en place de courants tidaux importants en Manche et (ii) ont modifié les zones d'accélération de ces courants. Ainsi, les zones d'érosion tidales préférentielles ont pu se localiser en différents endroits, notamment le long de structures tectoniques, qui ont contrôlé en premier lieu la distribution en surface de lithologies contrastées et propices à l'érosion. Ceci expliquerait entre-autres la présence de la Fosse Centrale (Hurd Deep) localisée sur l'axe central de la Manche, le long de structures majeures inversées au Cénozoïque.

La distinction des fosses et du réseau de paléovallées permet de réviser la compréhension de la paléogéographie du Pléistocène. Reste à contraindre l'âge du développement des fosses et de caractériser leur remplissage. Des initiatives sont d'ores et déjà en cours sur ces points.

Des Ressources et des Hommes. La sédimentologie appliquée aux ressources minérales et énergétiques

Olivier Parize^{1,2}, Laurent Gindre-Chenu³, Geoffray Musial⁴, Christophe Rigollet⁵

¹ U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne

² DRSB Consulting

³ Terra Geosciences

⁴ IMT-Mines Alès

⁵ CVA group

Contact: Olivier.Parize@ext.unilasalle.fr

La géologie est omniprésente dans notre quotidien, et depuis longtemps : l'âge de Pierre, l'âge du Bronze, l'âge du Fer. La force musculaire, celles du vent, des eaux vives ont permis aux Hommes de vivre, construire, se déplacer. De tous temps, la recherche et l'exploitation des ressources minérales ont participé à l'émergence, l'essor des civilisations humaines, parfois jusqu'à leur déclin.

A partir du XVIII^e siècle, ces énergies naturelles sont remplacées par celle de la vapeur. Le feu est rapidement nourri par le " charbon de terre " au fort pouvoir calorifique. Au milieu du XIX^e siècle, le pétrole devient dominant : c'est l'une des clefs du succès de la deuxième révolution industrielle et de sa pérennité. Les géologues savent répondre à la demande croissante en hydrocarbures. Au tournant des années 1960-70, la stratigraphie séquentielle devient l'outil d'analyse du remplissage des bassins sédimentaires et la sédimentologie de faciès se développe. Ces techniques et leurs outils s'appliquent désormais à la compréhension des aquifères profonds, de leurs écoulements et leur recharge au sein de systèmes de drainage complexes.

Au long des XIX^e et XX^e siècles, les moteurs électriques et les batteries connaissent des succès d'estime, freinés par leur manque d'autonomie et leurs coûts de production. Plus tard, le développement de la production d'électricité d'origine nucléaire répond à une trop grande dépendance à l'énergie pétrolière. En ce XXI^e siècle, une nouvelle révolution énergétique les redécouvre pour continuer à aller plus loin, plus vite, plus haut en diminuant les émissions de gaz à effet de serre. L'électricité décarbonée apparaît comme un substitut au charbon ou au pétrole. Si au début des années 1980, 12 éléments du tableau périodique étaient exploités, depuis les années 2000, cette course aux géoressources nécessite plus de 45 éléments pour faire fonctionner nos Nouvelles technologies. Cette nouvelle géopolitique minière mondiale se nourrit de plus de travaux d'exploration et de production de métaux rares aux réserves cependant finies. La géologie a contribué à toutes les transitions énergétiques. Nos outils stratigraphiques et sédimentologiques se sont adaptés pour répondre aux volontés économiques. Ils seront l'une des clefs de la réussite de la prochaine transition énergétique, fondée à la fois sur la recherche et la production d'énergies décarbonées dans les bassins sédimentaires et le stockage géologique des émissions industrielles de dioxyde de carbone, lorsqu'elles peuvent être captées. Le développement des énergies vertes intermittentes est conditionné par la disponibilité des métaux rares et par la nécessité de stocker d'importants volumes d'énergie pour adapter la production à la consommation. L'objectif de cette session est de faciliter les rencontres, les échanges entre des spécialités voisines, trop souvent sans contact, créer des passerelles entre nos disciplines.

Sedimentology of the Tarkwaian host formation of the Assafou gold deposit, (Endeavour Mining, Ivory Coast): possible evidences of tidal environment of deposition

Olivier Parize^{1,2}, Florentin Kouamé³, Mathias Boisorieux⁴, Aristide Dago³, Philippe Kister³, François Buscaïl³

¹ U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne

² DRSB Consulting

³ Endeavour Mining (Côte d'Ivoire)

⁴ UMR 7327 ISTO, Université d'Orléans, CNRS, BRGM

Contact: Olivier.Parize@ext.unilasalle.fr

The Assafou deposit, Gontouko Region in Côte d'Ivoire, is a major and recent discovery by Endeavour Mining company, whose resources attain 4,5 Moz at an average grade of 1.97 g/t Au (updated resources published on 29/11/2023). The deposit is in the Southwestern part of the Koundanda basin composed of silicoclastic sediments of most probable Tarkwaian age (TAS), at/or immediately in the vicinity of a major NW-striking steeply dipping (60° to 80° to the SW) fault (thereafter named "Assafou fault"). This structure separates the Tarkwaian sediments from the Birimian basement rocks comprising mafic volcanic rocks, meta-volcano sediments and a felsic intrusion. At the scale of West Africa, previous works suggest that the TAS could be deposited in continental setting from alluvial fans to braided rivers.

Gold mineralization is associated to hydrothermal alteration characterized by pervasive silicification of the sandstones and by the presence of sulphides (mainly pyrite) within the TAS matrix or filling cracks and veins crosscutting the TAS

The Assafou deposit has been recognized through 868 oriented drill holes (183 081 m), cored from to 150 m down to depth of 370 m, providing a large set of samples for facies description (fabrics, textures, hydrodynamic diagnostic features) and structural measurements (S0, oblique laminations and paleocurrent directions).

At Assafou, the TAS are quartzitic (clay poor) coarse to very coarse sandstones and microconglomerates forming cross-sets of arcuate laminae locally marked by fine-grained dark linings composed of Fe-Ti oxides. These laminations are systematically distributed in couplets, as do mud drapes in tidal deposits. The conglomerates are composed of small to medium, polygenic, quartz-dominated, pebbles, mainly located at the base of the TAS. Their matrix is dominated by thin and fine dark oxide grains.

Based on cores and outcrop observations, the TAS consists of stacked 3 m high crossbedded dunes. The measured geometrical relationships between the laminae and masterbedding show that the paleocurrents are bidirectional, oriented SW-NE, perpendicular to the Assafou fault. The presence of couplets and the bidirectionality of the paleocurrents suggest that the depositional environment of the TAS was tide-dominated. The highwater depth could be of the order of 10 m based on present day bathymetric charts. The dominant perpendicular orientation of the paleocurrents to the Assafou fault and the absence of matrix-supported, poorly-sorted conglomerates or angular-dominated deposits along the fault suggest that the Assafou

fault might not have had a major morphological impact at the time of TAS deposition.

Version temporaire

Le système Fluvio-Lacustre fossile du sud de Grande Terre de Nouvelle-Calédonie : Caractérisation de l'impact des processus sédimentaires et post-dépôts sur la dynamique des éléments métalliques

Jean-Baptiste Parmentier^{1,2}, Maximilien Mathian¹, France Pattier¹, Peggy Gunkel-Grillon¹, Virginie Gaullier², Nicolas Tribovillard², Pierre Maurizot³, Alain Zanella⁴, Cyril Marchand¹

¹ EA 7484 ISEA, Université de la Nouvelle-Calédonie

² UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

³ SGNC, Nouméa (Nouvelle-Calédonie)

⁴ UMR 6112 LPG, Le Mans Université, Nantes Université, Angers Université, CNRS

Contact : jean-baptiste.parmentier@unc.nc

La Nouvelle-Calédonie est un archipel du Sud-Ouest du Pacifique dont l'île principale, Grande Terre, est recouverte aux deux tiers par une nappe ultramafique (péridotites et intrusifs associés). Elle est exposée à un climat tropical humide depuis le Paléogène (25 Ma - actuel), ayant conduit au développement d'un profil d'altération latéritique de plusieurs dizaines de mètres. Celui-ci s'approfondit au détriment du complexe ultramafique, avec un enrichissement en éléments métalliques (EM : Fe, Ni, Cr, Co, Mn, ...). L'érosion qui affecte également les massifs péridotitiques depuis des millions d'années a localement mobilisé des éléments issus de l'intégralité du profil d'altération, allant de blocs de roche saine à des blocs de la cuirasse latéritique surmontant les péridotites. Ce phénomène a entraîné la formation d'un système continental intra-vallée, nommé Système Fluvio-Lacustre (SFL), au Sud de Grande Terre.

Cette formation est essentiellement fluviale avec quelques occurrences lacustres, a une épaisseur maximale d'environ 80 m. Sa structure est complexe et certains niveaux sont caractérisés par des enrichissements en éléments métalliques similaires aux latérites. Le système se répartit dans plusieurs sous-bassins versants du Grand Sud, dont le bassin de la Rivière des Pirogues. Ce dernier présente de nombreux affleurements, formés grâce à la combinaison de la forte incision des rivières actuelles et de l'activité anthropique. La séquence sédimentaire du SFL dans cette partie du territoire demeure mal connue, toutefois les premières études issues de nos travaux ont permis de montrer que le remplissage est principalement gréseux (grès fin à moyen) avec des passées conglomératiques et des niveaux argileux. A l'échelle régionale, le pendage des couches est tabulaire montrant très peu de signes de déformation. Toutefois, localement le SFL abrite des niveaux métalliques indurés, horizontaux et verticaux, parfois déformés, formant des "cloisons". Ces structures peuvent correspondre potentiellement à la trace d'une ancienne fracturation ou à des injections syn ou post-sédimentaire.

L'objectif de ce travail de recherche est de discriminer puis de caractériser les processus liés au dépôt du SFL de ceux résultant de son évolution ultérieure (diagenèse/altération secondaire), ainsi que leurs mécanismes, afin de comprendre comment ces phénomènes impactent la mobilité des EM. Pour répondre à cette question, un échantillonnage systématique en quadrillage a été effectué sur deux affleurements (Nord et Sud du bassin), présentant des cloisons verticales et horizontales, d'environ 2 m² chacun. Les deux affleurements se situent

dans deux sous-vallées du bassin de la rivière des Pirogues. Au total, soixante-dix échantillons ont été récoltés, répartis entre ces deux affleurements. Des analyses chimiques (pXRF), minéralogiques (DRX) et structurales (description macro, microscope optique et MEB) ont été effectuées.

L'affleurement de la partie Nord, se caractérise par des stratifications faiblement visibles avec un banc ferrugineux induré et ondulé, qui recoupe la stratification avec un angle allant jusqu'à 180° et dont l'origine de formation est inconnue. Les analyses chimiques pXRF des échantillons de cet affleurement montrent un ratio Si/Fe plus important sous le banc induré là où le fer domine sur le reste de l'affleurement. La source de ces sédiments étant dominée par des latérites pauvres en Si, ceci pourrait être l'indice de la remobilisation du fer pour permettre la cristallisation des bancs indurés. Sur l'affleurement Sud, la structure est plus complexe avec des réseaux de cloisons verticales indurées. Ces dernières présentent des enrichissements en éléments métalliques aux abords de ces objets (notamment Cr et Mn), ces métaux étant peu concentrés autour des cloisons. Ainsi, cette étude préliminaire montre que les objets ferrugineux des affleurements Nord et Sud, abritent des zones d'enrichissements et d'appauvrissements en EM. Ces travaux débouchent donc sur la question de la formation des cloisons indurées (processus diagénétiques et/ou altération post-dépôts) sur leur rôle concernant la distribution des EM dans le système Fluvio-Lacustre.

Correlation between lithostratigraphy and karstic speleothems at the cave of Han-surLesse (Rochefort, Belgium)

Bastien Paternostre de La Mairieu¹, Sara Vandycke¹, Sophie Verheyden², Serge Delaby³

¹ Department of Mining Engineering, University of Mons (Belgium)

² Department of Earth History of Life, Royal Institute of Natural Sciences, Brussels (Belgium)

³ UNESCO Global Geopark Famenne-Ardenne, Han-sur-Lesse (Belgium)

Contact : bastweety@outlook.com

The main aim of this study is to investigate the correlation between speleothems (secondary carbonate deposits in caves) and rocks in which they were formed in the cave of Han-sur-Lesse in Belgium. To answer this problem, a lithostratigraphic study of the Givetian host rock in which the speleothems were set up was performed. The results showed that the geological Formations present in the cave (Touristic network and "Réseau Sud") are essentially those of Mont d'Hairs and Fromelennes (composed by Moulin Boreux and Flohimont Members in this cave). This study precisely locates the limits of Flohimont Member in the Artificial tunnel (Touristic network) and locates it entirely in the "Salle de la Pentecôte" ("Réseau Sud").

In addition, the "Réseau Sud" lithostratigraphic study and more particularly of the "Salle de la Pentecôte" reveals the presence of normal and reverse faults, unexpected in this place. These faults are the witnesses of tectonic Hercynian and post-Hercynian events.

With all these observations, a geological map has been drawn at the altitudinal level of the galleries of the Han-sur-Lesse cave, which shows slight differences from the surface geological map and better takes into account the observations at the cave level. This map proposes that the Salle de la Pentecôte and the Salle du Corail were formed following the Flohimont Member, part of which was off-set along a fault plane, most probably during Hercynian and/or post-Hercynian events.

In a second time, Laser Induced Breakdown spectroscopy (LIBS) and Raman spectroscopy, investigation have been carried out to understand if speleothems of the Salle de la Pentecôte can be geochemically associated with the geological formation in which they formed. Raman spectroscopy showed that aragonite speleothems (puffy matt white) and calcite speleothems (translucent white) are both present in the Salle de la Pentecôte but at different places.

LIBS on speleothems and associated rocks, showed that rocks are mainly composed by Ca, Mg, Al, Fe, Si, C with the possible presence of Sr and Ti and this composition appears directly reflected in speleothems that are associated with these rocks. This phenomenon is especially visible for Ca, Mg, Al, and C. Moreover, for speleothems analysis it can be considered that they are composed of 100% CaCO₃. Thus, C and Ca peaks were considered as internal standards. Normalization of spectra was done based on the Carbon peak, perfectly pointed at 247.9nm in contrast to calcium peaks which are numerous and whose most representative peaks can be saturated. Therefore, for speleothems, relative amounts of Mg and Al can be determined. Indeed, speleothems LIBS investigations showed that aragonite contains more Al than calcite and that the wavelength peak of 285, 3 nm characterizing Mg is more important for aragonite than calcite. However, up to now, with LIBS method, no relevant distinction could be made between the different limestone formations in the "Salle de la Pentecôte".

Finally, geochemical results of the Salle de la Pentecôte have been combined with the geological map made in this study and clearly shows that aragonite speleothems were formed exclusively in the Flohimont Member of the Fromelenne Formation. In contrast, calcite speleothems are present in the Mont d'Haus Formation and Moulin Boreux Member of the Fromelennes Formation.

Therefore, it can be concluded that the investigation based on a lithostratigraphic approach combined with specific geochemical analyses of karstic rocks and speleothems, shows that a clear geochemical and mineralogical link is present between the host rock and the speleothems formed within. Nevertheless, this should be further confronted with a similar approach to other contexts to be definitively concluded.

Le champ de failles polygonales orientées du Bassin Sud Loyauté (Pacifique Sud-Ouest)

France Pattier¹, Daryl Wienclawski¹, Julien Collot², Maximilien Mathian¹

¹ EA 7484 ISEA, Université de la Nouvelle-Calédonie

² UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

Contact : france.pattier@unc.nc

Le bassin Sud Loyauté appartient à l'archipel de la Nouvelle-Calédonie, situé dans le Sud-Ouest Pacifique. Ce bassin, avec une profondeur variant entre 1500 et 3000m, est long de 1000 km et large de 70 km. Il est bordé au nord par le bassin d'Entrecasteaux, à l'Ouest par la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie puis par la ride Félicité, à l'Est par la ride des Loyauté et au sud par la fracture de Cook. Il présente une inflexion localisée au sud de la Grande Terre marquée par la présence d'un sursaut bathymétrique entre le Mont sous-marin de Munida et l'île Walpole subdivisant le bassin en deux. La partie nord du bassin s'approfondit ainsi vers le Nord-Ouest et sa partie Sud vers le Sud Sud-Est. La partie Nord est marquée par des remobilisations de pente et une sédimentation mixte associées aux sources sédimentaires en provenance de la Grande Terre. La partie Sud est quant à elle coupée de potentiels apports terrigènes actuels et présente une sédimentation hémiplogique carbonatée.

L'analyse morpho-bathymétrique du sous-bassin Sud à partir de la compilation des données de sondeurs multifaisceaux révèle la présence de linéations qui affectent le fond marin (inexistantes dans le sous-bassin Nord). Ces linéations peuvent former des polygones en surface et, sur les données de sismique réflexion, sont connectées à des failles pseudo-verticales qui affectent l'unité supérieure du remplissage du bassin Sud Loyauté épaisse de 0,4s TWT. Ces linéations peuvent donc être interprétées comme l'expression sur le fond marin de failles polygonales.

Cependant, dans le détail, les polygones ainsi formés ne sont pas réguliers. Ils sont caractérisés par des sillons de 16 m de profondeur, de 2 m de large et de longueur irrégulière. Plus de 50 % des linéations ont une longueur comprise entre 1500 m et 4000 m mais certaines atteignent 8000 voire 20000 m. Ces grandes linéations sont orientées préférentiellement vers le sud-ouest à l'échelle du sous-bassin Sud, un élément peut commun pour ce type de structure. Un découpage plus fin de la maille d'observation (50 km par 50 km) montre que leur orientation préférentielle varie entre le Sud et le Sud-Ouest. L'orientation au centre du sous-bassin Sud est majoritairement Sud alors que le Sud du sous-bassin est marqué par une orientation Sud-Ouest. La question de la cause de cette irrégularité associée à une orientation préférentielle se pose.

La coalescence de segments de failles polygonales peut être favorisée par un facteur tectonique. Or, la zone de subduction du Vanuatu est présente à l'Est de notre zone d'étude. Le bombement lithosphérique associé affecte de façon oblique en partie le sous-bassin Sud du Bassin Sud Loyauté. Nous interprétons ces différences d'orientations préférentielles comme étant liées à l'extension de surface, en extrados, générées par le bombement lithosphérique.

Mise au point sur l'évolution du prisme sédimentaire d'embouchure de la Seine. Synthèse des connaissances, zones d'ombres et prospectives

Romain Pellen¹, Bernadette Tessier¹, Sandric Lesourd¹

¹ UMR 6143 M2C, Université Caen Normandie, Université Rouen Normandie, CNRS
Contact : bernadette.tessier@unicaen.fr

A l'interface entre terre et mer, les estuaires sont des zones à l'hydrodynamisme puissant, où les flux sédimentaires continentaux et marins se rencontrent. Les évolutions morpho-hydro-sédimentaires (HMS) peuvent ainsi y être rapides et intenses. Dans l'objectif de contraindre ces évolutions, les modélisations HMS de l'estuaire de la Seine se heurtent au problème de la définition précise des épaisseurs de sédiments qui sont potentiellement remobilisables, dans le domaine de l'embouchure notamment. En particulier il convient de mieux localiser les " points durs ", constitués par des zones hautes du substratum ou par les nappes et cordons de galets.

Dans cet objectif, une campagne de carottages longs pourrait être envisagée afin de reconstituer le plus précisément possible la nature des sédiments qui composent le prisme sédimentaire d'embouchure, et définir la profondeur de son substrat non remobilisable sous l'action des conditions hydrodynamiques actuelles.

La réalisation d'un état des lieux précis des données paléo-bathymétriques, géologiques et géophysiques déjà disponibles à l'embouchure complète les travaux de Delsinne (2005) et nous apporte des renseignements 1) sur l'épaisseur du prisme sédimentaire disposé sur le substrat non remobilisable, 2) sa nature et son évolution sédimentaire générale et 3) la répartition des stocks sédimentaires au cours du temps, notamment au cours des derniers 200 ans.

A partir de ces données nous proposons de fournir une carte hypsométrique du toit du substrat " immobile " sur lequel repose le prisme sédimentaire de l'embouchure de la Seine, ainsi que plusieurs cartes du prisme permettant d'évaluer l'intensité des mouvements sédimentaires au cours du temps et en fonction de l'évolution des facteurs naturels et aménagements côtiers. Cette étude complète les observations de Delsinne (2005) confirmant trois stades de comblement progressif de l'estuaire entre 1834 et 2021. Evoluant en vaste système divagant jusqu'en 1875, la période 1875-1960 observe le comblement latéral du système. A partir de 1960 et sous l'influence des aménagements anthropiques, le comblement de l'amont vers l'aval du système entraîne le développement et la progression vers le domaine marin de deux barres d'embouchure.

En raison du manque de données, des zones d'ombre nombreuses persistent, en particulier dans les parties centrale, sud et ouest du prisme sédimentaire. Il s'agit pourtant des zones les plus mobiles, avec une progradation très active du front de l'embouchure, de l'ordre de 25 m par an au maximum.

New chronostratigraphic constraints on the Late Jurassic – Early Cretaceous carbon cycle by coupling U-Pb ages, chemostratigraphy and biostratigraphy in the Neuquén Basin

Pierre Pellenard¹, Mathieu Martinez², Beatriz Aguirre-Urreta³, Mélina Maurice¹, Aurélie Londero⁴, Veronica Vennari⁵, Marina Lescano³

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

³ Instituto de Estudios Andinos, Universidad de Buenos Aires, CONICET (Argentina)

⁴ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

⁵ Instituto de Evolución, Ecología Histórica y Ambiente, Universidad Tecnológica Nacional San Rafael, CONICET (Argentina)

Contact : pierre.pellenard@u-bourgogne.fr

The Jurassic/Cretaceous boundary is still not fixed by the international groups working on it (Berriasian Working Group and Subcommission on Cretaceous Stratigraphy) due to provincialism and the difficulty to establish accurate correlations between palaeogeographic provinces with a unique marker. The Neuquén Basin (western Argentina) is a key area to fix the limit and to document the carbon cycle evolution at the Late Jurassic/Early Cretaceous transition considering both marine organic-rich sediments with high sedimentation rate containing index fossils (ammonites, nannofossils, calpionellids) and preserving numerous volcanic ash layers.

We propose here a new high-resolution carbon isotope curve ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) for the Vaca Muerta Formation in the Las Alcantarillas section encompassing the Tithonian-Berriasian boundary, allowing astrochronological constraints to be proposed coupled to CA-ID-TIMS U-Pb ages. The Las Alcantarillas section (215 m-thick) is newly dated using ammonites, calcareous nannofossils and calpionellids according to the Andean biostratigraphic zonation. In this section, five K-bentonites (volcanic ash layers) have been dated so far ranging from 146.184 Ma in the *P. zitteli* ammonite biozone of the early Tithonian to 143.199 Ma in the late *S. koeneni* ammonite biozone of the late Tithonian, while 2 other are ongoing for the early Berriasian. These data are compared to the Las Loicas section (75 m-thick) 10 km far to the north-east, using carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) chemostratigraphy, where the Jurassic/Cretaceous boundary has been previously proposed from ammonites, calpionellids and nannofossils, including U/Pb ages (Lena et al., 2019). The correlation based on chemostratigraphy and biostratigraphy indicates that the Jurassic/Cretaceous boundary as defined currently in South America from biostratigraphy could be proposed around 180 m in the Las Alcantarillas section what is 80 m above the end of the VOICE (Volgian isotopic carbon excursion) recognized in this section. This pronounced negative excursion (5 ‰ of amplitude), is also identified in other worldwide basins and may be envisaged to help defining the Jurassic/Cretaceous boundary at a global scale.

References:

Lena, L., López-Martínez, R., Lescano, M., Aguirre-Urreta, B., Concheyro, A., Vennari, V., Naipauer, M., Samankassou, E., Pimentel, M., Ramos, V., Schaltegger, U. (2019). High-precision U–Pb ages in the early Tithonian to early Berriasian and implications for the numerical age of the Jurassic–Cretaceous boundary. *Solid Earth*, 10(1), 1–14.

Le Portail national Cyber-Carothèque National

Cécile Pignol¹, Isabelle Billy², Pascal Calvat², Julien Penguen³, Bruno Galabertier¹, Xavier Crosta², Fabien Arnaud¹

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

³ UMS 2567 Porea, OASU, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : cecile.pignol@univ-savoie.fr

La gestion des données constitue l'un des défis de la Science Ouverte de la prochaine décennie. Ceci est particulièrement important dans le domaine des Sciences de la Terre et de l'Environnement dans lequel la multiplication des échantillons de terrain et de mesures qui sont réalisées sur chacun d'entre eux, (DR1) conduit à une croissance exponentielle du nombre de données. Or, l'absence de systèmes d'information dédiés empêche de capitaliser sur cette grande richesse en reliant les données entre elles, notamment par des métadonnées riches et fiables.

Dans cette contribution, nous présentons un système mis en production depuis 2017 afin de bancariser les informations de terrain collectées lors du prélèvement de carottes sédimentaires. Ce système tend à répondre au plus près des principes d'ouverture de la données F.A.I.R. et est constitué de deux modules opérationnels : i) le CoreBook, qui est une application mobile de collecte d'information sur le terrain sous Android, et ii) la Cyber-carothèque nationale (Base de données MySQL), qui est un portail d'import multi-institutionnels de consultation et de diffusion des données collectées. A ce duo sera rattaché un troisième module opérationnel en 2023, Collec-Science. Ce système de gestion de base de données (SGBD) est développé par l'INRAE de Bordeaux. Il permettra, par interopérabilité, de faciliter la gestion des stocks d'échantillons dans les entrepôts d'échantillons gérés par des laboratoires français.

CoreBook est une application embarquée sur tablette Android qui apporte une plus-value en qualité lors des opérations de carottage sur le terrain, notamment les opérations complexes de carottages multi-sections et/ou multi-trous. Il est adapté à tout type de méthode de carottage (carottier russe, gravitaire, piston stationnaire, etc.).

Que ce soit par une opération de synchronisation du Corebook, ou par l'import via un fichier d'inventaire respectant un format spécifique, ou par le flux de données entrant CSW (le IFREMER), les métadonnées de carottage sont ainsi capitalisées et tracées au niveau du portail national de la Cybercarothèque. Ainsi, chaque échantillon peut se voir attribuer un identifiant unique au format international IGSN, permettant de les identifier sans ambiguïté lors de citations dans des publications ou d'intégration dans des systèmes d'information tiers.

Il s'agit là d'étapes préalables indispensables vers la bancarisation, la qualité, le partage et l'utilisabilité des données de qualité.

En prenant le problème de la gestion des données à la base, au niveau des opérations de terrain, le système CoreBook - Cyber-carothèque - Gestion d'échantillons fournit à la communauté scientifique nationale un socle solide pour aller vers des bases de données tournées vers les données instrumentales.

La Cyber-carothèque est accessible à l'adresse : www.cybercarotheque.fr, page sur laquelle figure le lien et les instructions pour créer le compte de son laboratoire et de ses utilisateurs, ses référentiels d'outils et télécharger l'application CoreBook.

