

## Forage profond : un puits de science partagé

Exceptionnel, le forage profond réalisé par l'Andra à Montier-sur-Saulx (55), au printemps 2008, a créé l'effervescence au sein de la communauté géo-scientifique. Les premiers résultats vont bientôt donner lieu à des publications dans un numéro spécial de "Basin Research" une revue scientifique internationale reconnue. Retour sur un voyage de 2 000 m dans les profondeurs de la Terre.

Lorsque l'Andra a proposé d'ouvrir son forage profond (prévu au départ pour analyser les couches géologiques et leur thermicité dans la zone étudiée pour le futur centre de stockage profond Cigéo), la communauté scientifique y a vu une occasion de disposer d'échantillons hors du commun, constituant de véritables archives sédimentaires sur l'histoire géologique de la région. Depuis le programme "géologie profonde de la France" dans les années quatre-vingts, un accès ouvert à de telles archives géologiques est rare. Vingt-cinq laboratoires se sont associés au sein d'un groupement de recherche baptisé TAPSS 2000 (Transferts actuels et passés dans un système sédimentaire aquifère-aquitard) pour participer à cette aventure. Maurice Pagel, professeur à l'université Paris-Sud à Orsay a pris en charge l'organisation de ce programme de recherche initié en 2008. Les équipes ont travaillé sur les carottes et les fluides prélevés de la base jusqu'au sommet du puits de 2 000 m de profondeur, dans des domaines scientifiques aussi variés que l'évolution des climats, la transformation des roches et des sédiments anciens ou la géomicrobiologie. Après avoir été présentés à la Commission nationale d'évaluation, les premiers résultats vont bientôt être publiés dans un numéro spécial de la revue "Basin Research".



Les carottes prélevées constituent de véritables archives sédimentaires du sous-sol.

### REGARDS CROISÉS

#### Qu'avez-vous découvert en étudiant ces échantillons ?

“ Les échantillons constituent de véritables archives climatiques ”

Yann Hautevelle, maître de conférences à l'ENSG de Nancy

“L'analyse des échantillons nous a permis de reconstituer l'évolution des environnements sédimentaires et des climats depuis 250 millions d'années dans la Meuse, du Trias au début du Crétacé.”

Ces études montrent que les changements climatiques qui ont eu lieu au long du Jurassique ont rythmé la sédimentation à cette époque. En s'intéressant à l'analogie entre la température et les changements sédimentaires, on peut étudier l'impact du réchauffement climatique sur la faune, sur la disparition des coraux par exemple.

Nous avons aussi recueilli des informations précieuses sur le Toarcien, une époque où les océans de la planète étaient dépourvus d'oxygène, qui nous aideront à mieux comprendre l'origine du phénomène et ses conséquences sur l'évolution des êtres vivants et la nature des dépôts sédimentaires.”

“ L'origine des changements climatiques en question ”

Benjamin Brigaud, maître de conférence en sédimentologie au département des sciences de la Terre de l'université Paris-Sud à Orsay

“Ce sondage nous permet de confronter les méthodes d'étude des changements climatiques. Nous avons travaillé sur la géochimie isotopique, tandis qu'à l'université de Lorraine, l'équipe dirigée par Yann Hautevelle a travaillé sur la géochimie organique. Les premiers résultats nous amènent à nous interroger sur l'origine des changements climatiques. Et si ces derniers étaient la conséquence – et non la cause – des modifications observées dans les sédiments ? La couche d'argile s'est déposée pendant une période plus froide que les couches calcaires précédentes, à une époque où l'on observe une disparition de la sédimentation carbonatée. On travaille donc sur l'hypothèse inverse de celle habituellement défendue : et si la disparition du calcaire avait entraîné une captation plus importante du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, et donc une diminution de l'effet de serre, provoquant un refroidissement climatique...”

## Le nouveau modèle géologique du site de Meuse/Haute-Marne

Depuis fin 2011, l'Andra dispose d'un "modèle conceptuel géologique du site de Meuse/Haute-Marne" actualisé. Ce modèle scientifique permet à l'Andra de préciser sa compréhension des phénomènes qui se déroulent dans la roche et de réaffirmer que le stockage profond est une solution sûre à long terme.

Le "modèle conceptuel géologique" utilise la connaissance détaillée, acquise depuis quinze ans par l'Andra, du contexte géographique et climatique dans laquelle la couche étudiée pour la création du stockage profond s'est formée et des événements géologiques ultérieurs qui ont structuré ses propriétés depuis 145 millions d'années.

#### Une compréhension de plus en plus fine des propriétés de la roche

“L'amélioration récente des moyens de mesures et de modélisation nous permet d'aller jusqu'à l'échelle nanométrique (millionième de millimètre). Nous pouvons ainsi déterminer comment chaque propriété de la roche – déplacement de l'eau,

migration des éléments dissous, propagation de la chaleur, résistance mécanique – dépend de la façon dont ses composants se sont constitués et agencés”, explique Patrick Lebon, directeur adjoint de la Recherche & Développement de l'Andra. “Toutes ces données sont intégrées au modèle conceptuel qui répond ainsi encore plus précisément à des questions telles que : pourquoi la roche est-elle si imperméable ? Pourquoi, se cicatrise-t-elle si vite quand on la creuse ?”

#### Reconstituer 145 millions d'années d'histoire

Parce qu'il se base sur la reconstitution de l'histoire des mécanismes et des phénomènes qui se sont déroulés dans la roche pendant des millions

d'années, le modèle géologique propose une représentation spatiale précise de la formation qui pourrait accueillir le stockage et de ses propriétés, notamment sur toute la Zira\*. Ces éléments seront utilisés pour l'analyse de sûreté du projet Cigéo qui sera remise avec la demande d'autorisation de création en 2015. Ce travail met en lumière l'apport important de quinze ans de recherche scientifique en partenariat avec plusieurs universités et le CNRS, qui en poussant encore plus loin dans leur connaissance de l'infiniment petit répondent à la demande légitime de la société.

\* Zone retenue pour les installations souterraines de Cigéo.