

# GÉOLOGIE DU BASSIN PARISIEN LE CINQUANTENAIRE DE L'AGBP

Colloque 12-14 novembre 2014  
PARIS

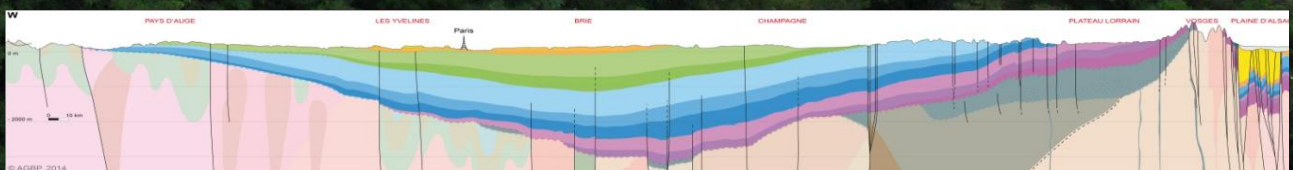


Photo de couverture: la plaine de Flandres et l'ancien bassin minier du Nord, avec les terrils subsistants vus du sommet des collines de l'Artois au mémorial de Vimy (Pas-de-Calais) ©J-P. Gély.

En insert : coupe simplifiée du Bassin parisien, d'après Gély Jean-Pierre et Hanot Franck (coord.), Bergerat Françoise, Debeglia Nicole, Durand Marc, Houel Pascal, Le Roux Jacques, Robelin Christian, Thierry Jacques, Vicelli Joséphine et Wyns Robert (2014) - Coupe géologique du Bassin parisien et du Fossé rhénan. Bull. Inf. Géol. Bass. Paris, Mémoire hors-série n° 9, 1 pl.

Colloque 12-14 novembre 2014  
PARIS

GÉOLOGIE DU BASSIN PARISIEN  
LE CINQUANTENAIRE DE L'AGBP

## **Comité d'organisation**

Didier BONIJOLY  
*Président de l'AGBP*

Patrick GAVIGLIO  
*2<sup>ème</sup> Vice-Président de l'AGBP*

Françoise BERGERAT  
Claude COLLETÉ  
Edouard HEISCH  
Laurence LE CALLONNEC  
Lise LEROUX  
Daniel OBERT  
Jean-Claude PORCHIER  
Marie-José ROULET  
Robert WYNS

# Avant-propos

## Géologie du Bassin parisien, un nouveau regard

Voici quelques temps que notre association n'avait pas organisé de colloque scientifique. Et quelle plus belle occasion que la célébration de son cinquantenaire pour échanger sur les principales avancées scientifiques permises par les recherches menées sur notre cher Bassin parisien.

Jacqueline Lorenz et Jean Gaudant nous rappelleront que deux siècles après les travaux d'Alcide d'Orbigny et de Jean Baptiste d'Omalius d'Halloy, la recherche est toujours vivace et démontre qu'il reste encore beaucoup de découvertes à effectuer.

C'est ce que présenteront Franck Hanot et Jean Pierre Gély en introduisant les principales avancées permises par les techniques modernes d'investigation. Ce sont elles qui nous amènent aujourd'hui, à avoir un regard renouvelé de la géologie du Bassin parisien, regard illustré par l'AGBP sous forme d'une coupe exceptionnelle, de par la qualité de l'information représentée mais également par sa taille, ainsi que par un ouvrage de synthèse.

Justine Briais démontrera que son remplissage cénozoïque n'est pas la simple conséquence d'une subsidence somme toute limitée, mais bien le résultat de déformations de grande longueur d'onde, résultat des contrecoups des grandes déformations situées aux confins de notre plaque continentale.

Robert Wyns quant à lui résumera 250 Ma d'évolution d'un bassin intra-continental à l'issue desquels plus de 3 km de sédiments se sont accumulés, déformés, altérés et parfois érodés.

Maurice Pagel résumera sur une verticale, cette histoire de l'évolution sédimentaire et diagénétique qui explique les caractéristiques exceptionnelles de ce bassin dans lequel on envisage aujourd'hui de stocker des déchets de haute activité et vie longue en toute sécurité.

Enfin, Nicolas Charles, Simon Lopez, Pascal Marteau, Sophie Violette et Carole Mercier nous rappelleront la nature des ressources contenues dans ce bassin et leur importance dans le développement de notre société. C'est en premier le patrimoine de tous, avec ses singularités géologiques, qui sera décrit, puis les ressources en matériaux, en eau et en énergie fossile qui seront exposées.

Notre association, l'Association des Géologues du Bassin de Paris, espère, grâce à cette réunion scientifique, démontrer la vitalité de la géologie dans cette région de France. Elle veut renouer avec l'objectif premier de son fondateur, Charles Pomerol, qui souhaitait regrouper les chercheurs afin qu'ils fassent connaître leurs travaux. C'est pourquoi toutes nos présentations invitées alterneront avec des communications de travaux scientifiques réalisés par des chercheurs de toutes spécialités, depuis la structure du socle jusqu'à la biostratigraphie en passant par la pétrographie des formations réservoirs et leur remplissage ou leur minéralisation.

Je souhaite donc à tous les participants à nos journées scientifiques, des communications passionnantes et, je l'espère, des débats fructueux où toute la diversité des thèses pourra être exprimée.

Didier Bonijoly  
Président de l'AGBP



# Programme détaillé des sessions du colloque

Mercredi 12 et  
jeudi 13 novembre 2014

Mercredi 12 novembre 2014 - après-midi Présidents de séance : M. Pagel & M. Renard		
13h30 à 14h	Enregistrement - Café de bienvenue	
14h à 14h15	Introduction	D. Bonijoly
14h15 à 14h30	L'AGBP... du bassin de Paris au Bassin parisien	J. Lorenz
14h30 à 14h45	Quelques figures emblématiques de l'étude géologique du Bassin parisien	J. Gaudant
14h45 à 15h15	Les grands objets géologiques vus à travers la coupe du Bassin parisien	J.P. Gély et F. Hanot
15h15 à 15h30	Discussion	
15h30 à 16 h	Pause café	
16h00 à 18h00	Séance de communications (8)	Auteur(s)/Présentateur
16h00 à 16h15	Regard sur la structure géologique du substratum pré-mésozoïque du bassin de Paris	J. Baptiste , G. Martelet, M. Faure, L. Beccalotto et J. Perrin
16h15 à 16h30	Le substratum pré-mésozoïque du bassin de Paris revisité: évolution structurale des bassins permo-carbonifères sous couverture sédimentaire	L. Beccalotto, O. Serrano, L. Capar et S. Marc
16h30 à 16h45	Le bassin de Paris, un enregistreur subtil de l'eustatisme et des déformations de grandes longueurs d'onde en domaine intracratonique	C. Robin, F. Guillocheau, E. Lasseur et J. Briaïs
16h45 à 17h00	Facteurs contrôlant l'hétérogénéité des faciès et de l'architecture des carbonates du Jurassique moyen et supérieur de l'ouest du bassin de Paris	S. Andrieu, B. Brigaud, J. Barbarand et E. Lasseur
17h00 à 17h15	Stratigraphie séquentielle et architecture sédimentaire haute résolution de l'oolithe blanche du Bassin parisien	B. Issautier, E. Lasseur, P.Y. Collin et M. Pantel
17h15 à 17h30	Caractérisation et origine de l'hétérogénéité des porosités-perméabilités dans les carbonates marins d'eaux peu profondes : de l'échelle de l'échantillon à celle du réservoir (Jurassique moyen, bassin de Paris)	B. Brigaud, B. Vincent, C. Durlet, J.F. Deconinck, E. Jobard, N. Pickard , B. Yven et Ph. Landrein
17h30 à 17h45	Caractérisation sédimentologique et diagénétique de la formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien, bassin de Paris)	Y. Makhloufi, P.Y. Collin, F. Bergerat, F. Aubertin, S. Violette et Ch. Rigollet
17h45 à 18h00	Les enseignements du relief de côtes dans l'est du Bassin parisien	J. Le Roux et D. Harmand
18h00 à 18h20	Le Paléogène du bassin de Paris : géométries, sédimentologie de faciès, stratigraphie séquentielle et déformations de grande longueur d'onde	J. Briaïs, F. Guillocheau, C. Robin, E. Lasseur, J.J. Châteauneuf et O. Serrano



Jeudi 13 novembre 2014 - matinée		
Présidents de séance : C. Rigollet & S. Violette		
09h00 à 09h20	Evolution géodynamique du Bassin Parisien	<u>R. Wyns</u>
09h20 à 09h40	Transferts actuels et passés dans un système sédimentaire aquifère-aquitard : un forage de 2000 mètres dans le Mésozoïque du bassin de Paris	<u>M. Pagel</u> et 55 co-auteurs
09h40 à 12h10	Séance de communications (8)	Auteur(s)/Présentateur
09h40 à 09h55	L'Albien du bassin de Paris : découpage séquentiel, géométries 3D et paléogéographie	<u>M. Sévenier</u> , F. Guillocheau, E. Lasseur et C. Robin
09h55 à 10h10	Enregistrement à haute résolution des modifications environnementales au passage Cénomanien-Turonien dans la région du stratotype historique du Cénomanien (Sarthe)	<u>D. Desmares</u> , <u>M. Tremblin</u> , B. Broche, M. Testé, E. Masure, S. Gardin, F. Minoletti, M. de Rafélis, N. Labourdette, L. Villier, P. Taylor, F. Cecca, I. Rouget, N. Morel et P. Raboeuf
10h10 à 10h 25	Dinoflagellés calcaires et pithonelles : indicateurs paléo-climatiques et paléoenvironnementaux de la mer cénomanienne en Sarthe	<u>M. Testé</u> , E. Masure, M. Tremblin, D. Desmares, B. Broche, S. Gardin, F. Minoletti, M. de Rafélis, N. Labourdette, L. Villier, F. Cecca, I. Rouget, N. Morel et P. Raboeuf
10h25 à 10h55	Pause-café	
10h55 à 11h10	Le Danien du synclinal du Thérain dans l'Oise : les anciennes carrières de Laversines et de Rochy-Condé	C. Gagnaison, <u>Y. Vautier</u> et B. Proudhon
11h10 à 11h25	Les fluctuations climatiques du Paléogène dans le bassin de Paris	D. Huyghe, <u>L. Emmanuel</u> , F. Lartaud et M. Renard
11h25 à 11h40	Apport de l'étude des nanostructures de la craie (Crétacé supérieur, bassin de Paris) pour la compréhension de l'hétérogénéité des propriétés réservoir	<u>J. Saiag</u> , P.Y. Collin, J.P. Sizun et E. Lasseur
11h40 à 11h55	Influence respective de la sédimentation et de la diagenèse sur les propriétés physiques et la fracturation de différents types de craies, Cap Blanc Nez, France	<u>O. Faÿ-Gomord</u> , F. Amédéo, B. Caline, F. Descamps, E. Lasseur, P. Van Landschoot, R. Swennen et S. Vandycke
11h55 à 12h10	Microfracturation, géomorphologie et structuration synforme complexe du bassin versant du Thérain (Oise, France)	E. Dumas, M. Durand, <u>P. Barrier</u> et A. Combaud
12h10 à 12h30	Le Val-de-Loire : un patrimoine géologique royal et méconnu	<u>N. Charles</u> et P. Graviou
12h30 à 13h40	Repas	

Jeudi 13 novembre 2014 - après-midi Présidents de séance : J.F. Deconinck & S. Vandycke		
13h40 à 14 h00	Ressources en minéraux industriels, roches ornementales et matériaux du Bassin parisien : diversité et importance économique	<u>P. Marteau</u> , D. Dessandier et S. Colin
14h00 à 15h30	Séance de communications (6)	<u>Auteur(s)/Présentateur</u>
14h00 à 14h15	Le forage scientifique COUY-1 (Bassin de Paris) – Une nouvelle méthode de caractérisation minéralogique et mécanique des argiles riches en matière organique, l'exemple des Schistes carton du Toarcien	<u>Ch. Rigollet</u> et D. Bonijoly
14h15 à 14h30	Maturation des roches mères et fractures hydrauliques naturelles, bassin de Paris	<u>P. Cobbold</u> , A. Zanella, B. Fourdan et D. Néraudeau
14h30 à 14h45	Origine et âge des minéralisations de fluorine de la bordure sud-est du bassin de Paris (Morvan, France)	<u>M. Gigoux</u> , B. Brigaud, G. Delpech, M. Pagel, C. Guerrot, Th. Auge et Ph. Negrel
14h45 à 15h00	ORAGE Lorraine, un projet participatif pour le patrimoine géologique régional	B. Lathuilière
15h00 à 15h15	Calibration du modèle hydrogéologique des aquifères de la petite couronne parisienne	F. Boucheikhchoukh, <u>D. Bruel</u> et A. Lamé
15h15 à 15h30	Datation des calcites et des grès de Fontainebleau : une remise à plat de l'âge des silicifications des terrains tertiaires du bassin de Paris	<u>M. Thiry</u> , Ch. Innocent, F. Ménillet et J.M. Schmitt
15h30 à 15h50	Les aquifères profonds du bassin de Paris	<u>S. Violette</u>
15h50 à 16h10	L'exploitation de la chaleur géothermale du bassin de Paris : une expérience de plus de 40 ans	<u>S. Lopez</u> et V. Hamm
16h10 à 16h30	Les ressources naturelles du sous-sol du bassin de Paris (hydrocarbures/charbon), 50 ans d'activité	<u>C. Mercier</u>
16h30 à 17h00	Discussion	
17h00 à 17h15	Conclusion	D. Bonijoly

# Résumés des communications invitées

## **Le Paléogène du bassin de Paris: géométries, sédimentologie de faciès, stratigraphie séquentielle et déformations de grande longueur d'onde.**

**Briais Justine<sup>1,2</sup>, Guillocheau François,<sup>1</sup> Robin Cécile,<sup>1</sup> Lasseur Eric<sup>2</sup>, Châteauneuf Jean-Jacques<sup>3</sup> et Serrano Olivier<sup>2</sup>**

1- Géosciences Rennes, Université Rennes 1 UMR 6118, 263 av. du Général Leclerc, 35042 Rennes.

2 - Bureau de Recherche Géologique et Minières, 3 av. Claude Guillemin, 45100 Orléans.

3 - Biostratigraphy Consultant, 8 quai du Châtelet, 45000 Orléans

Le Paléogène du bassin de Paris marque dans l'histoire de ce bassin intracratonique, la transition entre une phase subsidente (Mésozoïque) et une phase en surrection (Néogène). A la limite K-T, du fait de l'accélération de la convergence Ibérie-Eurasie, (1) la vitesse de subsidence décroît drastiquement (2) et les systèmes sédimentaires sont peu épais, avec une forte variabilité verticale et horizontale.

L'objectif est d'identifier les géométries (isopaques, biseaux...) et les paléogéographies successives par demi-cycle (transgressif-régressif). La démarche a été de coupler les données de surface et de subsurface, contraintes en âge par une nouvelle réévaluation biostratigraphique (dinokystes: J.J. Châteauneuf, foraminifères: ERADATA, C. Bourdillon). Ces données ont permis de réaliser des transects de corrélation diagraphique (~600 puits utilisés) selon les principes de la stratigraphie séquentielle.

### **1. Maastrichtien-Thanétién inférieur: déformations majeures**

Deux phases de déformation de grande longueur d'onde (flexure E-W à NW-SE,  $\lambda$ : 150 km, soulèvement de l'axe Artois-Boulonnais et de la partie sud du bassin de Paris) sont identifiées: (i) entre le Maastrichtien et le Danien moyen et (ii) entre le Danien supérieur et le Thanétién inférieur.

### **2. Thanétién: reprise de la subsidence**

Cette période marque une reprise de la subsidence, localisée au nord de la faille de Bray (*onlap* en direction du sud). La paléogéographie est ouverte vers le nord avec des environnements dominés par la houle (phase progradante) et par la marée (phase rétrogradante).

### **3. Yprésien basal: réorganisation du champ de déformation**

Une réorganisation majeure se manifeste par l'apparition d'une zone subsidente orientée NE-SW ( $\lambda$ : 80 km). Cette réorganisation s'accompagne d'un net changement paléogéographique avec la mise en place d'une large plaine lacustre au sud et côtière au nord. Cette phase de déformation rapide (1Ma) est contemporaine du début de l'ouverture de l'Atlantique Nord.

**4. Yprésien:** Le bassin yprésien reprend la configuration du bassin thanétién avec une aire de subsidence au nord de la faille de Bray. La paléogéographie est cependant moins ouverte, caractérisée par la mise en place d'une large baie.

### **5. Limite Yprésien-Lutétien: déformation majeure**

La limite Yprésien-Lutétien est marquée par une nouvelle phase de déformation caractérisée en subsurface par une troncature majeure.

**6. Lutétien inférieur et moyen:** au cours de cette période, se met en place une plate-forme carbonatée ouverte vers le nord; elle se marque par une progressive reprise de la subsidence du nord vers le sud (3 séquences en *onlap*).

### **7. Lutétien supérieur-Bartonien inférieur: déformation majeure**

Cette phase de déformation est contemporaine de la phase paroxysmale de la convergence Ibérie-Eurasie. Elle s'enregistre (1) par l'apparition d'une flexure E-W de moyenne longueur d'onde ( $\lambda$ : 80 km) au sud de la faille de Bray et (2) par la réactivation de failles crustales. Cette période marque la transition entre des environnements de type lagon et des environnements dominés par la houle dans la partie ouest et dominés par la marée dans la partie est du bassin.

### **8. Bartonien supérieur-Priabonien: reprise de la subsidence**

La période du Bartonien supérieur-Priabonien est marquée par une reprise de la subsidence, selon un axe NE-SW; en revanche, la subsidence est homogène sur l'ensemble du bassin au Priabonien terminal. Les environnements correspondent à de larges étendues lacustres et à des lagunes évaporitiques ouvertes vers le NW.

## **Le Val-de-Loire : un patrimoine géologique royal et méconnu**

**Charles Nicolas<sup>\*</sup> et Graviou Pierrick**

BRGM - Service Géologique National, 3 av. Claude Guillemin, 45060 Orléans cedex 2, France.