Modélisation stratigraphique de la Basse Vallée de l'Omo (Formation Shungura, Dépression du Turkana, Éthiopie) entre 4 Ma et 1 Ma

Perrine Poirier¹, Alexis Nutz¹, Vincent Godard¹, Didier Granjeon²,
Mathieu Schuster³, Doris Barboni¹, Ghislain Gassier¹, Jean-Renaud
Boisserie^{4,5}

¹ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

² IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

³ UMR 7063 ITES, Université de Strasbourg, CNRS

⁴ Centre Français des Études Ethiopiennes, CNRS, Addis Ababa (Éthiopie)

⁵ UMR 7262 PALEVOPRIM, Université de Poitiers, CNRS

Contact : poirier@cerege.fr

La période de temps comprise entre 4 Ma et 1 Ma est cruciale dans l'histoire évolutive des hominidés anciens, d'abord en Afrique orientale, et plus particulièrement dans la Dépression du Turkana (Rift Est-Africain, Kenya / Éthiopie). D'importants événements (disparition du genre *Australopithecus*, apparition des genres *Paranthropus* et *Homo* et première expansion hors d'Afrique) y ont eu lieu, ainsi que des innovations technologiques majeures (*i.e.* industries lithiques lomekwienne, oldowayenne et acheuléenne). En parallèle, durant cet intervalle de temps, cette région a également connu des changements climatiques, tectoniques et volcaniques importants. Même si ces forçages sont plutôt bien contraints à l'échelle globale, peu d'informations existent sur leurs impacts locaux, limitant la compréhension de potentielles relations causales entre modification des environnements et évolution biologique.

Dans le but de mieux comprendre dans quelle mesure les pressions environnementales locales ont pu affecter les évolutions biologiques et culturelles, nous présentons ici l'évolution des environnements et des paysages sédimentaires de la basse vallée de l'Omo (Éthiopie) entre 4 Ma et 1 Ma. Nous avons utilisé le modèle stratigraphique DionisosFlow (Beicip-Franlab) et une compilation de données (géométrie du bassin, taux de subsidence, débit liquide et solide de la rivière Omo, paléo-précipitations), pour simuler l'évolution tectono-sédimentaire de la basse vallée de l'Omo. Confrontées aux reconstructions paléo-environnementales résultant des données de terrain, les sorties du modèle DionisosFlow permettent de présenter les géométries sédimentaires à l'échelle du bassin, la répartition des faciès sédimentaires, la trajectoire du trait de côte au cours du temps et de discuter de l'interaction des différents forçages ayant impacté le système de la Basse Vallée de l'Omo au cours du temps. Les réponses environnementales locales aux différents forçages (climat, tectonique et volcanisme) globaux ou régionaux connus sont particulièrement regardées.

Impact du climat sur l'érosion dans des cirques glaciaires alpins : une comparaison entre les périodes du Dryas Récent et du Néoglaciale

Quentin Portal¹, Jean-François Buoncristiani¹, Romain Delunel², Jean-Louis Mugnier³

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² UMR 5600 EVS, Université de Lyon 3, CNRS

³ UMR 5275 ISTERRE, Université Grenoble-Alpes, CNRS, IRD

Contact : jfbuon@u-bourgogne.fr

Les cirques glaciaires sont des indicateurs clés pour comprendre les interactions entre glaciers, climat et relief. La formation des moraines des glaciers de cirque est principalement influencée par la quantité de débris supra-glaciaires, la dynamique glaciaire et la topographie. L'intensité et la variabilité temporelle de l'érosion des parois rocheuses sont également modulées par le climat, un facteur rarement pris en compte dans la formation des dépôts morainiques. Dans ce travail, nous avons utilisé les moraines déposées lors des avancées glaciaires dans les cirques de haute altitude comme proxy de l'érosion des parois afin de mieux comprendre le rôle du climat. Ainsi nous avons comparé les moraines mises en place durant le Dryas Récent (avec un climat froid et sec) et celles correspondant au Néoglaciale (avec un climat tempéré et humide).

Cette étude a été réalisée à partir de l'analyse des moraines de glaciers de cirque des massifs du Mont-Blanc (cirques de la Pendant et de Lognan, du Nant Blanc, des Drus, des Nantillons, de Blaitière et des Pèlerins), des Aiguilles Rouges (cirque de la Remuaz) et du Grand-Paradis (cirques d'Invergnan, de Trajo, de Timorion, de Monciair et du Grand-Paradis). Les taux de dénudation des cirques glaciaires ont été calculés à partir du volume des moraines, déterminé à l'aide de MNT LiDAR à haute résolution. La calibration des paramètres climatiques (températures et précipitations) durant le Dryas Récent et le Néoglaciale a été obtenue en utilisant une modélisation des bilans de masse glaciaires (modèle PDD – Harper et Humphrey, 2003 ; Blard et al., 2007). Finalement, afin d'identifier les zones les plus exposées à l'érosion périglaciaire nous avons utilisé un modèle de " frostckraking " (Hales et Roering, 2007 ; Delunel et al., 2010) que nous avons spatialisé, tout en intégrant les données de température de surface de la roche.

Les taux de dénudation ont été calculés dans douze cirques pour le Néoglaciale et dans trois cirques pour le Dryas Récent. Au Néoglaciale, les taux de dénudation moyens varient entre 0,17 et 0,85 mm.an⁻¹. Au Dryas Récent, les taux de dénudation varient entre 0,05 et 0,20 mm.an⁻¹ et sont inférieurs à ceux du Néoglaciale dans les cirques correspondants. Les taux de dénudation des cirques présentent une corrélation positive avec les températures moyennes et les précipitations moyennes, une corrélation négative avec la surface des bassins versants, l'altitude maximale des cirques et leur relief. La modélisation des processus de " frostcracking " révèle une zonation altitudinale de son intensité à l'échelle d'un massif, mettant en évidence l'existence d'une fenêtre altitudinale où l'intensité est maximale. Cette fenêtre varie avec le climat : son altitude diminue lors des périodes froides et augmente lors des périodes tempérées.

Ce travail a permis de démontrer l'influence du climat sur l'érosion dans les cirques glaciaires. Les taux d'érosion sont plus élevés durant les périodes au climat tempéré et humide que durant les périodes au climat froid et sec. Ces résultats semblent liés à la variation altitudinale de la fenêtre de " frostcracking " en fonction du climat.

Références

- Blard, P.H., Lavé, J., Pik, R., Wagnon, P., Bourlès, D., 2007. Persistence of full glacial conditions in the central Pacific until 15,000 years ago. *Nature* 449, 591–4. <https://doi.org/10.1038/nature06142>
- Delunel, R., Beek, P., Carcaillet, J., Bourlès, D., Valla, P., 2010. Frost-cracking control on catchment denudation rates: Insights from in situ produced ¹⁰Be concentrations in stream sediments (Ecrins–Pelvoux massif, French Western Alps). *Earth Planet. Sci. Lett.* 293, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.02.020>
- Hales, T.C., Roering, J.J., 2007. Climatic controls on frost cracking and implications for the evolution of bedrock landscapes. *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 112. <https://doi.org/10.1029/2006JF000616>
- Harper, J., Humphrey, N., 2003. High altitude Himalayan climate inferred from glacial ice flux. *Geophys. Res. Lett.* 30, 1764. <https://doi.org/10.1029/2003GL017329>

Version temporaire

Fonts-Bouillants (France) shallow reservoir: towards the first helium production in Western Europe

Éric Portier¹, Benoît Hauville¹, Nicolas Delcourt¹, Charlotte Laine¹

¹ 45-8 ENERGY, Metz

Contact : eric@458energy.com

Helium is essential to the manufacture of many products used every day, such as the Internet (optical fibres), computers or mobile phones (semiconductors and processors), medicine (MRI scanners) or in other more specific applications such as gas chromatography... (Hauville, 2022). Helium is produced by the natural radioactive decay of uranium and thorium. Rocks containing relatively high concentrations of these two elements can therefore generate helium which could eventually migrate, associated with a carrier gas (> 95% of the volume) towards a reservoir rock covered with a seal in a trapping geometry.

After literature research followed by highly encouraging geochemical field studies, 45-8 Energy applied in 2019 for an exploration permit called 'Fonts-Bouillants' (Nièvre, France), to assess the potential for joint exploitation of helium and carbon dioxide that naturally seep along the Saint- Parize Fault (SPF) (Pironon *et al.*, 2022), a 20km-long fault trending N10° and well identified on the geological map published by the French Geological Survey (BRGM).

The license, awarded in 2021, is located in a transition zone between the north of the Massif Central and the south of the Paris Basin (France), an area that has never been the subject of in-depth geological studies in the past, due to a lack of industrial or scientific interest, limited subsurface dataset and poor outcropping conditions. A combined geophysical study, including 3D seismic, magnetic/gravity anomaly mapping, electrical resistivity tomography (ERT), soil gas sampling, was acquired by 45-8 energy in 2021, defining more complex geometries and revealing potential structural closures along the SPF, motivating a shallow drilling campaign. A total of 10 shallow wells (100 m deep) were then drilled in 2022 to calibrate the stratigraphy and test for the presence of gas. Of all the wells, one drilled a few tens of meters into the footwall of the SPF and found mobile gas and helium in the heterolithic Toarcian sandstone (tempestites?), proving that a shallow accumulation in a porous reservoir could exist, and that the presence of mobile gas is not limited to the core and damage zone of the fault (what was proven by an existing old well). A second well drilled in the hanging wall confirmed the extent of the accumulation in the Mid to Upper Triassic fluvial sandstones. Surprisingly high flow rates and good communication during the interference test between the two wells have made it possible to determine minimum connected volumes that are sufficient to conduct an initial pilot production phase.

Construction of a pilot production facility is under way and 45-8 energy should be able to produce helium for the first time in Western Europe in November this year.

References

Hauville, B. (2022) L'hélium : un gaz rare et cher. *Géologues*, 213, 53-57

Pironon, J., de Donato, P., Randi, A., Caumon, M. C., Barres, O., Sterpenich, J., Delcourt, N., Pélissier, N., Guermont, T., Piedevache, M. (2022). Mapping of natural CO₂ emissions before NECCS. 16th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, GHGT-16.

Les dépôts récents du Lac Kleifarvatn, Islande : archive des perturbations tectoniques et hydrothermales ?

Marina Rabineau¹, Jerome Goslin¹, Laurent Geoffroy¹, Karine Alain²,
Mélanie Le Moigne², Xavier Philippon³, Françoise Lesongeur³, Thibaut
Barreyre¹, Romain Pellen³, Estelle Leroux¹, Philippe Schnurle¹,
Thorbjorg Agustsdottir⁵, Knutur Arnason⁵, Gudbjor Margeirson⁵,
Armann Hoskuldsson⁶, Kjartan Thors⁷, Pauline Vannier⁸, Viggo
Marteinsson⁵, Steffen Jorgensen⁹

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² EMR 6002 BEEMP, Université de Bretagne Occidentale, Ifremer, CNRS

³ Ifremer, Plouzané

⁴ Geoxz (Belgique)

⁵ Iceland GeoSurvey

⁶ University of Iceland

⁷ Consultant

⁸ UR 4323 MAPIEM, Université de Toulon

⁹ University of Bergen (Norway)

Contact : marina.rabineau@univ-brest.fr

Deux études sismiques menées en 2005 et 2009 dans la péninsule de Reykjanes en Islande (région de Krýsuvík -Kleifarvatn), ont permis de mettre en évidence une migration per-ascensum en plusieurs étapes des fluides hydrothermaux d'un réservoir supercritique profond situé à une profondeur de ~ 5 km (Geoffroy et al., 2022, Nature Com. E & E). Les mêmes données suggèrent que ces fluides pourraient provenir d'une pénétration antérieure per-descendum de fluides peu profonds consécutive à un tremblement de terre en 2000 le long d'une faille située le long du lac Kleifarvatn comme cela a été observé par l'abaissement spectaculaire du lac pendant une période d'un an après le tremblement de terre (Geoffroy et al., 2023 RST).

En Juin 2023, des données de sondeur de sédiments inédites (Boomer) ont été acquises pour la première fois sur ce Lac Kleifarvatn (L. Geoffroy & M. Rabineau). L'analyse préliminaire des enregistrements montre une couche de dépôts sédimentaires récents, de faciès homogène de 2 à 20 m par endroit, correspondant vraisemblablement à l'Holocène. Un niveau plus réfléchif apparaît au sein de cette série. Des dépôts gravitaires (de pente) ont aussi été repérés. De nombreuses failles actives ont été mises en évidence et certaines sont associées à une perturbation du signal qui pourrait correspondre à des remontées fluides (sources hydrothermales connues dans plusieurs endroits du lac, Friðriksson, 2014). Cette première mission nous a permis, après avoir cartographié ces marqueurs sismiques clefs, de définir plusieurs points de carottages idéaux (Rabineau et al., 2023 RST).

Une seconde mission pour effectuer des carottages courts a ensuite été organisée et réalisée en Mai 2024 (J. Goslin & K. Alain). Trois carottages ont ainsi été réalisés : deux dans la zone sud, soumise à des sorties de sources hydrothermales connues et une dans la zone Nord, à priori hors de la zone d'influence des sorties de fluides. Les carottes sont étudiées d'un point de vue sédimentologique et microbiologique, que nous tenterons de relier aux processus tectoniques cycliques actifs dans la région. Les analyses préliminaires des deux carottes sud montrent sur les données XRF un enregistrement très varié avec des pics importants, en particulier de soufre.

Evolution des cortèges argileux au cours de l'OAE2 (~94 Ma) : Exemple de la coupe de Pont d'Issole (Bassin Vocontien)

Laurent Riquier¹, Thomas Munier¹, Carolina Fonseca^{2,3}, Carine Lezin²

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² UMR 6553 GET, Université de Toulouse 3, CNRS, IRD, CNES

³ Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brésil)

Contact : laurent.riquier@sorbonne-universite.fr

La limite Cénomanién-Turonien (~94 Ma) est marquée dans de nombreux environnements marins par la mise en place de conditions appauvries en oxygène au sein de la colonne d'eau, et par le dépôt de niveaux sombres enrichis en matière organique, de type *black shales*, associés à l'Événement Océanique Anoxique 2 (ou OAE 2). Au sein de cet OAE, un court épisode de refroidissement, le *Plenus Cold Event*, causé par un apport d'eaux polaires vers les plus basses latitudes, a également été mis en évidence.

De nombreuses études se sont attachées à définir les conditions paléo-océanographiques au sein de la colonne d'eau au cours de cet événement, mais peu d'études se sont intéressées à la reconstitution des conditions paléo-climatiques sur le continent. Afin de déterminer l'évolution de ces conditions au cours de l'OAE 2, une étude haute résolution de l'évolution des cortèges argileux a été réalisée sur la coupe de Pont d'Issole, située dans le bassin Vocontien (SE France). Cette coupe de référence présente un enregistrement complet de l'OAE 2, représenté dans cette région par une alternance marno-calcaire, appelé le niveau Thomel. Ce niveau est divisé en quatre unités lithologiques, dénommées TH1, TH2, TH3 et TH4 ; les unités TH1 et TH3 correspondant à des niveaux marneux sombres et les unités TH2 et TH4 à des niveaux plus calcaires. Le *Plenus Cold Event* est enregistré, quant à lui, dans la partie supérieure du TH2.

L'analyse, réalisée par diffraction des rayons X, a mis en évidence des cortèges dominés par les smectites (> 50%) et dans une moindre mesure les illites (5 à 30%), mais présentant des enrichissements significatifs en kaolinite (> 15%) à la base et au sommet de l'OAE 2, au sein du TH1 et du TH4. À l'inverse, le TH2 et la base du TH3 sont marqués par la quasi-absence de ce minéral (< 5%) et l'augmentation progressive du pourcentage de smectites, qui atteint 90% à la base du TH3. Les chlorites, quant à elles, sont présentes tout au long du niveau Thomel mais uniquement à l'état de trace (< 5%).

D'un point de vue paléoclimatique, la base et le sommet de l'OAE 2 seraient donc caractérisés dans le bassin Vocontien par la mise en place de conditions humides et chaudes, entrecoupées par un épisode plus tempéré et/ou moins hydrolysant, en partie contemporain du *Plenus Cold Event*. Ces interprétations, déduites de l'évolution des cortèges argileux, sont en accord avec les reconstitutions paléoclimatiques, basées sur les palynofaciès et proposées par Fonseca et al (2020). L'épisode de refroidissement, associé au *Plenus Cold Event* se serait ainsi traduit sur le continent par le développement d'une végétation de type savane au détriment de forêts riches en conifères, caractéristiques de conditions chaudes et humides, rencontrés à la base et au sommet de l'OAE 2.

Le gisement uranifère de Zoovch-Ovoo (Mongolie) : un exemple de piégeage bio-géochimique de l'uranium dans des systèmes sédimentaires de basse température

Dimitrios Rallakis¹, Raymond Michels¹, Marc Brouand², Michel Cathelineau¹

¹ UMR 7359 Géoressources, Université de Lorraine, CNRS

² Orano Mining, Châtillon

Contact : raymond.michels@univ-lorraine.fr

Les processus organiques et inorganiques qui contrôlent la réduction de l'uranium dans les aquifères de gisement de type roll-front ont été étudiés sur l'exemple de Zoovch-Ovoo (Mongolie). La formation Sainshand (d'âge Cénomaniens) qui contient le gisement est formée de sédiments silico-clastiques non consolidés déposés en milieu fluvio-lacustre et principalement représentés par des sables moyens à fins et des argiles silteuses. Les réservoirs présentent des concentrations en matière organique détritique dans les faciès argileux ou à la base des bancs sableux. La pétrographie organique permet de reconnaître un kérogène constitué de restes de plantes supérieures mal conservés et très immatures (réflectance < 0.4% ; tourbe). Les minéralisations sont systématiquement associées à la matière organique. Cependant, cette dernière ne peut pas être directement impliquée dans le mécanisme de réduction de l'uranium à cause d'une température d'enfouissement maximale de 50°C. En effet, Nakashima et al. (1984) ont démontré qu'un tel processus nécessite une température minimale de 120°C, ce qui est exclu pour la zone étudiée. Toutefois la matière organique reste un élément important dans le processus de concentration de l'uranium car elle agit comme substrat nutritif à des communautés bactériennes. Les bio-films formés permettent le piégeage de U(VI) jusqu'à des teneurs de 20% en masse sans expression minéralogique. L'activité bactérienne agit sur la géochimie du soufre, du fer et de l'uranium avec comme conséquences la formation de sulfures et d'UO₂. Les sulfures biogéniques s'ajoutent ainsi à la pyrite diagénétique comme acteurs de la réduction de l'uranium. Les mécanismes de réduction abiotique de l'uranium (sulfures diagénétiques, oxydes de fer-titane) sont ainsi renforcés par l'activité biologique. L'analyse des gaz désorbés des échantillons révèlent notamment la présence de CO₂ et de méthane dont les compositions isotopiques en carbone indiquent des origines bactériennes. Les communautés présentes sont ainsi sulfato-réductrices, oxydantes, méthanogènes et réductrices de métaux. L'ensemble des résultats permet de décrire le gisement de Zoovch-Ovoo comme un piège bio-géochimique dans lequel l'activité des communautés bactériennes se couple aux processus abiotiques afin d'exacerber les mécanismes d'oxydo-réduction qui conduisent à l'enrichissement en l'uranium.

Enregistrement sédimentaire marin de l'évènement hydrometeorologique ALEX (2020) sur la marge Ligure. Apports de la campagne Océanographique SEALEX (SEArching for ALEX)

Gueorgui Ratzov¹, Sébastien Migeon^{1,2}, Marie Revel¹, Pierre Sabatier³, Alice Molard³, Equipe Embarquée Sealex

¹ UMR 7329 GEOAZUR, University of Nice Sophia Antipolis, CNRS, IRD

² Université Paris-Sorbonne

³ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

Contact : gueorgui.ratzov@univ-cotedazur.fr

Si les tempêtes et les précipitations extrêmes génèrent les dégâts les plus conséquents dans les bassins versants à terre, leur signature sédimentaire est également enregistrée en mer par le biais des écoulements gravitaires générant le dépôt de turbidites sur les terrasses des canyons, les levées sédimentaires et dans les bassins profonds.

Le phénomène hydro-météorologique ALEX a atteint la France le 2-3 octobre 2020, et a été particulièrement violent dans le département des Alpes Maritimes. Plus de 500mm de précipitations se sont déversées en 24 heures (pluviométrie moyenne 800mm/an). Les bassins versants du Var (vallées de la Tinée et la Vésubie) et de la Roya ont particulièrement été affectés. De nombreux glissements de terrain s'y sont déclenchés sur les reliefs escarpés, puis se sont propagés sous forme de coulées de boue et de débris. Les produits érodés ont été déversés en mer, comme en attestent les panaches hypopycnaux visibles jusqu'à 15 km au large des embouchures des fleuves.

Grâce au soutien de la Flotte Océanographique Française et des tutelles institutionnelles, la campagne SEALEX a été effectuée à bord du N/O Pourquoi Pas? du 1 au 9 novembre 2020. Les principaux objectifs étaient A) de caractériser la répartition, épaisseur, lithologie des dépôts associés aux crues pour reconstituer la dynamique de leur extension spatiale, B) utiliser ce cas extrême aux paramètres connus (précipitations, débit, charge solide, etc...) pour calibrer la lecture des dépôts préhistoriques, et C) contraindre les variations d'intensité/réurrence de tels phénomènes sur la marge Ligure. Au total, 28 carottes d'interface et 4 carottes gravitaires ont été collectées le long du Canyon et de la Vallée sous-marine du Var et du Canyon de la Roya.

Les analyses sédimentologiques (Rx, granulométrie, lavages et observation du contenu), en éléments majeurs (XRF) et les mesures de l'activité en excès du ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs suggèrent des premiers résultats surprenants. Malgré les très fortes crues, un enregistrement sédimentaire est identifié uniquement le long des canyons du Var et potentiellement de la Roya. Des carottes localisées sur des terrasses du canyon du Var montrent des alternances de turbidites argilo-silteuses d'épaisseurs centimétriques. Parmi elles, le dépôt sommital est légèrement plus grossier (silty-sableux) et plus épais (4 à 8 cm), avec une signature terrigène spécifique. Il s'est mis en place au cours de la dernière décennie. Ce dépôt disparaît dès l'entrée dans le bassin profond, et si présent, ne représenterait plus qu'un dépôt millimétrique d'argile. Ainsi, la tempête aurait engendré des écoulements dont la faible densité ne leur aurait pas permis de se propager bien au-delà de la pente continentale, et l'enregistrement serait possible principalement tant que l'écoulement serait confiné entre les murs des canyons.

Retour d'expérience de la mission de carottage et de sismique au sein du lac Abhé en République Djiboutienne en 2023

Marie Revel¹, Fabien Arnaud², Eric Chaumillon³, Nicolas Thouveny⁴, Florian Bretonnière¹, Mohamed Sahal, Mohamed Djama, Jessie Cauliez⁵, Emmanuel Malet², Bernard Fanget², Océane Vitse¹, Flavio Anselmetti⁶, Alice Molard², Carlo Mologni^{1,7}, Laure Schenini¹, Medhi Messous¹

¹ UMR 7329 GEOAZUR, University of Nice Sophia Antipolis, CNRS, IRD

² UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

³ UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

⁴ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

⁵ UMR 5608 TRACES, Université de Toulouse 2, CNRS

⁶ Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern (Switzerland)

⁷ UMR 7264 CEPAM, Université Côte d'Azur, CNRS

Contact : revel@geoazur.unice.fr

En Afrique de l'Est, l'oscillation El Niño-Southern (ENSO) est identifiée comme l'un des moteurs de la variabilité inter-annuelle des précipitations, à l'échelle de l'Holocène, affectant la disponibilité en eau des hydrosystèmes. C'est par exemple le cas des rivières Nil Bleu et Awash, alimentées par les précipitations de mousson concentrées sur les hauts plateaux éthiopiens. Dans la Corne de l'Afrique, il existe encore peu d'archives reconstituant les paramètres du climat à haute résolution. De telles archives permettront de comprendre l'importance relative des systèmes météorologiques tropicaux et méditerranéens ainsi que la réactivité des écosystèmes continentaux aux variations climatiques et tectoniques passées.

Dans le cadre de l'ANR NILAFAR, la mission DESIREE (<https://geoazur.oca.eu/fr/anr-nilafar>) a été menée en mars 2023 par plusieurs scientifiques français en collaboration avec une équipe scientifique djiboutienne de l'ORREC et du Centre d'Etude et de Recherche de Djibouti -CERD-; afin de carotter au centre du lac Abhé. L'objectif de ce carottage est de mieux comprendre le passé hydro-climatique de la région et son lien avec l'histoire de ses populations afin de répondre à des problématiques écologiques et sociétales actuelles dans le cadre du programme archéologique PSPCA Premières Sociétés de Production. Le bassin du lac Abhé est le réceptacle endoréique d'eau douce et de charge particulaire provenant des hauts plateaux éthiopiens, représentant ainsi un système hydro-sédimentaire particulièrement réactif aux changements de précipitations de la Corne de l'Afrique. Cette opération n'aurait pas pu se faire sans le soutien des Forces françaises stationnées à Djibouti et aux Hommes du 5ème Régiment Inter-Armes d'Outre-Mer. Convoiment par camions, hélicoptère Puma, et plus de 20 militaires ont travaillé au transport aller-retour et à l'installation des 3 tonnes d'équipements de sismiques et de carottage en territoire isolé et inondé, dans des conditions dégradées au bord du lac. La plateforme UWITEC a permis l'obtention d'une séquence sédimentaire de 15.43 mètres de long. Le choix du site de carottage a été déterminée à partir des 30 km de profils sismiques afin de sélectionner une zone sans glissement de terrain présentant des réflecteurs parallèles afin d'enregistrer les dépôts de crues. Nous ferons un retour d'expérience de cette mission ambitieuse et mouvementée : orages violents, vents de force 7, embourbements des véhicules, tempête de sable, sinistre de la source sismique.

Les premières datations basées sur la variation séculaire du champ magnétique terrestre (DEC

déclinaison, INC inclinaison et paléointensité) sont de très belles qualités, ce qui indique que la technique de carottage a été conduite de manière optimale en collectant les sections de sédiment dans les mêmes conditions sans déformation majeure du sédiment. Les premières propositions de corrélation entre les courbes INC et DEC du lac ABHE et celles du Lac Victoria indiquent que la carotte ABH23 couvrirait les derniers 6000 ans (Di Chiara et al., 2023). 7 séquences sédimentaires sont identifiées dans la carotte par des marqueurs en Geotek (mesure MSCL), sédimentologiques et géochimiques. Ces 7 séquences se corrèlent parfaitement avec les unités sismiques et mettent en lumière une forte variabilité temporelle dans la sédimentation. Nous mettons aussi en évidence des zones de failles et des discordances d'érosion qui apporteront des informations précieuses sur la tectonique active de cette région du Rift Ethiopien.

Référence

Di Chiara et al., 2023 Geochemistry, Geophysics Geosystems.

