

## GEOLOGICA BELGICA MEETING, NAMUR, 17.10.2008

### **One-Dimensional Transport Modelling in Karstic areas: Application of a solute transport model for streams and rivers to karstic conduits systems: Rostenne karstic system (Dinant - Belgium), Saint Hadelin karstic system (Celles - Belgium) & Han-sur-Lesse caves (Han-sur-Lesse, Belgium).**

I. BONNIVER & V. HALLET

*Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur  
E-mail : isabelle.bonniver@fundp.ac.be,  
vincent.hallet@fundp.ac.be*

In October 2004 started a project of hydrogeological characterisation of the Givetian karstified limestones of the Boine massif in Han-sur-Lesse. The aim of the study is to better understand and to quantify the underground flows of water through the massif. To this end, one of the applied methods is the tracer test.

The results of tracer tests allow to determine transfert time, flow velocities, tracer restitution rates. To quantify flow and transport parameters, tracer tests need to be modelled.

There are a lot of developed tools for transport modelling in porous media but they consider that the underground flows respect the Darcy law. This law is only available for laminar flow with insignificant kinetic energy, in saturated media with homogeneous permeability. It is not often that karstic media respect all of these conditions!

So, in the present work, it is assumed that the flow in karstic media is more comparable to river flow. The tool used in order to quantify flow and transport parameters is a solute transport model for streams and rivers called Otis (One-dimensional Transport with Inflow and Storage).

Before to apply this model to the complex karstic system of Han-sur-Lesse, two more simple karstic systems were selected to be modelled: the Rostenne karstic and Saint-Hadelin karstic systems. The first results of modelling are promising.

### **Lithostratigraphie, sédimentologie et diagenèse des dépôts carbonatés néoprotozoïques du Sous-groupe du Schisto-Calcaire (faisceau du Kwilu CI) en République Démocratique du Congo**

F. DELPOMDOR<sup>1</sup>, A. PREAT<sup>1</sup>, L. TACK<sup>2</sup>.

*1. Dépt. Sc. de la Terre et Environnement, Université libre Bruxelles, E-mail : Franck.Delpomdor@ulb.ac.be*

*2. Musée royal d'Afrique Centrale, Tervuren*

L'environnement de dépôts du Sous-groupe du Schisto-Calcaire dans la région du Bas-Congo (RDC) est interprété comme une plate-forme ou une rampe carbonatée où se développent des stromatolites et des matras à cyanophycées. Des données géochronologiques suggèrent un âge post-

Marinoien pour les dépôts du Sous-Groupe du Schisto-Calcaire. Une nouvelle approche sédimentaire est présentée pour les unités C2 et C3 du Sous-Groupe du Schisto-Calcaire, situées à 200 km à l'Ouest de Kinshasa. Ces unités, couvrant le C1 « cap carbonates », forment une séquence d'environ 200 m d'épaisseur, étudiée à partir de 4 sondages des collections du MRAC (Tervuren). Les microscopies classique et électronique à balayage (MEB) révèlent 9 microfaciès formant une séquence standard depuis des dolomudstones détritiques ou à laminations cyanobactériennes planaires et ondulantes passant à des conglomérats intraformationnels (à caliches, oolithes et pisolithes) et finalement à des dolomudstones évaporitiques à cherts et sulfates. La présence de sulfates (nodulaires, en « chicken-wire », entérolithes et en rosettes) permet de définir un modèle sédimentaire comprenant un milieu subtidal lagunaire semi-restreint à restreint évoluant en sebkha. La remarquable préservation de filaments cyanobactériens calcifiés en structure connectée et dichotomique ('3D') souligne l'importante contribution des microbes dans la formation des dolomites, des sulfates et des pyrites, ainsi que dans la production d'hydrocarbures et de minéraux de la diagenèse précoce. Cette dernière est dominée par la dolomite qui remplace la calcite, la célestine et la polyhalite. L'anhydrite remplace le gypse aciculaire et en rosette et parfois les pyrites framboïdes. Cette séquence diagénétique est liée à la présence d'eaux marines vadoses ou phréatiques saturées en magnésium ainsi qu'à des réactions de sulfato-réduction contrôlées par des bactéries. La diagenèse tardive est dominée par la circulation de fluides météoriques ou d'enfouissement comme l'indiquent la calcite mimétique remplaçant la dolomite dans les pores et les fractures, les microquartz et mégaquartz, l'albite authigène et les structures de pression-dissolution. Des données isotopiques de  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}$  donnent successivement les valeurs de -8 à -12‰ ( $\delta^{18}\text{O}$ ) et -2 à -6‰ ( $\delta^{13}\text{C}$ ) suggérant des conditions vadoses lors du dépôt et une augmentation modérée de la température lors de l'enfouissement associée à des eaux météoriques (70°C).