\* n.charles@brgm.fr

Découvrir une région à travers son patrimoine géologique, c'est apprendre à lire un paysage à travers son relief, ses roches, sa végétation, son architecture et décrypter l'empreinte de son histoire, c'est mieux comprendre ce qui en fait sa spécificité. La médiation scientifique et éducative permet de promouvoir le patrimoine géologique tout en faisant découvrir l'identité culturelle et le patrimoine des régions françaises. Destinée à un large public (randonneurs, touristes, enseignants, étudiants...), cette approche est réalisée en collaboration avec des partenaires locaux (Parcs nationaux, Parc naturels régionaux, Conseils Généraux, Universités,...), et peut prendre la forme d'itinéraires de randonnée de découverte géologique et de fiches thématiques sur l'identité culturelle propre à la région.

Une telle approche est actuellement en passe d'être réalisée pour le Val de Loire, de Sancerre à Saumur. Le Val de Loire est une région touristique de renommée mondiale et sa géologie, méconnue du grand public, permet d'aborder de nombreux thèmes des géosciences : sédimentologie, tectonique, ressources minérales, hydrogéologie, risques géologiques, génie civil, géomorphologie, etc. Au fil de notre approche, le public pourra ainsi découvrir un lien original entre Histoire, occupation humaine et déterminisme géologique. Situés au sud du bassin parisien, les paysages du Val de Loire constituent le fruit conjugué d'une évolution géologique sur plusieurs centaines de millions d'années et de l'action récente de l'homme. Le tuffeau, les faluns, les alluvions ligériennes impriment leur empreinte dans ce paysage naturel devenu culturel grâce à l'action de l'Homme (châteaux, habitations troglodytiques, vignobles, etc.). Cette approche originale du patrimoine géologique permet aussi de sensibiliser le public aux risques géologiques (crues de la Loire, cavités souterraines, effondrements de coteau) et au respect environnemental (gestion des ressources en eau, des matériaux) d'un tel patrimoine faisant désormais partie d'un héritage commun de l'Humanité depuis l'an 2000.

## Quelques figures emblématiques de l'étude géologique du Bassin parisien

### Gaudant Jean

Comité français d'Histoire de la Géologie

Depuis plus de deux siècles, de nombreux géologues ont contribué à faire progresser notre connaissance de la structure et de la stratigraphie du Bassin parisien. Nous présentons aujourd'hui un choix restreint de personnalités qui se sont distinguées au cours du XIX<sup>e</sup> siècle et qui, avec le passage du temps, sont devenues à nos yeux des figures emblématiques.

En premier lieu, nous citerons **Georges Cuvier** (1769-1832) et **Alexandre Brongniart** (1770-1847) qui s'associèrent pour déchiffrer la stratigraphie des « *environs de Paris* » – une expression qui englobe l'Île-de-France et le sud de la Picardie – et en dresser une « *carte géognostique* » (1811). Leurs travaux contribuèrent à faire émerger la notion de « *terrains tertiaires* » superposés aux « *terrains secondaires* » dont William Smith avait établi la succession en Angleterre.

Quelques années plus tard **Jean-Baptiste-Julien d'Omalus d'Halloy** (1783-1875), citoyen de l'Empire né en Belgique, nomma « *bassin de Paris* », la région occupée par les terrains tertiaires, tout en représentant en coupe un bassin plus vaste comportant en outre des « *terrains secondaires* », qui prennent appui sur les Ardennes et le Massif central (1816).

À la fin de la décennie suivante, un brillant ingénieur des mines nommé **Léonce Élie de Beaumont** (1798-1874), conféra une dimension supplémentaire à cette notion en concevant l'existence, au Jurassique, d'un bassin anglo-parisien (1829).

Au cours de la décennie 1820, **Constant Prévost** (1787-1856), qui était un partisan convaincu de la doctrine des causes actuelles, s'opposa à l'idée que les continents aient pu être à plusieurs reprises submergés par la mer et invoqua l'existence de remaniements pour expliquer les mélanges de fossiles marins et d'eau douce. Une vingtaine d'années plus tard, il formula le principe du synchronisme des formations selon lequel, comme dans la nature actuelle, à chaque sédiment marin correspondrait un dépôt continental de même âge.

La même décennie a vu la publication de la première carte géologique départementale, celle du Calvados levée en 1825 par **Arcisse de Caumont**, un érudit et naturaliste normand de renom, bientôt suivie par celles de l'Eure (1832), du préfet géologue **Antoine Passy**, puis de l'Aisne par **Adolphe d'Archiac** (1842), futur professeur de paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle.

Sans que son activité se limitât au Bassin parisien, on ne peut pas ne pas évoquer **Alcide d'Orbigny** (1802-1857) qui, en définissant en 1849 la succession des étages jurassiques, créa, entre autres, les trois étages *Sinemurien*, *Toarcien* et *Bajocien*, après avoir nommé l'*Albien*, le *Turonien* et le *Sénonien* en 1842, puis le *Cénomani* en 1847. Quant au *Stampien*, son nom apparut en 1852 comme celui d'un sous-étage du *Falunien*.

Les grandes lignes de la géologie du Bassin parisien étant dès lors définies, **Edmond Hébert** (1812-1890) inaugura une nouvelle phase de recherches durant laquelle l'objectif fut d'approfondir les connaissances. Après s'être préoccupé de déterminer les lignes de rivages au Jurassique, tout en s'efforçant de détecter les oscillations du sol, il contribua à affiner la stratigraphie du Crétacé supérieur en se fondant principalement sur les *Micraster*, avec toujours la même préoccupation structurale.

**Ernest Munier-Chalmas** (1843-1903), qui succéda en 1891 à Edmond Hébert dans la chaire de géologie de la Sorbonne, était un géologue éclectique doué d'un sens remarquable de l'observation. Parmi de nombreux articles consacrés aux terrains tertiaires du Bassin de Paris, il émit une théorie originale sur les conditions de dépôt du gypse parisien.

## Les grands objets géologiques vus à travers la coupe du Bassin parisien

**Gély Jean-Pierre<sup>1</sup> et Hanot Franck<sup>2</sup>**

1 - Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne - CNRS, LAMOP UMR 8589, 1 rue Victor Cousin 75005 Paris

2 - CDP Consulting, 7 boulevard Chanzy 41000 Blois

Pour construire la coupe géologique, des forages d'exploration, de nombreux forages hydrogéologiques et des carottages VT ont été utilisés. Des profils sismiques ont permis de préciser des points clés le long de la coupe. Nous avons bénéficié des travaux de corrélations litho-stratigraphiques et des synthèses de bassin du BRGM, de CDP Consulting et de IFP Énergies nouvelles.

Le tracé de la coupe géologique, long de 650 km, débute sur la zone Bocaine en Basse-Normandie, passe à proximité immédiate du Donon un des points culminant des Vosges du Nord avant de traverser le Fossé rhénan pour atteindre le piedmont du massif de la Forêt-Noire en Allemagne.

Le substratum cristallophylien, présenté en couleurs atténuées sur la coupe, a été dessiné d'après l'interprétation des données géophysiques due à Nicole Debeglia. Il appartient à trois grands domaines : le bloc cadomien du domaine armoricain septentrional ; la zone saxono-thuringienne formée d'un puissant complexe volcano-sédimentaire d'âge dévonien à carbonifère inférieur ; la zone moldanubienne en prolongement de la zone morvano-vosgienne.

Les discontinuités majeures dans le socle du Bassin parisien et dans sa couverture sédimentaire sont bien visibles sur la coupe et sont parfois soulignées par des altérites, symbolisées par des tirets sur le substrat altéré portant la couleur de la période d'altération.

En Lorraine, le bassin houiller du Westphalien est fortement structuré sous les dépôts du Stéphanien, lui-même recouvert en discordance par un bassin du Permien supérieur renfermant de grands édifices volcaniques. La carte des bassins du Carbonifère supérieur et du Permien issue de la synthèse pétrolière du Bassin parisien indique la présence de nombreux bassins entièrement cachés sous les formations sédimentaires du Mésozoïque.

La couverture sédimentaire du Bassin parisien débute dès la fin du Permien. Les dépôts sableux du Trias supérieur s'adossent sur l'alignement des failles d'Etampes, de Rambouillet et de la Seine. La coupe passe sur la terminaison méridionale du dôme de Songy, paléo-inselberg de quartzites qui demeure une zone haute tout au long du Trias. Le Lias aux faciès argilo-détritiques marins de grande extension, parfois riches en matière organique (Schistes carton) s'amincit progressivement vers l'ouest.

Le Massif armoricain reste une région en partie émergée avec des inselbergs submergés à la fin du Bathonien. Au large, les plates-formes carbonatées armoricaine et bourguignonne sont séparées par le Sillon marneux à l'aplomb de l'Anomalie magnétique du bassin de Paris.

Le Malm d'abord argileux puis carbonaté s'achève par les dépôts du Purbeckien, conservés dans le centre du Bassin parisien. Les formations marines du Crétacé inférieur passent latéralement à l'ouest aux dépôts wealdiens. En Normandie, ces dépôts sont érodés sous l'Aptien, lui-même tronqué sous l'Albien.

La mer de la craie a pu recouvrir tout ou partie des massifs anciens, comme en témoigne la craie cénomaniennne perchée sur le Mont-Pinçon en Normandie. Les craies sont parfois dolomitisées provoquant des anomalies de vitesse sismique. Seul le front dolomitique régional reconnu par le projet Craie 700 en 1999 est schématisé sur la coupe.

La surface d'érosion altérée du Paléogène tronque les craies du Crétacé supérieur. La sédimentation marine paléogène reste cantonnée au nord et à l'ouest du Bassin parisien. Seul l'Oligocène déborde en reposant directement sur la craie et ses altérites tant à l'ouest (butte de Broué) qu'à l'est (Mont Aouût). Les collisions pyrénéenne et alpine provoquent les inversions tectoniques des anticlinaux du Pays de Bray et de Meudon notamment.

Le graben du Rhin se développe à l'Éocène supérieur et à l'Oligocène. Des fossés étroits s'individualisent en Lorraine à la même époque. La structure du graben du Rhin est simplifiée sur la coupe par souci de lisibilité. Les failles apparaissent « verticalisées » du fait de l'exagération de l'échelle des hauteurs. Au Miocène supérieur, survient le soulèvement du bourrelet péri-alpin qui dégage les plates-formes structurales, le relief de côte et le seuil de Bourgogne. Les massifs des Vosges et de la Forêt-Noire sont alors dégagés de leur couverture sédimentaire triasique et jurassique.

## L'exploitation de la chaleur géothermale du bassin de Paris : une expérience de plus de 40 ans

**Lopez Simon et Hamm Virginie**

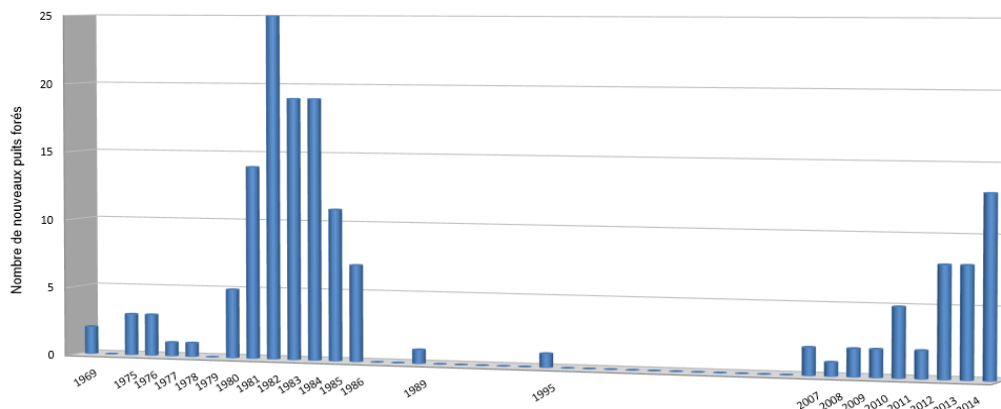
BRGM, Direction Géoressources, Division Géothermie, 3 avenue C. Guillemin, 45060 Orléans cedex 2

La géothermie est l'exploitation de l'énergie thermique contenue dans le sous-sol quelle que soit la profondeur considérée. En pratique on distingue différentes formes de géothermie suivant le niveau de température de la ressource qui conditionne les usages possibles : sous forme de chaleur, pour chauffer ou climatiser des bâtiments et dans des processus industriels, ou pour la production d'électricité. Des technologies basées sur l'utilisation de cycles thermodynamiques (pompes à chaleur, cycles binaires pour la production d'électricité) sont employées lorsque les niveaux de température sont insuffisants pour les usages visés. On distingue également deux type d'échanges de chaleur avec le sous-sol qui induisent des technologies différentes et de possibles hybridations : échangeurs fermés diffusifs ou échangeurs ouverts plus puissants mais impliquant une mobilisation de fluides présents dans le sous-sol.

Nous détaillerons les possibilités associées à chacune de ces formes de géothermie dans le bassin de Paris et, après avoir résumé certaines des problématiques associées, nous montrerons en quoi sa relative abondance et sa disponibilité font de la géothermie une option à ne pas négliger dans la construction du bouquet énergétique du futur. Nous nous concentrerons en particulier sur la géothermie profonde et l'exploitation directe de la chaleur qui s'est développée massivement au début des années 1980 dans un contexte de recherche d'autonomie énergétique. Dans la région parisienne, ce sont ainsi 150 000 équivalents logements qui sont aujourd'hui alimentés en chaleur géothermale via des réseaux de chaleur.

Parmi les quatre grandes unités stratigraphiques présentant des propriétés aquifères, les dépôts carbonatés du Jurassique moyen (Dogger) ont été identifiés comme cible principale pour le développement de ce type de géothermie. L'accès à cette ressource profonde (>1km) nécessite la réalisation de forages de type pétrolier dont la technologie a été adaptée aux spécificités de l'exploitation géothermique. Malgré une ressource abondante, l'adéquation nécessaire entre ressources et besoins en surface fait que les zones exploitées se situent aujourd'hui au droit des zones urbanisées et se concentrent dans une zone de moins d'un millier de km<sup>2</sup> autour de Paris.

Les difficultés initiales essentiellement liées à des problèmes de corrosion généralisée et de dépôts ont été maîtrisées dès la fin des années 1980 mais ont malheureusement impacté négativement l'image de la géothermie profonde en plein contre-choc pétrolier. Cela a conduit à l'arrêt d'une vingtaine d'opérations. Les autres opérations ont fonctionné sans encombre notable jusqu'à aujourd'hui. Les technologies d'exploitation sont maintenant matures et aisément reproductibles. Ainsi, depuis 2007, plusieurs nouvelles opérations sont réalisées. En parallèle, plusieurs projets de recherche sont menés pour, d'une part, développer d'autres niveaux tels que les aquifères moins profonds (Albien, Lusitanien) ou plus profonds (Trias) et donc plus chauds mais souvent moins perméables et, d'autre part, promouvoir des technologies hybrides comme l'association de la géothermie et du stockage de chaleur de forte puissance en aquifère.



*Nombre de puits géothermiques forés depuis 1969 dans le bassin de Paris pour exploiter l'aquifère du Dogger (perspectives pour 2014)*



## **L'AGBP ... du bassin de Paris au Bassin parisien**

**Lorenz Jacqueline**

**L'AGBP**, Association des Géologues du Bassin de Paris, est née en 1964 sur une idée de Charles Pomerol et d'un groupe de jeunes universitaires et membres du BRGM.

Le but de l'Association était de regrouper les chercheurs de diverses origines, ainsi que les amateurs, travaillant ou s'intéressant au « Bassin de Paris ». Plusieurs objectifs tenaient à cœur à Ch. Pomerol et au groupe qui l'entourait avec l'enthousiasme de la jeunesse : publier un bulletin trimestriel ; organiser des journées d'étude et des colloques ; présenter des expositions pour le grand public ; patronner des travaux de recherche ; publier des volumes hors-série.

Tous ces objectifs ont été atteints et se sont développés au cours des cinquante années de vie de l'AGBP. Les quatre bulletins annuels, consacrés essentiellement à des observations de terrain, continuent à être publiés ; à ce jour plus de 600 notes sont recensées. Les journées d'étude, très appréciées, se tiennent au printemps et à l'automne. Plusieurs colloques ont été organisés dont celui de mai 1968 sur l'Eocène. Des expositions ont été montées au Muséum : « Les roches au service de l'Homme », et « Le Lutétien ». L'AGBP a patronné des travaux de recherche comme « Craie 700 » et en a assuré la publication. Des volumes hors-série ont été publiés et le prochain, le n° 9, sera celui qui présente la nouvelle coupe du Bassin parisien et la vision actuelle de la géologie de ce bassin.

### **Bassin de Paris**

Dans de très nombreux textes on trouve à la fois les termes Bassin de Paris et Bassin parisien sans expliciter le sens de l'un ou l'autre terme. Quant aux majuscules elles sont placées un peu au hasard. Le terme Bassin de Paris apparaît clairement pour la première fois sur la carte de d'Omalus d'Alloy, en 1816, portant le titre : « Esquisse d'une carte géologique du Bassin de Paris et de quelques contrées voisines ». Le bassin recouvre uniquement les formations cénozoïques. Quant à la carte de Dufrénoy et Elie de Beaumont (1841) elle étend le Bassin de Paris jusqu'au Jurassique. Lorsque Ch. Pomerol a créé L'AGBP sous le nom d'Association des Géologues du Bassin de Paris lui et les personnes alors à l'origine de l'Association travaillaient essentiellement sur les formations cénozoïques ce qui justifiait alors le choix de ce nom.

### **Bassin parisien**

La nouvelle coupe proposée aujourd'hui porte le nom de « Bassin parisien ». En effet elle dépasse largement les limites des formations cénozoïques. Seuls les Géologues auraient pu accepter que l'on appelle bassin de Paris, terme utilisé seulement par leur discipline, une surface atteignant le Massif armoricain, le Massif central, les Vosges, l'Ardenne.

Espérons qu'après ce cinquantenaire le Bassin parisien devienne un terme familier aux géologues.