Ultimate tidalites preserved in the lee of polder dikes: findings from geoarcheological surveying in the French Flemish coastal plain

Jean-Yves Reynaud¹, Rachid Ouchaou¹, Lucas Prot¹, Laurent Deschodt^{2,3}

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² INRAP Hauts-de-France

³ UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

Contact : jean-yves.reynaud@univ-lille.fr

Surface conductivity and ground-penetrating radar (GPR) data provide elements for documenting dike breaches in the medieval polders of the Denna estuary (SW Dunkerque) and the relationship to tidal dynamics. Conductivity maps show circular positive anomalies corresponding to mud-filled ponds preserved along the medieval dikes. GPR profiles show that these features are connected to a horizontally layered unit that forms the last deposit in the polder. This unit is up to 1m thick close to the dike, and fringes out a few hundreds of meters landward. The facies and stratigraphy of these deposits are described in one archeological pit. The horizontally layered unit is composed of sand. It infills a scour, ca. 30 m in diameter and 3m deep, floored by a mud breccia reworked from the mixed flats forming the upper polder substratum. The overall horizontal layering of the sand, together with internal low-angle truncations and traction carpets of mud clasts, suggest this deposit was formed by supercritical flows. This sandy unit is erosionally overlain by rhythmic laminae forming bundles of sand-mud couplets, interpreted as semi-lunar tidal cycles. The lower part of the erosion surface between the sand and mud units has the shape of a narrow channel, with convex walls. The tidalites are overall conformable above this surface. They correspond to the mud-filled pond imaged on the conductivity maps. The proposed interpretation is that the dike was breached in consequence of catastrophic overflow. The overflow created not only the breach but also a plunge pool in the polder, which was overridden by a slurry flow that expanded beyond the scour, forming a sand sheet deposit. This deposit was in turn incised in vicinity of the breach by regressive erosion when the water was drained back to the estuarine channel after the flood event. This ultimate incision, that initiated as a blind channel, finally evolved as a pond that was finally infilled by tidalites. During this time, the tide could not enter further; the polder for the dike had been restored landward of the pond, as indicated by the occurrence of surrounding ditches. The number of preserved bundles in the tidalites implies that the residual pond infilling may have lasted for 3 years, and the locally centimeter-thick tidalite couplets suggest that turbidity of the incoming water remained high during all that time. The preservation of 12-14 doublets per bundle indicates that the pond could be flooded by 50% of the highest tides only (ca. spring tides). This is consistent with the present-day levels of the tide at the coast, considering the elevation of the preserved tidalites and supposing that no subsidence occurred, which is likely in this area devoid of peat. The sandiness of the slurry flows, contrasting with the muddiness of the overlying tidalites, suggests that the breach was formed during a major storm, causing massive resuspension of the sandy sediments in the estuary.

MASW seismic as a tool for investigating the architecture of Holocene coastal deposits: examples in the North of France (Boulonnais and Flemish coastal plain)

Jean-Yves Reynaud¹, Rachid Ouchaou¹, Alain Trentesaux¹, Roa Seif Dine¹, Thomas Buchwald², Pierre Antoine², Nicolas Robin³, Olivier Raynal³, Franz Rohmer⁴

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² UMR 8591 LGP, Université Panthéon-Sorbonne, UPEC, CNRS

³ UMR 5110 CEFREM, Université de Perpignan Via Domitia, CNRS

⁴ GEOREVA France

Contact : jean-yves.reynaud@univ-lille.fr

A 24-channel seismic display recording on a DAQLink© was used to carry out MASW (Multiple Analysis of Surface Waves) profiles of several kilometers across the coastal Flemish plain west of Dunkirk and the Slack estuary in the Boulonnais. The flat topography of the profiles collected along a road, on the beach, or in farmed fields, made it possible to avoid processing for removal of the topographic effects. Vertical variations in shear wave velocity are modeled from inversion of surface wave dispersion, using Pickwin© and Crossrefa© modules of the SeisImager© suite software. The resulting S-wave tomographies, down to 40 m below surface, can be correlated with a number of cores. They show details of the morphology at the bottom of Holocene transgressive sediments infilling the estuarine valleys above compact claystone or sandstone rocks of the Meso-Cenozoic bedrock. In the Flemish plain, tributaries may be detected at the edge of the valley. In the Slack valley, the faulted edges of the estuary are highlighted, as well as a possible buried planation terrace. The Holocene infilling, over 25m in both case studies, exhibits vertical and horizontal heterogeneities in shear-wave velocity that could reflect lateral changes in lithology or drainage in the upper layers.

Influence des effets des matrices minérales et organiques sur la caractérisation thermique des microplastiques

Clémentine Ricard^{1,2}, François Baudin¹, Victor Lieunard², Lucas Friceau³, Sébastien Rohais², Yoann Copard⁴, Wolfgang Ludwig⁵, Maria-Fernanda Romero-Sarmiento²

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

³ LEESU, Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne, École des Ponts ParisTech

⁴ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

⁵ UMR 5110 CEFREM, Université de Perpignan Via Domitia, CNRS

Contact : clementine.ricard@sorbonne-universite.fr

La qualification et la quantification des microplastiques dans les sédiments représentent un défi méthodologique, nécessitant souvent un pré-traitement pour séparer les particules d'intérêt des matrices. Pour surmonter ces difficultés, Romero-Sarmiento et al. (2022) ont proposé d'utiliser la méthode thermique Rock-Eval®, initialement développée pour caractériser la matière organique sédimentaire. Selon ces auteurs, les différents paramètres calculés à partir des analyses Rock-Eval® (ex. Total HC, qui correspond à la quantité d'hydrocarbures libérés au cours de la pyrolyse) permettent de qualifier et quantifier la pollution plastique, sans autre préparation qu'un séchage et un broyage de l'échantillon. Toutefois, des études préliminaires (Friceau, 2022, mem. Master) ont montré que le Tpeak, correspondant à la température de craquage des polymères constituant les plastiques, peut varier, avec des effets de catalyse selon la nature des matrices minérales et organiques associées. Pour comprendre l'origine de ces effets, nous avons étudié les effets de matrice au cours d'une analyse thermique sur des échantillons composites. Pour ce faire des mélanges de différentes matrices minérales, matières organiques et polymères à différentes concentrations sont analysés au Rock-Eval®. Les résultats obtenus montrent comme prévu le Total HC varie avec la quantité de polymère présente dans les échantillons. Cependant le Total HC varie également en fonction de la matrice minérale de l'échantillon. En effet, certains échantillons présentent des effets de rétention lorsque les matrices minérales sont caractérisées par une importante capacité d'adsorption. De plus, pour un polymère donné, le paramètre Tpeak peut varier en fonction des matrices minérales. Par exemple, certains mélanges de polymères et de matrices minérales ont montré des effets de catalyse lors de la libération des hydrocarbures. En revanche, des mélanges synthétiques de ces mêmes matrices minérales et de matières organiques ont présenté des effets d'inhibition. Une même matrice minérale peut donc induire des effets différents en fonction des composés organiques présents dans l'échantillon. Pour des échantillons plus complexes synthétiques et naturels contenant des matrices minérales, des matières organiques et des polymères, les effets observés dépendent de la composition spécifique de chaque échantillon. La diversité de la matière organique présente dans les échantillons a un impact significatif, avec des effets propres à chacune, sur les interactions entre les polymères et les matrices minérales lors de la dégradation thermique. Les résultats obtenus sont complétés par des observations au microscope électronique à balayage afin de visualiser et analyser les interactions organo-minérales. La compréhension de ces effets de matrice avec les polymères et la matière organique permettrait d'affiner la méthode de quantification massique des microplastiques via le Rock-Eval® pour évaluer l'impact de la pollution plastique dans les sédiments.

Référence :

Romero-Sarmiento, M. F., Ravelojaona, H., Pillot, D., & Rohais, S. (2022). Polymer quantification using the Rock-Eval® device for identification of plastics in sediments. *Science of the Total Environment*, 807, 151068.

Systems approach to natural hydrogen in sedimentary basins – hydrogen origin, migration, accumulation and surface indices

Christophe Rigollet¹, Alain Prinzhofer², Gilles Fabre¹

¹ CVA Engineering France

² GEO4U Brasil

Contact : christophe.rigollet@cva-engineering.com

Naturally occurring hydrogen can be found in various geological contexts, onshore and offshore. It is produced through processes such as serpentinization, radiolysis or organic matter cracking. The extraction and utilization of this resource could provide a clean and renewable energy source that aligns with the goals of carbon neutrality.

Such as any domain of exploration, a thorough assessment of the economical evaluation of native hydrogen projects is fundamental. The cost structure of native hydrogen projects is likely to differ from those of 'green' and 'blue' H₂, with a significantly higher share of ongoing operating costs. In the limited number of examples of fields producing natural hydrogen, Bourakébougou (Mali) is considered as the most advanced and has been used as a case study to create a comprehensive techno-economic analysis. The production costs of natural hydrogen are estimated at between 1 and 2 USD per kg.

In most countries, the mining code is not yet adapted to the regulation of hydrogen exploration and production, but updates are in progress. It is therefore necessary to adapt it so that natural hydrogen can be classified in one of the categories explicitly mentioned. In 2022, France updated its mining code - natural hydrogen has been added to the list of subsoil substances that can be explored (French Mining Code - Article L111-1 - Version updated on April 15, 2022).

The natural hydrogen produced in the Earth's crust can be generated in huge volumes by the serpentinization of oceanic crust as observed in oceanic ridges (black smokers). But other processes can also generate natural hydrogen such as (1) redox alteration of mafic rocks or iron-rich sedimentary rocks, (2) radiolysis of water in U- Th-rich rocks (granitoids, shales...), or (3) by cracking of organic matter (organic-rich rocks, hydrocarbons...). Consequently, in the sedimentary basin, the natural hydrogen "kitchen" can be in the basin basement or in the basin filling regarding the geological context:

In the basin basement, the main potential source rock are the mafic bodies (redox reactions) and potentially the radioactive granitoids (radiolysis), as respectively for example the western Pyrenean deep mantle wedge, south of the Aquitaine Basin foreland (FR) and the Paleo-to Mesoproterozoic crystalline basement of the Amadeus Basin (AU). In the basin filling, the main potential source rocks are the organic-rich sedimentary layers (kerogen cracking), the iron-rich sedimentary layers as Banded Iron Formations (redox reaction) or radioactive carbonaceous shales (radiolysis), as respectively for example early Permian mid-Patchawanna coal and carbonaceous shales of the Copper Basin (AU), the Precambrian Banded Iron Formations of the Hamersley Group in the Pilbara Craton rift (AU) and the Triassic lacustrine U-rich shales of the Ordos Basin (CN).

Natural hydrogen in sedimentary basin is a geological reality and a resource of the future. It is produced naturally by the earth, can migrate and accumulate, or escape to the surface and provide explorers with valuable clues (fairy circles, hydrogen indices in soil gases, hydrogen traces in dissolved gases ...). The Malian example of Bourakebougou proves that it can be

exploited, with concentrations that exceed 98% and costs much lower than those of manufactured hydrogen, which puts this gas in direct competition with hydrocarbons

The identification of H₂ plays and prospects in sedimentary basins needs, first of all, a knowledge of the system. What is the source of H₂, which are the migration pathways and the type of accumulation? This terminology echoes that used for petroleum system, but oil and gas exploration approach cannot be simply transfer to this new domain of application: the method must be adapted to H₂ specificities and complemented by new developments. Diagnostic et quantification de la pollution plastique (LMP, méso- et macroplastiques) dans les laisses de mer: Ligne de base, saisonnalité et traçage sur plusieurs types de côtes bretonnes (Erquy, France).

Version temporaire

Diagnostic et quantification de la pollution plastique (LMP, méso- et macroplastiques) dans les laines de mer : Ligne de base, saisonnalité et traçage sur plusieurs types de côtes bretonnes (Erquy, France)

Sébastien Rohais¹, Camille Lacroix², Kevin Tallec², Marine Paul²,
Silvère André²

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² CEDRE, Brest

Contact : sebastien.rohais@ifpen.fr

La pollution plastique est reconnue dans tous les compartiments environnementaux, des hautes chaînes de montagnes aux plaines abyssales les plus profondes. Elle a été identifiée dans la lithosphère (sédiments), l'hydrosphère (étendues d'eau), l'atmosphère (air) et la biosphère (organismes vivants). Dans ce contexte de pollution omniprésente, les plages, et en particulier les laines de mer, sont couramment utilisées comme sites de surveillance de la pollution plastique. Il existe des programmes de surveillance établis pour suivre la pollution plastique à différentes échelles le long des plages, tels que le programme de surveillance des déchets de plage OSPAR à l'échelle de l'Atlantique Nord-Est ou le programme français de surveillance des méso- et grands microplastiques sur les plages.

Cette étude vise alors à documenter les processus d'apport et d'accumulation du plastique dans les laines de mer. Quatre types de côtes ont été sélectionnées en Bretagne pour représenter diverses configurations géographiques. L'étude couvre la période d'août 2022 à août 2023, au cours de laquelle des relevés ont été réalisés tous les deux mois. Chacun des quatre secteurs, mesurant 100 mètres de long, a été étudié à l'aide de onze quadrats de 40x40 cm espacés tous les 10 mètres. Le premier centimètre de sable a été collecté à l'aide d'une truelle et filtré à travers un tamis à mailles de 1 mm. La flottation à l'eau de mer a été utilisée pour séparer et récupérer les plastiques sur site. Les plastiques ont enfin été classés par taille, pesés et catégorisés. Pour remonter aux sources de la pollution, 4 indicateurs ont été mis en place : (i) l'indicateur " Pellet " pour les pertes chroniques ou accidentelles le long de la chaîne de production du plastique, (ii) l'indicateur " Port " pour les activités portuaires-maritimes et récréatives associées, (iii) l'indicateur " STEP " pour la problématique de gestion du réseau d'eau, (iv) l'indicateur " Mégot " pour les activités liées à l'élimination impropre des mégots de cigarettes. Ce travail a débouché sur 308 mesures qui ont été étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (ACP) pour comprendre l'importance de divers facteurs environnementaux sur l'arrivée, l'accumulation et la distribution des plastiques le long de la laine de mer. Ce travail a permis : 1) d'établir une ligne de base annuelle pour chaque type de côte de 106, 39, 39 et 3 éléments/m² de laine de mer pour respectivement, la plage de sable en accretion, la plage de sable en érosion, la côte rocheuse protégée et la côte rocheuse exposée ; 2) d'illustrer l'importance des facteurs environnementaux comme la direction du vent, des vagues et de la teneur en algues de la laine de mer sur l'occurrence des différentes classes de plastique ; 3) de montrer l'utilité de combiner des configurations de côte complémentaires pour établir un diagnostic et un suivi quantitatif de la pollution plastique en vue de faire un traçage des sources potentielles dans le temps et l'espace.

Source-to-sink et cycle environnemental des microplastiques : une première évaluation de la concentration, des chemins de migration et de l'accumulation des microplastiques sur le continuum Terre-Mer

Sébastien Rohais¹, John Armitage¹, Maria Fernanda Romero-Sarmiento¹, Jean-Lou Pierson¹, Vanessa Teles¹, Daniela Bauer¹, Cyril Cassar¹, David Sebag¹, Marie-Helene Klopffer¹, Maxime Pelerin²

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² IFPEN, Géoscience, Solaize

Contact : sebastien.rohais@ifpen.fr

Les études source-to-sink sur le continuum terre-mer en géosciences et celles du cycle environnemental du plastique alimentent deux domaines scientifiques majeurs qui commencent à interagir, tirant profit l'un de l'autre. Par exemple, les méthodes utilisées dans les approches source-to-sink peuvent être utilisées pour mieux contraindre les budgets environnementaux du plastique. En miroir, le plastique peut être utilisé comme traceur, ou même marqueur pour quantifier des processus sédimentaires, ou d'érosion, sur des échelles de temps très récentes (ca. 50 -70 ans).

Pour progresser dans notre compréhension des avantages partagés entre ces communautés scientifiques interconnectées, ce travail propose une revue de la sédimentologie, des sources, des " puits " ou " réservoirs ", de la dynamique de transport et des chemins de migration des microplastiques tout au long du continuum Terre-Mer. Les principales particularités des microplastiques sont les sources nombreuses et distribuées dans l'environnement, ainsi que l'importance des propriétés physiques et des facteurs de forme sur leurs capacités de transport et de sédimentation.

Ensuite, une revue de la concentration en masse de microplastique le long du continuum Terre- Mer est présentée pour discuter de l'influence du taux de sédimentation sur l'accumulation de microplastiques et pour identifier les réservoirs intermédiaires et les " puits " finaux. Les dépôts profonds, y compris les systèmes turbiditiques, sont des " hotspots " d'accumulation de microplastiques qui sont peu étudiés, méritant beaucoup plus d'attention dans le futur. Ces études devraient ainsi permettre de mieux contraindre les bilans de masse du cycle environnemental du plastique à l'échelle mondiale.

Cette revue met enfin en évidence les domaines de synergies entre les communautés scientifiques des " géosciences " et celle du " plastiques " pour guider les futures recherches interdisciplinaires sur les microplastiques. La plupart des questions scientifiques à traiter soulève l'importance de démultiplier les mesures dans toutes les matrices, et tous les environnements, mesures basées idéalement sur une technologie standard pour générer des données homogénéisées faciles à structurer pour le plastique et les microplastiques dans l'environnement.

Variability of continental deposits coeval to the Messinian Salinity Crisis (MSC) around Mediterranean Sea: a synthesis

Jean-Loup Rubino¹, Damien Do Couto¹, Edward Marc Cushing², Ludovic Mocochain³, Jean-Pierre Suc¹, Jacqueline Camy-Peyret⁴, Benoit Didier⁵, Patrice Imbert⁶, Dia Ninkabou⁵, Christian Gorini¹, Georges Truc⁷

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² IRSN, DEI/SARG/BERSSIN, Fontenay-aux-Roses

³ Consultant

⁴ Total Professeurs Associés

⁵ TotalEnergies SA, La Défense

⁶ UMR 5150 LFCR, Université de Pau et des Pays de l'Adour, CNRS, TotalEnergies

⁷ Geo Application SA

Contact: jean-loup.rubino@wanadoo.fr

During the Messinian Salinity Crisis, Hsu et al. (1973) deeply over incised fluvial valleys occur all around peri-mediterranean basins forming the so-called Messinian subaerial canyons, Clauzon (1974-1978-1979-1982), Ryan & Cita (1978), Barber (1981), Rubino et al. (2005-2010) predating the Latest Messinian-Early Pliocene re-flooding. They are related to the gigantic base level fall possibly reaching up to 1300m and leading to the evaporites deposition at the level of the abyssal plains. The Canyons are incised in all preexisting pre-Miocene substratum, or by place cut through top of Miocene fluvial deposits predating the crisis. Since the discovery of these subaerial canyons, more attention has been paid to the latest Messinian-Pliocene Gibert type fandelas infilling these features after the reflooding, Clauzon et al. (1992-1995), Clauzon et Rubino (1992), Rubino et al. (2005), Dubar (2012), Breda et al. (2007-2009) and the **subaerial systems** develop during the crisis itself and sealed by marine deposits have been often neglected. Here we will summarize the variability of these continental systems which cover a broad spectrum including clastics and carbonates and which can be subdivided in 8 classes.

The first class includes: **Residual Blocks, fluvial lag, thin fluvial channels and fluvial terraces**. It is only exposed at the apex of the rias where the talweg of the canyon is exhumed. The most common deposits are large rafts of carbonate rolling from the canyon flanks (Orb and Albenga rias) and later on bored during the transgression. Fluvial conglomerates also occur in the talweg, most of the time, they are thin and represent a bypass lag, however by places conglomerates can reach 20m (Galaure Ria) and belong to a coarse grained low sinuosity river. Locally a single thin sinuous channel may occur. Finally terraces are recognized along the Ebro canyon.

The second class consists of **extensive meandering fluvial system**, it is either develop in the canyon axis, like in the Ebro, or at the outlet of the system, in connection with the lowstand, such as in the deepest part of the Nile and offshore of the Levant basin; these systems being only visible thanks to 3D seismic.

The third class corresponds to **fluvial system within the deep karst caves** incised during the falling stage ; they include imbricated basement conglomerates and cross bedded sandstones.

The fourth class groups **Scree aprons and talus cones**: this is the most common system develops along the steep canyon flanks; when the canyon is incised in carbonates, they form screes breccia such in the Var and Liguria rias. When the canyon incised the basement, like in the Roussillon,

they consists of basement breccia such as the Aspira Breccia, and finally when they incised Miocene alluvial fans, they form step talus cone reworking late Miocene pebbles (Ceze, Eygues and Ouvèze). These systems can be observed on seismic where they forms double wedges draping the canyon flanks and converging in the canyon axis as observed in the Rhone System, like in Pujaut and Bollene areas.

The fifth class is represented by **Subaerial MTC's and Slide blocks** with normal faults reworking the material exposed along the canyon flanks, it could be conglomerates or rafts of Miocene later on bored (Sorgues & Eygues).

The sixth class is represented by **Steeplly incline lateral alluvial fans** including conglomerates interbedded with red shales, they are difficult to distinguish from the talus cone (Ouveze & Aygues).

Class seven consists of **Travertines wedges** developed at the base of carbonate cliffs, the best example occurs in the Orb ria and includes all the diversity of facies which characterized such types of deposits such as breccia, cemented breccia, encrusted plants...

The last class consists in lake filled with shales an including lignite beds which are develop locally when dam occurs within the canyon prior to the marine flooding which is quite rare (Drome River).

The Entrechaux Area: A Miocene archipelago in the South of Valréas Basin, at the junction between estuaries on southwestern Baronnies

Jean-Loup Rubino¹, Olivier Parize²

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

² U2R 7511 B2R, UniLaSalle, Université Picardie Jules Verne

Contact : jean-loup.rubino@wanadoo.fr

In the South of Valréas Basin in Malaucène and Entrechaux areas (North & South of Nîmes Fault) a very spectacular archipelago seems to occur during the Middle Miocene. It is developed at the junction between two estuaries, one in the North (the Toulourenc estuary) flowing from East, incised in the Bluye Mountain, one in the south, flowing from E-SE (the Beaumont estuary) seated in front of the Ventoux Mountain and extending SW of Malaucène. Both estuaries merge with the Baronnies Corridor, running from Mollans sur Ouvèze up to Sisteron, not far from the base of Ventoux-Lure axis and acting as a Burdigalian seaway connecting the Digne basin with the Rhodanian basin, Montenat *et al.* (2000), Sissingh (2001), Kalifi *et al.* (2022). The area is connected toward the NW with the Valréas and the SW toward Carpentras basin both forming a large embayment in front of the Subalpine ranges. The archipelago mostly consists of numerous large patches of Jurassic or Cretaceous limestones ranging in age from Tithonian to Cenomanian. They are forming islands surrounded and overlapped by Lower to Mid Miocene marine deposits. At surface, the size of the patches is quite variable; their lengths vary from tens of meters up to 2.5 km. They presently form preserved highs ranging from 10 m up to 170 m. They are well mapped since a long time, Fahy (1962); even more; the bored cliffs at the boundary between Mesozoic limestones and Mid Miocene sandstones signing paleo-shorelines are also reported on the BRGM maps, Monier et Cavelier (1991). This is cross validated by the common occurrence of beach face deposits within the sandstones. The estuary complex results from the convergence of two separated incised valleys, the Toulourenc and the Rieufroid, later on flooded by Burdigalian deposits. At the apex of both systems Burdigalian carbonates and marls are directly overlapped against cretaceous limestones. A thick Burdigalian series also occurs at the mouth of the Baronnies Corridor, near Mollans sur Ouvèze where the Burdigalian is also overlapped, Besson (2005). Along the northern margin of Beaumont estuary mid-Miocene sandstones are directly overlapped the Mesozoic. Considering that the Burdigalian exceed 200m at the apex of this system, Philippe (1984), as well as toward the SW, lead us to consider that a thick pile of Burdigalian is buried in the core of Malaucène syncline, meaning that the real high of Mesozoic blocks is much higher than the present residual outcrops suggest. They can exceed 350m with a complete onlap of the Burdigalian series. South of Entrechaux, Mid-Miocene is also directly transgressive over Urgonian limestones forming some reentrants along an island coastline. This large island is bounded by the Nîmes fault in the North and forms the termination of the Bluye mountain; its present day residual elevation (470m) suggests that it was acting as a prominent island during mid-Miocene. A tentative NS cross section across the whole system is drawn using outcrop thickness, but the lack of core drill makes the reconstruction speculative as well as the probability of incised valley within the mid Miocene encased in the Burdigalian. The last question is when the islands are formed. They could be inherited inselbergs from Pyrenean orogenesis forming paleorelieves. But their location along the Nîmes fault on both sides suggests a link with this fault which where bounding an Oligocene graben, Cassagrande (1985); therefore it is tempting to consider that the blocks may result from footwall uplift, erosion and collapses on

both sides during the rifting. We also know that the palovalleys incisions is post Chattian in age because the Burdigalian is onlapping the Oligocene which is also forming bored cliffs. It means that the valley incision mainly occurs during Aquitanian, similarly to these develop SE of the Ventoux, Besson & *al.* (2005). Some famous SE Asia archipelagos may act as a good analogue to image the local paleogeography.

Version temporaire

Anatomy of deep-water sediment waves in a mixed contouritic-turbiditic settings: the Bounty Channel System (BCS), New Zealand

Séverine Russo^{1,2}, Julien Bourget¹, Thierry Mulder², Gabriele Uenzelmann-Neben³, Katherine L. Maier⁴

¹ TotalEnergies, CSTJF, Pau

² UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

³ Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (Germany)

⁴ National Institute of Water and Atmospheric research (NZ)

Contact: julien.bourget@totalenergies.com

Sediment waves (SW) are subaqueous sedimentary features which are of growing interest to the scientific community and industry. They are observed worldwide on Modern Ocean floors and on seismic. However, their lithological nature is still poorly known and hardly predictable. This study focuses on the Bounty Channel System (BCS), a turbidite channel system flowing to the East of the Southern Island of New Zealand. A 500 m stack of SW can be observed in the northern levee of the channel in the lower part of the fan, where they reach wavelengths about 1-3 km and heights of ~ 30 m.

A high resolution 2D multichannel seismic data and an extensively cored IODP well were the basis for a detailed geomorphological and lithological analysis of the BCS. This approach allowed to characterize the sediment waves set up and their lithological content and to discuss the processes that control the channel geomorphology. Our observations show that:

- The channel morphology evolves in three phases. (1) At start, the system is a large channel complex reaching 5 km in width, with symmetrical levees; (2) Next was a channel migration toward the north associated with a hypertrophied northern levee; (3) At the end, the sedimentation rate decreased, in association with a return to symmetrical deposition on the levees.
- Sediment wave initiation and growth is observed at the end of the first phase with smaller SW reaching wavelength of ~1 km and heights of ~15 m. During the second BCS evolution phase, large-scale SW are observed (wavelength around 3 km, heights of up to 50m).
- The lithological content corresponds to thin silty turbidites in the lower part, with development of a thick interval showing very fine sand turbidites at the top of the levee, thus resulting in an unexpected coarsening upward trend.

These observations suggest that SW are formed by channel overflow. Their geomorphological evolution is influenced by a complex interaction between turbidity currents overbanking the channel, a contour current forcing, with the asymmetry of the levees and probably the Coriolis effect. The glacial context of the Pleistocene has likely played a role in the increase in grain size observed in the upper part of the levee. This case study is a rare example in which the lithological content of SW can be described and calibrated by a well over a significant sediment thickness.