### **La fluorite utilisée au Paléolithique en Belgique : recherche des sources de la matière première**

E. GOEMAERE<sup>1</sup>, C. JUNGELS<sup>2</sup>, M. GOLITKO<sup>3</sup>, P. DEGRYSE<sup>4</sup> et J. SCHNEIDER<sup>4</sup>

*1. Geological Survey of Belgium, Belgian Royal Institute of Natural Sciences*

*2. Préhistosite de Ramioul, Flémalle*

*3. Department of Anthropology, College of Liberal Arts and Sciences, University of Illinois at Chicago, USA*

*4. Earth and Environmental Sciences, Geology, Centre for Archaeological Sciences, K.U.Leuven*

La fluorite se rencontre rarement en contexte archéologique. En Belgique, elle est associée, entre autres, au Magdalénien

(Paléolithique supérieur). On la trouve sous forme de fragments clivés ou de pièces façonnées polies et/ou perforées. Les sites des grottes de Spy (Jemeppe-sur-Sambre, vallée de l'Orneau), de Chaleux (Hulsonniaux, vallée de la Lesse), du Trou Magrite (Pont-à-Lesse, vallée de la Lesse), du Trou du Frontal (Furfooz, vallée de la Lesse) et de Verlainne (Tohogne, vallée de l'Ourthe) ont livré quelques pièces de taille centimétrique à pluricentimétrique. Aucun cristal n'a été observé.

La fluorite est fréquente en Belgique et très largement associée aux calcaires dévoniens et dinantiens. Les occurrences majeures, sous forme de masses cristallines de dimension suffisante pour avoir pu servir de matière première aux Magdaléniens, sont localisées dans la Bande Calesienne (surtout la Formation de Fromelenne, Givetien) et dans les calcaires viséens de Seilles (Andenne).

Les analyses des terres rares par LA-ICP-MS et des isotopes du strontium ont été pratiquées sur 4 fluorites archéologiques issues de 3 sites et comparées avec 13 fluorites géologiques provenant de Seilles et de plusieurs sites des régions de Givet, de Han-sur-Lesse et de Villers-en-Fagne. D'après ces résultats, ni Seilles, pourtant plus proche de Spy, ni les sites de Han-sur-Lesse, pourtant proches des grottes de Chaleux, du Trou Magrite et du Trou du Frontal, n'ont pu fournir la fluorite. Les résultats analytiques identifient les sites proches de Givet, de Foisches (France) et/ou de Doisches (Belgique) comme étant les points d'approvisionnement en matières premières des Magdaléniens. Ces résultats sont cohérents avec la disposition topographique des gisements, leur richesse en fluorite, la taille des masses cristallisées et les couleurs du minéral. La Meuse, puis ses affluents comme la Lesse et l'Orneau (via la Sambre), ont probablement servi de voies de communication entre le lieu de récolte et le site anthropique.

### **Can we use authigenic phosphate minerals in cave entrance sequences as palaeoenvironmental data recorders ? A case study from Walou cave (Belgium)**

Stéphane PIRSON<sup>1</sup>, Frédéric HATERT<sup>2</sup>, Mona COURT-PICON<sup>1</sup>, Freddy DAMBLON<sup>1</sup> & Paul HAESAERTS<sup>1</sup>

1. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Dep. of Palaeontology. E-mails : [stef.pirson@skynet.be](mailto:stef.pirson@skynet.be);

[freddy.Damblon@naturalsciences.be](mailto:freddy.Damblon@naturalsciences.be);

[mona.courtpicon@ymail.com](mailto:mona.courtpicon@ymail.com);

[paul.haesarts@naturalsciences.be](mailto:paul.haesarts@naturalsciences.be)

2. University of Liège, Dep. Geology, Lab. of Mineralogy. E-mail : [fhatert@ulg.ac.be](mailto:fhatert@ulg.ac.be)

A systematic program centred on the stratigraphic and sedimentological study of several cave and rock shelter sequences of the Meuse Basin has been recently undertaken, in close collaboration with researchers from different disciplines. In this framework, the potential of

these sedimentary environments as palaeoenvironmental and palaeoclimatic recorders is tested. Thanks to the archaeological excavations recently conducted by C. Draily (Région wallonne) between 1996 and 2004, an exceptional stratigraphic sequence was studied in Walou Cave (Pirson et al., 2006; Pirson, 2007). Its multidisciplinary study leads to the reconstruction of a complex climatic sequence, mostly relying on pedosedimentary and palaeobotanical data. The excellent correlation with the loess reference sequence of Middle Belgium together with tephrostratigraphy, mineralogy, <sup>14</sup>C and TL dates as well as archaeology gave this exceptional record a coherent chronostratigraphic context.