## **Ressources en roches ornementales, minéraux industriels et matériaux du Bassin parisien : diversité et importance économique**

**Marteau Pascal, Dessandier David et Colin Sébastien**

BRGM — DGR/GAT, 3 avenue C. Guillemin, 45060 Orléans cedex 2

Le Bassin parisien recèle de nombreuses ressources en matériaux (pour construction et BTP), ainsi qu'en minéraux industriels, activement exploités et jouant un rôle important sur le plan économique.

Les roches ornementales et de construction (« pierres de taille ») y sont largement représentées. Utilisées depuis la période gallo-romaine, elles sont mises en œuvre dans le patrimoine bâti ancien et nombre de monuments historiques emblématiques : Calcaire de Berchères pour la cathédrale de Chartres, Calcaires du Lutétien pour Notre-Dame de Paris, Pierre jaune de Jaumont pour la Cathédrale de Metz, Pierre de Caen exportée jusqu'en Grande-Bretagne (palais de Buckingham) et aux USA, Calcaire de Souppes pour la basilique de Montmartre et l'Arc de Triomphe, Tuffeau de Touraine pour les châteaux de la Loire, Grès rouges des Vosges pour la cathédrale de Strasbourg, etc. La plupart de ces pierres sont encore aujourd'hui exploitées.

La production de granulats (environ 130 Mt, soit 35% de la production nationale) provient des roches dures concassées, généralement les calcaires du Jurassique (Oxfordien, Portlandien du Barrois dans la Nièvre, l'Aube, la Haute-Marne, les Ardennes...) de plus en plus utilisés (environ 75 Mt) du fait de la raréfaction des granulats alluvionnaires (environ 55 Mt, plus que la moyenne nationale du fait de l'importance des dépôts alluviaux de la Seine, de la Loire et de leurs affluents). Les sables pour BTP sont également abondants : formation de Beauchamp, Sables de Fontainebleau et du Perche etc.

Les matières premières pour ciment (calcaires, craie, marnes, argiles, gaize...) et pour chaux sont abondantes et permettent de fournir de nombreuses cimenteries et fours à chaux. La chaux, calcique ou magnésienne, hydraulique ou aérienne, produite en Lorraine, dans le Boulonnais, dans l'ouest du Bassin parisien, est utilisée dans de multiples secteurs d'activités (verrerie, sidérurgie, chimie, traitement des eaux usées et des effluents gazeux, agriculture...). Environ la moitié de la production nationale de ciment et les 2/3 de celle de chaux sont réalisés dans le Bassin parisien.

Quant au gypse, pour plâtre (enduits, plaques...) et pour ajout au ciment, plus de 75% de la production nationale (environ 3 Mt/an) provient des gisements de l'Eocène de la région parisienne.

Enfin, des minéraux industriels de haute qualité sont destinés à des industries variées :

- Sables siliceux de haute pureté pour verrerie, fonderie, chimie (Formation des Sables de Beauchamp d'âge 40 Ma et des Sables de Fontainebleau, environ 3,5 Mt/an) ;
- Argiles nobles kaoliniques pour céramiques et sanitaires (argiles de Provins, environ 80 000 t/an, argiles de Sologne et du Berry, exploitées de façon artisanale) ;
- Calcaires et craie de blancheur élevée, pour charges blanches industrielles dans les industries du papier, des plastiques, des peintures, ainsi que dans la pharmacie et les cosmétiques (craie d'Omev dans la Marne et de Précly dans l'Oise, environ 0,8 Mt/an), calcaires récifaux de la région de Mailly-le-Château dans la Nièvre, environ 0,5 Mt/an) ;
- Sel gemme de Dombasle-Varengéville en Lorraine (0,5 Mt/an) ;
- Barytine et fluorine, souvent associées dans des gîtes stratiformes en bordure du bassin au contact avec le socle (gisement de Chaillac dans l'Indre, plus grand gisement français maintenant épuisé) ;
- Silex pour silice industrielle dans les dépôts littoraux de la Baie de Somme (80 000 t/an).

A part le sel gemme, exploité en souterrain dans la région de Nancy, ainsi que le gypse de la région de Paris à Montmorency, et certaines pierres de taille (pierre de Caen, ...) les autres substances sont extraites dans des carrières à ciel ouvert, de façon hautement mécanisée, mais aussi artisanale, comme c'est le cas pour les silex des cordons littoraux de la baie de Somme.

## **Les ressources naturelles du sous-sol du bassin de Paris (hydrocarbures/charbon), 50 ans d'activité**

**Mercier Carole**

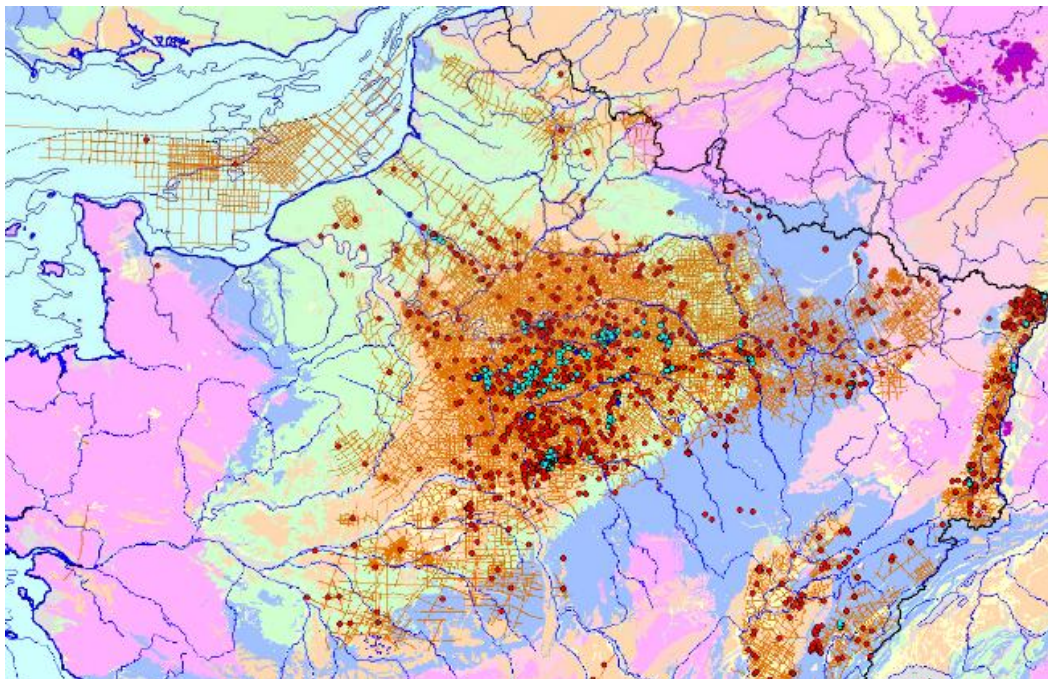
Direction générale de l'énergie et du climat, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

Après 50 ans d'activité, 34 gisements de pétrole sont toujours en exploitation, 38 millions de tonnes de pétrole et 2 milliards de m<sup>3</sup> de gaz ont été produits, 2000 puits ont été réalisés, soit plus de 2500 kilomètres forés, et au moins 150 000 kilomètres de sismique 2D ont été acquis.

En France, seul l'Etat est habilité à délivrer des autorisations permettant d'explorer puis d'exploiter les ressources naturelles du sous-sol quand elles sont classées dans la catégorie des mines. En application du code minier, il collecte les données, assure leur pérennisation et leur diffusion, participe à la valorisation du sous-sol et à sa bonne gestion.

Grâce à cette législation, la communauté scientifique a pu bénéficier des données brutes acquises par les opérateurs sur le sous-sol du bassin de Paris. Ces données sont devenues de plus en plus sophistiquées au fil des ans grâce à l'amélioration des outils ou à la mise en œuvre de nouvelles technologies. Les collaborations entre les compagnies pétrolières et les universités ou instituts de recherches ont permis des avancées conceptuelles importantes au cours de ces années même si elles semblent avoir marqué le pas depuis le début des années 2000.

Les nombreuses études ont en particulier montré que ce bassin cache en fait une complexité stratigraphique sous une apparente simplicité structurale et si 50 ans d'activité ont permis d'identifier trois systèmes pétroliers et de détecter différents types de pièges, le sous-sol du bassin de Paris continue de distiller ses secrets au compte-gouttes. Ainsi la phase d'exploration entamée depuis 30 ans pour essayer d'extraire du gaz adsorbé dans le charbon dans la partie orientale du bassin de Paris, pourrait peut être aboutir dans les années à venir.



*Localisation des lignes sismiques et des forages pétroliers dans le bassin de Paris (extrait) –  
MEDDE/DGEC/BEPH*

## **Transferts actuels et passés dans un système sédimentaire aquifère-aquitard : un forage de 2000 mètres dans le Mésozoïque du bassin de Paris**

**Pagel Maurice<sup>1</sup> et 55 auteurs GNR FORPRO, TAPSS 2000 et Andra**

**Premiers auteurs des articles publiés dans *Marine and Petroleum Geology* (Benjamin Brigaud, Pierre Pellenard, Cédric Carpentier, Thomas Blaise, Fehti Bensenouci, Romain Rebex, Philippe Cosenza et J.L. Mari)**

1 - UMR 8148 GEOPS – Université de Paris-Sud – Campus d'Orsay – Bât 504 91405 Orsay Cedex

Dans le cadre de son programme de reconnaissance 2007-2008 du site de Meuse/Haute-Marne, l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) a réalisé un forage profond (de l'ordre de 2000m), le forage de Montiers-sur-Saulx, qui visait à explorer l'ensemble des formations constituant le remplissage mésozoïque de l'Est du Bassin de Paris (jusqu'à la base du Trias). Ce forage auquel est associé un grand nombre de diagraphies et de carottage de niveaux stratigraphiques représente une excellente et rare opportunité pour étudier un système sédimentaire aquifère-aquitard à travers différentes approches.

L'objectif de cette communication est de présenter les résultats majeurs qui ont été publiés dans un numéro thématique de la revue *Marine and Petroleum Geology* (Vol. 53, mai 2014). Les sédiments jurassiques du forage EST 433 ont été replacés dans leur cadre stratigraphique régional à partir de forages antérieurs réalisés par l'Andra et d'affleurements. Ils montrent que durant les 55 millions d'années du Jurassique, l'immense plateforme carbonatée de l'est du bassin de Paris montre 8 phases successives de forte production carbonatée avec des coraux, bivalves, gastéropodes, oolites, entrecoupées de 7 crises de production carbonatée où domine une sédimentation argileuse. Ces huit phases de forte croissance ont été comparées à la courbe standard de variation du niveau marin, aux régimes tectoniques et à des données isotopiques en oxygène (courbe de variation de la température de l'eau de mer) et aux cortèges minéralogiques argileux.

Dans la série callovo-oxfordienne, les profils haute résolution en  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  sur roche totale, comparés aux données antérieures, témoignent de la bonne préservation dans les argilites des signatures isotopiques environnementales. Une excursion négative en  $\delta^{13}\text{C}$  est mise en évidence au début du Callovien moyen (*Jason Zone*), suggérant un possible relargage de méthane, correspondant au maximum des températures enregistrées dans les eaux de surface du domaine ouest téthysien. Les sédiments enregistrent ensuite une augmentation constante du  $\delta^{13}\text{C}$  jusqu'à l'Oxfordien inférieur. Une diminution des températures des eaux téthysiennes estimée à partir du signal isotopique d'organismes calcifiants (bélemnites et bivalves) est également enregistrée à partir de la fin de la zone à coronatum du Callovien moyen confirmant ainsi le refroidissement du passage Callovien-Oxfordien. Les fluctuations rapides du carbone et de l'oxygène semblent être contrôlées à court terme par un forçage astro-climatique. La diagenèse dans les formations calcaires du Jurassique moyen et supérieur est différente. La porosité des calcaires est fortement diminuée par la précipitation de calcite de blocage. Les deux premières générations précipitées à partir d'eaux météoriques avec probablement une composante marine sont liées à l'enfouissement et sont responsables d'une importante cimentation dans les calcaires du Jurassique moyen. Deux autres générations tardives sont associées à la télogénèse en présence d'eaux météoriques et correspondent à l'essentiel de la cimentation dans les géodes du Jurassique supérieur. La reconstruction multi-laboratoires et multi-techniques de l'histoire thermique montre que des températures supérieures de 25°C aux températures actuelles ont été enregistrées à la fin du Crétacé/début du Tertiaire. Elles s'expliquent par une température de surface plus élevée, l'effet d'écran de la craie et l'érosion de sédiments crétacés.

La possibilité d'obtenir des carottes sur 2000 mètres d'épaisseur de sédiments à partir du forage EST433 a été une occasion unique d'aborder les mécanismes de transport de l'eau et des éléments dissous par diffusion et/ou advection. Il est montré que la diffusion est le principal processus pour le transport des isotopes de l'eau et des solutés sur une épaisseur kilométrique de sédiments à partir du niveau halitique du Keuper.

Ce forage fut également l'occasion d'utiliser et d'améliorer de nouvelles méthodes d'analyse diagraphique. Il a contribué à la réalisation d'un modèle géologique à partir des données sismiques de haute résolution en permettant une calibration de grande qualité sur toute la colonne sédimentaire.

## **Les aquifères profonds du bassin de Paris**

**Violette Sophie**

Ecole Normale Supérieure & UPMC-Sorbonne Universités - Laboratoire de Géologie – UMR.8538

Le bassin sédimentaire de Paris est un système multicouche composé d'aquifères et d'aquitards. Son histoire géologique s'est déroulée sur près de 248 Ma sur une extension bien plus large que celle que nous lui connaissons actuellement. Il a été soumis à des forçages naturels qui ont évolué au cours des temps géologiques. De ce fait, des déplacements de sédiments, de fluides, de chaleur et de solutés se sont produits et ont modifié les propriétés physiques des roches. Une approche de modélisation génétique conduite à l'aide d'un modèle de bassin (NEWBAS) a permis de simuler cette histoire géologique. Ainsi un modèle 3D du bassin de Paris dont l'architecture et les propriétés sont héritées de l'histoire géologique a été créé.

Ce bassin est exploité pour ses ressources en eau et en énergie (huile, gaz, géothermie) et ses capacités de stockage (gaz, déchets). Cependant l'impact de ces usages combinés est mal compris. Les simulations réalisées avec ce modèle 3D du bassin de Paris (3D-MBP) permettent notamment d'appréhender l'impact hydrodynamique des pompages dans l'Albien sur les autres formations qui composent le bassin. Ces simulations révèlent le caractère éminemment transitoire du système multicouche du bassin de Paris.

## **Evolution géodynamique du Bassin parisien**

**Wyns Robert**

BRGM, DGR/GAT, 3 avenue Claude Guillemin BP 6009 45060 Orléans cedex 02

Le « Bassin parisien » a été, pendant la plus grande partie de son histoire, non pas un bassin mais une mer épicontinentale dépendant tour à tour de la Mer du Nord, de l'Atlantique ou de la Téthys, au gré des déformations de la lithosphère continentale ouest-européenne. Sa forme actuelle de cuvette résulte des déformations tectoniques qui ont soulevé ses bordures à différentes époques, associées à la subsidence de la partie centrale, les pôles de subsidence se déplaçant au cours du temps. Les « seuils » de Bourgogne et du Poitou sont essentiellement le résultat de déformations récentes acquises à partir du Miocène supérieur.

Les changements de position des lignes de rivages au cours du Mésozoïque et du Cénozoïque résultent pour l'essentiel des déformations tectoniques de grande longueur d'onde de la lithosphère continentale ouest-européenne, répondant à plusieurs mécanismes : bombements associés à l'ouverture de bassins océaniques réussis (Golfe de Gascogne au Crétacé inférieur) ou avortés (Mer du Nord au Dogger puis au Crétacé inférieur) ; flambage lithosphérique pendant la compression pyrénéenne (du début du Cénozoïque à la fin de l'Eocène moyen), puis lors de la compression alpine (à partir du Miocène supérieur). Ces déformations lithosphériques, dont l'amplitude verticale est kilométrique, rendent compte non seulement de la répartition des faciès marins, mais aussi de celle des sédiments continentaux et des différents types d'altérites qui se développent sur les parties émergées. Les zones soulevées sont soumises à l'érosion et à l'altération et alimentent la sédimentation détritique en matériel frais caractérisé par des minéraux lourds « ubiquistes » lorsque les formations remaniées sont d'anciens dépôts sédimentaires sur les bordures soulevées, ou bien en minéraux de métamorphisme lorsque le socle hercynien est directement soumis à l'érosion. Les variations eustatiques, de faible amplitude (quelques dizaines de mètres sur de courtes périodes, jusqu'à 150 à 200 m pendant les glaciations quaternaires), n'influent que très faiblement sur la position des lignes de rivages et la répartition des faciès.

# Résumés des communications

## **Facteurs contrôlant l'hétérogénéité des faciès et de l'architecture des carbonates du Jurassique moyen et supérieur de l'ouest du bassin de Paris**

**Andrieu Simon<sup>1,\*</sup>, Brigaud Benjamin<sup>1</sup>, Barbarand Jocelyn<sup>1</sup> et Lasseur Eric<sup>2</sup>**

1 - UMR CNRS 8148 GEOPS, Bâtiment 100 / 504, 91405 Orsay Cedex (France)

2 - Bureau de Recherche Géologique et Minières, 3 av. Claude Guillemin, 45100 Orléans.

\* [simon.andrieu@u-psud.fr](mailto:simon.andrieu@u-psud.fr)

Le Jurassique est connu comme étant une période très favorable pour le développement de plates-formes carbonatées dans les bassins ouest-téthysiens. De nombreuses études ont été menées dans divers bassins intracratoniques en France, Espagne, Angleterre, Allemagne, Pologne, Suisse ou encore Egypte, permettant d'avoir un cadre biostratigraphique bien contraint. Néanmoins, la part relative des différents facteurs de contrôle (eustatisme, tectonique, chimie de l'océan ou climat) sur le développement des systèmes carbonatés dans ces bassins demeure compliquée à mettre en évidence.