Avalanches de neige humide en Corse : une perspective à long terme à partir de sédiments lacustres (Melu et Capitellu)

Pierre Sabatier¹, Pierre Brigode², Alix Bisqueret, Nicolas Eckert, Florie Giacona³, Victorien Bauve², Maëlle Kelner⁴, Maxime Debret⁶, Marie-Charlotte Bellingery, Yoann Copard⁵, Emmanuel Malet¹, Julien Didier⁶, Frederic Huneau⁴, Émilie Garel⁴, Boris Vannièr⁶

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UMR 7329 GEOAZUR, University of Nice Sophia Antipolis, CNRS, IRD

³ UR ETNA, INRAE, Université Grenoble Alpes

⁴ UMR 6134 SPE, Université de Corse, CNRS

⁵ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

⁶ UMR 6249 Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté, CNRS

Contact : pierre.sabatier@univ-smb.fr

Les zones de montagne à l'échelle globale sont très sensibles au changement climatique, qui induit des évolutions des risques naturels en lien avec les perturbations de la cryosphère. Dans ce contexte, les changements dans les caractéristiques des chutes de neige, de la couverture neigeuse et une augmentation du manteau neigeux humide auront un impact sur les risques d'avalanches. Le déclenchement et l'écoulement spontanés des avalanches résultent d'interactions complexes entre les caractéristiques du manteau neigeux (profondeur, stratigraphie, y compris la granulométrie, la densité et la teneur en eau liquide), la topographie et l'occupation des sols. La plupart des études s'appuient sur des observations systématiques des avalanches telles que l'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) en France, mais elles ne couvrent que quelques décennies, ce qui ne permet pas de comprendre l'impact à long terme du climat sur l'activité avalancheuse. Cette variabilité passée peut être reconstituée par exemple via la dendrochronologie et les perturbations de la croissance des cernes d'arbres pour produire une chronologie des avalanches datée à l'année, mais cette dernière est aussi limitée à quelques siècles. La détection des dépôts d'avalanches dans les sédiments lacustres est relativement rare et se base sur l'identification de sédiments mal triés et grossiers dans une matrice fine, souvent associée à des débris organiques terrestres. En effet, lors d'une avalanche une masse sédimentaire constituée de particules de toute taille est déplacée jusqu'au lac, se déposant ainsi en masse si le lac est déglacé ou via des " drop stones " lors de la fonte de la glace si cette avalanche a lieu sur surface gelé. Nous proposons ici d'étudier deux lacs d'altitude (Melu et Capitellu) dans la vallée de la Restonica en Corse pour reconstituer le signal d'avalanche de neige humide à l'échelle millénaire. L'analyse de plusieurs marqueurs sédimentologiques et géochimiques a permis de caractériser les dépôts d'avalanches dans les deux lacs ainsi qu'un faciès de type turbidite lié à des séismes historiques en Corse. La chronologie basée sur les radioéléments de courtes périodes permet d'identifier des avalanches historiques enregistrées dans l'EPA et d'étudier les conditions météorologiques menant à ces événements (précipitation, température, type de temps). A partir de modèles d'âge basés sur le radiocarbone, il est aussi possible de reconstituer deux chronologies d'avalanche couvrant respectivement 600 et 1750 ans dans les lacs de Melu et Capitellu, qui montrent par ailleurs les mêmes variations temporelles. Une comparaison avec la seule chronologie à long terme disponible dans les Alpes (lac de la Muzelle, Ecrins) montre également une synchronicité de la variabilité séculaire des avalanches entre la Corse et les Alpes suggérant des forçages communs.

Version temporaire

Erosion physique au sein de la Zone Critique : calibration d'enregistrement sédimentaire avec de données d'observation in-situ (Kamech, OZCAR)

Pierre Sabatier¹, Damien Raclot², Radhouane Hamdi², Mathieu
Dellinger¹, Alice Molard¹, Emmanuelle Franc, Fatma Gatoussi, Abir
Ben Slimane³, Isabelle Braud⁴, Jérôme Gaillardet³

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UR LISAH, INRAE, IRD, Institut Agro, AgroParisTech

³ INRGREF, Tunisie

⁴ UR 1469 RIVERLY, INRAE, IRSTEA

³ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

Contact : pierre.sabatier@univ-smb.fr

Les **sociétés humaines** modifient les équilibres subtils au sein de la Zone Critique (ZC) tels que les **cycles biogéochimiques, l'érosion** et l'altération, induisant ainsi une dégradation des fonctions écologiques remplies par la biodiversité. Au cœur de la ZC et à la croisée des **services écosystémiques**, les sols sont particulièrement sensibles à ces modifications d'équilibre créant autant de menaces potentielles pour l'avenir de nos sociétés. Cela explique le développement récent d'observatoires visant à documenter la ZC dans le monde avec en France l'Infrastructure de Recherche OZCAR (Observatoires de la Zone Critique : Applications et Recherche). Etant donné que la ZC intègre des processus à **différentes échelles temporelles**, son évolution doit également être documentée sur des périodes précédant l'existence des observations directes actuelles. Le recours aux paléosciences constitue un moyen d'étendre la fenêtre d'observation dans le passé. La paléo-ZC est un concept holistique qui reconstitue l'ensemble du paysage en utilisant les données géologiques. Dans cette étude, nous étudions le bassin versant de Kamech en Tunisie, qui est suivi dans le cadre de l'Observatoire Méditerranéen de l'Environnement Rural et de l'Eau (OMERE), faisant partie intégrante du réseau OZCAR. Ce bassin versant, situé en contexte semi-aride et à régime hydrologique intermittent, est observé depuis 1994 afin d'analyser sur le long-terme les effets des changements anthropiques et climatiques sur les ressources en eau et en sol. Les flux de sédiments entrant dans le lac y sont mesurés à haute fréquence depuis 2006. En 2022, le lac de barrage situé à l'exutoire de ce bassin versant a été carotté et a permis l'acquisition de plusieurs séquences sédimentaires (max 3m) couvrant l'intégralité du remplissage depuis la création du lac en 1994. Des analyses sédimentologiques (hyperspectrale et granulométrie laser) et géochimiques (XRF core scanner) associées à une datation basée sur les radioéléments de courtes périodes a permis de caractériser les dépôts de crues liés aux événements hydrologiques extrêmes. La séquence sédimentaire s'avère être varvée avec une lamine estivale riche en matière organique (Chlorophylle), ce qui a permis une attribution fine des dépôts de crues aux événements de crues majeures (35 événements majeurs sur 30 ans). Cette chronologie d'événements dérivée des carottes grâce aux paramètres sédimentaires et géochimiques a été comparée avec la séquence des flux hydro-sédimentaires mesurés in-situ. Les résultats obtenus montrent une bonne corrélation ce qui permet 1/ de valider les reconstitutions de crues extrêmes à l'aide d'archives sédimentaires lacustres et 2/ d'envisager de déployer cette approche à d'autres retenues situées dans un contexte similaire afin de reconstituer la chronologie des événements majeurs. Au final ce travail met en avant la pertinence de l'approche de rétro-observation de la ZC pour évaluer les impacts des changements globaux.

Étude préliminaire de la trajectoire du trait de côte des littoraux tunisiens par approche diachronique sur les 20 dernières années : région de Bizerte et de la péninsule du Cap Bon

Arij Sahmim^{1,2}, Amel Chakroun², Hanene Matoussi², Nadia Sénéchal¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² LR01ES06 Ressources Minérales et Environnement, Université de Tunis El Manar (Tunisie).

Contact : arij.sahmim@u-bordeaux.fr

Les zones côtières se situent au croisement d'aléas et d'enjeux rendant ces espaces particulièrement vulnérables au changement climatique. L'élévation du niveau marin tout comme la modification de la climatologie des vagues peuvent notamment augmenter les aléas érosion et submersion et l'on considère à long terme (> 100 ans) que la plupart des environnements côtiers vont connaître un recul du trait de côte, un indicateur habituellement utilisé pour marquer la limite entre la zone continentale et la zone marine. Afin de mieux appréhender le risque, il est donc nécessaire de mieux caractériser ces aléas et de mieux comprendre la dynamique de la trajectoire du littoral. Le présent travail s'inscrit dans cet objectif et vise à mieux caractériser la trajectoire du littoral tunisien afin de pouvoir proposer par la suite des indices de vulnérabilité. La zone d'étude concerne donc le littoral tunisien et plus particulièrement la région de Bizerte et du Cap Bon. Le littoral de Bizerte montre une grande diversité géologique et géomorphologique résultant de sa localisation dans une zone de contact entre différentes unités géologiques. La côte illustre une diversité sédimentologique entre des entités sableuses correspondant aux plages et dunes actuelles, alternant avec des falaises généralement taillées dans des affleurements gréseux d'âge quaternaire. Vers le Nord Est de la Tunisie, la côte de la péninsule du Cap Bon présente un schéma géologique moins affecté par la tectonique. La côte NE-SW de la péninsule montre un schéma littoral homogène (plage, dune, cordon littoral, lagune) à sédimentation sableuse voir argilo-limoneuse pour les milieux évaporitiques.

Dans cette étude préliminaire nous proposons de nous intéresser plus spécifiquement à l'évolution du trait de côte en nous appuyant sur des images aériennes et satellitaires. Il existe de nombreuses définitions du trait de côte en fonction de l'environnement (plages sableuses à dunes ou à falaises, anthropisées ou non), de l'échelle de temps considérée, de l'environnement tidal (microtidal...) et de la méthode de suivi utilisée. Dans la présente étude, nous considérerons le trait de côte comme la position de ligne d'eau moyenne, les effets de marnage étant limités (marnage < 0.2m). En utilisant une combinaison d'images satellitaires historiques et récentes Landsat pour faire une analyse diachronique de la ligne de côte, cette recherche s'appuie sur la méthode du projet Digital Earth Africa présentant les étapes suivantes. Elle débute par la collecte de données à partir d'images satellitaires (Landsat) pour observer les changements côtiers. Ensuite, un prétraitement est appliqué pour éliminer les nuages et enfin l'extraction de la ligne d'eau se fait par des algorithmes d'apprentissage automatique (e.g.outil Costsat). Cet outil est nécessaire pour extraire les lignes d'eau pendant des années en tenant compte de l'impact de la marée. Les résultats présentés dans cette étude porteront sur l'analyse diachronique de ces positions qui permettra d'évaluer les taux d'érosion et d'accrétion sur une période entre 2000 et 2023. On note un recul de la ligne de côte avec une tendance significative d'érosion dans plusieurs

zones mais également des zones d'accrétion. L'état suivant sera de s'attacher aux caractéristiques morphologiques, granulométriques, hydrodynamiques et géologiques de ces différents secteurs afin de comprendre pourquoi les trajectoires du trait de côte diffèrent.

Version temporaire

Évaluation du potentiel géothermique et recommandations pour le placement de doublets de forages dans les sables apto-albiens du bassin de Paris : simulations d'écoulements et classification d'attributs à l'aide d'un algorithme de clustering

Nazim Semmani¹, Fornel Alexandre¹, Remy Deschamps¹, Christine Souque¹

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

Contact : nazim.semmani@ifpen.fr

Dans le cadre de la transition énergétique, de nombreuses alternatives aux énergies fossiles interviennent dans le mix énergétique. La géothermie, énergie renouvelable et faiblement carbonée, est développée en Ile-de-France depuis les années 1970 en exploitant le potentiel géothermique de l'aquifère du Dogger du Bassin de Paris à une profondeur pouvant atteindre 2000 m et où les températures avoisinent les 80°C. Par ailleurs, les sables apto-albiens, dont la profondeur maximale est de 900 m avec des températures maximales de 45°C, constituent un aquifère stratégique et un objectif pour l'exploitation de la géothermie basse température par doublets de forages avec des opérations déjà réalisées à ce jour pour alimenter des réseaux de chaleur et de froid.

L'objectif de ce travail est de proposer des recommandations de placement de doublets géothermiques dans l'aquifère des sables apto-albiens du Bassin de Paris en utilisant la classification et la hiérarchisation de paramètres, ici appelés attributs d'intérêt, liés aux hétérogénéités du réservoir, au comportement hydrodynamique de la nappe et au potentiel géothermique à l'aide d'un algorithme de clustering.

A partir d'un modèle géologique de subsurface habillé en faciès de dépôt et réalisé dans le cadre d'une thèse de doctorat dans le projet de recherche ANR UPGEO (Mas, 2024), les valeurs de la porosité ont été extraites à partir des diagraphies Gamma Ray, Neutron et de densité d'une dizaine de forages et les perméabilités ont été calculées pour chaque faciès de dépôt à l'aide de lois empiriques définies dans la littérature sur l'analogie des sables de Fontainebleau (Saadi et al., 2017). Les distributions statistiques de ces propriétés ont été utilisées pour peupler le modèle géologique en propriétés pétrophysiques en utilisant la suite SKUA-GOCAD. Les paramètres thermiques des roches ont été calculés à partir de lois de mélanges disponibles dans la littérature afin de compléter le modèle réservoir. Des simulations d'écoulement ont été réalisées sur des blocs de réservoir à l'échelle du doublet (échelle du km²) à l'aide d'un outil de simulations d'écoulement interne à IFP Energies Nouvelles sur des modèles conceptuels construits à partir des données de subsurface pour évaluer le potentiel géothermique de la nappe et la durée de vie des doublets dans des conditions d'exploitation définies comme paramètres d'entrée des simulations.

La méthode de placement de puits est définie initialement pour l'optimisation du placement de puits pétroliers (Fornel & Le Ravalec, 2020) et est adaptée ici à la géothermie. Cette méthode utilise des attributs d'intérêt basés sur le modèle du réservoir et les données thermiques et dynamiques de l'aquifère disponibles dans la littérature ainsi que des attributs

topologiques. Les recommandations de placement de doublets utilisent le partitionnement de données, ici les mailles de la grille du modèle du réservoir, à l'aide de l'algorithme k-means implémenté dans un code écrit sous Python. Les attributs sont hiérarchisés selon leur importance et des seuils sont définis pour générer les cartes des zones géographiques potentiellement favorables.

L'intégration des données géologiques, pétrophysiques, thermiques et dynamiques dans ce workflow et la prise en compte des incertitudes à caractériser ultérieurement montre qu'il est possible de générer des recommandations à des fins opérationnelles de zones de potentiel géothermique à même de maximiser la fonction que représente la chaleur récupérée tout au long de la durée de vie du doublet.

Références

- Fornel A., Le Ravalec M. 2020. Method for operating a subterranean formation from which a fluid is produced. U.S. Patent No 10605053.
- Mas P. 2024. Géothermie dans les réservoirs silico-clastiques : Apport de l'étude d'un analogue de terrain (Grès de Roda) pour la modélisation des hétérogénéités sédimentaires du réservoir argilo-sableux de l'Albien du Bassin de Paris. Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay.
- Saadi F. A., Wolf K.-H. Kruijsdijk C. v. 2017. Characterization of Fontainebleau Sandstone: Quartz Overgrowth and its Impact on Pore-Throat Framework. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 08 (03) : 1–12.

Reconstituer les paléoreliefs continentaux au cours du temps, une information majeure pour les études " Source-to-sink " : l'exemple du bassin versant du Nil durant le Cénozoïque

Iwab Setiawan¹, François Guillocheau¹, Cécile Robin¹

¹ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS
Contact : francois.guillocheau@univ-rennes1.fr

La reconstitution des reliefs continentaux à des fins paléogéographiques a toujours constitué un défi pour les Géosciences. Plusieurs approches ont été proposées, en proposant des " lois " de décroissance des reliefs actuels, souvent peu explicitées, ou en utilisant différentes techniques d'inversion de données de thermochronologie.

Concernant les approches globales de bilan érosion/sédimentation, approches dites " Source-to-Sink ", l'enjeu est de taille : il nous faut connaître, pour un intervalle de temps donné, l'extension des bassins versants et les domaines soumis à l'érosion, ainsi que leurs natures pétrologiques (paléogéologie, consistant à établir des paléo-cartes lithologiques à un instant donné).

L'analyse géomorphologique des reliefs anorogéniques (plaines et plateaux) permet (avec des barres d'erreur) de reconstituer les reliefs de la Terre sur plusieurs dizaines de millions d'années. Nous présentons ici cette méthode, avec une application sur le bassin versant du Nil durant le Cénozoïque. Il s'agissait de fournir de nouvelles contraintes sur des questions scientifiques âprement débattues comme (1) le rôle de la déformation mantellique dans la croissance du bassin versant du Nil ou (2) l'âge de la surrection du Plateau éthiopien et de son rôle de source de sédiment pour le delta du Nil.

Méthode de reconstitution des paléoreliefs anorogéniques.- Les plaines et plateaux des reliefs anorogéniques sont façonnés par des pédiments et pédiplaines (plus étendus que les pédiments), vastes surfaces d'aplanissements érosives limitées en amont par un escarpement. Les pédiments se forment par un recul de l'escarpement (" backwearing ") et un enfoncement de la surface érosive (" downwearing ") par rapport à un niveau de base local, situé en aval du pédiment ou de la pédiplaine. Ces processus d'érosion sont lents (plusieurs millions d'années). Ils sont soit purement mécaniques (en climat semi-aride), soit facilités par l'altération (en climat tropical).

Ces pédiments sont étagés en réponse à deux processus, la surrection de la lithosphère et le climat (alternances de périodes plus humides et plus arides). La datation des pédiments est rendue possible par leurs relations géométriques avec des altérites ou des placages sédimentaires datés, et dans le cas du Nil avec des appareils volcaniques datés. Reconstituer un relief à un intervalle de temps donné, consiste donc à effacer les effets topographiques des pédiments/pédiplaines résultant de surrections plus récentes que celle de l'intervalle étudié, pour ne garder que ceux qui sont contemporains ou antérieurs au laps de temps considéré.

Evolution du bassin versant du Nil depuis 66 Ma.- Le profil longitudinal actuel du Nil depuis sa source, le lac Victoria, montre deux zones de rupture topographique (" knickpoints ") témoins de la capture de deux systèmes endoréiques : (1) le système des rifts du lac Albert (Uganda-Congo) et la rupture topographique aval du " rift " du Nil blanc (frontière Uganda-Sud Soudan) et (2) le système des rifts soudanais et la rupture topographique aval du lac Nasser

(Assouan) (frontière Egypte-Nord Soudan).

Les premiers reliefs de très faible altitude sont hérités des déformations intraplaques se produisant aux alentours de la limite K-Pg formant la limite ouest du bassin versant du Nil (crête Uweinat-Erdis-Ennedi-Darfur). Une première pédiplaine s'étendant jusqu'à la limite nord des rifts soudanais (alors endoréiques) est inondée par la mer avec l'installation de grandes plates-formes carbonatées (Sélandien-Lutétien). Un proto-Nil se forme dès la fin du Bartonien à la faveur d'une première croissance du Dôme nubien : le bassin versant ne dépasse pas le nord du Nord Soudan. L'ouverture de la Mer rouge s'accompagne de la croissance d'un grand pli lithosphérique nord-sud de plus de 1000 km de longueur d'onde (Chattien-Burdigalien) alors que commence la surrection du Plateau éthiopien (Miocène inférieur-moyen) et de la Dorsale centrale africaine (limite Oligo-Miocène). La base du Tortonien marque une surrection majeure de l'ensemble du NO de l'Afrique : c'est le début de la création des reliefs modernes. La capture du système endoréique soudanais s'effectue au Pliocène par érosion régressive à partir de l'amont de l'incision messinienne. Celle du système du Lac Albert est récente (autour de 0,4 Ma).

Séquences lacustres shallowing-up sous contrôle climatique et régimes alimentaires des herbivores dans le Rift Albertin au Mio-Pliocène (West Nile, Ouganda)

Johann Schnyder¹, Loïc Segalen¹, Solène Métairie¹, Brigitte Senut¹,
Martin Pickford¹, Sarah Musalizi¹, Dominique Gommery¹

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS
Contact : johann.schnyder@sorbonne-universite.fr

Le Rift Albertin correspond à la branche ouest du Rift Est Africain, qui se déploie au sud du point triple de l'Afar. Actif depuis au moins 17 Ma environ, il renferme une pile sédimentaire lacustre épaisse de 4 à 5 km (Simon et al., 2017). Au nord du Lac Albert, dans la région du West Nile au nord-ouest de l'Ouganda, les affleurements de surface sont relativement limités et ne dépassent pas quelques dizaines de mètres d'épaisseur. Ils sont néanmoins historiquement importants, car ils ont livré une faune abondante, correspondant à un jalon de nos connaissances concernant le passage des grands singes aux hominidés (Pickford et al., 2013, 2015). Les sites de Jupakombe, Marama, Marama Lak et Jupadongwa, présentent ainsi une riche faune très diversifiée (34 taxons) d'âge Miocène supérieur à Pliocène comprenant crocodiles, tortues, mammifères, herbivores, et mollusques (Pickford et al., 2013, 2015). Les associations de faune suggèrent un âge compris entre 6 et 4,5 Ma (Pickford et al., 2013, 2015). Les sédiments lacustres des coupes de Marama, Marama Lak et Jupakombe présentent une succession sédimentaire identique sur une trentaine de mètres d'épaisseur, dominée par une lithologie argilo-silteuse à sableuse de marge de lac. Les dépôts correspondent à trois petites séquences shallowing-up enchâssées dans une plus grande séquence shallowing-up d'une trentaine de mètres d'épaisseur. Les dépôts les moins profonds sont associés à des dépôts grossiers sableux et des lits et bancs d'oncolites ferrugineuses. La minéralogie des argiles des coupes révèle des assemblages dominés par les smectites, avec de fortes proportions de kaolinite et des traces d'illite, indiquant des conditions climatiques tropicales avec des saisons contrastées, en accord avec les données faunistiques. Surtout, une augmentation nette des proportions de smectites au cours de la séquence shallowing-up, observée dans les 3 coupes, indique un développement des conditions sèches lors de la baisse du niveau du lac, suggérant un contrôle climatique du niveau du lac. La coupe de Jupadongwa présente une lithologie plus argileuse, correspondant à des faciès lacustres plus profonds. Les assemblages argileux sont aussi différents, avec des proportions un peu plus importantes de kaolinite, suggérant des conditions climatiques plus humides. Il est possible que Jupadongwa corresponde à une phase où le lac était plus profond, ceci étant associé à une phase climatique plus humide, de nouveau soulignant un contrôle climatique sur le niveau du lac. Les isotopes stables du carbone et de l'oxygène ont été analysés sur un jeu de dents de vertébrés. Ils indiquent une consommation de plantes C3 dans des aires boisées pour les *Deinotherium*, un régime C3 folivore pour les rhinocéros, un régime mixte C3/C4 pour les Gomphothères et un régime basé sur la consommation de graminées C4 pour les équidés dans des milieux ouverts. La comparaison entre le West Nile et la région de Nkondo plus au sud du Lac Albert indique que la région du West Nile était possiblement soumise à une évaporation plus intense.

Dynamique sédimentaire du bassin Anglo-parisien à l'Apto-Albien

Florence Seguin¹, Rémy Deschamps¹, Christine Souque¹, Justine Briaïs², Eric Lasseur², Patricia Patrie³

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² BRGM, Orléans

³ UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers, CNRS

Contact : remy.deschamps@ifpen.fr

Les dépôts Apto-Albiens du bassin Anglo-parisien correspondent à des sédiments terrigènes déposés dans des environnements continentaux et littoraux peu profonds prenant place dans un contexte extensif affectant un bassin intracratonique. L'intervalle Apto-Albien affleure peu à l'exception du bassin du Wessex, où des sous-bassins fortement subsidents se développent au cours du Crétacé inférieur. Quelques affleurements situés sur la côte sud de l'Angleterre, du Cap de la Hève (Normandie), et de carrières de Bourgogne, fournissent des informations complémentaires aux données de subsurface fournies par les forages du bassin de Paris. Des corrélations stratigraphiques, basées sur l'analyse du signal diagraphique et sur les affleurements en bordure du bassin, ont permis de corréler 9 cycles Transgressifs/Régressifs, contraints par des données biostratigraphiques. Elles mettent en évidence des variations de subsidence importante entre le bassin de Paris et le bassin du Wessex. En particulier, une série relativement épaisse et continue est déposée dans le Wessex à l'Aptien.

Au cours de l'Aptien supérieur, le sud de l'Angleterre et la Manche sont affectés par une subsidence et une extension (FS1) où se dépose les sables deltaïques de la formation Ferruginous Sands surmontés par la formation Sandroock, marquée par une influence tidale croissante vers le sommet et associée à des systèmes estuariens. A l'Aptien supérieur, dans le Bassin de Paris la subsidence est peu épaisse et marquée par des hiatus importants. C'est durant cette période que se déposent les Sables Verts, dans des environnements estuariens et de replats de marées reposant sur la discordance. Les bassins du Wessex et de Paris à l'Aptien supérieur sont séparés par les hauts structuraux persistants associées à " l'Hampshire Dieppe High " (Jollivet-Castelot 2018) formant la bordure nord-ouest du bassin de Paris.

La fin de l'extension marque le début de l'Albien, la dynamique s'inverse entre le Bassin de Paris et le Bassin du Wessex. Dans le Wessex, un ralentissement de la subsidence induit une sédimentation continentale (formation Monk's Bay Sandstone) au-dessus d'une surface d'érosion. La subsidence s'accroît dans le bassin de Paris, marqué par le dépôt de la partie supérieure des Sables Verts et la partie inférieure des Sables des Drillons, marquant la transition entre des dépôts dominés par des sables de replat de marée transgressifs vers des dépôts de sables progradants régressifs (shoreface). La communication entre les bassins, de la même manière qu'à l'Aptien supérieur, est limitée par les hauts structuraux situés au nord-ouest du bassin qui continuent d'enregistrer des niveaux condensés.

L'Albien moyen est marqué par un diachronisme de la subsidence entre les bassins de Paris et du Wessex. Dans le bassin du Wessex, se dépose la formation des argiles du Gault en lien avec une subsidence importante. Dans le bassin de Paris, cela correspond à la séquence supérieure des Sables des Drillons et aux Sables de Frécambault, qui correspondent à la progradation de sables littoraux en contexte régressif. Le sommet de l'Albien moyen est marqué par une régression importante, marquée par une surface d'émersion et par l'incision de vallée remplies par des dépôts fluviatiles à estuariens, avant la grande transgression de l'Albien

Supérieure marquée par la sédimentation argileuse à faciès de " Gault " (Barrois 1875), amorçant la grande transgression Cénomaniennne.

L'Albien supérieur est caractérisé par une subsidence homogène dans les deux bassins. Dans le Wessex, les dépôts de sédiment marin peu profond de plateforme dominées par des processus de marée (formation Upper Greensand) passent distalement vers l'est à des dépôts de plateforme externe (Upper Gault, Rawson 2006), tandis que dans le bassin de Paris, l'Albien supérieur correspond à des dépôts de plateforme externe (Formation Gault). La communication à l'Albien supérieur entre les deux bassins s'intensifie.

Version temporaire

Surficial sediment entrainment by co-seismic shear at the sediment/water interface above large tsunamigenic megathrust ruptures: experimental study

Chloé Seibert¹, Cecilia McHugh^{2,3}, Chris Paola¹, Leonardo Seeber³, James Tucker¹

¹ St. Anthony Falls Laboratory, University of Minnesota (USA)

² Queens College, City University of New-York (USA)

³ Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University (USA)

Contact: cseibert@umn.edu

Submarine paleoseismology, based on the identification of co-seismic deposits, has been a powerful tool to constrain the seismic hazard along active margins. Its new challenge is to relate variation among event deposits with earthquake characteristics (magnitude and source locations). The 2011 Tohoku-Oki earthquake, the most recent magnitude 9 class tsunamigenic event, has been extensively studied, not only in terms of seismicity but also through offshore investigations of the co-seismic deposits. To date, this knowledge may be representative of a "maximum" earthquake. Its rupture exceptionally extended over the entire seismogenic depth range of the Japan megathrust, reaching the trench, where the displacement along the interface grew to 60 m. Models and direct seafloor measurements imply a comparably large initial relative motion and sustained long-period oscillations at the seafloor above the shallowest megathrust segment. The shear stress at the sediment/water interface, induced by this spectacular motion, has been proposed to be sufficient for co-seismic surficial sediment entrainment over a large area, as inferred from specific deposits described in the mid-slope terraces and the trench of the Japan subduction zone. We develop a physical experiment to test the effect of this shear and its interaction with high-frequency vertical shaking. To reproduce the shear stress, instead of moving the sediment bed as would occur in the field, we move the water above by inducing a unidirectional flow. We used several synthetic mixtures, composed of various grain sizes, clay mineralogies and either fresh or sea water. The grain size distribution is simplified but matches those of sediment cores from different subduction zones. We built matrices of the erosion rates according to the flow velocities, which display the role of water content and vertical shaking. In certain conditions, we were able to produce high entrainment of the surficial sediment, by fluid shear compatible with low-frequency motions during extremely large earthquakes, which could lead to a Tohoku event-like deposit. We also define four regimes of entrainment processes by which you can have: 1) no-erosion, 2) gradual erosion, 3) stripping, and 4) liquefaction, which differ according to the forces applied on the sediment. These different entrainment processes are depending on the mixtures used. Thus, it is important to understand the initial sediment composition and entrainment process to interpret the deep basin sedimentary record.

