

Thèse de doctorat
Couplages électrocinétiques en milieux poreux non-saturés

Vincent Allègre

Direction de thèse

Laurence Jouniaux (IPGS)

Pascal Sailhac (IPGS)

François Lehmann (LHyGeS)

Soutenance prévue le 15 octobre 2010, à 14h

Institut de Physique du Globe de Strasbourg, Amphi Rothé

Résumé

Cette thèse a pour objet l'étude des couplages électrocinétiques en milieux non-saturés : d'une part les phénomènes d'électrofiltration liés à l'écoulement de l'eau, et d'autre part les couplages sismo-électriques, c'est à dire le champ électrique associé à la propagation d'une onde sismique sur le terrain. Le premier axe développé est une approche expérimentale. Des différences de potentiels d'électrofiltration ont été mesurées lors d'expériences de drainage réalisées dans une colonne de sable. Ces mesures combinées aux mesures des conditions hydrodynamiques ont mené aux premiers enregistrements continus de coefficients d'électrofiltration C en fonction de la saturation S_w . Les valeurs de coefficients normalisées ne varient pas de façon monotone avec la saturation S_w . En effet, C augmente lorsque S_w diminue jusqu'à atteindre un maximum pour $S_w \simeq 65-85\%$, puis diminue avec la saturation. En outre, les valeurs expérimentales semblent pouvoir dépasser d'un facteur 100 la valeur mesurée à saturation. Ce comportement a été observé de façon similaire lors de trois expériences de drainage.

La modélisation de ces signaux constitue le deuxième axe de travail. Une nouvelle expression, intégrant une contribution dynamique liée aux variations temporelles de pressions, est proposée. Les résultats mettent en avant la nécessité de cette contribution dynamique pour modéliser les signaux d'une des expériences, particulièrement lorsque C augmente pour $S_w \in [0.65-0.85 ; 1]$. La dernière expérience tend à montrer que les conditions d'écoulement, et plus précisément le flux hydrique, pourraient jouer un rôle important dans le comportement de C .

Le dernier axe développé est une approche de terrain. Les amplitudes de signaux sismo-électriques ont été étudiées en milieu non-saturé, par la mesure d'un champ électrique E_x et d'un déplacement sismique u_x , et par le calcul de fonction de transferts E_x/u_x . Une image de saturation du sol a été déduite de l'interprétation conjointe de données radar et de résistivité électrique. Les amplitudes sismo-électriques liées aux arrivées des ondes P et des ondes de surface, traitées indépendamment, ont pu ainsi être comparées à la teneur en eau, puis à des mesures de résistances électriques. Les résultats suggèrent que ces amplitudes sont plus faibles en milieux non-saturés qu'en conditions saturées. De plus, le traitement indépendant des ondes P et des ondes de surface a montré que les ondes de surfaces doivent être considérées indépendamment.