Au Jurassique moyen et supérieur, une grande plate-forme carbonatée se développe dans l'ouest de la France, de la Normandie aux Charentes, en passant par la Sarthe et le Poitou. Au Jurassique moyen, elle est séparée de la plate-forme est du Bassin de Paris par le sillon marneux. Cette dépression disparaît à l'Oxfordien moyen et l'actuelle partie nord du bassin de Paris est alors occupée par une unique et vaste plate-forme carbonatée. Des affleurements de qualité, le long des côtes normandes ou des Charentes et dans de très nombreuses carrières, offrent l'opportunité d'étudier les carbonates de l'ouest du Bassin de Paris sur un transect nord-sud d'environ 400 kilomètres.

La première étape de ce travail a consisté en la réalisation d'une étude de terrain permettant de lever plus d'une centaine de coupes sédimentaires exposant des carbonates aaléniens à oxfordiens. Quatre zones d'affleurements ont été définies (Calvados, Orne/Sarthe, Poitou et Charentes) et pour chacune d'elles une coupe synthétique a été dressée. Il est ainsi possible de définir une dizaine de séquences stratigraphiques de 3<sup>ème</sup> ordre. Deux périodes majeures de production carbonatée de domaine marin peu profond au Bathonien moyen/supérieur et à l'Oxfordien moyen ont pu être définies, marquées par des faciès variés allant de mudstones à *thalassinoïdes* et bélemnites à des grainstones oolithiques ou à bryozoaires.

L'étude précise de l'architecture stratigraphique, des paléoenvironnements et de la distribution des faciès dans chacune des séquences permettra de mieux comprendre l'influence relative de l'eustatisme, de la tectonique et du climat sur l'évolution à grande échelle (400 km) d'une plate-forme carbonatée. Ce travail permettra également de comparer l'évolution des plates-formes ouest et est du Bassin de Paris durant le Jurassique moyen et supérieur.



## **Regard sur la structure géologique du substratum pré-mésozoïque du Bassin de Paris**

**Baptiste Julien<sup>1</sup>, Martelet Guillaume<sup>1</sup>, Faure Michel<sup>2</sup>, Beccaletto Laurent<sup>1</sup>  
et Perrin José<sup>1</sup>**

1 - Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), 3, avenue Cl. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex  
2 - France

2- Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), Université d'Orléans, CNRS : UMR7327 INSU,  
j.baptiste@brgm.fr, g.martelet@brgm.fr, michel.faure@univ-orleans.fr, l.beccaletto@brgm.fr, j.perrin@brgm.fr

Le substratum pré-mésozoïque du bassin de Paris (SPMBP) constitue un élément majeur pour la compréhension de l'architecture du bassin de Paris telle que nous la connaissons à l'heure actuelle. Façonné par trois cycles orogéniques majeurs au minimum: l'Icartien qui reste encore mal caractérisé (2000 Ma), le Cadomien (760-540 Ma) et le Varisque (500-300 Ma), il est parfois difficile de faire la part entre les structures néoformées et les structures héritées des événements antérieurs. De plus, la majorité des structures cadomiennes et varisques masquées par les sédiments mésozoïques ont été réactivées au cours du Mésozoïque et pour partie également au Cénozoïque.

La compilation, le traitement et l'interprétation de nouvelles données géophysiques (magnétisme aéroporté et gravimétrie) sur une large part de l'ouest du bassin de Paris offre une nouvelle *vision* du substratum anté-mésozoïque du bassin de Paris.

Calées sur le socle armoricain nos premières interprétations révèlent la continuité des structures majeures. Par exemple les complexes plutoniques tardi-cadomiens et une partie des formations sédimentaires d'âge paléozoïque des domaines Nord et Centre armoricains peuvent être suivis sous une grande part de la couverture sédimentaire. Le synclinal du sud de Rennes peut également se suivre grâce aux niveaux ferrugineux caractéristiques de la formation du « Grès armoricain ordovicien ». En outre, les failles de direction NW-SE généralement considérées pour leur jeu tardif montrent une importante récurrence. Ces structures semblent jouer un rôle important dans l'ouverture des bassins stéphano-permiens et probablement pendant l'ouverture de l'Océan Nord-Atlantique au cours du Cénozoïque.

Ces premières interprétations sont étayées par des données de terrain (caractérisation structurale et pétrophysique), des données de forages profonds et de sismique pétrolière, afin de cartographier la nature et l'histoire structurale du SPMBP, à la jonction avec le massif Armoricaïn.

Cette étude permettra d'actualiser le modèle existant de structuration du substratum pré-mésozoïque du Bassin de Paris (Debeglia, 1981). Elle fournira notamment un nouveau cadre structural à l'interprétation des bassins stéphano-permiens tardi-varisques encore très mal connus sous couverture, et apportera de nouveaux éléments pour la compréhension de la dynamique sédimentaire mésozoïque.

## **Le substratum pré-mésozoïque du bassin de Paris revisité: évolution structurale des bassins permo-carbonifères sous couverture sédimentaire**

**Beccaletto Laurent, Serrano Olivier, Capar Laure et Marc Stéphane**

BRGM Direction des Géoressources, 3 av. Claude Guillemin, 45060 Orléans Cedex 2, France  
l.beccaletto@brgm.fr, o.serrano@brgm.fr, l.capar@brgm.fr, s.marc@brgm.fr

En France, les bassins sédimentaires permo-carbonifères affleurent localement en étroite relation cartographique avec les grands domaines varisques (Massif armoricain, Massif central, Vosges). Ces bassins, principalement considérés comme des bassins intra-montagneux mis en place en contexte post-orogénique à la fin de l'orogénèse varisque, se sont développés à la suite d'événements tectoniques d'échelle crustale et/ou lithosphérique (e.g. détachements). Par opposition, nous avons peu d'information sur leur présence en subsurface sous leur couverture sédimentaire post-dépôt. C'est par exemple le cas dans le sud-ouest du bassin de Paris, où seulement quelques études régionales se sont appliquées depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle à préciser leur position sous la couverture sédimentaire mésozoïque.

Notre approche se base sur l'interprétation d'environ 1480 km de profils sismiques retraités par nos soins et acquis dans la région Centre par l'industrie pétrolière dans les années 80. Pour la première fois, (1) nous sommes capables d'aborder de manière détaillée la géométrie de ces bassins, sur la base d'une compilation des données de forages, de l'interprétation de surfaces géologiques choisies, de l'agencement des géométries internes aux grands ensembles sédimentaires, et de leurs faciès sismiques; (2) nous avons identifié plusieurs familles de failles en fonction de leur direction et de leur période d'activité relative, en relation avec le schéma structural régional tardi-varisque (importance de l'activité tectonique décrochante); (3) nous proposons une cartographie structurale détaillée de ces bassins tout en discutant de leur mode de mise en place; (4) nous avons calculé des cartes d'épaisseur en temps et en profondeur de ces bassins, ce qui nous permet d'obtenir un pseudo-vue 3D des différents dépocentres (bassins d'Arpheuilles, de Contres et de Brécy); (5) nous avons enfin estimé la phase de soulèvement pré-triasique enregistrée par ces bassins (soit environ 1500 m), phase scellée par l'arrivée des premiers dépôts sédimentaires du Trias.

Comme nous le montrons par cette étude, ces objets géologiques mal connus (sur lesquels les dernières études spécifiques datent des années 80) ont encore beaucoup à nous apprendre sur la période de transition entre la fin du cycle orogénique varisque à la fin du paléozoïque et le début du cycle sédimentaire mésozoïque; sans compter leurs possibles applications industrielles.

## Calibration du modèle hydrogéologique des aquifères de la petite couronne parisienne

**Boucheikhchoukh Fayssal, Bruel Dominique et Lamé Aurélie**

Centre de Géosciences, Mines ParisTech, 77305 Fontainebleau Cedex

Dans le cadre de l'évaluation des ressources géothermiques de basse énergie que la Ville de Paris pourrait mobiliser pour satisfaire aux engagements pris au titre de son plan climat de 2007, une modélisation du système hydrogéologique du sous sol parisien a été entreprise. Ce modèle reprend les bases géologiques détaillées en [1], qui considère de manière exhaustive les différentes infrastructures souterraines du sous-sol parisien regroupant égouts, caves, parkings, métro et RER. La pile sédimentaire d'âge tertiaire est structurée en six niveaux aquifères et cinq niveaux semi-perméables localisés dans 11 formations géologiques distinctes [1]. Les formations aquifères sont soumises à des prélèvements annuels à hauteur d'environ 12 millions de m<sup>3</sup> d'eau (Fig.1). Ces prélèvements sont fortement concentrés sur le centre parisien, mais ils sont sûrement sous estimés, vu le peu de documentation et parfois la non déclaration des pompages.

Bien qu'elle soit mieux évaluée, la recharge quant à elle est redistribuée à travers les systèmes d'égouts dans les diverses formations par une perte du réseau estimée à 10% des flux qui y transitent, soit environ 30 Mm<sup>3</sup>/an. Une recharge naturelle n'est possible qu'au bois de Boulogne et au bois de Vincennes.

Afin de mieux cerner le fonctionnement des différentes formations aquifères du modèle, des cartes piézométriques contemporaines (2010) ont tout d'abord été construites. La figure 2 illustre la piézométrie observée, en 2010, dans la couche du Lutétien. Ces cartes sont utilisées pour déterminer les conditions imposées sur les contours par le simulateur numérique NEWSAM [2]. Le maillage final est constitué de plus 600 000 mailles carrées de 50 mètres de coté.

Les différentes transmissivités, perméabilités verticales ainsi que les coefficients de transferts des diverses formations qu'elles soient aquifères ou bien aquitards, ont été reconsidérés afin d'essayer de reproduire le plus fidèlement possible la piézométrie observée (2010) de chaque couche. L'impact de chaque paramètre a été analysé séparément.

Lorsque l'étape de calibration sera terminée, des scénarios pourront être édités, et l'on pourra tenir compte des interactions localement importantes entre le bâti souterrain et ses usages dans les calculs d'écoulement et de transferts de chaleur autour des ouvrages géothermiques et ainsi mieux identifier les zones d'intérêt et les zones potentiellement à risques.

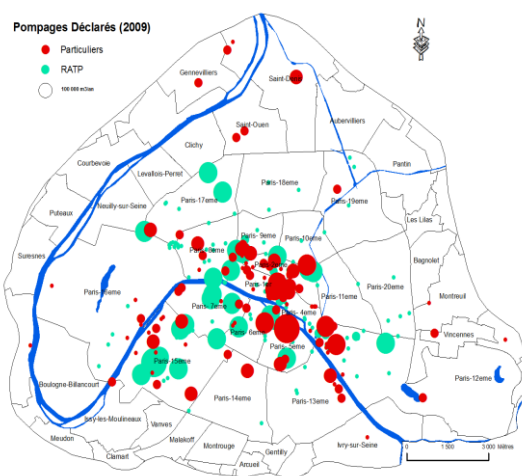


Figure 1 : Pompages déclarés (2009)

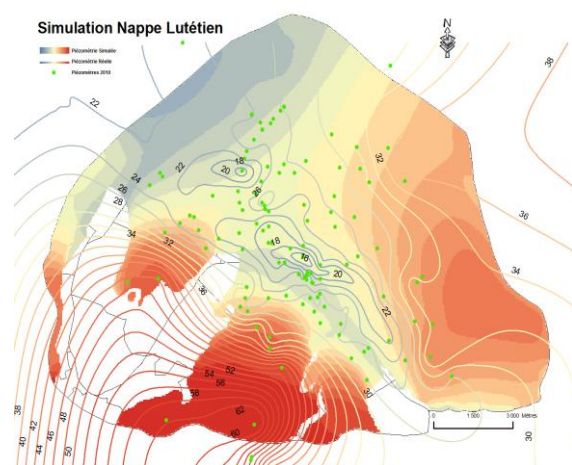


Figure 2 : Simulation de la nappe du Lutétien (2010). Les piézomètres considérés sont les points verts

[1] Lamé, A. (2013). Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains. Centre de Géosciences Mines ParisTech, Fontainebleau.

[2] Levassor, A., Ledoux, E. (1989). Notice Newsam, Centre de Géosciences, Mines ParisTech, Fontainebleau.

## **Caractérisation et origine de l'hétérogénéité des porosités-perméabilités dans les carbonates marins d'eaux peu profondes : de l'échelle de l'échantillon à celle du réservoir (Jurassique moyen, Bassin de Paris)**

**Brigaud Benjamin<sup>1,\*</sup>, Vincent Benoît<sup>2</sup>, Durllet Christophe<sup>3</sup>, Deconinck Jean-François<sup>3</sup>, Jobard Emmanuel<sup>4</sup>, Pickard Neil<sup>5</sup>, Yven Béatrice<sup>6</sup> et Landrein Philippe<sup>7</sup>**

1 - Université Paris-Sud, UMR-CNRS 8148 Géosciences Paris-Sud, Bât. 504, 91405 Orsay, France

2 - Cambridge Carbonates Ltd, 1 rue de Varoux 21120 Marey-sur-Tille, France

3 - Université de Bourgogne, UMR-CNRS 6282 Biogéosciences, 6 bd Gabriel, 21000 Dijon, France

4 - Captair, 115b avenue du Drapeau, 21000 Dijon, France

5 - Statoil ASA Martin Linges vei 33, Fornebu, NO-1330, Norway

6 - Andra, 1-7 rue Jean Monnet, 92298 Châtenay-Malabry, France

7 - Andra, Route Départementale 960, 55290 Bure, France

\* benjamin.brigaud@u-psud.fr

Des mesures en résonance magnétique nucléaire (RMN) sur carottes et diagraphies, des mesures de *Mercury Injection Capillary Pressure* (MICP), des mesures en isotopes stables sur des ciments calcitiques et une modélisation géologique 3D ont été utilisées pour caractériser l'hétérogénéité des propriétés de perméabilité et de porosité le long de 230 m de calcaires jurassiques dans le Bassin de Paris. Malgré les faibles porosités et perméabilités générales des calcaires étudiés, deux aquifères dont les porosités dépassent 15% ont été identifiés. Ces deux aquifères sont très différents en terme de caractéristiques faciologiques et pétrophysiques. Le premier aquifère (A1: aquifère 1) est une unité de calcaire à texture mudstone de 7m d'épaisseur. A l'échelle de l'échantillon de carotte, les perméabilités de cet aquifère sont relativement faibles (environ 1 mD) et le signal RMN est unimodal avec un temps T2, correspondant au temps de relaxation des protons H<sup>+</sup>, inférieur à 100 ms. Dans ce premier aquifère, l'espace poreux est dominé par une microporosité élargie avec des tailles d'entrée de pores ayant un rayon de 0,25 µm à 0,3 µm. Le second aquifère (A2: aquifère 2) forme une unité de calcaires grainstones oolitiques d'environ 15 m d'épaisseur. A l'échelle de l'échantillon, des macropores peuvent atteindre une taille de 100 µm avec tailles d'entrée de pores ayant un rayon de 32 µm. Le signal RMN est bimodal avec une réponse du temps T2 à 700 ms et une perméabilité atteignant presque 1 Darcy. Les descriptions des carottes et l'utilisation des diagraphies sur 26 puits ont permis de construire un modèle géologique 3D habillé en faciès. La calibration très fine des calculs de perméabilités à partir des signaux RMN sur 12 des puits permet de distribuer l'hétérogénéité de la porosité et de la perméabilité observées à l'échelle de l'échantillon à celle du réservoir dans le modèle 3D (surface d'environ 2000 km<sup>2</sup>). La modélisation permet ainsi de propager le comportement d'écoulement mesuré lors de tests hydrogéologiques sur puits à la dimension du réservoir.

L'étude couplée sédimentologique, diagénétique, stratigraphique et pétrophysique montre que l'existence des deux aquifères semble tributaire d'une histoire sédimento-diagénétique particulière qui peut être résumée en deux actes. Tout d'abord, la transformation minéralogique précoce ou le néomorphisme, par des fluides météoriques, de particules ou fragments de calcite magnésienne ou d'aragonite en calcite faiblement magnésienne a atténué la compaction mécanique et chimique au cours des premières étapes de l'enfouissement. Deuxièmement, l'architecture stratigraphique révèle la présence de barrières de perméabilité locales, empêchant des recharges latérales de fluides météoriques possibles au cours du Crétacé inférieur et empêchant donc la cimentation associée.

Mots-clefs: carbonate; modélisation 3D; sédimentologie; pétrographie; diagenèse; pétrophysique

## Maturation des roches mères et fractures hydrauliques naturelles, Bassin de Paris

**Cobbold Peter<sup>1</sup>, Zanella Alain<sup>1,2</sup>, Fourdan Brendan<sup>1</sup> et Néraudeau Didier<sup>1</sup>**

1 - Géosciences-Rennes, UMR6118 (CNRS et Université de Rennes 1), Campus de Beaulieu, 35042 RENNES Cédex

2 - Géosciences, Université du Maine, Ave Olivier Messiaen, 72085 Le Mans Cedex 9

Dans les bassins sédimentaires pétroliers, il n'est pas inhabituel de trouver des filons de fibres de calcite (« beef ») parallèles à la stratification. Ces filons sont abondants dans les roches mères, surtout quand elles ont atteint la fenêtre de génération d'huile. C'est le cas notamment des bassins de Wessex (Angleterre) et Neuquén (Argentine), où les fibres de calcite renferment des inclusions d'huile, de gaz ou de bitume. Nous interprétons les filons comme résultant d'une surpression de fluide, par génération d'huile. Effectivement, nous avons pu reproduire ce phénomène dans des modèles analogiques, constitués de poudre de silice et de microbilles de cire d'abeille et saturés en eau. Lors du chauffage à la base, la cire commence à fondre et le poids de la surcharge est transmis au fluide, qui passe en surpression et migre vers le haut. Ainsi la matière solide est soumise à une contrainte verticale en tension, qui génère des fractures hydrauliques horizontales.