Contamination of Pyrenees mountain streams by agricultural synthetic fibre ropes and a first assessment of their potential effect on aquatic invertebrates

Laurent Seuront¹

1 UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : laurent.seuront@cnrs.fr

In an era of ever-growing anthropogenic pressure on both terrestrial and aquatic ecosystems, plastic pollution is increasingly acknowledged as a pervasive environmental problem due to its persistent behaviour and increased resistance to biodegradation. Specifically, due to plastic abuse and the waste management systems worldwide struggling to cope the increasing influx of plastic waste, this material has become one of the most ubiquitous sources of both contamination and pollution of the Anthropocene. Plastic wastes are accumulating on landfills and beaches worldwide as well as in the most remote terrestrial and oceanic locations, threatening both terrestrial and aquatic environments, the economy and human well-being on a global scale. It is notable that remote and mountainous systems are among the areas that are the most affected by plastic waste, despite a still relatively limited amount of studies, especially as much attention in recent years has focused on the impacts of plastic waste on the world's oceans. Rain and snow are considered to be the primary drivers of microplastics (MPs) deposition in higher altitude ecosystems. However, MPs are also introduced into remote aquatic ecosystems, especially mountain terrains and foothills, including high-altitude ecosystems, via the degradation and fragmentation of plastic products, which are transferred by the wind into the main water body. Synthetic fibre ropes (polyethylene and polyethylene) are used in the agricultural sector, notably for binding bundles to be picked up by automatic balers and binders or similar machines. A common practice in rural areas of the Central Pyrenees foothills is to use these ropes to demarcate agricultural plots, hiking paths and private properties. In this context, the present work first assesses the presence of plastic fibres in the sediment of two Pyrenees foothill rivers and two of their main tributary streams. The polymeric nature of these fibres was subsequently assessed using Fourier Transform Infrared Spectroscopy, and their additive content quantified using gas chromatography-mass spectrometry. The potential effects that these fibres may have on the local aquatic fauna were investigated based on mortality and behavioural assays on representative species of Pyrenees springs and streams, i.e. *Ancylus fluviatilis*, *Peregriana peregra* and *Physa acuta*.

Sedimentary processes and architecture of the deep margin of the Landes marginal plateau (Bay of Biscay): Insights from bathymetric and seismic data from the Sargass Mission.

Jade Sor¹, Hervé Gillet¹

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS
Contact : sor.jade@gmail.com

The margins of the Bay of Biscay present a variety of structures and morphologies including slopes incised by gullies, canyons, landslides, a marginal plateau and deep-sea mounts inherited from rifting structures. This morphological diversity creates an environment that enables a variety of deep-sea sedimentary processes and features.

Previous studies have described remarkable formations in the area, such as a deep-sea fan fed by turbiditic products from the Capbreton and Cap-Ferret canyons, contourite drifts, giant pockmarks, and landslide scars. However, while the Basco-Cantabrian and South Armorican margins have been extensively studied, the Landes marginal plateau remains poorly explored, with limited multibeam bathymetric data.

In this context, SMF and HR seismic data collected during the Sargass cruise are revalued in this study. They offer a unique opportunity to describe the morphologies and sedimentary processes of the western edge of this plateau with a high resolution.

Our study highlights complex morphologies overlaying landslide scars, gullies, and sediment waves. Seismic data analysis reveals a link between landslides and the numerous salt diapirs in the area. Additionally, we propose that sediment waves are controlled by two complementary processes: contour currents and gravity-driven currents coming from the plateau (cascading).

In summary, this study aims to enhance our understanding of deep-sea sedimentary processes in the Landes marginal plateau region using high-resolution bathymetric and seismic data. The results obtained will not only improve our understanding of the sedimentological dynamics of the region.

Enregistrements sédimentaires de paléotsunamis et de paléo-tempêtes dans une lagune en Guadeloupe, Petites Antilles

Marie Tallon¹, Pierre Sabatier¹, Éric Chaumillon², Raphaël Paris³,
Siwei Liu^{2,4}, Paul Millagou¹, Meryem Mojtahid⁴, Nathalie Feuillet⁵

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² UMR 7266 LIENSs, Université de La Rochelle, CNRS

³ UMR 6524 LMV, Université Clermont Auvergne, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, CNRS, IRD

⁴ UMR 6112 LPG, Angers Université, Le Mans Université, Nantes Université, CNRS

⁵ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

Contact : marie.tallon@univ-savoie.fr

La Guadeloupe, située dans l'arc des Petites Antilles, est une île tropicale exposée à une activité tectonique liée à la subduction de la plaque nord-américaine sous la plaque caraïbe et à la présence de failles actives superficielles. Ce contexte géodynamique, associé à une forte sismicité, rend la région vulnérable aux tsunamis. Par ailleurs, son climat tropical la place régulièrement sur la trajectoire des cyclones tropicaux, augmentant ainsi le risque de submersions marines. Ces événements peuvent générer des dépôts sédimentaires de haute énergie au sein des lagunes côtières, mais la distinction entre ceux produits par les tempêtes et ceux produits par les tsunamis reste difficile. L'objectif final de cette étude est donc de caractériser et de distinguer ces dépôts de submersion, puis d'estimer leur fréquence pour mieux caractériser les aléas naturels dans la région.

Cette étude porte sur une lagune de faible profondeur d'eau (50 cm), située à l'extrémité orientale de la Guadeloupe (Pointe la Chaise - PLC), face à l'océan Atlantique. Afin de réaliser une étude spatiale de la géométrie des dépôts, trois carottes d'un mètre de long ont été prélevées en novembre 2023 à l'aide d'un carottier gravitaire et orientées par rapport au Nord. Avant ouverture, une imagerie par tomographie à rayons X (CT-scan) a été réalisée pour chaque carotte à une résolution de 0,5 mm afin d'étudier la structure 3D des dépôts. Après l'ouverture des carottes, les analyses suivantes ont été réalisées : core-scanner XRF, imagerie hyperspectrale, granulométrie, perte au feu, identification et quantification de la microfaune, observations au microscope électronique à balayage (MEB) sur lames minces. La chronologie est établie à partir de dates radiocarbone sur des macrorestes organiques et des radioéléments à courte durée de vie pour le sommet de la séquence afin d'associer des événements historiques à certains dépôts. De nombreuses submersions marines sont enregistrées dans cette lagune, par des dépôts de haute énergie d'épaisseurs variables caractérisés par une base érosive, la présence de sable grossier riche en calcium, ainsi que la présence de microfaunes exogènes. Des analyses au CT-scan haute résolution (10-15 μm) ont été réalisées sur certains de ces dépôts pour étudier l'orientation des grains et définir des fabriques sédimentaires. Ces premiers résultats, qui permettent d'identifier des dépôts de submersions marines, sont comparés aux autres enregistrements lagunaires de submersions marines dont nous disposons dans les Petites Antilles, afin de contribuer à l'analyse spatiale de ces dépôts événementiels et de mieux contraindre les différents types d'aléas dans ce secteur.

Enregistrement des événements hyperthermiques de l'Eocène inférieur en milieu littoral à continental : étude isotopique et minéralogique haute résolution du forage d'Havré (Yprésien du Bassin de Mons, Belgique)

Julien Talon^{1,2}, Clara Rusch¹, Pierre Pellenard¹, Jean-Marc Baele²,
Alina Iakovleva³, Florence Quesnel⁴, Johann Schnyder⁵, Nicolas
Dupont², Christian Dupuis²

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² Géologie Fondamentale et Appliquée, Université de Mons (Belgique)

³ Geological Institute, Russian Academy of Sciences (Russie)

⁴ BRGM, Orléans

⁵ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : julien.talon@u-bourgogne.fr

L'Eocène inférieur est ponctué par de nombreux épisodes de réchauffement brefs, intenses et identifiés comme événements hyperthermiques, associés à une excursion négative dans les courbes isotopiques du carbone. Parmi ces événements, le *Paleocene-Eocene Thermal Maximum* (PETM) et l'*Eocene Thermal Maximum 2* (ETM2) se démarquent par leur amplitude et leurs impacts sur les systèmes sédimentaires, les paysages et la biodiversité. Ayant été l'objet de nombreuses études, ces événements sont maintenant bien connus en milieu marin. Cependant leur enregistrement et leur impact dans des environnements littoraux à continentaux restent relativement peu étudiés.

Cette étude est fondée sur un forage carotté de 25 m réalisé en août 2023, à Havré, dans le Bassin de Mons, qui constituait une gouttière laguno-continentale entre le sud de la Mer du Nord et le Bassin parisien à l'Yprésien. Nous avons cherché à préciser l'enregistrement et l'impact des événements hyperthermiques yprésiens dans ces environnements littoraux à continentaux, à partir de l'analyse des isotopes du carbone de la matière organique dispersée dans les sédiments ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) à très haute résolution, couplée à des données 1) de caractérisation de la matière organique (pyrolyse Rock-Eval, palynofaciès), 2) minéralogiques sur la roche totale et sur la fraction argileuse (DRX) et 3) sur les indices palynologiques (dinoflagellés, pollen et spores).

La base du forage d'Havré se trouve dans le Membre de Leval, représenté par des sables fluviatiles et des lignites. Il est surmonté par des argiles de milieu estuarien attribuées au Membre de l'Eribus, elles-mêmes suivies par des sables argileux pouvant correspondre aux Sables de Mons-en-Pévèle. L'identification de la biozone de dinokystes à *Axiodinium lunare*/*Stenodinium meckelfeldense* dans les argiles du Membre de l'Eribus confirme un âge Yprésien inférieur post-PETM. Couplées à ces premières données biostratigraphiques, les données isotopiques à très haute résolution (un échantillon tous les 6-10 cm) indiquent le possible enregistrement de la phase de *recovery* du PETM, marquée par des valeurs plus négatives autour de -26‰ dans le Membre de Leval, et une seconde excursion négative d'environ 1,5‰ au sommet du Membre de l'Eribus qui pourrait correspondre à l'ETM2. L'évolution du rapport kaolinite/smectite semble indiquer des variations dans les conditions d'hydrolyse, probablement en lien avec des changements des

régimes de précipitations associés aux évènements hyperthermiques, particulièrement pour la seconde excursion isotopique (ETM2). Ces données sont comparées avec celles des sites disponibles en Belgique, France, Allemagne et au Royaume-Uni.

Version temporaire

Rhythmites preserved into intertidal flat successions of the hypertidal Santa Cruz – Chico River estuary (Southern Patagonia, Argentina)

Bernadette Tessier¹, Thibaud Lortie¹, Jose Cuitiño², Jean-Yves Reynaud³, Roberto Scasso⁴, Sebastián Richiano², Léo Pancrazzi⁵, Edward Salameh⁶, Michel Condomines⁷, Laurent Dezileau¹, Malala Lekander⁸

¹ UMR 6143 M2C, Université Caen Normandie, Université Rouen Normandie, CNRS

² IPGP-CENPAT, CONICET, Puerto Madryn (Argentina)

³ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

⁴ IGEBA, Universidad de Buenos Aires (Argentina)

⁵ Department of Geography, University College London (UK)

⁶ UMR 6143 M2C, Université Rouen Normandie, Université Caen Normandie, CNRS

⁷ UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS

⁸ Marcelo T. de Alvear 175, Rio Grande, Tierra del Fuego (Argentina)

Contact: bernadette.tessier@unicaen.fr

Upper intertidal sediment successions within tide-dominated estuaries frequently contain well-preserved tidal rhythmites, recording basically semi-diurnal to neap-spring-neap cycles, eventually annual cycles in the uppermost part of the successions. Such rhythmic sediment records provide valuable information on hydro-sedimentary processes and sedimentation rates. Rhythmites observed and cored into the hypertidal (12 m tidal range) Santa Cruz – Chico River ria-type estuary (Southern Patagonia, Argentina) are described here. The system is made of two estuarine arms (the Chico River arm; the Santa Cruz River arm), both converging into an intermediate and deep (subtidal) basin connected to the Atlantic Ocean through a narrow rock-bound outlet. Tidal dynamics are dominant along the Chico River arm, the fluvial discharge of which is low (mean annual: 30 m³/s). In contrast, the water discharge of the Santa Cruz River is much higher (mean annual: 750 m³/s) so that the influence of tidal dynamics quickly drops down a few kilometers upstream. Extensive sandy to muddy tidal flats develop along the edges of the outer portion of the two arms. Upper intertidal sediment successions appear along secondary tidal channel cutbanks, revealing well-developed rhythmic layering, resembling tidal rhythmites. In order to better understand their origin, two 1 m-long cores were retrieved, one from the tide-dominated Chico River arm, one from the tide-influenced Santa Cruz River arm. In addition to lamina thickness measurements, core analyses comprised high-resolution facies description, X-ray imaging, grain-size and geochemical analyses, as well as ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pbex measurements. The results show that the Chico River sediment succession is made of a fairly regular stacking of typical semi-diurnal sand-mud couplets and neap-spring-neap tidal rhythmites, and represents a 3-year continuous record. A seasonal modulation is probably over-imposed to the tidal signal. Semi-diurnal tidal couplets are visible on the Santa Cruz arm succession, but the fortnightly cyclicity is altered, due to the combined influence of fluvial dynamics and westerlies-induced wave agitation and aeolian sand transport. For both cores very high sedimentation rates are confirmed by ²¹⁰Pbex measurements. ¹³⁷Cs data highlight that the successions have deposited at least a few decades ago, suggesting that the studied tidal flats are in course of abandonment.

Histoire et évolution tectono-sédimentaire des bassins du Nord-Cotentin et de la Manche centrale ; apport des nouvelles campagnes à la mer EMECHAT (1 et 2)

Juliette Thomas^{1,2}, David Graindorge², Anne Duperret³, Stéphane Baize²

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² IRSN, PSE-ENV/SCAN, Fontenay-aux-Roses

³ UMR 6294 LOMC, Université du Havre Normandie, CNRS

Contact : juliette.thomas@univ-brest.fr

La péninsule du Cotentin (PC), située dans le nord-ouest de la France, est une prolongation septentrionale du Domaine Nord-Armoricain (DNA) qui forme un seuil en Manche centrale. Le compartiment sud, le DNA dont le Cotentin et les îles anglo-normandes, a été façonné par une succession de grands événements géodynamiques marqués par l'orogénèse icartienne (~2 Ga) puis cadomienne et l'émergence de granitoïdes (~580 Ma), la mise en place des séries paléozoïques jalonné par l'orogénèse hercynienne (~300 Ma) et une seconde émergence de granitoïdes. Enfin, les bassins sédimentaires méso-cénozoïques s'y développent en restant d'extension et d'épaisseur modestes. Le compartiment nord présente une évolution qui se singularise lors du rifting avorté permo-triasique et va subir une évolution différentielle marquée par la vaste mise en place des bassins méso-cénozoïques. Ce compartiment va aussi mieux enregistrer les inversions successives cénozoïques attribuées à l'orogénèse alpine et être marqué par la mise en place du fleuve Manche et des fosses associées. C'est une région où l'activité sismique est modérée et diffuse, bien qu'ayant subi quelques séismes historiques, en particulier au large de Jersey (e.g. Beucler et al., 2021).

Alors que différents bassins sédimentaires méso-cénozoïques contrôlés par des failles sont connus à terre dans la PC (Baize, 1998 ; Dugué et al., 2007 ; etc), les contacts bassins/socle restent relativement peu documentés en domaine marin malgré les travaux des années 1970 ayant servi de base à l'établissement de la carte géologique au millionième du BRGM.

Grâce à des compilations bathymétriques multifaisceaux à haute résolution plus récentes, le dispositif structural sous-marin s'étendant au large du cap de la Hague commence à s'éclaircir (Kaci et al., 2024). Ces nouvelles données marines doublées de la sismique réflexion opérée durant les campagnes EMECHAT1 (2022) et EMECHAT2 (2024), ont permis de détecter la présence de failles majeures telles que la LHOF (La Hague Offshore Fault) d'orientation N150-160°E et les failles LHDF1 et LHDF2 (La Hague Deep Fault 1 et 2) d'orientation N100°E, au nord de la PC. L'emplacement des différents bassins sédimentaires a également été affiné. Ces travaux mettent en lumière l'existence des deux compartiments nord et sud évoqués précédemment.

EMECHAT1 a permis de réaliser autour du cap de la Hague un quadrillage de sismique réflexion plateau multi-traces inédit dans ce contexte de faible profondeur. EMECHAT2 a plus largement sillonné le Raz Blanchard, jusqu'aux îles Anglo-Normandes à l'ouest, la fosse centrale (Hurd Deep) au nord et le secteur de Flamanville au sud. Les profils sismiques sont cruciaux pour caractériser les couches géologiques en faciès sismiques et épaisseurs apparentes, et pour déterminer les caractéristiques des failles notamment leur tracé, rejet, pendage et unités décalées. Par ailleurs, ils éclairent de manière inédite les interactions entre tectonique et sédimentation en Manche centrale et contribuent à comprendre la mise en place et l'histoire du

fleuve Manche. Les 51 prélèvements par carottier-roche menés au cours de EMECHAT2 amèneront le calage stratigraphique nécessaire à une meilleure datation des unités affleurantes au fond et donc des événements.

Les objectifs du projet sont de mieux décrypter l'évolution post-hercynienne différentielle des deux compartiments nord et sud en établissant une carte géologique marine au large du nord-ouest Cotentin, en prolongeant les données à terre et en étudiant les interactions entre les failles, les bassins sédimentaires et les fosses (notamment la fosse centrale et la fosse de la Hague). L'étape ultime sera de mieux localiser la déformation actuelle, de manière à conforter ou infirmer la présence de failles actives dans cette zone et de les corrélérer avec l'activité sismique historique et instrumentale. Ces travaux interviennent dans le cadre d'une thèse sur les fosses de la Manche, financée par l'UBO et l'IRSN.

La Fosse Centrale de la Manche au Nord-Ouest du Cotentin, une trace fossile du "fleuve Manche" et de son remplissage

Juliette Thomas^{1,2}, David Graindorge², Stéphane Baize², Anne Duperret³

¹ UMR 6538 Geo-Ocean, Université de Bretagne Occidentale, CNRS, IFREMER

² IRSN, PSE-ENV/SCAN, Fontenay-aux-Roses

³ Geo-Ocean – UMR 6538, Université de Bretagne Occidentale - CNRS, IFREMER – France

³ UMR 6294 LOMC, Université du Havre Normandie, CNRS

Contact : juliette.thomas@univ-brest.fr

La Manche actuelle, bras de mer situé entre la France et le Royaume-Uni, résulte d'une succession d'événements géodynamiques depuis le Paléoprotérozoïque jusqu'au Quaternaire, telles que les orogénèses icartienne (~2 Ga), cadomienne (~600 Ma) et varisque (~300 Ma), le rifting avorté permo-triasique de la Manche, et des inversions au cours du Cénozoïque (Ballèvre et al., 2013 ; Paquet et al., 2023, Kaci et al., 2024). Ces dernières années, cette zone a suscité l'intérêt scientifique, notamment en raison des fosses marines et de réseaux de paléo-vallées dont la présence et l'origine sont toujours discutées. L'origine des fosses de la Manche est à relier à la présence d'un paléo-fleuve nommé Fleuve Manche (Lericolais, 1997 ; Lericolais et al., 2003 ; Paquet et al., 2023), façonné à la faveur des bas niveaux marins du Quaternaire (Lericolais, 1997). L'initiation de ce creusement serait à relier à une cataracte ayant permis l'alimentation du fleuve par la connexion brutale de lacs glaciaires bloqués au sud de l'actuelle mer du Nord par le détroit du Pas de Calais (Gupta et al., 2007). L'origine du fleuve Manche serait donc fluvio-marine.

La structure de la Manche, de sa portion orientale vers les approches occidentales, reflète un système en trois parties : un bassin versant, une zone fluviale jusqu'aux Approches de la Manche (Leroy et al., 2011) et un bassin de dépôt se terminant en pied de pente continentale sur la marge Nord-Atlantique par un système de deep sea-fans (Toucanne et al., 2009). En effet, les grandes rivières européennes telles que la Seine, la Somme, le Solent convergeaient vers le centre de la Manche pour former un large système fluvial. Une grande partie de ce système est aujourd'hui enfouie sous une sédimentation sub-actuelle, mais les relevés sismiques réalisés dans le détroit du Pas-de-Calais sur les fosses Dangeard ainsi qu'en Manche orientale (Paquet et al., 2023) témoignent d'un système fluvial à très forte énergie. Selon Lericolais et al., 2003, le système de drainage moderne de la Manche a été établi après l'Oligocène, caractérisé par des vallées peu profondes et des incisions fluviales importantes pendant les climats froids du Pléistocène. La fosse centrale est un élément important du fleuve Manche, pouvant avoir eu le rôle de zone d'accumulation de sédiments en domaine côtier à une certaine période de son histoire. Les précédentes campagnes océanographiques (entre autres, Géo-Manche 1 et 2 en 1974, SEDIMANCHE 1 et 2 en 1991-1993) ont montré la présence d'un système de remplissage avec de très profondes incisions sur la fosse centrale, pouvant atteindre 175 m de profondeur et atteignant jusqu'à 200 m d'épaisseur (Paquet et al., 2023). Cependant, il manque des preuves lithologiques directes (par dragages ou forages par exemple) pour confirmer les interprétations géologiques quant aux origines du fleuve Manche (Lericolais et al., 2003 ; Paquet et al., 2023). La campagne EMECHAT2 a permis l'acquisition de données sismiques réflexion plateau inédites au niveau de la Manche centrale (866 km acquis), couplées aux prélèvements par carottier-roche (51

échantillons). La très haute résolution des profils sismiques et l'application d'un modèle de vitesse permettent de confirmer la présence de deux grands ensembles sédimentaires cénozoïques déposés sur une surface d'érosion. En effet, ces ensembles présentent des faciès différents, tant en amplitude, qu'en énergie et cohérence des réflecteurs sismiques. Cela montre une dynamique sédimentaire fluviatile différente entre les deux blocs : elle serait plus importante pour les dépôts les plus jeunes, les réflecteurs étant plus marqués et moins organisés. Cela témoigne d'un phasage en plusieurs étapes de ce système d'incision liée aux variations du niveau marin. Se pose ainsi la question du contrôle tectonique d'un tel dispositif de creusement et par extension de l'origine de l'emplacement de la Manche et de son paléo-fleuve sur le plateau continental NW européen.

Version temporaire

Évaluation de la ressource en granulats marins au large des Hauts-de-France. Le projet GRAAL-HdF

Alain Trentesaux¹, Benjamin Le Lorec¹, Jean-Yves Reynaud¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : alain.trentesaux@univ-lille.fr

Tandis que les besoins en granulats ne cessent de grandir, les ressources peinent à satisfaire la demande. Malgré l'augmentation de l'usage de matériaux recyclés (issus par exemple du démantèlement de constructions) ou la valorisation de divers types de matériaux (produits d'industries ou de dragages), certaines régions souffrent d'un manque de sables, graviers et autres matériaux granulaires. Dans le même temps, les besoins en sable se développent pour des applications autres que les domaines du bâtiment et des travaux publics. Le nourrissage des plages face à leur érosion, la lutte contre le risque de submersion des côtes basses sont deux exemples emblématiques de régions telles que les Hauts-de-France. Actuellement cette région, malgré un linéaire côtier de plus de 250 kilomètres et plusieurs milliards de mètres cubes de granulats présents dans les bancs sableux, doit importer des sables marins en provenance de concessions anglaises et belges (1,4 millions de tonnes en 2019, soit près de 20% de la production nationale de granulats marins). Aucun titre d'exploitation n'existe en effet, tant dans la partie sud de la mer du Nord que dans la partie nord de la Manche. Afin de garantir à terme l'autonomie en granulats de la région, le Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires a souhaité compiler la totalité des données existantes sur la façade des Hauts-de-France. Le travail consistera à prospecter, rassembler, récolter, évaluer, harmoniser et numériser les données de bathymétrie et de sismique à haute résolution. Cette étude dont la finalité première est d'évaluer les volumes et qualités des matériaux granulaires marins de la façade offre également une formidable opportunité pour mieux comprendre les mécanismes de mise en place des grands bancs sableux qui ourlent les fonds marins régionaux et pour préciser les réseaux des paléovallées encore visibles dans la bathymétrie ou masqués sous les dépôts sableux des bancs.

Le Geopark Transmanche. Montrer l'invisible

Alain Trentesaux¹, Hélène Dehouck², Gaëlle Guyétant³, Olivier Averbuch¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² Syndicat mixte du Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale, Le Wast

³ Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais, Lillers

Contact : alain.trentesaux@univ-lille.fr

Après s'être couverte de parcs naturels, la France développe de plus en plus des Géoparcs, structures dont un des objectifs est d'augmenter l'attractivité d'un territoire en se basant sur ses éléments géologiques remarquables. Selon la région considérée, les thématiques développées par chacun des parcs sont très diverses. Entre la réserve géologique de Haute-Provence, les volcans d'Auvergne et la Presqu'île de Crozon, les contextes géologique, l'âge des roches, les relations entre le sous-sol et les habitants, tout concourt à ce que chaque parc se distingue, illustration de la réelle géodiversité de la France.

Deux parcs naturels ont décidé de joindre leurs forces pour créer le Geopark Transmanche. *Cross-Channel Geopark* pour les anglais. Une des particularités de ce Geopark est, non seulement son caractère transfrontalier, mais également la présence d'une zone marine intermédiaire de plus de 1 000 km². Côté anglais, le parc comprend le parc des *Kent Downs National Landscape* et quelques ajouts pour un peu moins de 1000 km². Côté français le parc suit les contours du Parc Naturel régional des Caps et Marais d'Opale avec quelques extensions pour une surface d'environ 2 000 km² tandis que la partie marine occupe plus de 1 000 km². Les deux rives du détroit du Pas-de-Calais ont des similitudes évidentes issues d'une histoire géologique commune tandis que la partie marine illustre la succession des événements qui ont conduit à la séparation de ces deux ensembles.

Si les nombreux touristes et les habitants ont conscience de l'intérêt de quelques sites emblématiques tels les caps Blanc-Nez et Gris-Nez en France ou les Blanches falaises de Douvres côté anglais, il est plus difficile d'éveiller leur curiosité à la découverte de ce qui a construit les roches qui les composent. Quel processus est à l'origine de tel type de structure sédimentaire ? Combien de temps sont présents dans cet intervalle de roche ? La sédimentologie apparaît alors comme un parent pauvre à côté des choses plus immédiates que sont le fossile ou le paysage. Un second challenge réside dans la difficulté de faire percevoir les changements à long terme. Comment, par exemple, rendre concret l'ouverture du détroit du Pas-de-Calais quand les traces de cette ouverture sont sous quelques dizaines de mètres d'eau et remontent à 450 000 ans ? Comment discuter des effets combinés des houles et des courants sur les sédiments qui modèlent les fonds marins, invisibles, et les côtes en évolution continue ? Ce sont des défis que doit relever le Geopark pour que le discours, même simplifié, puisse aider le grand public à comprendre les processus qui ont dessiné le lieu de leur voyage.

