Influence du fluide intersticiel dans la liquéfaction de sédiments saturés et la lubrication des failles

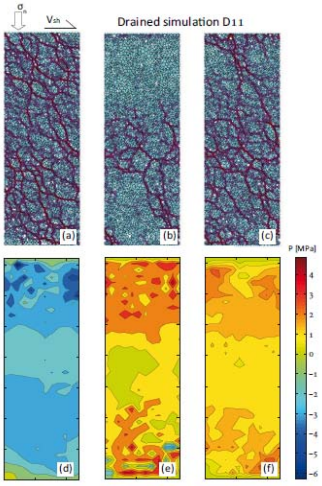
Renaud Toussaint, Liran Goren, Einat Aharonov et David Sparks, Michael Niebling, Eirik Flekkoy et KJ Maloy, Jean Schmittbuhl et Maud Schelstraete

On présente l'étude du cisaillement de modèles de granulaires saturés, sous diverses contraintes totales et conditions aux frontières.

La présence du fluide intersticiel affecte notablement la rhéologie de granulaires cisaillés, comme dans des gouges ou zones de glissement cisaillées. On verra dans des simulations comment le fluide peut de façon transitoire, faire chuter la friction macroscopique apparente. Ces simulations sont basées sur des techniques de modèles hybrides, avec échange de quantité de mouvement entre partie solide et partie fluide,
résolus sur deux grilles séparées – par dynamique moléculaire pour le granulaire, et éléments finis pour le fluide. L'échange de quantité de mouvement, la compressibilité du solide et celle du fluide, sont pris en compte par le modèle qui intègre un échange Darcien dépendant de la vitesse relative entre fluide et solide. Ces modèles ont été calibrés par la comparaison à diverses configurations expérimentales de laboratoire.

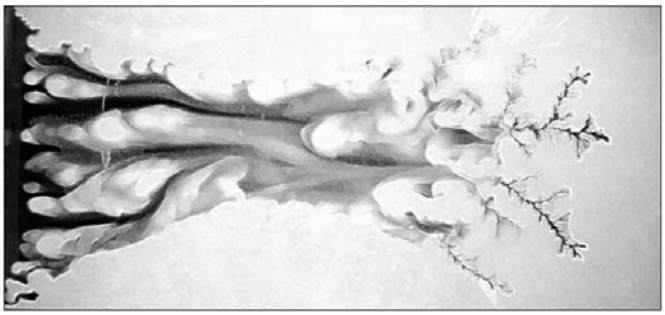
Dans des conditions de vitesse de glissement imposée sur des couches d'une largeur donnée, on mettra en évidence comment cet état lubrifié peut être prédit par des approximations assez simples pour connaitre l'état de la pression dans la couche, en fonction des conditions aux frontières (drainé ou non), de la vitesse de cisaillement, la compressibilité et la viscosité du fluide, la taille des grains.

Ceci permet de calculer un potentiel de liquefaction et un nombre de Deborah, rapport des forces visqueuses sur les forces élastiques. Ce potentiel de liquefaction, simple à calculer, permet de prédire les résultats numériques obtenus dans les simulations hybrides grainulaires/fluides sur le caractère liquéfié ou non de la couche cisaillée.



D'autre part, dans des systèmes de mélanges fluides et granulaires denses, la surpression de fluide intersticiel en certaines zones peut amener à la formation de canaux préférentiels aux formes variées

en fonction des conditions aux frontières.
On présentera les arbres et canaux obtenus lors d'aérofracture, résultats expérimentaux et numériques.



Quelques liens vidéos reliés à ce sujet :
For advanced fluid mechanics, on liquefaction and thixotropy, I found the few following links that you might enjoy:

Home made liquefaction just after the Christchurch EQ - my favourite:
http://www.youtube.com/watch?v=tvYKcCS_J7Y

Christchurch just after the EQ, last year:
a backyard filling:
http://www.youtube.com/watch?v=7emGut6XmkU

streets and postman during liquefaction:
http://www.youtube.com/watch?v=2pzJS15u2PA&feature=related

eventually:
http://www.youtube.com/watch?v=2WoKu5VxKgs&NR=1

Niigata 1964 EQ:
http://www.youtube.com/watch?v=KLZFlnND0hA&feature=related

small experiment:
http://www.youtube.com/watch?v=ngxG49Lf6co&feature=related

this ones looks unsaturated, and obviously doesn't work so well:
http://www.youtube.com/watch?v=Xow8X-bVDqM&feature=related

Sand volcano, and liquefaction during EQ:
http://www.youtube.com/watch?v=moh3jKBS_UA

A few other funny ones, on quicksand this time:

To illustrate viscoelasticity:
http://www.youtube.com/watch?v=XDMD7p-b4z8
or
http://www.youtube.com/watch?v=omBFjFGwRhs&feature=related
practical exercises:
http://www.youtube.com/watch?v=xjSYzT3CUnA&feature=related

Quelques références reliées:

Goren, L., E. Aharonov, D. Sparks and R. Toussaint;
``Pore pressure evolution in deforming granular material: A general formulation and the infinitely stiff approximation, J. Geophys. Res., 115, B09216, (2010). doi:10.1029/2009JB007191 pdf

Goren, L., E. Aharonov, D. Sparks and R. Toussaint;
``The mechanical coupling of fluid-filled granular material under shear", P.A.Geoph., 2011.

Berthilde-Maud Schelstraete, Master 2, aerofracture, EOST / Master university of Nancy, coencadrement R. Toussaint et J. Schmittbuhl, 2009.

Niebling, M.J., E.G. Flekkøy, K.J. Måløy, R. Toussaint;
``Sedimentation instabilities: impact of the fluid compressibility and viscosity", Phys. Rev. E 82, 051302, 2010. doi: 10.1103/PhysRevE.82.051302 pdf

Niebling, M.J., E.G. Flekkøy, K.J. Måløy, R. Toussaint;
``Mixing of a granular layer falling through a fluid", Phys. Rev. E 82, 011301 (2010) doi: 10.1103/PhysRevE.82.011301 pdf