Secondary phosphates have been identified in the sedimentary sequence of Walou cave, either as epigeny of calcite on the rim of limestone fragments or as phosphate impregnations in the silty matrix. Authigenic phosphates are frequently reported in a cave context. They most likely derive from the percolation of water through the phosphate-rich guano of bats or birds. But the difficulty of controlling the chronostratigraphic context in cave sequences prevents most of the time to test if these phosphates are related to climatic improvements or not. The high resolution chronostratigraphic and palaeoenvironmental framework of Walou sequence allows to test this hypothesis. The most important authigenic phosphates are concentrated in the part of the sequence attributed to marine isotopic stage 5 (top of cycle DI and cycle CV) thanks to climatostratigraphy, pedostratigraphic comparison with the loess reference sequence as well as TL dates and the presence of the well-known Rocourt Tephra. The climatic indicators in this part of the sequence point to rather temperate, interglacial and early glacial, conditions. On top of cycle DI, the phosphates are associated with a leached soil B2t horizon. Their presence indicates relatively acid conditions which led to the decalcification of the matrix. Anthracology further demonstrates the temperate character of the environment with the occurrence, at the bottom of cycle CV, of several mesophilous taxa (e.g. Quercus, Fraxinus, Carpinus and Prunus). We can therefore conclude that in Walou, the secondary phosphates are clearly related to a strong climatic improvement. The study of another cave sequence in Belgium (Scladina cave) in which authigenic phosphates have been recognised led to the same conclusion (Pirson et al., 2008), suggesting that these phosphates can provide some palaeoclimatic information.

PIRSON, S. et al., 2006. *Geologica Belgica*, 9/3-4: 275-286.

PIRSON, S., 2007. Thèse de doctorat inédite, Ulg et IRSNB.

PIRSON, S. et al., 2008. In: Damblon F., Pirson S. & Gerrienne P. (eds). *Memoirs of the Geological Survey of Belgium*, 55 : 71-93.

### Sédimentologie et isotopes (carbone, oxygène) des carbonates précambriens du Gabon: apport au mode de fonctionnement des bassins néo- et paléoprotérozoïques.

A. PREAT<sup>1</sup>, P. BOUTON<sup>2</sup>, K. KOLO<sup>3</sup>, J.P. PRIAN<sup>2</sup>, S. SIMO NDOUNZE<sup>4</sup>, D. THIEBLEMONT<sup>2</sup>

1. Université libre de Bruxelles

E-mail : apreat@ulb.ac.be

2. BRGM, Orléans et Libreville

3. Vrije Universiteit Brussels

4. DGRM, Libreville, Gabon

Plusieurs séries carbonatées ont été échantillonnées dans le Néoprotérozoïque du bassin de la Nyanga (flancs Est et Ouest, incluant les 'cap carbonates' sus-jacents à la diamictite 'Marinoan' [±636Ma]) et dans le Paléoprotérozoïque (Francevillien) des bassins de Lastourville et de Franceville au SE du Gabon dans le cadre du projet SYSMIN-Gabon financé par l'UE. Il s'agit principalement de dolomies semi-évaporitiques formées à partir de tapis cyanobactériens (bindstones) dans les milieux subtidaux supérieurs et supratidaux. Un dolomicropar homogène constitue la principale phase diagénétique effaçant progressivement ou totalement les bindstones laminaires. Il est associé à la précipitation de sulfates et chlorures à l'origine de microstructures entérolithiques, de slumps et de tepees. Les séries s'organisent en 'cycles plurimétriques diagénétiques' dont le sommet est parfois (série néoprotérozoïque) envahi par des Fungi imperfecti. Une centaine d'analyses isotopiques ont été réalisées sur ce matériel.