Les minéraux ferrifères authigéniques : mémoire fugace des conditions de diagenèse précoce

Nicolas Tribovillard¹, Viviane Bout-Roumazeilles¹, François Guillot¹,
Armelle Riboulleau¹, Sandra Ventalon¹, Marion Delattre¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : nicolas.tribovillard@univ-lille.fr

Les dépôts littoraux sableux ou gréseux sont des milieux aptes à enregistrer les structures sédimentaires ou les bioturbations mais, comme ils sont poreux-perméables, ils ont tendance à rapidement subir des effets délétères : oxydation de la matière organique sédimentaire labile, ainsi que des minéraux peu stables, solubilisation et migrations d'éléments chimiques solubles en conditions oxydantes, ... Le plus souvent, ces dépôts littoraux ne contiennent (plus) que des grains de quartz, des bioclastes et des produits organiques réfractaires, issus des terres émergées. Toutefois, ces dépôts sableux subissent parfois des cimentations (calcaires) précoces qui viennent stopper les processus diagénétiques et qui fixent, quasi-définitivement, les étapes postérieures au dépôt, au cours desquelles des minéraux authigéniques ont pu se (trans-)former. En effet, les cimentations précoces viennent obstruer et colmater la perméabilité des dépôts. Dans le Boulonnais (Déroit du Pas de Calais), les dépôts kimméridgiens de la formation des Grès de Châtillon ont subi des phases de cimentations précoces et différenciées, induites par des circulations de fluides, elles-mêmes provoquées par une tectonique synsédimentaire. Dans les grès ainsi indurés, on observe des minéraux qui ne sont pas visibles dans les équivalents latéraux sableux, non cimentés. On constate alors, lorsque la diagenèse a été "figée" précocement, une diversité minéralogique qui disparaît dans les sables non cimentés : les grès tôt cimentés montrent de la pyrite, de la glauconite, de l'hématite, de la magnétite, du diopside, ..., toutes choses invisibles dans les sables non cimentés. Une situation intermédiaire est observée avec des sables injectés tectoniquement (des injectites) dans des niveaux argileux sus-jacents (les Argiles de Châtillon), où la préservation des minéraux authigéniques fut un peu meilleure grâce à la faible perméabilité des niveaux argileux. Nos observations dans les grès tôt indurés font apparaître les relations complexes entre pyrite et glauconite d'une part, et hématite et magnétite, d'autre part : les transformations d'un minéral en un autre ne sont pas univoques et furent possibles dans les deux sens. Ce travail illustre la complexité des transformations diagénétiques et la valeur de tous les objets cimentés au cours de la diagenèse précoce (nodules gréseux ou calcaires, *septaria*, concrétions liées aux suintements sous-marins froids, ...), envisagés comme des enregistreurs des situations impossibles à retracer sans ces objets.

Reconstruction de l'activité volcanique dans le nord de l'archipel des Comores au cours des derniers 2 Ma

Athina Tzevahirtzian¹, Sébastien Zaragosi¹, Vincent Famin^{2,3}, Carole Berthod³, Isabelle Thinon⁴, Fabien Paquet⁴, Luc Beaufort⁵, Patrick Bachèlery⁶, Etienne Médard⁶, Julien Bernard⁴, Clara Bolton⁵, Elodie Marchès⁷, Cédric Turel⁹, Julie Bignon⁸, Lucien Etcheverry-Rambeau⁹, Linda Rossignol¹, Manon Lecombe¹, Karine Charlier¹, Sandrine Conrod⁵

¹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

² LGSR, OSU-R, La Réunion

³ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

⁴ BRGM, Orléans

⁵ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

⁶ UMR 6524 LMV, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Université Clermont Auvergne, CNRS, IRD

⁷ Département de géologie marine, SHOM

⁸ UMR 7329 GEOAZUR, University of Nice Sophia Antipolis, CNRS, IRD

⁹ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : athina.tzevahirtzian@u-bordeaux.fr

Les éruptions volcaniques de 1991, 2005, 2006 et 2007 du Karthala en Grande Comore et la naissance du volcan sous-marin " Fani Maoré " en 2018-2020 à 50 km à l'est de Mayotte, ont relancé les études du volcanisme comorien. Dans ce cadre, nous nous sommes intéressés aux sédiments volcanoclastiques sous-marins déposés dans les bassins sédimentaires du pourtour de l'archipel. Sur la base de sept carottes sédimentaires prélevées lors des campagnes océanographiques MOZAPHARE (1996), SISMAORE (2020) et SCRATCH (2021), nous avons pu reconstruire la chronologie des éruptions majeures sur les derniers 2 Ma. Une stratigraphie isotopique d¹⁸O réalisée sur l'ensemble des carottes a permis d'obtenir un cadre chronologique précis. Trois périodes d'intense activité volcanique ont ainsi été identifiées dans le bassin : de 130 à 400 ka, de 720 à 1030 ka et de 1350 à 1630 ka. Ces périodes d'environ 300 ka sont séparées par des intervalles de calme volcanique. Des analyses géochimiques réalisées sur les verres volcaniques ont permis de préciser l'origine des dépôts volcanoclastiques. L'île de Grande Comore, et plus précisément son volcan actif le Karthala, présente un candidat potentiel pour la source de nombreux dépôts mis en place au cours des trois périodes d'activité. Sur la base de corrélation aux carottes, l'interprétation de plus de 6 800 km de profils sismiques très haute résolution, acquis ces vingt dernières années lors des missions du SHOM et de la Flotte océanographique française, a permis de tracer la distribution des principaux événements volcaniques dans le nord de l'archipel. Les événements majeurs ont ainsi pu être suivis sur des surfaces atteignant 180 000 km², pour des volumes de verres volcaniques émis pouvant dépasser les 10 km³. L'ensemble de ces observations nous conduit à proposer un volcanisme comorien opérant à deux échelles, chacune marquée par des mécanismes éruptifs distincts : 1) un volcanisme essentiellement effusif entraînant la mise en place de milliers de cônes volcaniques et de coulées situés principalement dans la partie sous-marine de l'archipel, le nouveau volcan " Fani Maoré " en est un exemple ; et 2) un volcanisme plus ancien caractérisé par des événements éruptifs explosifs colossaux, organisés selon une cyclicité de 600 000 ans, séparant des périodes d'activité volcanique intenses de 300.000 ans. Ces événements pourraient être liés à l'émergence et à l'édification du Karthala.

Influence du cycle de reproduction et du sexe sur la toxicité des microplastiques chez les moules

Marine Uguen¹, Sylvie Gaudron¹, Laurent Seuront¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD
Contact : marine.uguen@hotmail.fr

La contamination par les microplastiques (MPs) de l'environnement constitue une préoccupation scientifique et sociétale majeure. Bien que les recherches sur ce sujet soient actuellement florissantes, plusieurs aspects restent insuffisamment explorés. Parmi ces aspects, l'impact chimique des MPs, à travers leurs lixiviats, *i.e.* cocktail de composés chimiques libérés par les particules de plastique, est encore relativement peu étudié. Par ailleurs, l'intégration de facteurs biologiques essentiels, tels que les cycles de reproduction et le sexe des organismes, ne sont que très rarement pris en compte dans les études, limitant ainsi notre capacité à évaluer pleinement les risques écotoxicologiques associés aux MPs. Pour illustrer ces lacunes, nous avons réalisé une revue de la littérature axée sur les moules, organismes modèles clef des écosystèmes marins très étudiés dans le contexte de la pollution plastique. Ainsi, sur l'ensemble des travaux existants, nous montrons que seulement 6 % se sont intéressés à l'impact des lixiviats de MPs sur les moules et aucune de ces études n'a pris en compte leur facteurs biologiques internes. Pour pallier ces lacunes, nous avons mené une série d'expérimentations afin d'évaluer l'impact des lixiviats de MPs sur les moules en tenant compte de leur stade de reproduction et de leur sexe. Nos résultats mettent en évidence l'importance de prendre en considération ces paramètres et de les intégrer dans les recherches futures afin d'améliorer la pertinence des évaluations des risques écotoxicologiques.

Processus biotiques impliqués dans la minéralisation des dépôts de Tufa

Emmanuelle Vennin¹, Pierre Boussagol¹, Madeline Duret², Aline Bonnotte³, Irina A. Bundeleva¹, Elodie Noiro³, Chrystel Deulvot³, Pieter Visscher⁴

¹ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

² Université de Fribourg (Suisse)

³ DImaCell, Université de Bourgogne Franche-Comté, INRAE

⁴ Department of Marine & Earth Sciences, University of Connecticut (USA)

Contact : emmanuelle.vennin@u-bourgogne.fr

Dans la région Bourgogne-Franche-Comté, la présence fréquente de concrétions carbonatées dans les rivières alimentées par des sources karstiques suscite des questions quant à leur origine, notamment sur l'implication des communautés microbiennes dans la précipitation de ces carbonates. Ces formations, souvent appelées " dépôts de tufas ", se développent généralement à des températures ambiantes dans des eaux saturées en carbonates, et sont associées à une végétation dense comprenant des microphytes, macrophytes et des microorganismes photosynthétiques. Plusieurs mécanismes de précipitation ont été proposés pour expliquer la formation de ces dépôts en milieu d'eau douce, mais la nature biotique ou abiotique des tufs reste un sujet débattu.

L'objectif de cette étude est d'approfondir la compréhension des conditions de formation des dépôts de tufas, en prenant pour exemple la rivière Seille à Baume-Les-Messieurs, riche en concrétions carbonatées. Cette rivière, alimentée par des sources karstiques contenant des ions Ca^{2+} et HCO^- , indispensables à la précipitation du CaCO_3 , présentent une grande diversité morphologique, avec des structures allant des tuffières de plus de 10 mètres de hauteur à de petits oncoïdes de quelques centimètres.

Les analyses multi-échelles et multi-techniques de ces concrétions ont révélé que leur formation résulte d'une interaction complexe entre processus physico-chimiques et biologiques, mais toujours associée à des marqueurs d'une activité microbienne. Par ailleurs, la minéralisation des tufs contribue à réduire l'impact de la dissolution des plateaux calcaires sur l'augmentation du CO_2 atmosphérique, tout en jouant un rôle dans la régulation du CO_2 dissous dans les rivières. De plus, un processus contrôlé reproduisant la formation naturelle de ces carbonates pourrait offrir une solution prometteuse pour la capture et le stockage durable du CO_2 .

A first observation of MSGL-like ridges formed in valley glacier context (Durance Glacier, French Alps, Wurm)

Jean Vérité¹, Pierre Dietrich², Alexis Nutz³

¹ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

² UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

³ UMR 7330 CEREGE, CNRS, Aix-Marseille Université, IRD, INRAE, Collège de France

Contact : verite@ipgp.fr

Subglacial bedforms are relevant geomorphic markers for palaeo-glaciological reconstructions. Among them, Mega-Scale Glacial Lineations (MSGs) are smoothed, elongated and flow-parallel ridges, typically 100s m wide and a few kilometers long. They are basically interpreted as periodic features spontaneously arising from the deformation of a subglacial sedimentary bed under the shearing generated by fast-flowing ice.

MSGs are commonly reported below modern and Quaternary ice sheets, particularly where ice flow velocities reach a few kilometers per year. However, MSGs have not yet been reported at the base of valley glaciers in mountain contexts, even if similar bedforms in shape and formation process - but of a smaller scale (i.e. drumlins and flutes) - have been described. Indeed, valley glaciers are considered to never reach sufficient ice flow velocities and finite subglacial deformation to produce such elongated bedforms.

However, the recent advent of high-resolution Digital Elevation Models (DEMs) based on aerial LiDAR data allow glacial geomorphology to be more accurately documented in the context of such valley glaciers by refining morphological analyses, identifying previously unrecognized landforms, and thus revising current valley glacier dynamics.

Using the recent 1-m resolution LiDAR DEMs provided by RGE ALTI®, we here show the existence of smoothed, elongated, curvilinear and continuous ridges constituted of subglacial till in the Gap area (French Alps), which was covered by the Durancian Glacier during the Last Glacial stage. These ridges, typically 10s-100 m wide and 3 m high, present a remarkable wavelength of ~100 m forming a characteristic periodic pattern. Comparing these sedimentary and morphological observations with ice-sheet related MSGs, we interpret these ridges as the first example of MSGs formed in a valley glacier context.

Combined with morainic vallums, these preserved glacial morphologies allow to fundamentally refine the palaeo-dynamics of Durance Glacier. In this region, the Durancian Glacier reached its maximum extent 50 km downstream during the LGM and is thought to have completely retreated across the Gap valley after ~ 18 ky cal BP (Cossart et al., 2008, 2011). During this time interval, discontinuous phases of glacier acceleration (i.e. surges) could have intermittently reached sufficient ice flow velocities and bed deformation degrees to form MSG-like ridges. These glacier surges may have occurred as a result of infill and sudden drainages of proglacial or subglacial lakes in a warming deglaciation context. Considering this unprecedented observation, we also suspected that an extremely erodible sedimentary bedrock and a location on valley flank may have constituted preferential conditions for their formation from a sufficiently thick till layer and preservation from proglacial fluvial erosion.

Numerical modeling reveals an equilibrium interdune distance in context of low sand availability induced by long-range flow perturbations

Jean Vérité¹, Clément Narteau¹, Olivier Rozier¹, Jeanne Alkalla¹,
Laurie Barrier¹, Sylvain Courrech Du Pont²

¹ UMR 7154 IPGP, Université Paris-Cité, CNRS, CNES

² UMR 7057 MSC, Université Paris-Cité, CNRS

Contact : verite@ipgp.fr

In most dune systems, the various elementary dune types and patterns can be systematically related to wind flow and sand availability. This relationship is based on the continuous feedback mechanism between topography, bed shear stress, and sediment transport, which has been formalized to describe dune instability. Regardless of the wind regime, when sand availability is abundant, this instability leads to the development of a dune pattern characterized by a specific wavelength and a continuous alternation between zones of deposition and erosion. However, in regions with limited sand availability, dune instability and wavelength coarsening no longer explain the formation of periodic dune fields. Under such conditions, isolated dunes, separated by sediment-free surfaces, may increase in height, migrate, collide or elongate, eventually forming large-scale dune fields that adapt to changing wind conditions. In such a context of low sand availability, a particularly underexplored area is how the flow perturbations induced by isolated dune topography affect sediment transport, alter the dynamics of neighboring dunes downstream and select a characteristic dune wavelength.

Here we choose to work with the ReSCAL numerical dune model that combines two cellular automata simulating sediment transport and turbulent flow, and offer the opportunity to quantify the dynamic interactions between topography, shear stress and sediment transport. In order to work under optimal conditions that allow to measure systematic deviations of dune spacing resulting from long-range flow-induced perturbations without dune collisions and mass exchanges, we work with a 2D configuration where two equal-sized dunes lying on a non-erodible bed are exposed to a symmetric reversing flow. To quantify these interactions, we measure the mean shear stress exerted on dune stoss slopes, to show how it governs the relative migration rate of dunes, and how it is modulated by dune shape and crest reversal dynamics.

Depending on their initial spacing, dunes either exhibit attraction or repulsion - i.e. the downstream dune migrates slower or faster than the upstream one respectively - ultimately converging towards a steady-state spacing. This equilibrium distance decreases with increasing flow strength and increases with both the period of flow reorientation and dune size. It is primarily governed by the aspect ratio of reversing dunes and the structure of the turbulent wake they produce, which continuously modulates the mean shear stress exerted on the downstream dune. In multi-directional wind regimes with non-erodible interdune surfaces, these long-range flow perturbations provide an alternative mechanism for wavelength selection in linear dune fields.

An integrated multi-proxy approach to characterize the southern part of the Al Idrissi strike-slip fault system, Alboran sea

Léa Vidil¹, Elia D'Acromont¹, Laurent Emmanuel¹, Sara Lafuerza¹,
Sylvie Leroy¹, Alain Rabaute¹, Fabien Caroir¹

¹ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS
Contact : lea.vidil@sorbonne-universite.fr

In the Alboran Sea, oblique convergence between the African and Eurasian plates led to the establishment of the active Al Idrissi sinistral strike-slip fault system 1 Ma. Several moderate magnitude earthquakes ($M_w > 6$) have been recorded on different segments of this fault system.

This study aims to analyse the dynamics of this nascent plate boundary by studying the seismic events recorded in sedimentary series especially since 200 ky. We focused on a key transtensive fault transect, the Bokkoya fault system, which displaces the Small Al Idrissi Volcano. This fault segment has a lateral extent of 11km along its strike, oriented N027°. Sedimentation is significantly influenced by the circulation of deep Mediterranean water masses, leading to contouritic deposits and likely mass movement during seismic events.

We used a panel of geological, geophysical, geotechnical and geochemical tools acquired during the ALBACORE oceanographic campaign (R/V Pourquoi pas? 2021, <https://doi.org/10.17600/18001351>). This work is part of the ALBANE0 ANR project, which aims to understand the dynamics of this emerging plate boundary and assess the hazards in this area of the western Mediterranean. The data analysed come from (i) four sediment calypso cores (ALB_CL26, CL54, CL53 and CL52) ranging from 10 to 19meters, analysed with a multi-sensor core logger (MSCL) and X-Ray Fluorescence (XRF), (ii) piezocone tests (CPTu) using the Ifremer Penfeld, (iii) multibeam bathymetry data and (iv) seismic reflection/sub-bottom profiles. This multi-proxy dataset collected along a transect perpendicular to the Bokkoya fault system, provided a detailed sismostratigraphy, calibrated with identified seismic horizons, CPTu and sediment core dating.

Oxygen isotopic curves were calibrated using ^{14}C radiocarbon analysis, enabling sedimentary series to be dated up to 40 ka. Accordingly dated, representing the first 19 m of sediment cores: the cold stadials, with the Younger Dryas; the Heinrich Stadials 1 and the Last Glacial Maximum. The sedimentation rate is about 40-35 cm/kyr in the depression zone whereas on either side of the contourite drift, it is about 20-25 cm/kyr. The other reflectors were dated according to the sedimentation rate determined from $\delta^{18}\text{O}$.

The recognition of at least 6 to 7 seismic events and possibly 3 events due to bottom currents, with or without tectonic activity, in the past, are identified by comparing the sedimentary successions of the different fault compartments and drifts. The active Bokkoya fault appears to offset the sedimentary series with a normal component, and a cumulative vertical throw of 33m is assessed between the seafloor and the oldest reflector dated at around 190 kyr.

The results from the different datasets allow us to identify (1) syn-tectonic deposits that may be associated with past co-seismic events (2) intense erosional events that may be associated with localized water masses currents (3) a thermal anomaly whose origin is to be determined. This dataset highlights the complex interaction between tectonics and sedimentation/erosion along this segment of the Bokkoya fault over at least 200 ka.

Micrite diagenesis in the late Jurassic of the Eastern Paris Basin: insights for engineering for the CIGEO project

Benoît Vincent¹, Christophe Rigollet², Jean Cochard³, Sara Khalil, André-Felipe Mejia-Duran, David Grégoire⁴, Nicolas Beaudoin⁴, Benjamin Brigaud⁵, Thomas Blaise⁵, Thierry Reuschlé⁶, Pierre Pellenard⁷, Philippe Landrein³

¹ Cambridge Carbonates Ltd (UK)

² CVA Engineering France

³ ANDRA, Chatenay-Malabry

⁴ UMR 5150 LFCR, Université de Pau et des Pays de l'Adour, CNRS, TotalEnergies

⁵ UMR 8148 GEOPS, Université Paris-Saclay, CNRS

⁶ UMR 7063 ITES, Université de Strasbourg, CNRS

⁷ UMR 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS, EPHE

Contact : benoit@cambridgecarbonates.co.uk

The "Calcaires du Barrois" is a Kimmeridgian to Tithonian Formation dominated by micritic limestone, outcropping in the eastern Paris Basin. The surface installations of the CIGEO (Industrial Centre for Geological Disposal) project led by the the Andra (French National Agency for Radioactive Waste Management) are planned to be located in the upstream recharge zone of the active karstic aquifer of the "Calcaires du Barrois", and it is thus of primary interest to characterise this Formation to provide guidelines for the planning and the sizing of these facilities. A study, based on the analysis of three key cored wells, was designed by integrating petrography, and SEM, C & O stable isotope geochemistry, XRD (X-Ray Diffraction), petrophysics and geomechanics.

The "Calcaires du Barrois" underwent several stages of diagenesis that defined the current properties. Unconformities associated with the Jurassic-Cretaceous transition were associated with long-lasting early subaerial exposures during which freshwater flowed efficiently through the upper half of the formation. Through various processes, microporosity was preserved in micrites in this interval consisting of dominantly clean limestone. The lower half of the formation, more argillaceous, was not or only slightly affected by the early meteoric diagenesis and recrystallization and cementation of micrites occurred during burial diagenesis, involving chemical compaction. Later, during the return to the surface associated with the Cenozoic orogens, another phase of meteoric diagenesis affected the uppermost few metres of the outcropping portions of the formation. An intra-formational boundary was developed, which separates (1) a lower half of the "Calcaires du Barrois" with dense and tight micrites, showing high Young's Modulus values, and a moderate intensity of fractures, from (2) an upper half with microporous micrites showing low Young's Modulus values, and almost devoid of fractures. A transitional zone of about 30 m-thick sitting above this boundary, with intermediate properties, accommodated most of the deformation linked to the Cenozoic west-European orogens and is intensively fractured.

These findings imply a reappraisal of the current hydrogeological model and thus have an immediate outcome for the CIGEO project.

Retour d'expérience sur la campagne d'Avril 2024 avec le carottier dit "Amaury", modifié par le CCF, et la barge COR'IN dans la lagune d'Orbetello (Toscane, Italie)

Cécile Vittori¹, Laurent Augustin², Alain De Moya³, Trevor Popp⁴, Jimmy Desnues⁵, Alessandro Conforti, Gilles Brocard, Marco Leporatti Persiano, Jean-Philippe Goiran

¹ UMR 5133 Archéorient, Université Lumière Lyon 2, CNRS

² Division technique INSU/SDU, CNRS

³ Carottage Continental France, CNRS

⁴ OSUG, Université Grenoble Alpes, CNRS, INRAE

⁵ UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, CNRS

Contact : cecile.vittori@gmail.com

La lagune d'Orbetello (Toscane, Italie) est une vaste lagune côtière séparée de la mer par un double tombolo qui relie l'île D'Ansedonia au continent. Sa ville éponyme occupe l'extrémité d'un ancien cordon lagunaire partiellement immergé. Une succession de projet a été obtenue pour étudier les relations hommes environnements sur le temps long dans cette ville lagunaire où les problématiques de confinement mettent en danger la sécurité sanitaire de ses habitants. Cette lagune se caractérise par deux principales contraintes techniques pour le carottage : sa forte salinité, proche de celle de la mer, et sa faible profondeur (en moyenne 1 à 1,5 m de profondeur). Une première campagne de carottage (autonome 2020) à l'aide d'un carottier gravitaire Uwitec avait rencontré d'importants problèmes de récupération, c'est pourquoi une demande de soutien a été réalisée auprès du C2FN.

Le carottier dit Amaury a été développé dans les années 80, par A. De Réseguier (ingénieur EPOC, CNRS), pour carotter dans les zones intertidales et autres terrains meubles d'accès difficile. Il a rapidement été dupliqué au laboratoire M2C et Géosystèmes. Suite à une visite chez Géosystèmes (actuellement LOG) en 2012, le C2FN a pu sous-traiter un dossier de plans et faire fabriquer une nouvelle version pour être vendue à l'entreprise européenne "ERAMET-COMILOG" en 2014. Depuis 2023, le dossier de plan a été revu par le CCF (Carottage Continental France) DT-INSU et un nouvel ensemble complet a été fabriqué. Le carottier en version 3" avec une échelle modulable de 4, 6 ou 8 m permet de récupérer des carottes respectivement de 2, 4 et 5,5m de longueur. L'échelle de 8m est conçue pour être montée sur la barge CORE'IN (7m x 4m) du CCF, homologuée navigation fluviale depuis octobre 2023. C'est cet ensemble qui a été utilisé avec succès pour la toute première fois en version 8 m sur la barge CORE'IN dans la lagune d'Orbetello en avril 2014.

Le carottier est un simple tube à paroi mince sans "liner", mono passe, à piston stationnaire, qui peut percuter ou vibrer. La plateforme porteuse est une échelle de couvreur disposée verticalement directement sur le sol. C'est un ensemble léger, ultra portable dans sa version la plus courte. Elle peut être gréée l'arrière d'un véhicule, sur un bateau ou une barge. Le carottier est un tube d'aluminium à peau fine sur lequel est fixée une trousse coupante (ogive-shoe) avec ou sans panier (basket shoe). Un piston stationnaire attaché à un câble, lui-même immobilisé par une pince en haut de l'échelle de couvreur, permet un effet de seringage pour aider les sédiments à monter dans le tube et les retenir. Le tube carottier est connecté par la tête avec un manchon et une pince au percuteur ou au vibreur suivant la configuration. Un chariot mobile porteur du

percuteur ou du vibreur, se déplace le long de l'échelle et permet la descente du tube carottier dans les sédiments. En fin de passe un système de mouflage avec une corde permet d'extraire le tube carottier. Pour les extractions difficiles, des palans électriques ou à chaîne peuvent être utilisés.

Malgré des contraintes externes qui ont fortement impacté le prévisionnel de carottage (vent, bloom algaires, etc.) une série de 6 carottes sédimentaires a été collectée, dont une carotte de 5,6m de long. Les carottes ont été transportées et ouvertes sans tronçonnage à l'antenne ardéchoise d'Archéorient. L'une des carottes a été stoppée vers 1,2 m par un beach-rock. Des éclats de ces sables consolidés ont vraisemblablement remonté le long de la carotte sous l'effet de la percussion, ce qui a fortement perturbé sa stratigraphie. La carotte la plus longue (5,6 m) a quant à elle révélé une stratigraphie continue de très grande qualité. Dans ce secteur, le fond de la lagune n'a pas été atteint et le carottier a traversé des séquences limoneuses et argileuses avec des éléments coquilliers, mais sans amas. À la base de la carotte, le carottier a pu traverser une séquence riche en très grosses et épaisses valves de *Cerastoderma* sp. comparables à celles qui avaient bloqué le vibro-carottier lors d'une précédente campagne de carottage. La configuration du carottier avec percuteur semble donc particulièrement adaptée pour collecter une stratigraphie non perturbée dans des lagunes peu profondes, où d'autres systèmes de carottage ne permettent pas d'obtenir des carottes mono-Run.

How can geology help to better characterize and manage aquifers and water resources? An example in Chios Island

Stylianos Voudouris^{1,2}, Youri Hamon¹, Rémy Deschamps¹,
Konstantinos Chalikais², Nathalie Collard¹, André Fournio¹, Carla
Lagardère^{1,3}, Julien Dupont², Milanka Babic²

¹ IFPEN, Géoscience, Rueil-Malmaison

² UMR 1114 EMMAH, Avignon Université, INRAE

³ UMR 7193 ISTEP, Université Paris-Sorbonne, CNRS

Contact : youri.hamon@ifpen.fr

In Chios Island (East Aegean region), the lack of thorough hydrogeological knowledge of aquifers led to fragmented water management. Combined with the effects of climate change, this is leading to a heavy depletion of water resources. This preliminary work, part of an ongoing PhD project, aims to propose first ideas on the structure of the different Chios aquifers and identify the leading geological heterogeneities that drive the natural springs spatial distribution. The current relief of Chios has been essentially shaped by the so-called Alpine orogeny. The most striking result is a nappe structure acquired at the very end of the Cretaceous-Paleogene transition.