Dans le bassin de Paris, notamment en Lorraine, certains géologues (Marcel Denaeyer et Pierre Maubeuge) avaient mis en évidence à l'affleurement des filons de calcite à structure conique (« cone-in-cone »), surtout dans des pélites toarciennes (Schistes carton), mais aussi dans d'autres niveaux plus anciens (triasiques) ou plus récents (oxfordiens). De nos jours, ces affleurements sont plus difficiles à trouver. Cependant, nous avons vérifié la présence de filons de beef dans des niveaux triasiques à Blainville (Fig. 1) et des calcaires oxfordiens à Laxou (près Nancy), Maron et Foug. Dans d'autres endroits il y a des couches de calcite fibreuse, mais dont la forme est typique de bivalves fossiles (*Trichites*). Il est donc important de pouvoir distinguer les fossiles et les filons de « beef ».



Figure 1 - Filon de « beef » et strates triasiques, bord de chemin de fer, Blainville, Lorraine.

## Enregistrement à haute résolution des modifications environnementales au passage Cénomanien-Turonien dans la région du stratotype historique du Cénomanien (Sarthe)

**Desmares Delphine<sup>1</sup>, Tremblin Maxime<sup>1,2</sup>, Broche Bérengère<sup>1</sup>, Testé Marc<sup>1</sup>,  
Masure Edwige<sup>1</sup>, Gardin Silvia<sup>1</sup>, Minoletti Fabrice<sup>2</sup>, de Rafélis Marc<sup>2</sup>,  
Labourdette Nathalie<sup>2</sup>, Villier Loïc<sup>1</sup>, Taylor Paul<sup>3</sup>, Cecca Fabrizio<sup>1</sup>,  
Rouget Isabelle<sup>1</sup>, Morel Nicolas<sup>4</sup> et Raboeuf Patrice<sup>4</sup>**

1 - CR2P UMR 7207, UPMC, MNHN, CNRS, 4 place Jussieu, 75005 Paris

2 - IStEP - UMR 7193, UPMC, 4, Place Jussieu 75005 Paris

3 - Natural History Museum Cromwell Road London SW7 5BD

4 - Musée Vert, 204 avenue Jean Jaurès, 72100 Le Mans

Dans le cadre de la rédaction du volume « Stratotype Cénomanien » de la collection « Patrimoine géologique », les coupes de la région type (Sarthe) ont été échantillonnées à haute résolution. A Mézières-sur-Ponthouin, la succession stratigraphique composée des Marnes à *Pycnodonte biauriculata*, des Sables à *Catopygus obtusus*, de la Craie à *Terebratella carentonensis* et de la Craie à *Inoceramus labiatus* couvre le passage Cénomanien-Turonien.

Les nouvelles données biostratigraphiques (foraminifères planctoniques, nannofossiles calcaires) permettent de positionner la limite Cénomanien-Turonien au sein de la Craie à *Terebratella carentonensis*. L'excursion positive du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  est bien enregistrée avec une première augmentation des valeurs se situant au sein des sables à *Catopygus obtusus*, au-dessus du Hardground « Bousse », dans la zone d'ammonites à Geslinianum au Cénomanien terminal. Dans la partie supérieure de cette zone, les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  s'abaissent avant une seconde augmentation qui débute à la transition entre les Sables à *Catopygus obtusus* et la Craie à *Terebratella carentonensis* (transition entre les zones d'ammonites à Geslinianum et à Juddii). Cette seconde excursion positive ne s'étend que sur quelques centimètres et, est restreinte à la Craie à *Terebratella carentonensis*. La très faible extension du plateau de valeur, en accord avec les données biostratigraphiques, indique une condensation des dépôts sédimentaires au sein de cette craie glauconieuse.

A Mézières-sur-Ponthouin, les foraminifères planctoniques sont particulièrement bien préservés. Les espèces globuleuses des genres *Hedbergella* et *Whiteinella* dominent un assemblage riche et diversifié. Des formes spécialisées à deux carènes, telles que *Dicarinella hagni* sont communément trouvées de manière continue. De même, les premières *Dicarinella concavata* sont ici extrêmement précoces, puisqu'elles apparaissent au sein même des craies glauconieuses au niveau desquelles serait placée la limite Cénomanien-Turonien. Leur présence témoigne de conditions favorables à leur cycle de vie. L'absence de *black shales* ainsi qu'une microfaune planctonique et benthique diversifiée au passage Cénomanien-Turonien ne semblent pas témoigner de conditions particulièrement déficitaires en oxygène.

L'étude intégrée de la microfaune et de la microflore calcaires (foraminifères planctoniques, foraminifères benthiques, coccolithophoridés, dinoflagellés calcaires et pithonelles) et de la macrofaune (bryozoaires, échinodermes, bivalves) permet de préciser les conditions paléoenvironnementales et trophiques.

L'évolution du pourcentage d'*Hedbergella delrioensis* senestres à Mézières-sur-Ponthouin est remarquablement similaire à celle enregistrée dans d'autres domaines paléogéographiques (Bassin du *Western Interior*, Bassin d'Ombrie-Marches). La forte proportion des morphotypes senestres dans le sommet des Marnes à *Pycnodonte biauriculata* et les Sables à *Catopygus obtusus* semble indiquer des masses d'eau de surface plus fraîches. La diminution de ces morphotypes dans la Craie à *Terebratella carentonensis* souligne une phase de réchauffement à la limite Cénomanien-Turonien. Les données isotopiques, les associations de pithonelles et de dinoflagellés calcaires ainsi que l'augmentation de la porosité des tests de ces mêmes hedbergelles entre les Sables à *Catopygus obtusus* et la Craie à *Terebratella carentonensis* renforcent cette interprétation.



## Microfracturation, géomorphologie et structuration synforme complexe du bassin versant du Thérain (Oise, France)

Dumas Emilie<sup>1</sup>, Durand Marie<sup>1</sup>, Barrier Pascal<sup>1</sup> et Combaud Anne<sup>2</sup>

1 - Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Département Géosciences, Equipe de Recherche B2R, 19 rue Pierre Waguet, BP 30313, F-60026 Beauvais Cedex, France,

2 - Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Département Géosciences, UP 2012-10-103 PICAR-T, 19 rue Pierre Waguet, BP 30313, F-60026 Beauvais Cedex, France,

Les anciens profils sismiques qui traversent la région de Beauvais, retraités à l'occasion du cinquantenaire de l'AGBP (Gély *et al.* 2014), font apparaître un bon nombre de structures attenantes à l'anticlinal du Pays de Bray : failles, blocs basculés, flexures associés à des variations d'épaisseurs de dépôt. Celle de la synforme de la vallée du Thérain représente l'exemple le plus spectaculaire. Le manque de données structurales de terrain sur cette synforme a incité une étude de l'architecture profonde avec une double approche géomorphologique et microstructurale. Ainsi, l'analyse de la carte d'ombrage manuel (méthode oroskiascopique), couplée à une analyse numérique sur ARCGIS, fait apparaître des alignements de traits morphologiques, des variations lithologiques et des différences du modelé du relief. Elles traduisent, et surtout mettent en évidence, l'intimité du découpage structural (Fig.1). Une étude de terrain microstructurale est venue confirmer l'origine tectonique du découpage. Les affleurements du bassin versant du Thérain révèlent ainsi quatre grandes orientations de la fracturation : NW-SE, N-S, NE-SW, W-E et une direction mineure N70.

Ces directions font apparaître un découpage en blocs basculés qui contraint l'hydrographie et le modelé du relief. Il s'agit de réactivations tectoniques récentes (probablement mio-pliocènes) à en juger par la vigueur des reliefs (cf. vallée de La Liovette) et la répartition en épaisseur de la couverture altéritique des argiles à silex. Ces structures se trouvent vraisemblablement à l'aplomb d'accidents profonds du socle, mais cela reste à démontrer en confrontant les résultats de l'étude avec des profils sismiques modernes.

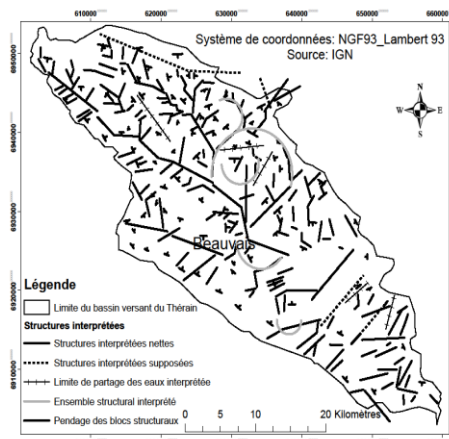


Figure 1 - Carte structurale issue de l'analyse oroskiascopique

## **Influences respectives de la sédimentation et de la diagenèse sur les propriétés physiques et la fracturation de différents types de craies, Cap Blanc Nez, France**

**Faÿ-Gomord Ophélie<sup>1</sup>, Amédéo Francis<sup>2</sup>, Caline Bruno<sup>3</sup>, Descamps Fanny<sup>4</sup>, Lasseur Eric<sup>5</sup>, Van Landschoot Pierre<sup>4</sup>, Swennen Rudy<sup>1</sup> et Vandycke Sara<sup>4</sup>**

1 - Geology, Department of Earth and Environmental Sciences, KU Leuven, Celestijnenlaan 200E, 3001 Heverlee, Belgique

2 - UMR CNRS 6282 Biogéosciences, 6 Bd. Gabriel, 21000 Dijon, France

3 - Total France E. & P., Larribau, 64018 Pau, France

4 - Université de Mons, Faculté Polytechnique, Génie Minier 20 place du parc, 7000 Mons, Belgique

5 - BRGM, 3 avenue Claude Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2, France

Depuis la découverte d'hydrocarbures dans des réservoirs crayeux à la fin des années soixante, la craie a été largement investiguée. Cependant, la connaissance des propriétés des craies de mauvaise qualité réservoir, dites *craies compactes*, est souvent encore balbutiante. Afin de combler cette lacune, des études simultanées de la sédimentologie, de la pétrographie, du réseau de fracturation et des propriétés pétrophysiques ou géomécaniques de différents types de craies ont été entreprises en vue de corrélérer les divers facteurs caractéristiques de chaque craie compacte. Plusieurs affleurements ont fait l'objet d'un échantillonnage sérié, en particulier les craies cénomaniennes et turoniennes du Boulonnais. Ces craies présentent en effet une grande diversité de lithologies crayeuses et une fracturation significative de par leur histoire tectonique.

Une étude multi-échelles et pluridisciplinaire permet de déterminer l'influence respective des paramètres géologiques, à savoir la sédimentation et la diagenèse, sur la formation de différents types de craies compactes ainsi que leurs impacts sur les caractéristiques microtexturales, pétrophysiques et géomécaniques. Les caractéristiques géologiques et physiques des différentes craies seront interprétées en lien avec le type et l'intensité de la fracturation mesurée sur l'affleurement. Cette étude devra permettre au final une compréhension plus globale des *craies compactes* et de leurs relations avec la fracturation dans les réservoirs crayeux.



## Le Danien du synclinal du Thérain dans l'Oise : les anciennes carrières de Laversines et de Rochy-Condé

Gagnaison Cyril, Vautier Yannick et Proudhon Benoit

Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Département Géosciences, Equipe de Recherche B2R, 19 rue Pierre Waguet,  
BP 30313, F-60026 Beauvais Cedex, France  
cyril.gagnaison@lasalle-beauvais.fr, yannick.vautier@lasalle-beauvais.fr, benoit.proudhon@lasalle-beauvais.fr

Dans le Bassin parisien, le Danien n'est représenté que par une poignée d'affleurements. Parmi eux, les anciennes carrières de Vigny-Longuesse (Val d'Oise) et de Laversines (Oise) sont reconnues en tant que co-stratotypes du Danien (Desor, 1847). Dans le cadre de la rédaction de l'ouvrage sur le stratotype du Danien (collection Patrimoine Géologique, Biotopie éditions), des observations géologiques inédites ont été effectuées par Y. Vautier, C. Gagnaison, C. Montenat, B. Proudhon et P. Barrier (LaSalle Beauvais) dans les anciennes carrières de Laversines et de Rochy-Condé situées à onze kilomètres à l'est de la ville de Beauvais (Oise). Ces deux points d'affleurements de Danien sont positionnés directement sur la craie du Campanien. Ils sont recouverts par les sables marins du Thanétien (Blondeau & Cavelier, 1970) :

Le lambeau de calcaire danien de Laversines forme un escarpement sous l'église Saint-Germain, en bordure du ruisseau « La Veine » ( $X=49^{\circ}25'29,21''N$  ;  $Y=2^{\circ}11'44,10''E$  ;  $Z=74$  m) (Blondeau & Cavelier, 1970). Sa puissance maximale à l'affleurement avoisine les 8 mètres. Ces faciès daniens sont adossés à la craie du Campanien supérieur. Dans l'ordre stratigraphique, les calcaires daniens de Laversines se divisent en deux ensembles de faciès bien distincts : un ensemble inférieur composé de faciès détritiques et bréchiques et un ensemble supérieur composé de calcaires bioclastiques marins (calcaire récifal, calcaire organogène graveleux à débris de *Cidaris forschammeri*, calcaire friable à *Lima carolina*) (Fig.1).

Le second pointement de Danien est noté sur la carte géologique de Clermont (Blondeau & Cavelier, 1970) au lieu-dit des Montoilles ( $X = 49^{\circ}24'48,85''N$  ;  $Y = 2^{\circ}10'53,27''E$  ;  $Z = 70$ m) à 1 km au nord de Rochy-Condé. Il s'étend sur une surface de 150 m<sup>2</sup> environ et correspond à un épandage de pierres volantes dans un champ. La morphologie en cuvette laisse supposer la présence d'une ancienne extraction de calcaire pour le chaulage. Des pierres non taillées de ce calcaire danien ont été utilisées dans la construction d'un mur de soubassement du palais d'été des évêques-comtes de Beauvais de Bresles (XI-XIII<sup>e</sup> siècle).

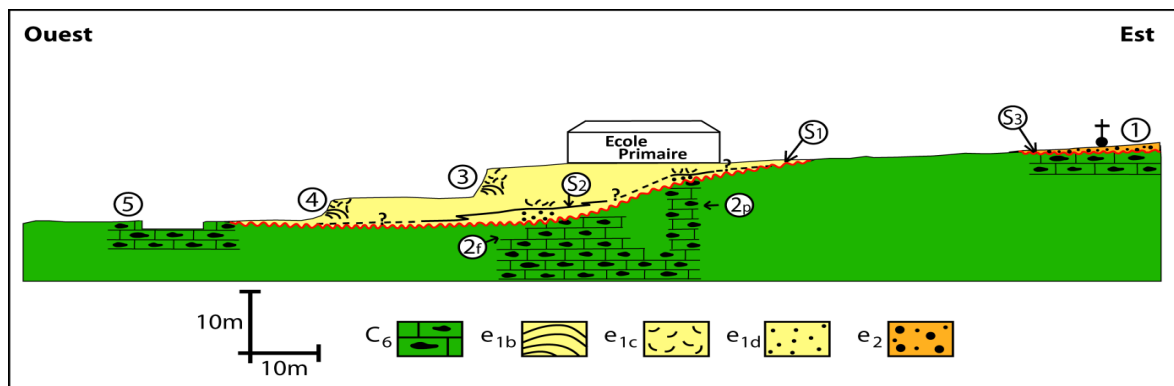


Figure 1 : La coupe géologique synthétique des faciès daniens au niveau de Laversines (dessin de R. Rateau). Légende : 1, le sable thanétien en contact avec la craie campanienne au niveau du calvaire ; 2p, la coupe géologique du puits d'accès de la carrière souterraine située sous l'école primaire de Laversines ; 2f, la coupe géologique du fontis de la carrière souterraine située sous l'école ; 3, l'entrée de carrière située sous l'ancien cimetière de l'église St-Germain ; 4, la falaise de calcaires daniens située à proximité du lavoir ; 5, la craie sénonienne affleurant au niveau du lavoir ; S1, la surface de contact entre le Danien et le Campanien ; S2, la surface de contact entre les faciès détritiques daniens et les faciès calcaires daniens ; S3, la surface de contact entre le Thanétien et le Campanien ; C<sub>6</sub>, la craie à silex du Campanien ; e<sub>1b</sub>, les calcaires bioconstruits du Danien ; e<sub>1c</sub>, les calcaires à *Lima carolina* (Danien) ; e<sub>1d</sub>, les faciès détritiques du début de la série danienne ; e<sub>2</sub>, les sables marins du Thanétien.

Blondeau A. & Cavelier C. (1970) - Carte géologique au 1/50.000ème, feuille de Clermont, n°103, B.R.G.M. éditions, Orléans, un livret (20 p.), une carte.

Desor E. (1847) – Sur le terrain danien, nouvel étage de la craie, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2 (4), pp. 179–182.

## Origine et âge des minéralisations de fluorine de la bordure sud-est du bassin de Paris (Morvan, France)

**Gigoux Morgane<sup>1,2</sup>, Brigaud Benjamin<sup>1</sup>, Delpech Guillaume<sup>1</sup>, Pagel Maurice<sup>1</sup>,  
Guerrot Catherine<sup>2</sup>, Auge Thierry<sup>2</sup>, et Negrel Philippe<sup>2</sup>**

1 - Université Paris-Sud, UMR CNRS 8148 IDES, bât. 504, 91405 Orsay-France

2 - BRGM, 3 avenue Claude-Guillemin –BP 36009- 45060 Orléans Cedex 2 -France

L'étude concerne quatre gisements de fluorine spatialement liés à une discordance socle/couverture (Pierre-Perthuis, Marigny-sur-Yonne, Courcelles-Frémy et Antully) et trois gîtes développés au sein de grès/conglomérats (Anisien/Ladinien), de calcaires bioclastiques (Hettangien à Sinémurien) ou de dolomies (Carnien/Norien) localisés dans le Morvan, avec des réserves estimées à environ 6Mt. Les séquences paragenétiques détaillées de chaque gisement ont été mises en évidence et les observations en cathodoluminescence montrent des zones de croissance et des motifs caractéristiques pour chaque génération de fluorine (FI1, FI2, FI3) associées à d'autres phases minérales (baryte, sphalérite, galène, pyrite, calcite, azurite, malachite, quartz). Les analyses géochimiques des éléments traces (ICP-MS et LA-ICP-MS) ont permis de caractériser les différentes générations de fluorine. Des différences existent dans les concentrations moyennes en éléments des terres rares entre les gisements mais un profil «en cloche» caractérise les cristaux de fluorine de ce type de gisement.