La signature isotopique de l'eau de mer néoprotérozoïque est conservée aux deux flancs du bassin de la Nyanga suggérant un enfouissement faible à modéré. Des séquences d'évaporation de type sebkha sont mises en évidence dans la partie supérieure du Sous-groupe du Schisto-Calcaire. Les meilleurs indicateurs marins (niveaux oolithiques) présentent une signature isotopique marine franche. Les analyses des compositions isotopiques du carbone, et surtout de l'oxygène des 'cap carbonates' permettent de proposer un modèle de déglaciation de la 'diamictite' mettant en jeu l'action des eaux météoriques sur les carbonates post-glaciaires et les biohermes diagénétiques associés. Les contours de la plate-forme semi-évaporitique se précisent vers le nord du bassin avec les premiers stades de pédogenèse en direction du socle archéen. Un gradient proximal (vers le socle) – distal (plate-forme interne à ?externe) est ainsi mis en évidence à partir de la distribution de la diamictite sous-jacente au Schisto-Calcaire et des carbonates sommitaux ('Nsc3').

Un important pic positif de carbone 13 est mis en évidence dans les dolomies du Francevillien de Lastourville qui devaient occuper un haut-fond dont le démantèlement alimentait les brèches et conglomérats du Francevillien B du bassin de Franceville. Les blocs dolomitiques remaniés dans ces brèches ont en effet la même signature isotopique que les dolomies de Lastourville. Les dolomies « autochtones » du bassin de Franceville, qu'elles soient situées dans le Francevillien B ou C présentent une

signature marine normale du carbone 13 et sont donc postérieures au pic, donc post 2,1 Ga. Les conséquences cartographiques sont importantes (corrélations, diachronisme des jaspes et des dolomies 'FC'-). L'importance de l'anomalie du carbone 13 (également connue à l'échelle mondiale) implique des bassins fortement subsidés dans un cadre d'une extension intracontinentale. L'analyse de terrain a également montré que les dolomies de Lastourville et Franceville (site de Lékabi) ont subi d'importantes déformations 'halocinétiques' synsédimentaires ou diagénétiques précoces.

Les carbonates du Précambrien du Gabon ont ainsi enregistré une information touchant à la fois aux événements mondiaux (déglaciation néoprotérozoïque, pic de carbone 13 au paléoprotérozoïque lié à une forte biomasse cyanobactérienne), et régionaux (paléogéographie, enfouissement, séquences d'évaporation ...). Ces carbonates sont donc fort utiles à une analyse intégrée de ces bassins.

### High-resolution carbon isotope chemostratigraphy of the Paleocene-Eocene boundary in the Haute-Normandie area (North Sea Basin, France)

J.-Y. STORME<sup>1</sup>, C. DUPUIS<sup>2</sup>, F. QUESNEL<sup>3</sup>, T. SMITH<sup>4</sup> & J. YANS<sup>1</sup>

1. FUNDP, UCL-Namur, Geology, Namur

2. Géologie GFA, Faculté Polytechnique Mons

3. BRGM, GEO/G2R, Orléans, France

4. Institut Royal des Sciences Naturelles, Bruxelles

Numerous Paleocene/Eocene (P/E) outcrops scatter along the Haute-Normandie coast. They are well exposed sections continuously renewed by erosion and located in a central position in the sub-basins of the southern North Sea Basin (NSB); therefore they can be considered as reference sections for the NW European continental-shallow marine P/E deposits. The P/E boundary is affected by a global, high-amplitude and rapid warming called PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) recognized by carbon and oxygen isotopes. In the Cap d'Ailly area, the Mont Bernon Group (MBG) and partly the Laon Group (LG) correspond respectively to sparnacian and lower Ypresian deposits. The lower part of the MBG is the Mortemer Formation, which consists in (base to top): sands and sandstones ("Sables et Grès du Pays de Caux", SP1) followed by sandy limestones, pyritic marls and paleosols, and ~1m-thick lignitic complex ("Calcaire d'Ailly Member", SP2). This lignitic complex corresponds to a succession of five pluricentimeter-scale lignitic beds interstratified with organic bearing silts and clays. New special attention is given to a lens of brechified blue clay below the uppermost lignitic bed of this complex. The "Sables et Argiles à Ostracodes et Mollusques" (SAOM) of the Ailly Member (SP3) overlies with discontinuity this lignitic complex.

In the composite section of the Phare d'Ailly, Sinha (1997) showed a negative carbon isotope excursion (CIE



from -26‰ to -27.5‰) for dispersed organic matter at the base of the lignitic complex. Magioncalda et al. (2001) confirm this excursion for samples at the same place but highlighted an upper and high-amplitude negative excursion (from -25.3‰ to -29.7‰) at the top of the lignitic complex. This latter excursion is regarded as the CIE of the P/E boundary. This 4.4‰  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  shift coincides with the top of the Peckichara disermas Charozone widely recognized in the Paris Basin.