An autochthonous (or lower) unit is composed of a flysch series, alternating 1) intervals dominated by well-stratified, sandy turbiditic facies, Viséan in age; 2) chaotic intervals showing deformed olistoliths (10 m to kilometeric size) embedded in the turbidites, including massive and well-bedded limestones, cherty limestones, radiolarites and volcanic rocks, ranging in age from Early Silurian to Early Carboniferous. This Paleozoic series is overlaid unconformably by a carbonate platform series (Lower Triassic-Jurassic), the upper part of which is affected by several paleokarsts and bauxitic layers. The autochthonous series is associated with NNE to NE-trending folds and fold-thrusts of all sizes, as well as thrust faults of the same direction. These structures are likely the result of a compressive deformation phase preceding that responsible for the nappe structure.

An allochthonous series is represented by remnants of a nappe, observed in several places on the Island, which overlies the autochthonous basement. Its probable origin is located between the islands of Chios and Lesbos. It consists of an Upper Paleozoic series (detrital Carboniferous- neritic Permian carbonate) unconformably overlain by Lower Jurassic carbonate deposits, with the notable absence of Triassic succession. Since the Early Oligocene, the region has been mainly affected by back-arc extension, driven by the progressive southward retreat of the African slab. In Chios, this extension induces an inversion of the previous compressive structures and the formation of a sedimentary basin in the southeast of the Island. The latter is filled by fluvial-lacustrine green sands and reddish silts (Late Burdigalian-to Early Serravallian), followed by freshwater lacustrine deposits of Pliocene age.

The spatial distribution of natural springs is closely linked to this geological diversity. The main aquifer of Chios corresponds to the intensely karstified Triassic plateau, acting both as a recharge area and a reservoir. Numerous perennial springs, outlets of this system, are located at the contact between Paleozoic and Mesozoic formations, forming a strong permeability contrast. This contact can be: 1) in the W, stratigraphic; 2) in the E, tectonic, along a major thrust fault. Some springs are also observed on the periphery of the allochthonous nappe remnants, where the thrust sole can act as an aquiclude, defining local perched aquifers.

In the Paleozoic series of the autochthonous unit, in the NW, small springs presumably associated with shallow aquifers are preferentially located in the intervals with olistoliths (some of them being heavily karstified). Finally, secondary structures also influence the location of the springs: minor faults affecting the autochthonous, allochthonous, and Neogene series indiscriminately; sedimentary heterogeneities (paleokarsts and bauxitic layers).

Preliminary geochemical analyses of springs highlighted a continuous mixing between two major hydrochemical facies, namely Mg-, Ca-bicarbonate and Na-chloride, suggesting the influence of seawater and possible saline intrusion onto the freshwater. These results will be consolidated and integrated into a broader framework that will help to elaborate a robust conceptual hydrogeological model, helping to improve the water management scheme.

Version temporaire

A source-to-sink model for Upper Paleozoic sandstones from Armenia: new insights into the evolution of the northern margin of Gondwana

César Witt¹, Marc Poujol², Olivier Bruguier³, Massimo Chiaradia⁴, Sakina Traore, Vahram Serobyan⁵, Catherine Cronier⁵, Monique Seyler¹, Taniel Danelian⁵

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

³ UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS

⁴ University of Geneva (Switzerland)

⁵ UMR 8198 EEP, Université de Lille, CNRS

Contact: cesar.witt@univ-lille.fr

The South Armenian Block (SAB) is a peri-Gondwana block that was part of the Cimmerian super-terrain, located in northeastern Gondwana during most of the Paleozoic. Very well preserved mature to ultra-mature siliciclastic sediments are documented in three Upper Devonian - Carboniferous stratigraphic sections in the SAB. These sections are crucial for understanding the geodynamic evolution of the block, as they provide a unique opportunity to obtain zircon petrochronological constraints (i.e., U-Pb age, Hf, d18O and trace elements) that can be further translated into models constraining the sediment provenance, the nature of magmatic reservoirs, the crustal thickness evolution, among others.

Approximately 240 detrital zircons from two late Devonian and one early Carboniferous sedimentary sections in the SAB were subjected to U-Pb dating, and Lu-Hf and O isotopic and trace element analysis. The sandstones are very mature and contain at least 90% quartz, indicating significant sedimentary transport. The detrital zircon record of the Devonian and Carboniferous sandstones of the SAB is dominated by Paleozoic (18%), Neoproterozoic (~63%) and Mesoproterozoic and older ages (~19%), with the greatest concentration of ages peaking at ~600 Ma, ~890-900 Ma and ~2.5 Ga. These ages are typical for northern Gondwana settings. Thus, the wealth of data indicates that the SAB sandstones were sourced from distal pan-African basements related to the Saharan craton, with only minor (more proximal) contributions from the Arabian-Nubian shield and the Cadomian arc.

Several zircon markers (e.g., U/Yb, L/H REE and Ce/Y) define a bell-shaped distribution with higher values between 700 and 500 Ma. This suggests greater continental affinities, and most likely thick crustal settings, for this interval. All of these ratios decrease significantly at ~500 Ma, indicating a marked reduction in the continental signature and the early rifting of the northern Gondwana terrains.

Because of: 1) its peripheral position with respect to Gondwana; 2) its general stratigraphic facies; 3) its U-Pb age spectra; and 4) its general Neoproterozoic zircon TE continental signature, the sandstones of the SAB may represent very distal exposures of the Super Gondwana Fan System, thus extending the life of the supercontinental-scale fluvial and alluvial fan system into the Lower Carboniferous.

Using detrital zircon petrochronology for discriminating sourcing from magmatic arcs emplaced in continental and oceanic crusts: the case of the Ecuadorian forearc

César Witt¹, Olivier Bruguier², Marc Poujol³, Éric Arminot du Châtelet¹,
Sandra Ventalon¹, Delphine Bosch², Monique Seyler¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² UMR 5243 Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS

³ UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, CNRS

Contact : cesar.witt@univ-lille.fr

The Cenozoic magmatic arc in Ecuador (north of 3°S) can be defined as a continental arc emplaced in a transitional continental upper plate (i.e., oceanic crust of plateau affinity accreted to the continent). This configuration is very different from the southern Ecuadorian and northern Peruvian arcs, which were built on autochthonous crust. The Cenozoic Ecuadorian magmatic arc (~60-7 Ma) and forearc basin pair is an excellent laboratory to test zircon geochemistry as a sedimentary provenance indicator. Indeed, the location of the study area, close to the limit of accretionary terrains in the Northern Andes, is key to analyze the different inputs from autochthonous and allochthonous crusts towards the forearc basins.

Zircon petrochronology is emerging as a powerful tool for unravelling the sedimentary history of orogenic basins. To explore the geochemical characteristics of zircons derived from either continental or oceanic crust, in this study we use detrital zircons from the Coastal Cordillera (CC) of Ecuador complemented with published data (zircon ages and chemistry) obtained from sedimentary rocks of SW Ecuador. Preliminary results show that eHf defines a long-lived trend characterized by juvenile sources in the CC and enriched/recycled sources in SW Ecuador. Thus, eHf and d18O define two distinct ~60 Ma mantellic magmatic reservoirs: a juvenile arc emplaced in immature accreted crust to the north and a highly differentiated arc emplaced in the continental crust to the south.

To achieve our provenance goals, we performed a clustering and multivariate analysis on zircon trace elements on a dataset of ~300 zircon grains with concordant ages. Preliminary results show that characteristic trace elements such as U, La, Ta and Nb and ratios such as U/Yb, Th/U, Ce/Y and Nb/Ta and L/H REE clearly distinguish the two arc signatures and are considered as good markers for sediment provenance in this particular arc-forearc setting.

Process of Homogenite deposit in lacustrine setting: a numerical investigation

Muhammad Naveed Zafar¹, Pierre Sabatier¹, Denys Dutykh², Hervé Jomard³, William Rapuc¹, Patrick Lajeunesse⁴, Lorène Scabello⁵, Emmanuel Chapron⁵

¹ UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, CNRS, IRD

² Khalifa University of Science and Technology (UAE)

³ IRSN, PSN-EXP/SES/LMAPS, Fontenay-aux-Roses

⁴ Département de Géographie, Université Laval, Québec (Canada)

⁵ UMR 5602 GEODE, Université Toulouse le Mirail, CNRS

Contact : pierre.sabatier@univ-smb.fr

Lake sediments are used as archives of past earthquake history thanks to the identification and dating of event deposits. We propose to investigate the depositional mechanisms and formation of homogenite deposit layers within a lacustrine environment, which are often interpreted as earthquake signature. We introduced a comprehensive numerical model to simulate the complex geological processes associated with earthquake-induced subaqueous landslides and related tsunamis in closed lakes. Here, we focus on the 1822 CE earthquake in the European Alps, which triggered subaqueous landslides of volume and seiches in Lake Bourget. We reconstructed homogenite deposits and seiche waves by coupling coseismic displacement, seismic wave propagation, and mass movement with a tsunami model constrained by geological records. On the basis of simulations of the lake's fundamental mode and seiche waves, our findings indicate that seismic waves were the primary drivers of seiches in Lake Bourget, triggering fundamental modes about 1000 times more than subaqueous landslides. These seismic-induced seiche waves led to the formation of a homogenite layer in Lake Le Bourget, while water movement from a subaqueous landslide caused a small tsunami with a runup height of about 2.5 m on the frontal shore. The overall tsunami runup height aligns with historical observations. This research advances our understanding of lake sedimentation processes, which is crucial for reconstructing the history of past earthquakes and associated hazards.

Contraintes naturelles et anthropiques sur l'évolution du paysage végétal de l'archipel de Kerguelen observées par le prisme des isotopes stables

Charlotte Zitter¹, Viviane Bout-Roumazeilles¹, Sébastien Lefebvre¹,
Nicolas Tribovillard¹, Emily Lloret², Loïc Michel³, Gilles Lepoint³,
Marion Delattre¹, Éric Armynot du Châtelet¹

¹ UMR 8187 LOG, Université de Lille, ULCO, CNRS, IRD

² ULR 4515 LGCgE, Université de Lille, Junia, IMT Nord Europe, Université d'Artois

³ Département de Biologie, Ecologie et Evolution, Université de Liège (Belgique)

Contact : eric.armynot@univ-lille.fr

L'archipel de Kerguelen est situé dans le sud de l'océan indien à 49° de latitude sud. Isolé géographiquement, il subit néanmoins depuis la fin de l'Holocène des modifications majeures de l'environnement d'origines tant climatiques qu'anthropiques, que nous nous attachons ici à évaluer.

Une carotte de 57 cm fut prélevée à Port-aux-Français dans un fond de vallée dans laquelle se développe un sol riche en matière organique. Les isotopes stables du carbone et de l'azote ont été mesurés tous les cm. En parallèle, ces mêmes isotopes ont été analysés sur les parties aériennes de 68 végétaux actuels (23 espèces ou groupes d'espèces). A partir de cette base de données isotopiques inédites des végétaux actuels, l'objectif est de reconstituer le contexte environnemental des écosystèmes enregistrés dans les sols depuis 3000 ans.

La signature isotopique des végétaux actuels permet d'isoler 3 groupes : les plantes natives, les plantes introduites (nombreuses poacées avec un $\delta^{15}\text{N}$ plus important) et les bryophytes (plus riches en $\delta^{13}\text{C}$).

La carotte est structurée en trois grandes périodes datées au ^{14}C (Ancienne : avant -1000 AD, Moyenne : ~500 AD, Récente : 10 dernières années). Le $\delta^{13}\text{C}$ dans la carotte diminue vers la surface, ce qui peut être expliquée par la dégradation de la matière organique par l'activité microbienne. Le $\delta^{15}\text{N}$ augmente de 14 à 20‰, le long des périodes Ancienne et Moyenne, pour retrouver des valeurs de 16 ‰ dans la période Récente. L'interprétation va vers, soit une spécificité de la couverture végétale avec un pic vers 2008 de couverture par des plantes introduites et un changement d'environnement, soit des apports autres que végétaux liés à l'activité humaine ou plus vraisemblablement des animaux comme des oiseaux et des phocidés, nombreux sur le site.

Index des auteurs

- Abraham Romain, 241
Adam Pierre, 33, 242
Adatte Thierry, 2
Addad Ahmed, 92, 131, 191
Adelinet Mathilde, 116
Ader Magali, 33
Aguerre Olivier, 207, 209
Aguirre-Urreta Beatriz, 222, 256
Agustsdottir Thorbjorg, 262
Al Bayssari Yara, 210
Alain Karine, 262
Alary Claire, 89, 106, 108
Albarède Francis, 3
Albarede Hugo, 4
Albertão Gilberto Athayde, 12
Alexandre Fornel, 285
Alkalla Jeanne, 14, 310
Allanic Cécile, 40
Allouti Salim, 168, 216
Alus Louis, 5
Amann Benjamin, 15
Amédéo Francis, 7
Amin Douillet Guilhem, 120, 232
Ancrenaz Arthur, 104
André Silvère, 273
Andrieu Simon, 31, 47, 83, 166, 170, 205, 220
Angrand Paul, 166
Anselmetti Flavio, 96, 147, 148
Antoine Pierre, 9, 69, 145, 269
Araujo Hamilton, 17
Arce-Chamorro Carlos, 18
Armitage John, 20, 105, 274
Armynot du Châtelet Éric, 241, 318, 320
Arnason Knutur, 262
Arnaud Fabien, 21, 22, 33, 80, 81, 144, 149, 204, 217, 257, 266
Aslanian Daniel, 203
Asmaël Nazeer, 187
Aubert Irène, 218
Aubineau Jérémie, 11
Augier Romain, 52
Augustin Laurent, 9, 313
Aupart Claire, 234
Aupissy Christian Pierrick Simon, 23
Avagyan Ara, 88
Averbuch Olivier, 58, 304
Azzam Fares, 25
Babic Milanka, 315
Babonneau Nathalie, 26, 29, 45, 193
Baby Guillaume, 203
Baby Merin, 28
Bachèlery Patrick, 70, 306
Bacon Jérémy, 145
Baele Jean-Marc, 296
Bafounga Yensinga, 158
Bailleul Julien, 29, 76, 194
Bailly Cédric, 31, 47, 83, 205, 220
Baize Stéphane, 299, 301
Bakke Jostein, 21
Baltzer Agnès, 37, 38, 73, 74
Bankole Olabode, 84
Baral Céline, 91
Barbarand Jocelyn, 25, 168
Barboni Doris, 258
Baron Fabien, 11
Barrès Odile, 216
Barreyre Thibaut, 262
Barrier Laurie, 310
Barrier Pascal, 29
Barrois Jean-Marie, 39, 100
Bascoul Vincent, 61
Basile Christophe, 53, 138
Bassetti Maria-Angela, 53, 138
Baudin François, 33, 212, 270
Baudouin Vivien, 48
Bauer Daniela, 274
Bauer Hugues, 44
Baut Jean-Paul, 44
Bauve Victorien, 280
Bavec Milos, 96
Bayon Germain, 193
Beaudoin Nicolas, 312
Beaufort Luc, 306
Beauger Aude, 104
Beccaletto Laurent, 40, 42, 164
Bedell Jean-Philippe, 126
Beernaert Mathilde, 44
Belliard Hélène, 45
Bellingery Marie-Charlotte, 280
Beltran-Sanahuja Ana, 28
Ben Jeddi Sarah, 236, 237
Ben Mefteh Amina, 236
Ben Mna Haifa, 236, 237
Ben Saïd Eleys, 222
Ben Slimane Abir, 282
Benabdelkrim Zidan, 31, 47, 83
Benabdellouahed Massinissa, 246
Benan Cheikh, 59
Benarioumlil Sylvain, 142
Benhachemi Mohammed Karim, 175
Benoist Jésahel, 7
Benzerara Karim, 153, 154, 191
Bergogne Mathis, 31, 47, 83
Bernard Julien, 306
Bernard Sylvain, 131, 191
Bernier-Turpin Gauthier, 162
Bert Hugo, 154
Berthod Carole, 306
Bertin Xavier, 15
Bertran Pascal, 187, 189
Besse Youn, 241
Bettencourt Vladimir, 153
Bichet Vincent, 80
Bignon Julie, 306
Biguenet Maude, 81
Billières Clélia, 35
Billon Gabriel, 89, 106, 108
Billy Isabelle, 257
Billy Julie, 35, 48, 238
Bindelli Lucas, 50
Binnie Steve, 18
Biotto Deryk Willyan, 12
Bisqueret Alix, 280
Blaise Thomas, 25, 52, 168, 210, 312
Blichert-Toft Janne, 3
Blin Paul, 53, 138

Bodereau Nathan, 90
 Boisorieux Mathias, 248
 Boisserie Jean-Renaud, 258
 Bolton Clara, 306
 Bonnet Stéphane, 105
 Bonnotte Aline, 308
 Bordenave Aurélien, 42, 55, 164, 183
 Borgomano Jean, 223
 Bosch Delphine, 318
 Bosquier Aurianne, 57
 Bosse Valérie, 176
 Bossennec Claire, 58
 Bouchery Wilson, 205
 Bouculat Jean-François, 104
 Bourdelle Franck, 158
 Bourget Julien, 59, 279
 Bourillot Raphaël, 61
 Bourquin Sylvie, 118
 Bourrier Émeline, 62
 Boussagol Pierre, 308
 Bousseau Théo, 191
 Bout-Roumazeilles Viviane, 305, 320
 Bowler Briony, 155, 156
 Brasseur Boris, 145
 Braud Isabelle, 282
 Bremond Laurent, 217
 Bretonnière Florian, 64, 266
 Briais Justine, 205, 207, 209, 220, 290
 Brigaud Benjamin, 31, 47, 52, 61, 66, 67, 83, 205, 210, 220, 312
 Brigode Pierre, 280
 Brisset Elodie, 109
 Brito Hermes Dias, 12
 Brocard Gilles, 313
 Brooks Edward James, 225
 Brouand Marc, 264
 Bruguier Olivier, 317, 318
 Buchwald Thomas, 69, 269
 Buljore Dhashna, 70, 71
 Buoncristiani Jean-François, 72, 259
 Burnol André, 55
 Buscaïl François, 248
 Buylaert Jan-Pieter, 179
 Caley Thibaut, 4
 Calvat Pascal, 257
 Camin Capucine, 161
 Camy-Peyret Jacqueline, 275
 Capar Laure, 40, 42
 Caquineau Sandrine, 53
 Carcel Damien, 87
 Cariou Elsa, 38, 73, 74
 Carlot Noémie, 218
 Caroir Fabien, 75, 76, 311
 Caron Benoit, 21
 Carretier Sébastien, 105
 Casalbore Daniele, 29
 Cassar Cyril, 274
 Castillo Alain, 11
 Cathelineau Michel, 264
 Catinat Maxime, 67
 Cattaneo Antonio, 45
 Cauliez Jessie, 266
 Caumartin Jeanne, 154
 Caumon Marie-Camille, 216
 Cavailhes Thibault, 77, 159, 223
 Cazalis-Henry Solène, 79
 Ceramicola Silvia, 29
 Chakroun Amel, 283
 Chalikais Konstantinos, 315
 Chang Yuan-Pin, 26
 Chanier Frank, 7, 29, 76
 Chapron Emmanuel, 80, 104, 319
 Charlier Karine, 306
 Chateaufort Jean-Jacques, 44
 Chaumillon Éric, 81, 238, 295
 Chauveau Benoit, 82
 Chauviteau-Lacoste Annabelle, 73
 Chavagnac Valérie, 11
 Cheppe Gaëtan, 7
 Chevalier Marie-Luce, 139, 140
 Chevalier Nicolas, 102
 Chevalier Yannis, 83
 Chi Fru Ernest, 11, 84, 128
 Chiaradia Massimo, 317
 Chraïki Ibtissam, 84
 Claes Hannes, 135
 Clarke Stuart, 155, 156
 Cochard Jean, 312
 Collard Nathalie, 315
 Collin Pierre-Yves, 85, 218
 Collot Julien, 254
 Colombié Claude, 87, 88
 Condomines Michel, 298
 Conforti Alessandro, 313
 Conrod Sandrine, 306
 Constant Mel, 89
 Copard Yoann, 90, 270, 280
 Cordrie Louise, 81
 Corentin Pauline, 91
 Courrech du Pont Sylvain, 14
 Court-Picon Mona, 157
 Coussin Vincent, 45
 Coutant Maxime, 92
 Coynel Alexandra, 39, 100
 Cronier Catherine, 317
 Crosta Xavier, 257
 Crouzet Christian, 94, 96, 140
 Cubas Nadaya, 75
 Cuitiño Jose, 298
 Cushing Edward Marc, 275
 D'Acremont Elia, 311
 Daeron Mathieu, 207, 209
 Dago Aristide, 248
 Danelian Taniel, 317
 Davies Chester, 155, 156
 Daynac Jimmy, 77
 De Donato Philippe, 216
 De Moya Alain, 313
 De Perthuis Adrien, 98
 De Sigoyer Julia, 147
 Debret Maxime, 39, 100, 169, 280
 Deconinck Jean-François, 101
 Decrausaz Thierry, 11
 Décultot Camille, 102
 Defive Emmanuelle, 80, 104
 Dehouck Hélène, 304
 Deiss Nolwenn, 105
 Delaby Serge, 252
 Delaeter Camille, 79
 Delaporte Morgan, 106, 108
 Delarue Frédéric,

233
Delattre Marion, 305, 320
Delcourt Nicolas, 261
Dellinger Mathieu, 282
Delor-Jestin Florence, 119
Deloume-Carpentras Quentin, 235
Delplanque Marion, 106
Delunel Romain, 259
Demory François, 94
Dendievel André-Marie, 113, 126
Denis Lionel, 102, 110, 243
Denis Maxime, 62
Deplechin Ombeline, 79
Depreux Bruno, 112
Dervis Virgile, 115
Deschamps Rémy, 116, 118, 210, 290, 315
Deschodt Laurent, 241, 268
Desmet Marc, 90
Desnues Jimmy, 100, 313
Desoutter Samuel, 241
Destrigneville Christine, 11
Deulvot Chrystel, 308
Devaere Léa, 7
Develle Anne-Lise, 139
Dewaele Gaspard, 118
Dezileau Laurent, 100, 179, 181, 298
Dherbois Wenda, 121
Dhivert Elie, 119
Dibongui Di-Djiembi Jérôme, 158
Didier Benoit, 275
Didier Julien, 80, 132, 280
Dietrich Pierre, 115, 120, 232, 309
Djama Mohamed, 266
Do Couto Damien, 275
Dodinet Pauline, 121
Douçot Julien, 122
Douillet Guilhem Amin, 120, 232
Droit Julie, 123
Duarte Edward, 147
Dubus Eléna, 205
Ducassou Emmanuelle, 4, 125
Ducros Loïc, 90
Dugué Olivier, 195, 246
Dujany Arnaud, 62
Dunai Tibor, 18
Duong Gwendoline, 110
Duperret Anne, 299, 301
Dupont Julien, 315
Dupont Nicolas, 296
Dupont Pauline, 53
Dupuis Christian, 296
Dupuy Alain, 187
Dupuy Christine, 15
Duquennoy Julien, 62
Durand Matthieu, 179
Duret Madeline, 308
Durllet Christophe, 66
Dussol Lydie, 149
Duteil Thibault, 61
Dutykh Denys, 319
Eckert Nicolas, 280
Ecorse Augustine, 126
El Albani Abderrazak, 23, 84, 128
El Houicha Mohamed, 120
El Khoury Anna, 128
Emmanuel Laurent, 207, 209, 311
Ertlen Damien, 142
Essou Codjo, 210
Etcheverry-Rambeau Lucien, 306
Etienne Samuel, 129
Expedition 401, 125
Eynaud Frédérique, 57, 179
Eyrolle Frédérique, 90
Fabbri Stefano, 81, 147
Fabre Gilles, 271
Fadel Alexandre, 92, 131
Fagel Nathalie, 157
Famin Vincent, 4, 306
Fang Ziqi, 139, 140
Fanget Bernard, 21, 64, 132, 149, 204, 266
Farhat Eya, 237
Farrant Andrew, 135
Fauquemberg Kelly, 53, 138, 225
Favier Charly, 217
Faÿ Ophélie, 134, 135
Federico Haspert, 50
Féniès Hugues, 35, 61
Féniès Pierrick, 26
Ferry Serge, 136
Feuillet Nathalie, 81, 295
Fiebig Markus, 96
Flecker Rachel, 125
Flehoc Christine, 234
Fléhoc Christine, 207, 209
Fleury Marc, 83
Fogret Laurane, 137
Fonseca Carolina, 263
Fontaine Claude, 23
Fontaine Sacha, 138
Fores Benjamin, 241
Fort Alain, 61
Fortin Jérôme, 122
Fournu André, 315
Franc Emmanuelle, 282
Franceschi Michel, 187
Franke Christine, 106, 108
Franzetti Marcaurelio, 185
Freslon Nicolas, 162
Fricreau Lucas, 270
Frigola Clément, 141, 152, 229, 231, 245
Fronteau Gilles, 85
Fruergaard Mikkel, 179
Fuchs Coraline, 142
Furgerot Lucille, 181
Gabriel Gérard, 96
Gagnaison Cyril, 98
Gailler Audrey, 81
Galabertier Bruno, 257
Galaup Serge, 183
Gallazzini Jules, 106
Gallet Raphaël, 132, 144, 149, 204
Gallon Régis, 152, 181
Garcia Chloé, 145
Garçin Manuel, 48
Garcin Yannick, 109
Garlan Thierry, 152, 185
Gasperi Johnny, 119
Gassier Ghislain, 258
Gastineau Renaldo, 147, 148, 149
Gateuille David, 169
Gatoussi Fatma, 282