Une datation Sm-Nd sur les cristaux de la dernière génération de fluorine FI3 de Pierre-Perthuis indique un âge de  $130 \pm 11$  Ma, soit au cours du Crétacé inférieur. Les données isotopiques du soufre sur des cristaux de galènes montrent des  $\delta^{34}\text{S}$  très négatifs ( $-38\text{‰}$  à  $-10\text{‰}$ ) suggérant un phénomène de sulfato-réduction à l'origine de la minéralisation de ces sulfures, représentant la phase précoce et peu développée de chaque paragenèse. Les isotopes du plomb analysés sur ces mêmes galènes, montrent des valeurs très radiogéniques ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.7$  à  $19.1$  ;  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.7$  à  $39$ ), caractéristiques du Morvan, composé de granites particulièrement thorogéniques. L'étude des inclusions fluides dans les cristaux de fluorine à Pierre-Perthuis (FI3) indique des températures d'homogénéisation variant entre  $80^\circ$  et  $100^\circ\text{C}$ , tout comme à Courcelles-Frémy. Des températures similaires entre  $90^\circ$  et  $110^\circ\text{C}$  sont enregistrées dans les grès d'Antully. Pour les gisements de Pierre-Perthuis et d'Antully, il existe cependant ponctuellement quelques inclusions fluides présentant des températures d'homogénéisation pouvant atteindre jusqu'à  $250^\circ\text{C}$ . Les salinités les plus élevées ont été mesurées à Pierre-Perthuis (12-19% éq. NaCl), plus faibles à Courcelles (1-10% éq. NaCl) et très variables à Antully (1-21% éq. NaCl). Ces variabilités suggèrent un mélange entre plusieurs fluides. Des données d'isotopes stables de l'oxygène sur les différentes générations de quartz et de baryte associées aux minéralisations de fluorine révèlent la nature météorique des fluides à l'origine des silicifications à basse température ( $40\text{-}70^\circ\text{C}$ ) et des barytes à  $100\text{-}140^\circ\text{C}$ . De plus, les signatures isotopiques du strontium sont incompatibles avec une signature d'eau de mer liasique ou crétacée ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  fluorite =  $0.7119$  à  $0.7152$ ). L'intégration de l'ensemble des données avec l'histoire thermique du bassin de Paris montre qu'un événement de circulation de fluides chauds et profonds doit être envisagé.

## **Les fluctuations climatiques du Paléogène dans le bassin de Paris**

**Huyghe Damien<sup>1</sup>, Emmanuel Laurent<sup>2</sup>, Lartaud Franck<sup>3</sup>, Merle Didier<sup>4</sup> et Renard Maurice<sup>2</sup>**

1 - Université Paul Sabatier - Géosciences Environnement Toulouse UMR CNRS 5563 Observatoire Midi-Pyrénées, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse.

2 - Université Pierre & Marie Curie, IStEP - UMR CNRS 7193, Biominéralisations et Environnements Sédimentaires, CP 116, 4Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

3 - Université Pierre & Marie CURIE, Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques UMR CNRS 8222 Observatoire Océanologique de Banyuls - Laboratoire Arago, Avenue du Fontaule, 66650 Banyuls/Mer

4 - Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR CNRS 7207, CR2P, CP 38, 8, rue Buffon, 75005 Paris, France

Le bassin de Paris est un des sites historiques du développement de la géologie sédimentaire. C'est, entre autres, à partir de l'étude des séries tertiaires déposées dans ce bassin et notamment de leurs contenus paléontologiques qu'ont pu être mises en évidence les variations à long terme du climat en montrant qu'un climat tropical avait pu y exister par le passé. Si ces travaux précurseurs ont été affinés par l'analyse sédimentologique, la paléontologie et la paléoécologie, la géochimie élémentaire ou isotopique a été relativement peu mise à contribution. Du point de vue géochimique, les variations climatiques sont en effet, la plupart du temps, abordées au travers des séries pélagiques moins sensibles aux fluctuations environnementales locales et à la diagenèse que le domaine littoral.

Les progrès réalisés dans la compréhension du contrôle thermique de la chimie des coquilles des mollusques actuels invitent à relancer une recherche des paléotempératures à partir des faunes du Paléogène du bassin de Paris. Pour s'affranchir des incertitudes liées au fractionnement biologique et aux fluctuations locales de la salinité, les analyses isotopiques sont pratiquées sur différentes lignées fossiles, marines (gastéropodes, bivalves, ostracodes et dasycladacées) et continentales (charophytes), après un contrôle de la diagenèse par diffraction des rayons X et par observation sous cathodoluminescence. De plus, il est possible, à partir de l'analyse à haute résolution de coquilles de mollusques, d'approcher les variations saisonnières de températures habituellement impossibles à contraindre à partir de l'analyse des séries pélagiques.

Les températures maximales sont enregistrées au Paléocène terminal et à l'Eocène inférieur, avant un refroidissement relatif au Lutétien. Le début du Bartonien est caractérisé par un bref épisode de réchauffement qui précède une phase continue de refroidissement s'installant jusqu'à la limite Eocène – Oligocène. Par la suite, l'Oligocène enregistre une période de rétablissement d'un climat plus chaud. Les variations saisonnières de température demeurent relativement constantes sur l'ensemble du Paléogène, avec un  $\Delta T$  oscillant entre 10°C et 15°C.

## Stratigraphie séquentielle et architecture sédimentaire haute résolution de l'Oolithe Blanche du Bassin parisien

**Issautier Benoît<sup>1</sup>, Lasseur Eric<sup>1</sup>, Collin Pierre-Yves<sup>2</sup> et Pantel Mathilde<sup>2</sup>**

1 - Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), 3 Avenue Claude Guillemin 45060 Orléans - France

2 - Université de Bourgogne, Biogéosciences, 6 bd Gabriel, 21000 Dijon - France

La formation carbonatée de l'Oolithe Blanche (Bathonien) est un aquifère salin profond majeur, exploité pour sa chaleur et ciblé pour du stockage d'énergie. Elle a été historiquement intensément décrite d'un point de vue sédimentologique et stratigraphique en particulier sur les affleurements de Bourgogne. Ces études ont permis de définir un profil de dépôt de type rampe carbonatée qui varie entre une rampe ouverte et une rampe barrée.

En subsurface, les géométries sédimentaires restent encore peu connues : seules les grandes MFS ont été corrélées. Or la productivité des puits géothermiques contrastant avec la très faible perméabilité des dépôts à l'affleurement ont démontré qu'il était nécessaire de comprendre plus finement la diagenèse et l'architecture fine (nature et connectivité des corps poreux) de l'Oolithe Blanche.

Cette étude propose, au travers de corrélations diagraphiques, de caractériser les géométries sédimentaires et les faciès de l'Oolithe blanche. Les électrofaciès sont calés dans la région parisienne à partir de cuttings de forage géothermique et lames minces, à l'est au travers de l'étude de 2 carottes (champ de Villeperdue).

Sept cycles de troisième ordre (ainsi que les surfaces associées UN, MRS, MFS) ont pu être corrélés sur l'ensemble de la zone ce qui nous a permis de mieux contraindre la géométrie de détail des différents corps sédimentaires constituant l'Oolithe Blanche. Ces cycles s'expriment par des géométries assez lisses et continues qui montrent une dynamique de rampe déposée principalement en aggradation/rétrogradation et caractérisée par un profil de dépôt très peu penté, entraînant des évolutions verticales de faciès rapides en réponse à des variations du niveau marin relatif.

Dans la partie centrale du bassin, la majorité du volume de matériel est déposée dans les demi-cycles transgressifs avec une tendance à l'aggradation qui montre que la production carbonatée y est importante et compense quasiment la création d'espace disponible. L'empilement des géométries montre (a) des corps progradants à la base sous la forme de grandes clinofformes (installation de la rampe au-dessus des marnes bajociennes), puis (b) aggradants, et enfin (c) un *downward shift* dans la partie supérieure au moment de l'avancée généralisée des faciès de lagon (faciès comblanchien) au Bathonien supérieur.

Dans les faciès internes (plus à l'est) de type Comblanchien ou équivalent, nous avons pu mettre en avant une très forte variabilité latérale des électrofaciès ainsi qu'un partitionnement volumétrique avec la préservation de séquences de comblement dans la partie la plus interne du lagon (faciès inter à supratidaux) tandis que dans la partie plus distale du lagon s'enregistrent préférentiellement des demi-cycles de séquences transgressives marquées par l'empilement de lobes de déferlement.

A plus haute résolution, des corrélations de 4<sup>ème</sup> ordre montrent en diagraphie et sur le terrain une forte variabilité qui correspond à des cycles à très haute fréquence. Ils témoignent d'une forte hétérogénéité suggérant une géométrie de *shoal* très complexe. Ces perspectives sont à développer car elles sont fondamentales dans la gestion locale des projets d'exploitation du réservoir.

## ORAGE Lorraine, un projet participatif pour le patrimoine géologique régional

### Lathuilière Bernard

Université de Lorraine, CNRS, lab. GeoRessources UMR 7359, BP 70239, 54506, Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex  
France  
bernard.lathuiliere@univ-lorraine.fr

Les affleurements géologiques disparaissent souvent presque aussi vite qu'ils sont apparus sans que l'information scientifique qu'ils contiennent n'ait été recueillie. Le projet ORAGE Lorraine (**O**bservatoire **R**égional des **A**ffleurements **G**éologiques) est destiné à limiter cette perte d'information dont on connaît des exemples saisissants.

Le principe de l'Observatoire est la constitution d'un réseau de personnes et d'institutions intéressées dans la connaissance de la géologie régionale. Parmi les institutions en lien avec ORAGE on note le BRGM, le MAN, le Circuit de la Pierre à Euviller, *Terrae Genesis* au Syndicat, La réserve naturelle nationale d'Hettange, le Musée d'Histoire naturelle du Luxembourg, l'Académie de Nancy Metz et son site pédagogique géologie de la Lorraine, l'ANDRA, La société d'histoire naturelle de Moselle...

Parmi les personnes intéressées outre les nombreux professionnels de la géologie, plusieurs centaines d'étudiants en géologie à Nancy chaque année, le réseau géographiquement bien implanté des professeurs de biologie géologie de Lorraine et de nombreux amateurs peuvent trouver intérêt à participer à ce projet.

Un site web (<http://orage.georessources.univ-lorraine.fr>) met en lien les intervenants. Des informateurs alertent l'observatoire, les informations sont validées, les levers complémentaires éventuels sont effectués et l'information scientifique est mise à disposition du public, les objets patrimoniaux (surtout paléontologiques) étant, le cas échéant, préservés dans les institutions appropriées. Le site qui vient de commencer en 2014 offre déjà une liste de plus de 1000 références bibliographiques géologiques sur la Lorraine. L'objectif est de mettre à disposition chaque fois que c'est possible les documents numérisés correspondant à ces références.

Le site offre deux autres types de contributions correspondant à des sites géologiques référencés, Ces communications sont accessibles soit à partir du site web ORAGE soit par la carte du site Infoterre du BRGM.

1. des *contributions publiées* correspondant à un affleurement particulier. Ce type d'information est souvent dispersé dans des articles, des thèses ou des livret-guides d'excursion qui n'ont pas bénéficié d'une diffusion suffisante.

2. des *contributions originales* correspondant à des descriptions nouvelles d'affleurement. Ce type de contribution convient aussi tout à fait à des notes de carnets de terrain dont le contenu ne justifie pas une publication classique mais dont la perte serait dommageable à la connaissance du patrimoine géologique régional.

Dans le paysage lorrain, cette nouvelle structure devrait trouver sa place entre les institutions qui visent à préserver les sites géologiques d'intérêt reconnu (par exemple le CSRPN) et celles qui visent à la valorisation pédagogique de ces sites (<http://www4.ac-nancy-metz.fr/base-geol/>).

ORAGE est aussi une structure qui présente un intérêt de pédagogie universitaire dans la mesure où les contributions peuvent être l'occasion pour des étudiants stagiaires d'apprendre à produire de la donnée scientifique, qu'elle soit de nature bibliographique ou bien qu'elle relève de l'observation de terrain.

Le projet ORAGE est soutenu par le laboratoire Géoressources et par OTELO *Observatoire Terre Environnement Lorraine*, Pôle scientifique de l'Université de Lorraine rassemblant les unités de recherche en Sciences de la Terre. Il a également reçu le soutien de l'ANDRA.



## Les enseignements du relief de côtes dans l'est du Bassin parisien

Le Roux Jacques<sup>1</sup> et Harmand Dominique<sup>2</sup>

1 - Géosciences, Université de Lorraine, Nancy

2 - Géographie, LOTERR, Université de Lorraine, Nancy

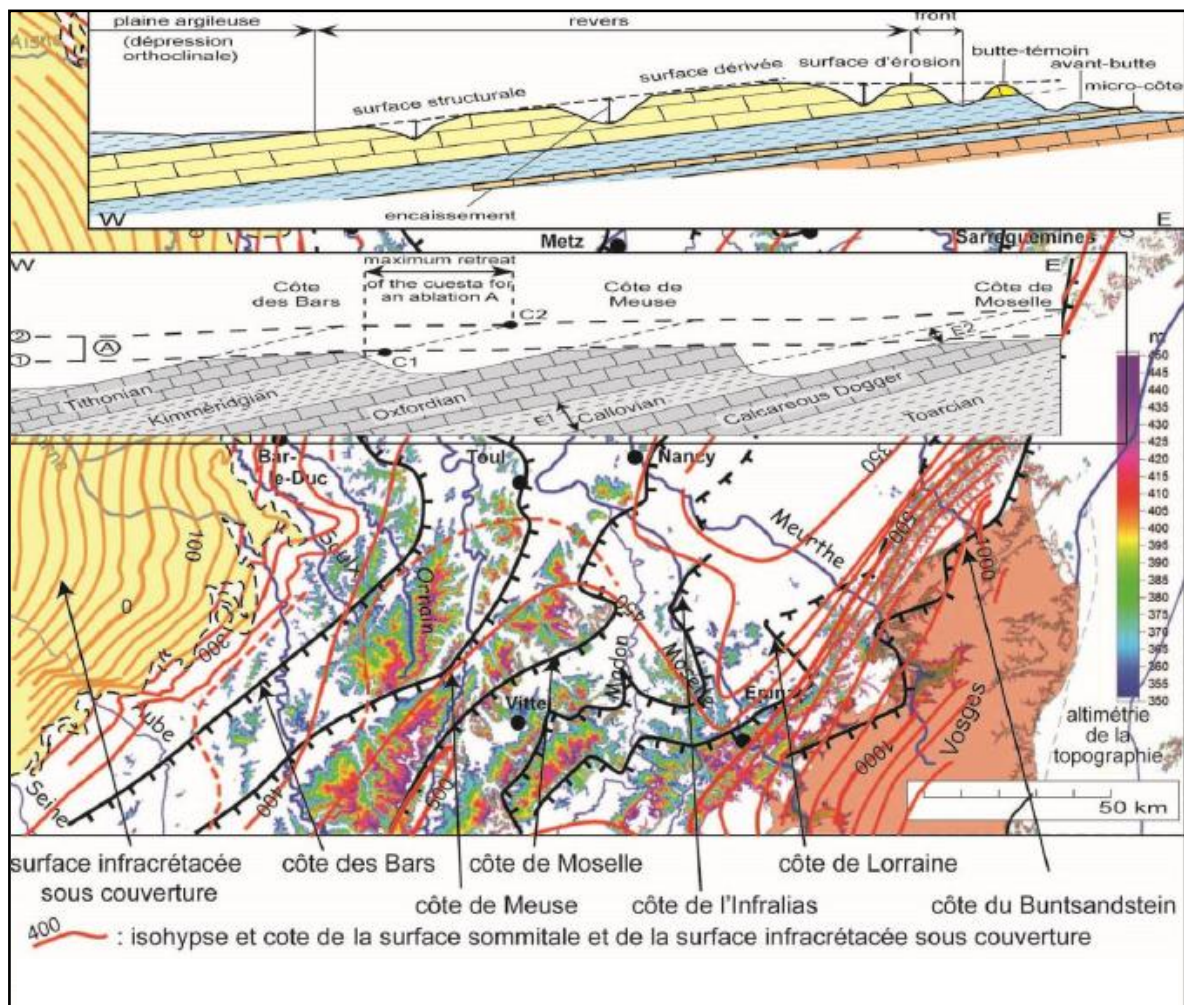
jacques.leroux@club-internet.fr, dominique.harmand@univ-lorraine.fr

L'étude du relief de côtes conduit à des conclusions importantes en ce qui concerne :

- leur grande variété qui se décline à 3 échelles : côtes majeures, mineures, mini/micro-côtes ;
- la morphologie des revers et la mise en évidence d'un abaissement progressif de la surface structurale de la base au sommet (ablation) ;
- le recul des fronts de côtes dont l'explication, géométrique, est due à l'ablation ;
- la stabilité relative des axes de drainage en dehors des captures réalisées généralement dans les dépressions argilo-marneuses.

Mais c'est surtout la surface sommitale, qui tronque le sommet des côtes principales, qui apporte les éléments fondamentaux permettant, en l'absence de tout sédiment, d'envisager les étapes de l'évolution géologique et morphologique post-jurassique et particulièrement de trouver enfin une explication satisfaisante à l'inadaptation du réseau hydrographique :

- relèvement post-jurassique de l'est du Bassin parisien et érosion du revêtement sédimentaire ;
- submersion, dépôt de craie en discordance puis retrait de la mer au Crétacé supérieur ;
- mise en place, sur la craie et vers le nord, des rivières en conformité avec la paléogéographie crétacée ;
- érosion cénozoïque de la craie et surimposition du réseau hydrographique sur les terrains anté-crétacés discordants.



Répartition de la surface sommitale par rapport aux côtes lorraines

## **Caractérisation sédimentologique et diagénétique de la formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien, bassin de Paris)**

**Makhloufi Yasin<sup>1</sup>, Collin Pierre-Yves<sup>2</sup>, Bergerat Françoise<sup>1</sup>, Aubertin Fabien<sup>3</sup>,  
Violette Sophie<sup>4</sup> et Rigollet Christophe<sup>5</sup>**

1 - IStEP, UMR CNRS 7193, Université Pierre et Marie Curie – Paris 6, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05.