In Sotteville, new interest is given to the recent discovery of microvertebrate remains including an upper mammal tooth of a potential didelphid marsupial or adapisoriculid insectivore in one marly level of the Calcaire d'Ailly Member. New analyses (42 samples on 6.5 meters) suggest the occurrence of the CIE (from -25.0‰ to -29.6‰) ~ 1.5 meter below the vertebrate level. It implies that the mammal tooth is lowermost Eocene in age.

In Vasterival, new analyses of high-resolution sampling (30 samples on 1.7 m) just below, within and just above the "lignitic complex" confirm the double isotopic peaks of the CIE. We observe that the maximum of the CIE (from -26.2‰ to -28.8‰) is around the lens of brechified clay which results from variation in hydraulic activity in this lacustrine (?) environment. The CIE is completely recovered in the upper shelly limestone (SAOM).

These new results allow us to have a very precise location and nature of the "double-step" CIE and confirm the potential role of paleoenvironmental changes in relation with the P/E boundary for this reference continental – shallow marine section of the NSB. It also highlights the useful insight of carbon isotope chemostratigraphy into the stratigraphy of microfossils at this key period of the Earth.

SINHA, 1997. PhD thesis, USC, Los Angeles, 211 p.  
MAGIONCALDA et al., 2001. Bull. Soc. Geol. France, 172-3 : 349-358.

**Carbonate cementation in shallow marine sandstones. Evaluation of controlling parameters in the Jurassic Luxembourg Sandstone Formation (G.D.-Luxembourg) and Grès de la Crèche (France)**

K. VAN DEN BRIL & R. SWENNEN

*Department of Earth and Environmental Sciences, KUL, Heverlee*

*E-mail: koen.vandenbril@gmail.com;*

*rudyswennen@ees.kuleuven.be*

It is generally accepted that the distribution and geometry of early diagenetic modifications are to a high degree controlled by parameters which are inherent to the depositional environment and the type of diagenetic reaction. The parameters related to the depositional environment can be subdivided into three categories, namely: (1) depositional facies, (2) detrital composition and (3) residence time within the influence of a specific diagenetic setting.

In this research, two case studies, the Luxembourg Sandstone Formation and the Grès de la Crèche, were selected in order to evaluate the influence of the different depositional related parameters on the development of carbonate cemented zones. Based on fieldwork accomplished by laboratory based research, the diagenetic evolution of these formations was reconstructed and the influence of the controlling parameters was examined.

A first case study involves the Luxembourg Sandstone Formation which was deposited during the Hettangian and Sinemurian in the Lorraine region of southern Belgium and northern France, and the Grand-Duchy of Luxembourg. This sandbody is deposited as an offshore sand wave complex in a transgressive regime.

An evaluation of the controlling parameters with respect to the geometry of carbonate cemented zones in the Luxembourg Sandstone Formation reveals that the outline and distribution of the lenses is dominantly the result of the first cementation process, which affected carbonate-rich strata. Based on the sedimentary characteristics of six different types of calcite cemented zones the influence of depositional facies was revealed. Carbonate cementation took place in layers with prolonged residence time near the sediment-seawater contact and within the zones with higher permeabilities.

Later diagenetic processes are mainly controlled by the detrital composition, because unstable carbonate from the uncemented strata was redistributed within the cemented zones. This resulted in zones containing a large amount of up to 100 m elongated lenses, zones with smaller (1–10 m) lenses and zones without any lenses.

A second case study focused on the Lower Grès de la Crèche, which was deposited in the Boulonnais region of France during the Tithonian. This sandbody was deposited within a prograding estuarine environment in a regressive regime.

An evaluation of the controlling parameters with respect to the geometry of carbonate cemented zones in the Lower Grès de la Crèche reveals that the outline and distribution of the calcite concretions is mainly determined by the internal redistribution of unstable carbonate in a meteoric environment. Minor redistribution took place in the marine bacterial sulphate reduction zone. The influence of depositional facies is reflected by the different size and distribution pattern of the concretions within the lower fine-grained facies and the upper medium-grained facies. With respect to the geometry of the concretions, the depositional facies exerts minor controls.

An evaluation of the detrital composition reveals that unstable carbonate components acted as an important source for calcite cement and stable echinoderm fragments regularly acted as nucleation site. The distribution shows that, nucleation started where porewaters became saturated with respect to carbonate. This was most easily achieved in zones containing higher amounts of unstable carbonate.

Abstracts of presentations at the meeting, available on line 05.12.2008