Gaudron Sylvie, 307
 Gaullier Virginie, 76, 250
 Gauthier Agnès, 145
 Gelin François, 33, 242
 Génault Bertrand, 44
 Geoffroy Laurent, 262
 Gerritse Jan, 28
 Ghnahalla Mohamed, 84
 Giacona Florie, 280
 Giannenas Panagiotis, 150
 Gibert Zoé, 71
 Gillet Hervé, 77, 159, 182, 294
 Gillot François, 305
 Gindre-Chenu Laurent, 247
 Girard Flavia, 91
 Girardclos Stéphanie, 148
 Giraud Fabienne, 87
 Giresse Pierre, 53
 Giuseppe Grassano, 104
 Godard Vincent, 258
 Goiran Jean-Philippe, 313
 Gommery Dominique, 289
 Gontharet Swanne, 53
 Gorczyńska Aneta, 38
 Gorini Christian, 29, 173, 275
 Goulitquer Sophie, 123
 Graindorge David, 299, 301
 Grall Jacques, 185
 Graveleau Fabien, 7, 58, 177
 Grégoire David, 312
 Gregoire Gwendoline, 141, 152, 181, 229, 231, 245
 Grélaud Carine, 200
 Greselle Benjamin, 150
 Grimaud Jean-Louis, 214
 Grosbois Cécile, 90
 Grossi Vincent, 33, 242
 Guennoc Pol, 246
 Guenser Pauline, 87
 Guerin Guillaume, 18
 Guerrot Catherine, 234
 Guillocheau François, 150, 287
 Guiter Frédéric, 109
 Gündüz Serkan, 147
 Gunkel-Grillon Peggy, 250
 Gutscher Marc-André, 45
 Gututauava Kapeliele, 212
 Guyétant Gaëlle, 304
 Haibing Li, 139
 Hamdi Radhouane, 282
 Hamm Virginie, 42, 164
 Hamon Youri, 116, 315
 Hanquiez Vincent, 61, 129, 223, 225
 Hartz Julie, 88
 Hauville Benoît, 261
 Havas Robin, 153, 154
 Haverson Lee, 113
 Hayet Michel, 66
 Hebert Nicolas, 104
 Helali Mohamed Amine, 237
 Heme de Lacotte Victor, 155, 156
 Hemelsdaël Romain, 168
 Hennion Camille, 79
 Hennion Marina, 157
 Henry Manuel, 11
 Henry-Larroze Adriën, 61
 Hercos Cizia Mara, 12
 Heude Antoine, 169
 Hodgson David, 59
 Hofmann Annette, 158
 Hognon Lucie, 159
 Hoskuldsson Armann, 262
 Howa Helene, 38
 Hsu Shu-Kun, 26
 Hulin Guillaume, 241
 Humbrecht Amélie, 162
 Huneau Frederic, 280
 Husson Églantine, 235
 Huyghe Damien, 207, 209
 Iakovleva Alina, 296
 Ignacio Agathe, 174, 198, 215
 Imbert Patrice, 275
 Iniesto Miguel, 154
 Issautier Benoît, 164, 166
 Izart Alain, 168
 Jacob Jérémy, 64
 Jacob Thomas, 40
 Jacq Kevin, 169
 Jaillet Stéphane, 132
 Jamey Thibaut, 170
 Jang Kwangchul, 193
 Javaux Emmanuelle, 92
 Jeong Rich, 225
 Jézéquel Didier, 153, 154
 Jlassi Asma, 237
 Jomard Hervé, 319
 Jorry Stephan, 174
 Jouet Gwenaël, 70, 159, 172, 174
 Jouve Guillaume, 80, 104
 Jovovic Ivan, 33
 Juvany Philémon, 171
 Kabiri Lahcen, 120, 232
 Kelleher Liam, 113
 Kelner Maëlle, 280
 Kerouédan Léa, 172, 174
 Kerverdo Raphaël, 173
 Khalil Sara, 312
 Khomsi Afaf, 175
 Kister Philippe, 248
 Knoll Andrew H., 131
 Kocyla Léna, 110
 Kouamé Florentin, 248
 Kowalewski Isabelle, 121
 Krause Stefan, 113
 Kremer Katrina, 148
 Kroth Mateus, 135
 Kukkola Anna, 113
 Labarthe Carla, 152
 Lacerda Katarine Costa, 12
 Lach Philippe, 234
 Lacombe Vincent, 74
 Lacroix Camille, 123, 273
 Lafuerza Sara, 173, 311
 Lagardère Carla, 315
 Laine Charlotte, 261
 Lajeunesse Patrick, 319
 Lalonde Stefan, 137
 Lamoureux-Var Violaine, 121
 Lancon Mathieu, 241
 Landrein Philippe, 312
 Langry-François Fabien, 85
 Lartaud Franck, 209
 Lasseur Éric, 134
 Laurence Dylan, 106
 Laurent Gautier, 170
 Laurent Marie, 198, 215
 Laurin Jiří, 168
 Lawnizack Guillaume, 176

Le Béon Maryline, 177
 Le Bivic Réjanne, 62
 Le Callonnec Laurence, 44, 212
 Le Forestier Lydie, 162
 Le Guénan Thomas, 55
 Le Lorec Benjamin, 181, 225, 245, 303
 Le Moal Maëlle, 152
 Le Moigne Mélanie, 262
 Le Morvan Tristan, 182
 Le Romancer Claire, 183
 Le Roy Pascal, 172, 174, 185
 Leandro Kazimierski, 50
 Lecombe Manon, 306
 Lecoq Nicolas, 100
 Lee Fang-Yi, 177
 Lefebvre Sébastien, 320
 Leger Emmanuel, 31
 Lekander Malala, 298
 Leleu Sophie, 118, 187, 189
 Lemot François, 139, 140
 Lepage Hugo, 90
 Leparoux Donatienne, 73
 Lépine Guillaume, 85
 Lepoint Gilles, 320
 Leporatti Persiano Marco, 313
 Lepot Kevin, 92, 131, 191
 Leroux Estelle, 172, 174, 203, 262
 Leroy Sylvie, 311
 Lescano Marina, 256
 Lesongeur Françoise, 262
 Lesourd Sandric, 255
 Levacher Mathilde, 193
 Leyrit Hervé, 62
 Lezin Carine, 263
 Lézin Carine, 235
 Lieunard Victor, 194, 270
 Linol Bastien, 203
 Liu Siwei, 295
 Lloret Emily, 158, 320
 Loi Alfredo, 193
 Loïc Moutoussamy, 198, 215
 Loncke Lies, 53, 138
 Londero Aurélia, 195, 256
 Long Nathalie, 15
 Longhitano Sergio, 197
 Lopez-Garcia Purificacion, 154
 Lorgeoux Catherine, 216
 Lortie Thibaud, 100, 179, 298
 Lucas Francisco Hernández, 50
 Ludwig Wolfgang, 270
 Maier Katherine L., 279
 Makuzeni Manyano, 203
 Malaizé Bruno, 4
 Malet Emmanuel, 21, 64, 132, 149, 204, 266, 280
 Mallet Céline, 170
 Mama Ahmed Naceur, 82
 Marc Stéphane, 40, 42
 Marchand Cyril, 212, 250
 Marches Elodie, 57, 129, 159, 306
 Marconnet Charlie, 205
 Margeirson Gudbjor, 262
 Mariano Re, 50
 Marieu Vincent, 77
 Marins Rozane, 244
 Markezic Nora, 29
 Marlot Loïc, 207, 209
 Marteinsson Viggo, 262
 Martelet Guillaume, 40
 Martineau Rémi, 85
 Martinez Mathieu, 222, 256
 Mas Perrine, 31, 47, 210
 Massa Charly, 85
 Mathian Maximilien, 212, 250, 254
 Mathieu Gaëlle, 62
 Mathieu Lou-Anne, 145
 Matoussi Hanene, 283
 Maurice Mélina, 256
 Maurizot Pierre, 250
 Mazloun Toufic, 200
 McHugh Cecilia, 292
 Méar Yann, 141, 152, 181, 229, 231, 245
 Médard Etienne, 306
 Mejia-Duran Andrés-Felipe, 312
 Menier David, 18
 Mercier Louison, 214
 Merindol Meril, 198, 215
 Merle Didier, 44, 207, 209
 Mesnage Valérie, 236, 237
 Messous Medhi, 64, 266
 Métairie Solène, 289
 Mghirbi Takwa, 236
 Michaelis Dierk, 145
 Michel Loïc, 320
 Michels Raymond, 168, 216, 264
 Migeon Sébastien, 265
 Milesi Vincent, 162
 Millagou Paul, 295
 Minoletti Fabrice, 44
 Mocochain Ludovic, 275
 Moine Bertrand, 21
 Mojtahid Meryem, 179, 295
 Mokadem Fatima, 145
 Molard Alice, 64, 265, 266, 282
 Mogni Carlo, 64, 266
 Monegato Giovanni, 96
 Monna Fabrice, 72
 Monnier Louise, 138
 Montade Vincent, 217
 Monvoisin Gaël, 132
 Morales Chloé, 218
 Moreau Catherine, 73
 Moreau Jean-David, 52
 Moreau Kevin, 220
 Moreau Ledegen Minka, 222
 Moreira David, 154
 Morelli Danilo, 29
 Morereau Amandine, 90
 Moulin Maryline, 203
 Mounier Stéphane, 244
 Mourier Brice, 113, 119, 126
 Mugnier Jean-Louis, 259
 Mulder Thierry, 77, 159, 223, 225, 279
 Muller Elodie, 153
 Munier Thomas, 227, 263
 Murat Anne, 141, 152, 181, 229, 231, 245
 Musalizi Sarah, 289
 Musial Geofray, 202
 Nader Fadi H., 118
 Narteau Clément, 14, 310
 Nassif Fady, 216
 Nederbragt

Alexandra, 11
 Neige Pascal, 72
 Ninkabou Dia, 275
 Nivet Timothé, 152
 Nogarotto Alessio, 45
 Noirot Elodie, 308
 Nouet Julius, 52
 Noury Gildas, 48
 Nutz Alexis, 115, 120, 232, 258, 309
 Odin Giliane P., 233
 Olivier Nicolas, 176
 Olivier-Simonitti Laura, 238
 Ollier Gilles, 239
 Oregioni Davide, 29
 Ors Fabien, 214
 Ortiz Alexandre, 234, 235
 Ottavi-Pupier Elsa, 62
 Ouallali Abdessalam, 175
 Ouchau Rachid, 189, 241, 268, 269
 Oueslati Walid, 236, 237
 Pairaud Ivane, 53
 Pancrazzi Léo, 298
 Paola Chris, 292
 Paquet Fabien, 70, 76, 246, 306
 Parat Fleurice, 11
 Paris Raphaël, 295
 Parize Olivier, 247, 248, 277
 Parmentier Jean-Baptiste, 250
 Parodi Thibault, 120
 Pathier Erwan, 177
 Patrier Patricia, 25
 Pattier France, 250, 254
 Paul Marine, 273
 Pelerin Maxime, 274
 Pélissier Thierry, 235
 Pellen Romain, 203, 255, 262
 Pellenard Pierre, 176, 218, 222, 256, 296, 312
 Perello Marie-Claire, 15, 138
 Perinotto José Alexandre de Jesus, 12
 Perrenoud Christian, 142
 Perrette Yves, 169
 Pessel Marc, 66
 Philippon Xavier, 262
 Philippot Pascal, 191
 Pickford Martin, 289
 Piedevache Médéric, 216
 Pierson Jean-Lou, 274
 Pierson-Wickmann Anne-Catherine, 222
 Pignol Cécile, 257
 Pignon-Mussaud Cécilia, 15
 Pigot Léa, 183
 Pineau Mathias, 242
 Pironon Jacques, 216
 Plegue Kentin, 243
 Plihon Hélène, 244
 Poirier Perrine, 258
 Poizot Emmanuel, 141, 181, 229, 231, 245
 Ponche Jean-Luc, 142
 Popp Trevor, 22, 313
 Portal Quentin, 259
 Portet-Koltalo Florence, 39
 Portier Éric, 61, 261
 Potel Sébastien, 17, 98
 Poujol Marc, 120, 317, 318
 Poulencard Jérôme, 21
 Preusser Frank, 96
 Principaud Mélanie, 225
 Prinzhofer Alain, 271
 Proanec Alexia, 225
 Propawski Yohann, 181
 Prot Lucas, 268
 Pucéat Emmanuelle, 176
 Pujol Arnaud, 82
 Quesnel Florence, 296
 Rabaute Alain, 311
 Rabineau Marina, 203, 262
 Rabu Brieuc, 222
 Race Julian, 225
 Raclot Damien, 282
 Rallakis Dimitrios, 264
 Rambeau Claire, 142
 Randi Aurélien, 216
 Rapuc William, 94, 319
 Ratié Gildas, 162
 Ratzov Gueorgui, 26, 265
 Ravelojaona Herman, 121
 Raynal Jean-Paul, 80, 104
 Raynal Olivier, 269
 Razin Philippe, 200
 Recouvreur Audrey, 223
 Regard Vincent, 105
 Regis Julie, 161
 Regnet Jean-Baptiste, 47, 122, 205, 220
 Régnier Édouard, 132
 Reninger Pierre-Alexandre, 40
 Replumaz Anne, 139, 140
 Reuschlé Thierry, 312
 Revel Marie, 265, 266
 Reynaud Jean-Yves, 189, 241, 268, 269, 298, 303
 Riboulleau Armelle, 121, 131, 305
 Ricard Clémentine, 270
 Rigaud Sylvain, 161
 Rigollet Christophe, 247, 271, 312
 Rioual Patrick, 139, 140
 Riquier Laurent, 227, 263
 Rixhon Gilles, 142
 Robert Boris, 232
 Robert Laurence, 37
 Robin Cécile, 150, 166, 287
 Robin Nicolas, 269
 Robin Sarah, 212
 Robion Philippe, 122, 220
 Rohais Sébastien, 12, 20, 28, 29, 105, 123, 194, 270, 273, 274
 Rohmer Franz, 269
 Romao Thibault, 225
 Romero-Sarmiento Maria Fernanda, 28, 123, 274
 Rommevaux Céline, 11
 Rosa Milena Cristina, 12
 Rossignol Linda, 306
 Rousseau Denis-Didier, 9
 Rousset Orsane, 37
 Rozier Olivier, 14, 310
 Rubino Jean-Loup, 173, 275, 277
 Rumbach Gabrielle, 234
 Rusch Clara, 296
 Russo Séverine, 279
 Sabatier Pierre, 21, 64, 81, 139, 140, 147, 149, 169, 265, 280, 282, 295, 319
 Sabine-Lamoureux Marjolaine, 57
 Sahakyan Lilit, 88
 Sahal Mohamed, 266
 Şahin Mustafa, 147
 Sahnim Arij, 283

Saiag Jessica, 66
 Saint-Bézar
 Bertrand, 47
 Saintenoy Albane,
 66
 Saint-Onge
 Guillaume, 81
 Salameh Edward,
 298
 Sansjofre Pierre,
 137
 Saout Tom, 26
 Saspiturry Nicolas,
 166
 Saulnier Copard
 Ségolène, 145
 Scabello-Abadie
 Lorène, 104
 Scardia Giancarlo,
 96
 Scasso Roberto A.,
 298
 Schaeffer Philippe,
 242
 Schenini Laure, 29,
 266
 Schläfi Patrick, 149
 Schmidt Sabine, 15
 Schmitz Mark, 168
 Schneidewind
 Uwe, 113
 Schnurle Philippe,
 203, 262
 Schnyder Johann,
 289, 296
 Schuster Mathieu,
 258
 Sebag David, 274
 Seeber Leonardo,
 292
 Segalen Loïc, 289
 Seguin Florence,
 290
 Seibert Chloé, 292
 Seif Dine Roa, 269
 Sellier Dorian, 169
 Semmani Nazim,
 285
 Sénéchal Nadia,
 175, 283
 Senut Brigitte, 289
 Séranne Michel, 91
 Serobyhan Vahram,
 317
 Setiawan Iwab, 287
 Seuront Laurent,
 79, 293, 307
 Seyler Monique,
 317, 318
 Shute Pierre, 152
 Simon François-
 Xavier, 241
 Simonneau
 Anaëlle, 162
 Slater Greg, 88
 Smektala Franck,
 218
 Somogyi Andrea,
 84, 128
 Sor Jade, 294
 Sorrel Philippe, 136
 Souloumiac
 Pauline, 75
 Souque Christine,
 285, 290
 Souron Antoine, 4
 Souza Iata
 Anderson, 12
 Spilmont Nicolas,
 79, 243
 Sprinkel Douglas,
 155, 156
 Stopin Alexandre,
 42, 164
 Storen Eivind, 21
 Styllas Michael,
 149
 Su Don, 26
 Suc Jean-Pierre,
 275
 Swales Andrew,
 212
 Tachikawa Kazuyo,
 109
 Tahri Anaïs, 104
 Tallec Kevin, 273
 Tallon Marie, 295
 Talon Julien, 296
 Talwar Brendan,
 225
 Taratunina Natalia,
 179
 Tardivel Océane,
 212
 Tassin Bruno, 119
 Tavera Rosaluz,
 153, 154
 Techer Isabelle,
 161
 Teles Vanessa, 12,
 274
 Tellez Melissa, 121
 Tesi Tommaso, 45
 Tessier
 Bernadette, 100,
 179, 181, 246,
 255, 298
 Thiebault Thomas,
 106, 162
 Thinon Isabelle,
 246, 306
 Thomas Hadrien,
 67
 Thomas Juliette,
 299, 301
 Thomazo
 Christophe, 72,
 153, 154
 Thors Kjartan, 262
 Thouvenot Antoine,
 104
 Thouveny Nicolas,
 64, 266
 Thuillier Doris, 22
 Tileghouatine
 Anissa, 241
 Tinner Willy, 149
 Traore Sakina, 317
 Trautmann
 Martine, 142
 Trentesaux Alain,
 69, 185, 241,
 269, 303, 304
 Tribovillard
 Nicolas, 233,
 250, 305, 320
 Truc Georges, 275
 Trucker James, 292
 Turel Cédric, 306
 Tzevahirtzian
 Athina, 306
 Uenzelmann-
 Neben Gabriele,
 279
 Uguen Marine, 307
 Valla Pierre G., 96
 Vandycke Sara,
 135
 Vannier Pauline,
 262
 Vanniére Boris,
 149, 280
 Vautier Jordan, 225
 Venisse Nolwen,
 177
 Vennari Veronica,
 256
 Vennin
 Emmanuelle, 72,
 176, 218, 308
 Ventalon Sandra,
 305, 318
 Verheyden Sophie,
 252
 Vérité Jean, 14,
 309, 310
 Vialet Amélie, 142
 Vidal Laurence,
 109
 Vidal Muriel, 193
 Vidil Léa, 311
 Vincent Benoît, 312
 Virat Léna, 185
 Virolle Maxime, 61
 Visscher Pieter,
 308
 Vitse Océane, 64
 Vittori Cécile, 313
 Vladimmir
 Bettencourt, 154
 Voigt Sebastian,
 168
 Voinchet Pierre, 69
 Voltaire Olivier,
 104
 Voudouris
 Stylianou, 315
 Wallet Tanguy, 169
 Walter-Simonnet
 Anne-Véronique,
 38
 Weill Pierre, 187,
 189
 Wienclawski Daryl,
 254
 Wilk Stanislas, 225
 Williams Trevor,
 125
 Winiarski Thierry,
 119, 126
 Witt César, 317,
 318
 Wolter Helen, 28
 Woods Mark, 135
 Zafar Muhammad
 Naveed, 319
 Zaragosi
 Sébastien, 53,
 57, 70, 129, 306
 Zeyen Hermann,
 31, 66
 Zitter Charlotte,
 320

Liste des publications A.S.F.



- Livre Sp. – La sédimentation du Jurassique W-Européen. 1979.*
- Livre n° 06 – Le Trias détritique de Provence et du Dôme de Barrot.*
- Livre n° 10 – 2ème congrès Français de Sédimentologie, 1989, Paris.*
- Livre n° 11 – Mesozoic eustacy record on western Tethyan margins. Abstract book.*
- Livre n° 12 – Mesozoic eustacy record on western Tethyan margins. Excursion.*
- Livre n° 13 – Diapirisme sur une marge en distension puis en décrochement.*
- Livre n° 16 – 3ème Congrès Français de Sédimentologie, 1991, Brest. Excursions.*
- Livre n° 19 – 4ème Congrès Français de Sédimentologie, 1993, Lille. Résumés.*
- Livre n° 20 – 4ème Congrès Français de Sédimentologie, 1993, Lille. Excursion.*
- Livre n° 21 – Géométrie et productivité des plates-formes carbonatées. Résumés.*
- Livre n° 22 – IAS, 16th Regional Meeting of Sedimentology et 5ème Congrès Français de Sédimentologie, 1995, Aix. Abstracts, Résumés.*
- Livre n° 23 – IAS, 16th Regional Meeting of Sedimentology et 5ème Congrès Français de Sédimentologie, 1995, Aix. Field-trip, excursions.*
- Livre n° 24 – Modélisation d'un système de piémont. Excursion.*
- Livre n° 26 – Microbial mediation in carbonate diagenesis. International workshop.*
- Livre n° 27 – 6ème Congrès Français de Sédimentologie, Montpellier. Résumés.*
- Livre n° 28 – 6ème Congrès Français de Sédimentologie, Montpellier 1997. Excursions.*
- Livre n° 30 – Argiles : sédimentologie, diagenèse, environnement. Résumés.*
- Livre n° 31 – Mauritanian microbial buildups. Field-trip.*
- Livre n° 32 – Paleooceanology of reefs & carbonate platforms: Miocene to Modern.*
- Livre n° 34 - 7ème Congrès Français de Sédimentologie, Nancy. Excursions.*
- Livre n° 36 – 8ème Congrès Français de Sédimentologie, Orléans 2001. Résumés.*
- Livre n° 37 – 8ème Congrès Français de Sédimentologie, Orléans. Excursions.*
- Livre n° 38 – 9ème Congrès Français de Sédimentologie, Bordeaux 2003. Résumés.*
- Livre n° 39 – Excursion. Processus gravitaires et évolution de bassin : Le Crétacé et le Tertiaire du Pays Basque.*
- Livre n° 40 – Excursion. Sédimentologie et stratigraphie de deux vallées incisées de la côte aquitaine : la Gironde et la Leyre.*
- Livre n° 41 – Excursion. Géologie et typicité des vins de Bordeaux*
- Livre n° 42 – Excursion. La plate-forme carbonatée cénomaniennne de Charente : une double approche sédimentologique et paléoécologique.*
- Livre n° 43 – Excursion sur les sites stratotypiques de l'Aquitainien et du Burdigalien et sur le Miocène régional.*
- Livre n° 44 – Sédimentogenèse des sites préhistoriques du Périgord.*
- Livre n° 45 – Ecole d'été : Carbonates récifaux et de plate-forme.*
- Livre n° 47 – 38ème Symposium de l'ECSA - Programme Seine-Aval : Excursion en Baie de Somme.*
- Livre n° 50 – Sédimentologie de la formation des Sables de Fontainebleau et architecture des dépôts oligocènes du Bassin de Paris.*
- Livre n° 51 – 10ème Congrès Français de Sédimentologie, Presqu'île de Giens 2005. Résumés.*
- Livre n° 52 – Sédimentations gravitaires carbonatées et silicoclastiques dans un bassin en transtension, séries d'âge Cénomaniennne à Coniacien moyen du Bassin Sud-Provençal.*
- Livre n° 56 – International symposium « Early Permian continental environments in the Autun basin ».*
- Livre n° 57 – 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen 2007. Résumés.*

- Livre n° 58 – 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen. Excursion. La Baie du Mont-Saint-Michel : faciès, séquences, évolution.
- Livre n° 60 – 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen. Excursion. Les séismites de l'Oxfordien supérieur sur la bordure occidentale du Bassin Parisien.
- Livre n° 61 – 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen. Excursion. Résidus à silex de l'Ouest du bassin de Paris (Normandie et Perche).
- Livre n° 62 – Excursion. The Triassic of NE France: continental environments and unconformities.
- Livre n° 63 – Argiles et sédiment. Ecole thématique. Poitiers 2008.
- Livre n° 64 – 12ème Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009. Résumés.
- Livre n° 65 – Excursions. Etudes sédimentologiques en presqu'île de Crozon. 12ème Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009.
- Livre n° 66 – Excursion. Les vallées incisées pléistocènes de Bretagne : l'exemple de l'estuaire de la Vilaine. 12ème Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009.
- Livre n° 67 – Excursion. Les systèmes de dépôt tertiaires de la bordure méridionale du bassin sud-pyrénéen dans la Sierra de Guara. Contrôle tectonique de la sédimentation et instabilités gravitaires. RST, Bordeaux, 2010.
- Livre n° 68 – 13ème Congrès Français de Sédimentologie, Dijon 2011. Résumés.
- Livre n° 69 – 1) Architecture des corps récifaux et calcarénitiques du Bajocien de la région de Baune. 2) Sédimentologie, stratigraphie et diagenèse des carbonates du Jurassique de l'est du b. de Paris : influences sur le système hydrologique du secteur de Meuse/Haute-Marne. Excursions du 13ème Congrès ASF, Dijon 2011.
- Livre n° 70 – Le sol et sous-sol des versants viticoles de la Côte de Nuits : nouvelles cartographies géologiques, investigations géophysiques et pédologiques à haute résolution spatiale. Excursion du 13ème ASF, Dijon 2011.
- Livre n° 71 – Excursion. Variabilité architecturale des lobes turbiditiques sableux confinés. Exemples des sous-basins du Lauzanier et des Trois Evêchés. Formation des Grès d'Annot, Eocène Oligocène du Sud-Est de la France.
- Livre n° 72 – 8th International Conference on Tidal Environments. Tidalites 2012. Field-tip book. 1) Incised valleys of SW France. Marennes-Oleron, Gironde & Arcachon. 2) The Miocene tidal shelly sands of Anjou-Touraine. 3) The Somme bay, NW France: a wave dominated macrotidal estuary. 4) The Mt St Michel Bay: facies, sequence & evolution of a macrotidal embayment.
- Livre n° 73 – 14ème Congrès Français de Sédimentologie, Paris 2013. Résumés.
- Livre n° 74 – Excursions du 14ème congrès. 1/Géologie du sous sol parisien. 2/Sables et grès de Fontainebleau : que reste-t-il des faciès sédimentaires initiaux. 3/Un stratotype patrimonial : le Stampien. 156 pp.
- Livre n° 75 – Diagenèse : Avancées récentes et perspectives. Orsay, 2014. 122 pp.
- Livre n° 76 – 15ème Congrès Français de Sédimentologie, Chambéry 2015. Résumés.
- Livre n° 77 – Excursions. 1) Convergence et bassin du Pyrénéen à l'Alpin. 2) Tectonique et sédimentation en Dévoluy et Champsaur. Excursion du 15ème ASF, Chambéry 2015.
- Livre n° 78 – Atelier thématique et excursion ASF-SGF. Processus gravitaires en masse actuels et fossiles. Initiation, transport, dépôts. Bordeaux, Juin 2016.
- Livre n° 79 – 16ème Congrès Français de Sédimentologie, Toulouse 2017. Résumés. 2 volumes.
- Livre n° 80 – Journée thématique ASF – SGF. Du modèle conceptuel de terrain au modèle numérique. Paris, juin 2019
- Livre n° 81 – 17ème Congrès Français de Sédimentologie, Beauvais 2019. Résumés.
- Livre n° 82 – 18ème Congrès Français de Sédimentologie, Brest 2022. Résumés.
- Livre n° 83 – 19ème Congrès Français de Sédimentologie, Lille 2024. Résumés.

L'essentiel des ouvrages existent en version numérique. L'impression peut se faire à la demande.
Most books will be soon available on our web site. Printed versions are only done on demand.

Pour commander ou consulter la mise à jour de cette liste, visitez le site web de l'association :
<http://www.sedimentologie.fr>

For ordering any of these books, please visit our web site:
<http://www.sedimentologie.fr>

19^{ème} Congrès Français de Sédimentologie

Processus sédimentaire

- Dépôts événementiels : archivage sédimentaire, chronique, processus, observations et modélisations
- Échanges aux interfaces air/sédiment ou eau/sédiment
- Les sédiments côtiers : sources, stocks, transport et morphologie de dépôt
- Stockage/Séquestration de la matière organique dans les sédiments
- Sédimentologie marine profonde : archives tectoniques, climatiques, et paléo-océanographiques des marges
- Diagenèse & Authigenèse
- Le plastique dans l'environnement : caractérisation, transferts, suivi, impact et remédiation
- Processus sédimentaires aux origines de la Vie

Sédimentologie numérique

- Contribution des SIG dans les recherches conduites en géoscience
- Numérique appliqué aux géosciences : nouveaux outils pédagogiques
- Géomorphologie quantitative : nouveaux outils et méthodes

Bassins sédimentaires - Géoressources

- Les bassins sédimentaires
- Caractérisation des propriétés réservoirs et spatialisation des processus géologiques
- Chronostratigraphie intégrée
- Bassins et Géo-ressources
- La sédimentologie appliquée aux ressources minérales et énergétiques

Paléo-environnements et paléo-climats

- Du sédiment aux variations climatiques dans les temps anciens
- Systèmes sédimentaires mixtes actuels et anciens
- Rétro-observation des impacts des activités humaines et/ou du climat sur la zone critique

Milieux continentaux

- Processus, dynamique et préservation des systèmes continentaux détritiques
- Carottages continentaux : avancées technologiques, retours de mission, idées de mission...

Géo-archéologie - Patrimoine

- Approche couplée géologie-archéologie. Vers un renouvellement sans précédent des connaissances sur les paléoenvironnements quaternaires
- Géopatrimoine

Session internationale

- Tidalites Group
- Sediments of the North Sea