

# Rôle du transport particulaire lié à la déstructuration de gypses poreux dans le développement de cavités de dissolution

## Imen ZAIER

Ce travail de thèse s'intègre à l'étude des couplages hydrodynamiques, chimiques et mécaniques intervenant dans les processus de dissolution des formations gypseuses rencontrées par le projet du Grand Paris Express.. Il a deux objectifs principaux qui visent à :

- évaluer la variabilité du taux de dissolution du gypse en fonction des faciès et des propriétés physiques du fluide sous-saturé et de vérifier si la nature pétrophysique et pétrographique du gypse influence ses propriétés de dissolution ;
- quantifier un taux de perte de masse en distinguant la part du transport particulaire et celle du processus de dissolution dans la création des cavités dans les horizons gypseux. En effet, pour les gypses à porosité d'interstices, le détachement de grains et leur entraînement par l'écoulement, phénomène de suffusion, peut très fortement augmenter la croissance de la cavité par rapport à la seule prise en compte de la solubilisation.

Différents protocoles expérimentaux ont été mis au point afin de quantifier les paramètres contrôlant les phénomènes étudiés. A ce jour, une loi cinétique de dissolution de différents faciès de gypse issus des carothèques de la société du Grand Paris et de Mines-ParisTech a été définie à partir des résultats de mesures acquises par la méthode des disques tournants et la réalisation des essais de dissolution du gypse en Batch suivant le protocole décrit par Jeschke et al. (2001). Pour ces deux essais, la quantification de l'évolution de la mise en solution du gypse dans la solution a été effectuée par la mesure en continu de la conductivité électrique. L'interprétation des valeurs obtenues en utilisant les disques tournants a permis de quantifier les paramètres d'une loi cinétique caractérisant la dissolution des gypses dans une solution de concentration donnée et leur évolution avec la température. La forte influence de la vitesse de rotation permet de définir une valeur du coefficient de dissolution à vitesse nulle dans l'eau pure qui caractérise le potentiel de dissolution de chacun des faciès testé. Ces valeurs sont proches pour des gypses purs de type saccharoïde ou albaströïde mais à moduler en fonction de la rugosité acquise en cours de dissolution. L'analyse de l'ensemble des données acquises par les essais de dissolution du gypse en Batch a conduit à définir une loi cinétique de dissolution différenciant deux domaines de concentration relative : loin de l'équilibre, la valeur de l'ordre de cinétique est proche de celle déterminée par la méthode des disques tournants mais elle est plus importante pour des concentrations proches de la saturation. La valeur de la concentration relative de transition est apparue relativement constante pour les différents échantillons testés et elle est égale à 94% de la concentration à saturation. L'existence de cette transition pourrait être liée à la structure du gypse ou à l'influence d'impuretés solides.

Le travail expérimental en cours a pour but d'évaluer la part de l'érosion dans le processus de création de vide par dissolution et cherche à quantifier la quantité gypse présente dans les particules solides collectées après un lessivage contrôlé. Selon des conditions d'écoulement et de collecte bien définies, deux type d'expérimentations ont été menées en laboratoire: la première avec écoulement d'eau sur une surface plane quasi-verticale d'un bloc de gypse et une collecte des particules de gypse non dissoutes dans un solvant dans lequel le gypse est insoluble et la seconde consistant à faire circuler un faible débit d'eau en continu dans un canal contenant un bloc de gypse entièrement noyé et une sédimentation des particules solides produites dans un réservoir contenant une solution saturée en gypse. Cette dernière méthode permet d'exploiter un travail de modélisation déjà réalisé par Luo et al. (2014).

Une relation globale du taux de perte de masse sera enfin définie prenant en compte l'ensemble des mécanismes identifiés et caractérisés. Cette loi sera implémentée dans des modèles existants afin d'évaluer les écarts par rapport à la seule prise en compte de la dissolution.

- Toulemont, M. (1981). Evolution actuelle des massifs gypseux par lessivage-cas des gypses lutétiens de la région parisienne, France. *Bull liaison lab ponts chauss*, (spec x).
- Jeschke, A. A., Vosbeck, K., & Dreybrodt, W. (2001). Surface controlled dissolution rates of gypsum in aqueous solutions exhibit nonlinear dissolution kinetics. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65(1), 27-34.
- Daupley, X., Laouafa, F., Billiotte, J., & Quintard, M. (2014). La dissolution du gypse: quantifier les phénomènes. *Mines & Carrières*, (229, Hors série), 35-43.
- Luo, H., Laouafa, F., Guo, J., & Quintard, M. (2014). Numerical modeling of three-phase dissolution of underground cavities using a diffuse interface model. *Int. J. Numer. Anal. Meth. Geom.*, 38(15), 1600-1616.