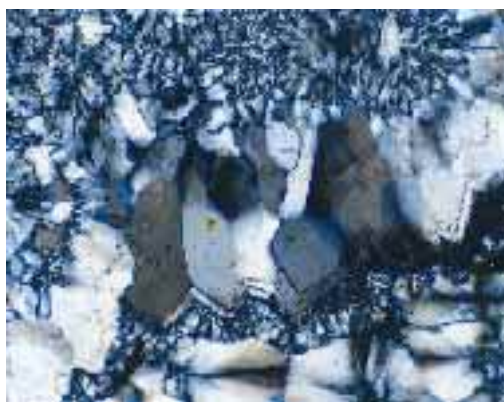


Des boues pour le génie civil

Anne Pantet est maître de conférences en géotechnique à l'Esip, en mécanique et génie civil. Pourtant elle dépend de l'UMR Hydr'Asa, au sein de laquelle elle est spécialisée en géomécanique. Ses travaux sont orientés vers l'utilisation des argiles en génie civil, en fonction de leurs propriétés (tenue mécanique, rhéologie des boues). «*Nous travaillons en collaboration directe avec le génie civil sur de grands chantiers, dès qu'il*

Hydr'Asa est une unité mixte de recherche du CNRS. Ce laboratoire de l'Université de Poitiers regroupe deux grands pôles de recherche : le pôle hydrogéologie, dirigé par le professeur Moumtaz Razack, et le pôle argiles, sols et altérations, dirigé par le professeur Alain Decarreau, aussi directeur de l'UMR.

Par L. Becq-Giraudon Photos S. Laval



Ci-dessus, dépôts secondaires de quartz (site de Bouillante)

y a des activités liées aux forages et aux excavations. Ces dernières sont des ouvrages provisoires remplis de boues et destinés à la mise en place ultérieure d'ouvrages métalliques ou en béton, explique Anne Pantet. Ce sont les propriétés mécaniques et de filtration des boues qui sont utilisées. Celles-ci dépendent directement de la physico-chimie et de la minéralogie des argiles utilisées pour la fabrication des boues. Les minéraux sont en général des montmorillonites (appelées bentonites dans l'industrie) ou des smectites avec montmorillonites, calciques et sodiques. Nous étudions aussi les interférences avec l'eau, qui peut amener des contaminations (gibbs, sels par exemple). Nos travaux nous amènent aussi à collaborer en particulier avec des minéralogistes et avec le laboratoire d'études aérodynamiques de l'Ensm.»

Les caractéristiques mécaniques des argiles, des boues en particulier, sont essentiellement leur viscosité, leur seuil d'écoulement et leur



Sébastien Laval

thixotropie. Le seuil d'écoulement est la valeur en dessous de laquelle le matériau se comporte comme un solide et au-delà de laquelle il se comporte comme un fluide (dit fluide non newtonien). La valeur de la thixotropie, quant à elle, est liée au fait que lorsque l'on applique une contrainte de cisaillement à un matériau, il se liquéfie et peut reprendre sa structure initiale après un temps de repos. En fait, le travail du chercheur est de mettre en parallèle les propriétés chimiques, minéralogiques et de filtration des boues argileuses afin de répondre au mieux aux demandes du génie civil. Ainsi, la boue doit imprégner un milieu poreux et permettre sa stabilité pendant un certain temps. Son but est ensuite de nettoyer l'excavation, elle doit donc offrir des capacités d'entraînement. Et elle s'use. Il faut donc mettre au point toute une étape de régénération. En fin de chantier, la boue est soit mise en dépôt, soit recyclée et valorisée. ■