2 - Biogéosciences, UMR CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon.

3 - Methys, UMR CNRS 7619, Université Pierre et Marie Curie – Paris 6, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05.

Adresse actuelle : ENVIRON-France, 52 Rue Etienne Marcel. 75002 Paris.

4 - ENS, UMR 8538 - Laboratoire de Géologie. 24, Rue Lhomond. 75231 Paris Cedex 05.

5 - SGS Horizon Oil, Gas & Chemical Services, Prinses Margrietplantsoen, 81, 2595 BR Den Haag, Pays-Bas.

yasin.makhloufi@upmc.fr; yasin.makhloufi@gmail.com

La Formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien) est un des aquifères salins profonds du bassin de Paris actuellement exploité en géothermie et ce depuis une cinquantaine d'années. Plusieurs projets de recherche ont démontré que les propriétés réservoirs de cette formation sont plus difficiles à prédire que ce qui était envisagé. Pour caractériser cette formation en termes de qualité réservoir trois secteurs d'étude ont été sélectionnés : la bordure sud-est du bassin où la formation affleure dans les carrières de Bourgogne, la partie médiane (secteur Champagne-Ardenne) et la partie centrale, où l'Oolithe blanche est activement exploitée pour la géothermie. Ces deux dernières zones ont été étudiées en sub-surface.

Trois types d'études approfondies ont été menés sur chaque site : (1) sédimentologique, dans le but de préciser l'environnement et les modes de dépôts de cette formation, (2) pétrographique, afin de déterminer les textures, fabriques, types et localité de pores ainsi que la paragenèse du réservoir et (3) pétrophysiques, afin de caractériser les hétérogénéités de propriétés réservoirs ( $\Phi$ ,  $K$ ), acoustiques et électriques.

L'étude de la Formation de l'Oolithe Blanche à l'affleurement a permis d'établir un modèle sédimentologique jusque-là inédit. Le faciès général de cette formation est composée d'un grainstone oo-bioclastique dont le contenu en bioclastes peut être variable. Il a été mis en évidence une hétérogénéité dans les dépôts sédimentaires, principalement contrôlée par l'environnement et notamment l'hydrodynamisme, permettant la définition de sous-faciès sédimentaires. En plus de l'hétérogénéité relative aux différents sous-faciès, la détermination des paragenèses propres à chaque secteur a montré une hétérogénéité en fonction de la localisation sur le transect étudié. Dans le secteur sud-est la paragenèse est complexe et l'évolution diagénétique de la formation présente des phases typiques de l'éogenèse et de la mésogenèse et se poursuit jusque dans la télogenèse, ce dont témoigne notamment la dédolomitisation. Dans le secteur médian, la dédolomitisation est rarement observée et l'évolution diagénétique s'arrête durant la mésogenèse d'enfouissement. Enfin, dans le secteur central, l'histoire diagénétique est relativement plus courte et la paragenèse montre un arrêt d'évolution de la diagenèse plus précocement, au début de l'enfouissement. En effet, dans ce secteur, les phases de cimentation sont incomplètes, laissant libre la porosité initiale. Cette hétérogénéité dans la diagenèse de la Formation de l'Oolithe Blanche est mise en relation avec une histoire complexe de la paléo-circulation des fluides diagénétiques parents des cimentations carbonatées à l'échelle du bassin de Paris.

Les simulations numériques d'écoulement couplé au transport réactif d'espèces en solution semblent montrer que, contrairement au modèle conceptuel généralement accepté, les phases de cimentation de la formation de l'Oolithe Blanche ne peuvent pas être liées exclusivement à des paléo-circulations circonscrites en son sein, depuis les bordures exondées du bassin au Crétacé. Ainsi, il convient donc d'envisager d'autres hypothèses d'écoulements ou d'autres processus.

## Le forage scientifique COUY-1 (bassin de Paris) – Une nouvelle méthode de caractérisation minéralogique et mécanique des argiles riches en matière organique, l'exemple des Schistes carton du Toarcien

Rigollet Christophe<sup>1</sup> et Bonijoly Didier<sup>2</sup>

1 - SGS Horizon, Pays-Bas

2 - Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), 3 Avenue Claude Guillemin 45060 Orléans - France

Le puits COUY-1 a été foré en 1987 dans le cadre du programme « Géologie Profonde de la France » (Lorenz *et al.*, 1987). Il présente une base de données complète, incluant diagraphies et carottage continu, et nous apporte ainsi une vue unique sur la formation toarcienne des Schistes carton, équivalent latéral des Argiles à Posidonies (Fig. 1).



Figure 1 : Localisation du forage scientifique COUY-1 dans le sud du Bassin parisien (France). En bleu, la distribution des argiles toarciennes riches en matière organique, d'après Frimmel 2004.

Les argiles du Toarcien, là où elles ont atteint la fenêtre à huile, constituent la principale roche mère du bassin. Malgré les apparences d'une formation homogène, elles présentent une grande hétérogénéité faciologique (Lasseur *et al.* 2011) et sont donc un cas d'étude idéal pour caractériser la variabilité des propriétés minéralogiques et mécaniques des argiles riches en matière organique.

L'objet des travaux réalisés par SGS Horizon sur le forage COUY-1 est le développement d'une méthodologie innovante combinant les analyses minéralogiques (QEMSCAN) et mécaniques (Nanoindentation) sur déblais de forage et carottes, pour cartographier et quantifier les minéraux, les associer en « lithotypes » et attribuer à chacun les propriétés mécaniques correspondantes : module de Young et dureté (Fig. 2).

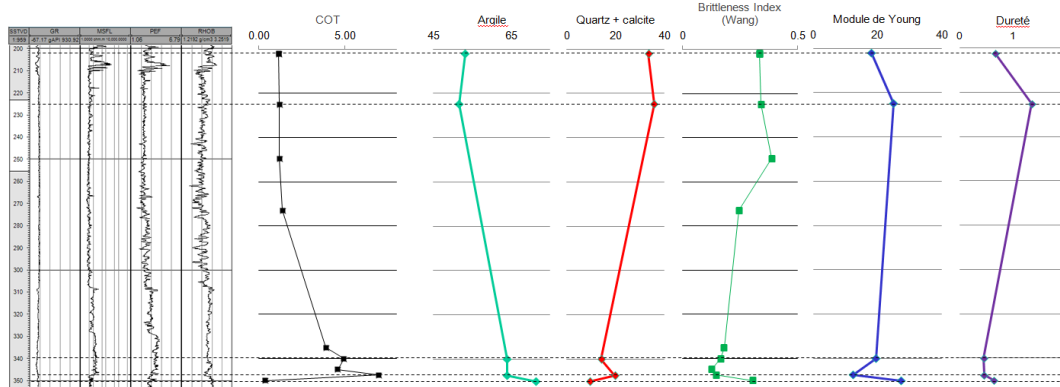


Figure 2 : Diagraphies du forage COUY-1 à la base du Toarcien et analyses de déblais : teneur en carbone organique (COT), teneur en argile et quartz+calcite (à partir des analyses QEMSCAN), « Brittleness Index » (calculé à partir des analyses minéralogiques), module de Young et dureté mesurés avec le nanoindentomètre.

Lorenz *et al.* (1987) Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher), Géologie Profonde de la France, Document du BRGM n°136.

Lasseur *et al.* (2011) 3D geometry, paleogeography and facies distribution of the Paris Basin Lias deposits (France), BRGM/RP-59611-FR.

Frimmel, H.E. (2004) Formation of a Late Mesoproterozoic supercontinent; the South Africa-East Antarctica connection in P.G.Eriksson *et al.* (eds.), The Precambrian Earth; tempos and events. *Developments in Precambrian Geology*, 12, p. 240-255.



## Le bassin de Paris, un enregistreur subtil de l'eustatisme et des déformations de grandes longueurs d'onde en domaine intracratonique

Robin Cécile<sup>1</sup>, Guillocheau François<sup>1</sup>, Lasseur Eric<sup>2</sup> et Briaïs Justine<sup>1,2</sup>

1 - Géosciences Rennes - UMR 6118 Université de Rennes1-CNRS, 35042 Rennes cedex

2 - DGR/GBS, BRGM, BP 36009, 45060 Orléans cedex 2

Depuis les travaux de M.F. Brunet (Brunet & Le Pichon, 1982), il est admis que la subsidence du bassin de Paris résulterait d'un modèle de type McKenzie (1978), c'est-à-dire une subsidence thermique à long terme induite par une période d'extension permo-triasique. Les études stratigraphiques ultérieures, basées sur des corrélations de puits (Guillocheau, 1991 ; Graciansky *et al.*, 1998 ; Jacquin *et al.*, 1998 ; Robin *et al.*, 1998 ; Guillocheau *et al.*, 2000 ; Prijac *et al.*, 2000 ; Le Solleuz *et al.*, 2004..), ont montré (1) un faible taux d'extension triasique, peu compatible avec la subsidence à long terme du bassin et (2) l'importance de déformations intraplaques perturbant ce signal de subsidence à long terme (déformations éo-, mid- et néo-cimmériennes, autrichiennes, etc. *sensu* Ziegler, 1990).

Le bassin de Paris a également été un des bassins sédimentaires de référence pour établir la charte eustatique de Haq *et al.* (1987) (voir également Vail *et al.*, 1987). Cette charte est actuellement remise en cause pour plusieurs raisons, dont l'une est que les bassins de références choisis, réputés tectoniquement stables, connaissent en réalité des mouvements verticaux significatifs aux échelles de temps de l'eustatisme.

Le bassin de Paris, en tant que bassin intracratonique, est donc plus que jamais l'objet géologique idéal pour discuter des relations entre eustatisme (climato et tectono-eustatisme) et déformations subtiles de moyenne ( $l=x10$  km) et grande ( $l=x100$  km) longueurs d'onde. Pour ce faire, nous avons procédé à une mesure de l'accommodation (espace disponible pour piéger des sédiments créé par la déformation du bassin et l'eustatisme) à deux échelles de temps :  $x1$  Ma à  $10$  Ma en 3D ( $x, y, z$ ) et  $x1$  Ma en 2D ( $x, y$ ) le long d'un profil Nancy-Rambouillet.

1. Il existe une **zone pérenne de subsidence** durant du Trias supérieur au Paléogène, située au nord de la faille du Pays de Bray, entre les failles de Belou et Connantre/La-Motte-Noire (= nord Saint-Martin-de-Bossenay). Ce domaine correspond à une anomalie de vitesse des ondes P dans le manteau (Averbuch & Piromallo, 2012), héritage du paléo-slab verticalisé de l'Océan RHEIC (ou Lizard/Rhén-Hercynien).
2. La **subsidence à long terme** se décompose en **trois stades**, séparés par des périodes de déformation majeure: (1) Trias-Crétacé ( $v=x10$ m/Ma - maximum 80 m/Ma), (2) Paléogène (Thanétien-Rupélien,  $v=x1$  m/Ma maximum 10 m/Ma) et (3) Néogène (Rupélien-Actuel, surrection). Les courbes exponentielles justifiant une subsidence thermique héritée d'une phase extensive, sont un artefact de lissage de ces trois segments.
3. Deux **ordres de variation de subsidence/surrection** se surimposent sur cette composante à long terme contrôlant les cycles stratigraphiques rétrogradants - progradants du bassin: (1) variations à  **$x10$  Ma** initiées par les grandes phases de déformation intraplaque d'échelle au moins européenne et (2) variations à  **$x1$  Ma**.
4. L'eustatisme contrôle au moins de grandes inondations marines correspondant à des réchauffements globaux (Toarcien inférieur/moyen, Callovien moyen, etc.).

## **Apport de l'étude des nanostructures de la craie (Crétacé supérieur, bassin de Paris) pour la compréhension de l'hétérogénéité des propriétés réservoir**

**Saiag Jessica<sup>1</sup>, Collin Pierre-Yves<sup>1</sup>, Sizun Jean-Pierre<sup>2</sup> et Lasseur Eric<sup>3</sup>**

1 - UMR-CNRS 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, 6 bd Gabriel, 21000 Dijon, France

2 - UMR/CNRS 6249 Chronoenvironnement, Université de Franche-Comté, 16 route de Gray 25030 Besançon, France

3 - BRGM, 3 avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France

La craie, formation principalement du Crétacé supérieur, a longtemps été considérée comme une formation au faciès relativement monotone. Cependant la craie présente une très grande variabilité de faciès et de géométries, notamment dans le Bassin anglo-parisien, en Haute Normandie, entre Le Havre et Dieppe (Quine et Bosence, 1991 ; Juignet et Breton, 1992 ; Lasseur, 2007).

Par ses fortes porosités et ses faibles perméabilités, la craie constitue un réservoir microporeux qui est déjà largement exploité en Mer du Nord. Dans le secteur d'étude de Haute Normandie, pris ici comme analogue de terrain, les porosités varient de 8 à 45% pour des perméabilités allant de 0,01 à 500 mD. Ces fortes hétérogénéités pétrophysiques résultent de différents mécanismes sédimento-diagénétiques.

L'objectif de cette étude est de comprendre les facteurs contrôlant ces hétérogénéités afin d'optimiser la modélisation de ce type de réservoir. Pour cela, le caractère microporeux de la craie nécessite de mener l'étude à toutes les échelles d'observation : macroscopique, microscopique et surtout nanoscopique.

L'observation macroscopique se fait principalement sur le terrain par la description des géométries et des macrofaciès. Cette étude est basée sur des travaux antérieurs et plus particulièrement sur la dernière étude sédimentologique de Lasseur (2007) et Lasseur *et al.* (2009).

L'observation microscopique est faite au microscope optique en complément de la description macroscopique des échantillons. Les études macro- et microscopique permettent d'affiner le modèle sédimentaire et de repositionner les échantillons dans un contexte de dynamique de dépôt.

L'observation à l'échelle nanoscopique est réalisée à l'aide du Microscope Electronique à Balayage (MEB) en électrons secondaires, le plus souvent sur esquille, ce qui permet une observation de la nanostructure de la roche en trois dimensions. La nanostructure regroupe à la fois la morphologie et l'agencement des grains constituant la roche à l'échelle du micromètre. Les nanostructures des micrites sont décrites depuis 1970 et la dernière étude en date (Deville de Periere *et al.*, 2011) en propose une classification. Cependant, aucune étude similaire des nanostructures de la craie n'a été à ce jour menée, bien que la plupart des publications sur la craie présentent des photographies MEB.

Le but de cette étude est donc dans un premier temps de réaliser, à partir des observations nanoscopiques, une classification des nanostructures de la craie. La compréhension de l'origine sédimentaire et/ou diagénétique de la diversité de ces nanostructures fera l'objet d'une seconde partie de l'étude grâce à la mise en parallèle des nanostructures avec les données macro- et microscopiques. Enfin, nous identifierons dans quelle mesure des différences de nanostructures sont à l'origine de l'hétérogénéité des propriétés réservoirs de cette formation.

A ce jour, plusieurs paramètres peuvent être considérés comme critères déterminants dans l'élaboration d'une classification des nanostructures, notamment : la quantité et le degré d'altération des coccolithes et des autres fragments bioclastiques, la quantité et le type de ciment (microsparite, sparite), et surtout l'habitus et le type de contact entre les grains de micrite constituant la matrice.

## **L'Albien du bassin de Paris : Découpage séquentiel, géométries 3D et paléogéographie**

**Sévenier Magali<sup>1,2</sup>, Guillocheau François<sup>1</sup>, Lasseur Eric<sup>2</sup> et Robin Cécile<sup>1</sup>**

1 - Géosciences Rennes, Université Rennes 1, UMR CNRS 61118, Campus Beaulieu, 263 Avenue General Leclerc  
35042 Rennes.

2 - BRGM, DGR/GBS 3, avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans cedex 2.

La période apto-albienne est marquée par une réorganisation cinématique qui correspond notamment à l'ouverture du golfe de Gascogne). Dans le bassin de Paris, l'Albien se dépose au-dessus d'une surface d'érosion majeure (discordance autrichienne) s'enregistrant par une troncature des dépôts sur les bordures ardennaise et armoricaine et un dépôt dans une synforme située dans la partie centrale du bassin. L'Albien inférieur et le début de l'Albien moyen sont marqués par une reprise de la sédimentation terrigène en contexte transgressif qui culmine avec le dépôt des Argiles de Gault marquant un ennoisement majeur. Les formations sableuses albiennes (Sables Verts, Sables des Drillons et Sables de Frécambault) constituent un aquifère majeur et stratégique du Bassin de Paris. Si les termes souvent plus argileux situés sur les bordures ont été largement étudiés à l'affleurement, la géométrie de cet aquifère en profondeur reste mal connue bien qu'elle soit primordiale pour mieux gérer sa préservation (polluants) et son éventuelle exploitation.

Cette étude a pour principal objectif de mieux contraindre le contexte tectonique et eustatique de l'Albien du Bassin de Paris à travers une meilleure compréhension de sa géométrie et de sa paléogéographie. Elle s'appuie principalement sur l'interprétation de données de subsurface (diagraphie et sismique) et est complétée par la description d'un forage disponible (La Grande Paroisse) et des études ponctuelles de terrain. Les résultats sont restitués sous forme de cartes isopiques et de faciès.

L'Albien s'organise en 3 cycles de 3<sup>ème</sup> ordre qui correspondent aux alternances Sables Verts, Argiles de l'Armanche, Sables des Drillons, Argiles Tégulines et Sables de Frécambault. Plusieurs cycles d'ordre supérieur sont différenciés à l'intérieur des intervalles sableux ce qui permet de restituer les géométries de l'Albien à haute résolution. Les principaux résultats sont :

- Les géométries mises en évidence montrent une architecture relativement complexe constituée de prismes successifs plus ou moins développés.
- La paléogéographie montre une suite des dépôts deltaïques et évolue largement, d'axe nord-sud à l'Albien inférieur, elle devient progressivement d'axe ouest-est durant l'Albien moyen.
- Les failles majeures: Bray, Saint-Martin-de-Bossenay, failles de La Loire sont actives durant l'Albien et influencent les dépôts, formant une topographie initiale de l'Albien puis conditionnant ensuite la paléogéographie et la distribution des épaisseurs.
- Enfin les géométries identifiées montrent des fluctuations relativement importantes du niveau marin en particulier une chute eustatique majeure à la base de l'Albien moyen, caractérisée par une régression forcée et des incisions dans la partie centrale du bassin.