De l'eau bouillante

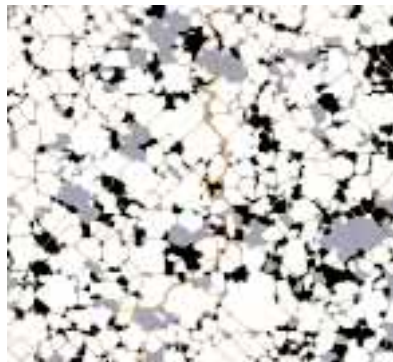
Les fluides, qu'ils soient chauds ou froids, altèrent les roches du sol et du sous-sol. Leurs zones de passage sont ainsi matérialisées par des halos d'altération qui débordent largement des drains. La reconnaissance de ces halos, qui permettra de mieux circonscrire les zones de circulation, est particulièrement importante pour les fluides de haute température (100-300 °C). En effet, ces fluides peuvent être minéralisateurs et donc à l'origine de gisements d'or ou d'uranium par exemple, ou peuvent être récupérés pour la production d'électricité. Le but de ces études est donc de

mieux focaliser les sondages ou explorations minières ou géothermique. Dans ce cadre, Patricia Patrier, maître de conférences à l'Esip, participe, en collaboration avec la Compagnie française de géothermie, à l'exploitation du site de Bouillante, en Guadeloupe, sur la côte ouest de l'île de Basse-Terre. Cette usine est la seule centrale géothermique française dite «en haute énergie». *«Le principe d'une telle centrale est de récupérer l'eau chaude des régions volcaniques, ici de la Soufrière»*, explique le chercheur. L'exploitation a lieu par un forage dont la technique est similaire à celle employée pour l'extraction du pétrole. L'eau est pompée, vaporisée en surface. On aboutit ainsi à actionner des turbines et on fabrique de l'électricité. La centrale produit un peu plus de 5 000 kilowatts et alimente toutes les villes de la Côte sous le vent. A Bouillante, les chercheurs sont en perpétuelle recherche de zones à exploiter. Leur objectif est d'évaluer le système en cours de développement en étudiant l'altération des roches, en particulier le refroidissement ou le réchauffement, ceci dans le but de focaliser une zone et de forer de façon productive. Plus on s'éloigne des zones de circulation des fluides chauds, plus les minéraux primaires des roches sont conservés. A l'extérieur du système, on constate essentiellement la présence de kaolinite (argile) qui résulte de l'altération par les eaux de surface. Au niveau de la zone productrice et à proximité des fissures, la cristallisation conduit plutôt à la formation de smectite (une autre forme d'argile). Mais on trouve aussi des zéolithes ou des quartz par exemple. *«A côté du but appliqué de cette collaboration, explique Patricia Patrier, le grand intérêt est que nous analysons en fait un laboratoire naturel qui nous permet d'accéder à des échelles de temps de quelques milliers d'années. Cela nous permet de faire un lien avec nos recherches en laboratoire où nous étudions les conditions de formation des minéraux argileux.»* ■



Des écoulements modélisés

Pour couler au cœur même de la roche, l'eau doit se frayer un passage. Comment ? C'est ce que cherche à déterminer Paul Sardini, maître de conférences au sein de l'UMR Hydr'Asa.



«Le sujet de ma thèse a été d'analyser les chemins d'écoulement possible des fluides injectés à deux ou trois mille mètres de profondeur. Les fluides ainsi réchauffés sont repompés afin de permettre la production d'énergie en surface, explique le chercheur. Mes travaux m'ont naturellement amené à devoir développer des outils

d'analyse d'image dans le but de comprendre comment l'eau circule dans la roche, granitique en particulier.» Il existe deux grands types d'écoulement : soit le fluide peut circuler dans des grandes fractures, soit il s'écoule à travers la matrice granitique elle-même. Dans ce second cas, la surface d'échange fluide-roche est maximale. Le transfert de chaleur est donc lui aussi plus grand et le fluide se réchauffe plus vite. Cependant, ces deux voies de passages évoluent au cours du temps car les fluides altèrent la roche. C'est cette évolution qu'à moyen terme Paul Sardini souhaite modéliser sur ordinateur. Il travaille actuellement sur le granite de Civray-Charroux, en étroite collaboration avec le laboratoire d'études aérodynamiques (LEA), qui réalise des mesures physiques des écoulements. L'objectif est de parvenir à simuler un écoulement au sein d'une roche (calcul d'un coefficient de perméabilité), et de modéliser l'altération qui en résulte. ■



Sébastien Laval

Ci-dessus, simulation d'un réseau de fissures et visualisation d'un chemin d'écoulement préférentiel (granite de Charroux-Civray)