## Dinoflagellés calcaires et pithonelles : indicateurs paléo-climatiques et paléo-environnementaux de la mer cénomaniennne en Sarthe

**Testé Marc<sup>1</sup>, Masure Edwige<sup>1</sup>, Tremblin Maxime<sup>1,2</sup>, Desmares Delphine<sup>1</sup>,  
Broche Bérengère<sup>1</sup>, Gardin Silvia<sup>1</sup>, Minoletti Fabrice<sup>2</sup>, De Rafélis Marc<sup>2</sup>,  
Labourdette Nathalie<sup>2</sup>, Villier Loïc<sup>1</sup>, Cecca Fabrizio<sup>1</sup>, Rouget Isabelle<sup>1</sup>,  
Morel Nicolas<sup>3</sup> et Raboeuf Patrice<sup>3</sup>**

1 - CR2P UMR 7207, UPMC, MNHN, CNRS, UPMC, 4 place Jussieu, 75005 Paris

2 - ISTeP - UMR 7193, UPMC, 4, Place Jussieu 75005 Paris

3 - Musée Vert, 204 avenue Jean Jaurès, 72100 Le Mans

Les sédiments du stratotype historique du CénoManien de la Sarthe ont enregistré comme beaucoup de coupes à travers le monde, mais ici, dans des environnements plus côtiers, l'excursion positive du  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  qui caractérise l'événement anoxique océanique l'OAE2. Pour cette excursion trois phases sont enregistrées ; la première se caractérise par une excursion positive rapide, la deuxième est marquée par des oscillations à haute fréquence soulignant des instabilités et la troisième phase par un palier plus stable des valeurs. Les études géochimiques du  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$  ont montré qu'aux événements anoxiques étaient associés des rafraîchissements des masses d'eau superficielles. Des perturbations géochimiques de même nature, précurseurs de l'OAE2, sont enregistrées à la base du CénoManien moyen (e.g. *Mid-Cenomanian Event* ou MCE, Jarvis *et al.*, 2001, 2006 ; Voigt *et al.* 2004 ; Coccioni & Galeotti, 2003) et au CénoManien supérieur. Le « MCE » serait caractérisé par un refroidissement des eaux marines de 2°C (Voigt *et al.*, 2004). Dans le cadre de la révision du stratotype historique pour l'ouvrage « stratotype CénoManien » de la série « Patrimoine géologique », les coupes de référence du CénoManien de la région du Mans ont été échantillonnées pour une étude à haute résolution, afin d'évaluer l'impact des changements environnementaux sur les communautés d'organismes planctoniques et benthiques en environnements côtiers. A Saint-Ulphace pour le passage CénoManien inférieur/CénoManien moyen et à Mézières-sur-Ponthouin pour le passage CénoManien supérieur/Turonien inférieur. Ces niveaux montrent une préservation exceptionnelle des formes calcaires de microfossiles comme les foraminifères planctoniques, les dinoflagellés calcaires, les pithonelles et les coccolithophores.

Deux nouveaux indicateurs ont permis de mettre en évidence les tendances d'évolution des températures des eaux superficielles : le rapport des formes senestres du foraminifère planctonique *Hedbergella delrioensis* et les espèces de dinoflagellés calcaires. A Saint-Ulphace, à la base de la Craie de Théligny, le pourcentage des *H. delrioensis* senestres est élevé, 40%, et révèle un rafraîchissement des températures, soulignant probablement le MCE. A Mézières-sur-Ponthouin, les *H. delrioensis* et les dinoflagellés calcaires ont enregistré une augmentation progressive des températures des masses d'eau superficielles dans la phase aux instabilités à haute fréquence du  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ , correspondant à la zone d'ammonites à Geslinianum. La période la plus fraîche se situe au début de cette phase où les *H. delrioensis* senestres représentent 22%, le dinoflagellé côtier téthysien *Orthopithonella gustafsonii* (Wendler *et al.*, 2002) y est associé. La période la plus chaude correspond au sommet de cette phase, les *H. delrioensis* senestres ne représentent plus que 2% et la présence du dinoflagellé calcaire *Pentadinellum vimineum* (Keupp, 1991 ; Wendler *et al.*, 2002) conforte le réchauffement des eaux à la limite CénoManien/Turonien. L'augmentation de la productivité à la base du Turonien est soulignée par la multiplication rapide de la représentativité des pithonelles (*Pithonella sphaerica*, *P. ovalis*) et des dinoflagellés calcaires dans les échantillons. L'association de ces deux indicateurs laisse présager un outil précis et efficace dans la compréhension des changements environnementaux, notamment dans le Bassin parisien.

Coccioni, R. & Galeotti, S. 2003. The mid-Cenomanian event: prelude to OAE 2. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 190, 427-440.

Jarvis, I., Murphy, A.M. & Gale, A.S. 2001. Geochemistry of pelagic and hemipelagic carbonates: criteria for identifying systems tracts and sea-level change. *Journal of the Geological Society, London*, 158, 685-696.

Jarvis, I., Gale, A.S., Jenkyns, H.C. & Pearce, M.A. 2006. Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new  $\delta^{13}\text{C}$  carbonate reference curve for the Cenomanian-Campanian (99.6-70.6 Ma): *Geological Magazine*, 143 (5), 561-608.

Keupp, H. 1991. Fossil calcareous dinoflagellate cysts. In: Riding, R. (Ed.), *Calcareous Algae and Stromatolites*. Springer, Berlin, 267-286.

Voigt, S., Gale, A.S. & Flügel, S. 2004. Midlatitude shelf seas in the Cenomanian-Turonian greenhouse world: temperature evolution and north Atlantic circulation. *Paleoceanography*, 19, 4, PA4020, 17p.

Wendler J., Gräfe K-U. & Willems H. 2002. Palaeoecology of calcareous dinoflagellate cysts in the mid-Cenomanian Boreal Realm: implications for the reconstruction of palaeoceanography of the NW European shelf sea. *Cretaceous Research*, 23, 213-229.

## Datation des Calcites et des Grès de Fontainebleau : une remise à plat de l'âge des silicifications des terrains tertiaires du Bassin de Paris

**Thiry Médard<sup>1</sup>, Innocent Christophe<sup>2</sup>, Ménillet François<sup>3</sup> et Schmitt Jean-Michel<sup>4</sup>**

1 - Mines-Paris-Tech, Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau

2 - BRGM / LAB-ISO, 3 avenue Claude Guillemin BP 6009, 45060 Orléans cedex 2

3 - 7 rue Saint Odile, 67000 Strasbourg

4 - AREVA, Direction des Géosciences, 1 place Jean Millier, 92084 Paris La Défense

La datation  $^{14}\text{C}$  et U-Th d'une quinzaine d'échantillons de calcite (type Calcite de Fontainebleau et concrétions globulaires) associés aux divers faciès de sables blancs du bassin de Paris montre que leurs âges se regroupent sur les deux dernières glaciations (50-25.000 et 300.000 ans) (Thiry *et al.*, 2013). Ces calcites ont précipité pendant les périodes froides du Quaternaire et sont assimilables aux cryocalcites décrites dans les environnements périglaciaires actuels et anciens. Ces cristaux spathiques de calcite sont quelquefois inclus dans les grès siliceux, ils prédatent donc la silicification. Trois occurrences ont été clairement identifiées.

1. Un grès quartzitique surmontant le Conglomérat de Nemours montre des cristallarias de calcite de 2-5 cm de diamètres prises dans les grès siliceux, avec moulage des pointes rhombes. La silicification est postérieure à la calcite datée ici de 300.000 ans.

2. A proximité de la Grotte aux Cristaux de Fontainebleau, des Calcites de Fontainebleau sont enchâssées et incluses dans le grès. Deux cristallarias ont été datées de 44.000 et 33.630 ans. Les grès de cette dalle sommitale dateraient de la dernière période glaciaire.

3. Dans la carrière des Gondonniers (Larchant), des Calcites de Fontainebleau sont englobées dans des "gogottes" de grès. Les datations de 32.950 et 26.880 ans indiquent que les grès de la partie profonde de la carrière dateraient aussi de la dernière glaciation.

Dans le modèle de silicification de nappe liée à l'entaille des vallées (Thiry *et al.*, 1988) c'est le mécanisme de précipitation de la silice en arrière des affleurements qui a toujours posé problème (Thiry et Maréchal, 2001). Le calage de la silicification sur les périodes froides, montre que la précipitation de la silice résulte vraisemblablement d'un abaissement de la température de l'eau de nappe en se rapprochant de la surface, au contact d'un permafrost. Cette silicification liée aux périodes froides aurait touché l'ensemble des sables du Bassin de Paris.

Par ailleurs, les silicifications sont abondantes dans toutes les formations calcaires lacustres du bassin de Paris. Ces silicifications ont été interprétées comme résultant de la concentration de la silice dans des milieux évaporitiques synsédimentaires. Elles sont quasi exclusivement formées de quartz et liées à la (micro)porosité des calcaires : vides remplis par des cristallisations géodiques de quartz et épigénie de la matrice calcaire par du quartz microcristallin sur la bordure immédiate de ces cristallisations géodiques. Comme les calcaires sont dépourvus de silice, la silice a dû y être introduite par des écoulements de volumes importants d'eau pour satisfaire le bilan de masse (Thiry et Ribet, 1999). Cette condition d'apport de silice exclut que les silicifications puissent être précoces, car il n'est pas possible d'établir des flux importants d'eau en position de bassin. Pour satisfaire la condition de flux il faut que les calcaires soient entaillés. Par conséquent là aussi les silicifications sont probablement récentes, et les mécanismes rejoignent ceux de la silicification des Grès de Fontainebleau. L'intervention du froid lié au permafrost, permet d'envisager le mécanisme de précipitation du quartz.

Enfin, il est établi que les meulières qui jalonnent tous les plateaux morphostructuraux du bassin de Paris sont d'âge plio-quaternaire (Ménillet, 1988). Le mécanisme de précipitation de la silice n'a jamais été clair. L'âge des meulières et les observations de terrain infirment un mécanisme de concentration de silice par évaporation, mais conduisent à des mouvements de silice sous une pédogenèse acidifiante. La précipitation de la silice pourrait intervenir par le froid : à la base d'un permafrost comme pour les Grès de Fontainebleau, mais également dans la zone supérieure dégelée au-dessus du permafrost. Cette mise en lumière du rôle des périodes froides dans les mécanismes de précipitation de la silice permet de proposer un modèle de silicification unique, homogène et cohérent pour toutes les silicifications du bassin de Paris. Ce modèle doit être envisagé bien au-delà du bassin de Paris, nombre de silicifications des formations tertiaires d'Europe, d'Amérique du nord et de régions altitudinales plus méridionales ( ? ) méritent d'être revisitées avec un œil neuf. Cela conduira aussi à remettre en cause nombre de conclusions paléoenvironnementales et paléoclimatiques qui avaient été déduites à partir de l'interprétation "évaporitique" des silicifications associées.



# Table des matières

<b>Avant-propos</b> .....	3
<b>Programme détaillé des sessions du colloque</b> .....	5
<b>Résumés des communications invitées</b> .....	9
Le Paléogène du bassin de Paris: géométries, sédimentologie de faciès, stratigraphie séquentielle et déformations de grande longueur d'onde. <i>Briaïs J., Guillocheau F., Robin C., Lasseur E., Châteauneuf J.J. et Serrano O.</i> .....	10
Le Val-de-Loire : un patrimoine géologique royal et méconnu. <i>Charles N. et Graviou P.</i> .....	11
Quelques figures emblématiques de l'étude géologique du Bassin parisien. <i>Gaudant J.</i> .....	12
Les grands objets géologiques vus à travers la coupe du Bassin parisien. <i>Gély J.P. et Hanot F.</i> .....	13
L'exploitation de la chaleur géothermale du bassin de Paris : une expérience de plus de 40 ans. <i>Lopez S. et Hamm V.</i> .....	14
L'AGBP ... du bassin de Paris au Bassin parisien. <i>Lorenz J.</i> .....	15
Ressources en roches ornementales, minéraux industriels et matériaux du Bassin parisien : diversité et importance économique. <i>Marteau P., Dessandier D. et Colin S.</i> .....	16
Les ressources naturelles du sous-sol du bassin de Paris (hydrocarbures/charbon), 50 ans d'activité. <i>Mercier C.</i> .....	17
Transferts actuels et passés dans un système sédimentaire aquifère-aquitard : un forage de 2000 mètres dans le Mésozoïque du bassin de Paris. <i>Pagel M. et al.</i> .....	18
Les aquifères profonds du bassin de Paris. <i>Violette S.</i> .....	19
Evolution géodynamique du Bassin parisien. <i>Wyns R.</i> .....	20
<b>Résumés des communications</b> .....	21
Facteurs contrôlant l'hétérogénéité des faciès et de l'architecture des carbonates du Jurassique moyen et supérieur de l'ouest du bassin de Paris. <i>Andrieu S., Brigaud B., Barbarand J. et Lasseur E.</i> .....	22
Regard sur la structure géologique du substratum pré-mésozoïque du bassin de Paris. <i>Baptiste J., Martelet G., Faure M., Beccaletto L. et Perrin J.</i> .....	23
Le substratum pré-mésozoïque du bassin de Paris revisité: évolution structurale des bassins permo-carbonifères sous couverture sédimentaire. <i>Beccaletto L., Serrano O., Capar L. et Marc S.</i> .....	24
Calibration du modèle hydrogéologique des aquifères de la petite couronne parisienne. <i>Boucheikhchoukh F., Bruel D. et Lamé A.</i> .....	25
Caractérisation et origine de l'hétérogénéité des porosités-perméabilités dans les carbonates marins d'eaux peu profondes : de l'échelle de l'échantillon à celle du réservoir (Jurassique moyen, Bassin de Paris). <i>Brigaud B., Vincent B., Durllet C., Deconinck J.F., Jobard E., Pickard N., Yven B. et Landrein P.</i> .....	26
Maturation des roches mères et fractures hydrauliques naturelles, Bassin de Paris. <i>Cobbold P., Zanella A., Fourdan B. et Néraudeau D.</i> .....	27

Enregistrement à haute résolution des modifications environnementales au passage Cénomanién-Turonien dans la région du stratotype historique du Cénomanién (Sarthe). <i>Desmares D., Tremblin M., Broche B., Testé M., Masure E., Gardin S., Minoletti F., de Rafélis M., Labourdette N., Villier L., Taylor P., Cecca F., Rouget I., Morel N. et Raboeuf P.</i>	28
Microfracturation, géomorphologie et structuration synforme complexe du bassin versant du Thérain (Oise, France). <i>Dumas E., Durand M., Barrier P. et Combaud A.</i>	29
Influences respectives de la sédimentation et de la diagenèse sur les propriétés physiques et la fracturation de différents types de craies, Cap Blanc Nez, France. <i>Faj-Gomord O., Amédéo F., Caline B., Descamps F., Lasseur E., Van Landschoot P., Swennen R. et Vandycke S.</i>	30
Le Danien du synclinal du Thérain dans l'Oise : les anciennes carrières de Laversines et de Rochy-Condé. <i>Gagnaison C., Vautier Y. et Proudhon B.</i>	31
Origine et âge des minéralisations de fluorine de la bordure sud-est du bassin de Paris (Morvan, France). <i>Gigoux M., Brigaud B., Delpéché G., Pagel M., Guerrot C., Auge T., et Negrel P.</i>	32
Les fluctuations climatiques du Paléogène dans le bassin de Paris. <i>Huyghe D., Emmanuel L., Lartaud F., Merle D. et Renard M.</i>	33
Stratigraphie séquentielle et architecture sédimentaire haute résolution de l'Oolithe Blanche du Bassin parisien. <i>Issautier B., Lasseur E., Collin P.Y. et Pantel M.</i>	34
ORAGE Lorraine, un projet participatif pour le patrimoine géologique régional. <i>Lathuilière B.</i>	35
Les enseignements du relief de côtes dans l'est du Bassin parisien. <i>Le Roux J. et Harmand D.</i>	36
Caractérisation sédimentologique et diagénétique de la formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien, bassin de Paris). <i>Makhloufi Y., Collin P.Y., Bergerat F., Aubertin F., Violette S. et Rigollet C.</i>	37
Le forage scientifique COUY-1 (Bassin de Paris) – Une nouvelle méthode de caractérisation minéralogique et mécanique des argiles riches en matière organique, l'exemple des Schistes carton du Toarcien. <i>Rigollet C. et Bonijoly D.</i>	38
Le bassin de Paris, un enregistreur subtil de l'eustatisme et des déformations de grandes longueurs d'onde en domaine intracratonique. <i>Robin C., Guillocheau F., Lasseur E. et Briais J.</i>	39
Apport de l'étude des nanostructures de la craie (Crétacé supérieur, bassin de Paris) pour la compréhension de l'hétérogénéité des propriétés réservoir. <i>Saiag J., Collin P.Y., Sizun J.P. et Lasseur E.</i>	40
L'Albien du bassin de Paris : Découpage séquentiel, géométries 3D et paléogéographie. <i>Sévenier M., Guillocheau F., Lasseur E. et Robin C.</i>	41
Dinoflagellés calcaires et pithonelles : indicateurs paléo-climatiques et paléo-environnementaux de la mer cénomaniénne en Sarthe. <i>Testé M., Masure E., Tremblin M., Desmares D., Broche B., Gardin S., Minoletti F., De Rafélis M., Labourdette N., Villier L., Cecca F., Rouget I., Morel N. et Raboeuf P.</i>	42
Datation des calcites et des grès de Fontainebleau : une remise à plat de l'âge des silicifications des terrains tertiaires du Bassin de Paris. <i>Thiry M., Innocent C., Ménéillet F. et Schmitt J.M.</i>	43