

# Comment simuler numériquement la géomorphologie alpine ?

Sujet de TPE

Gros Alexis, Manceau Thibaut, Porteries Tristan

17 janvier 2016

- 1 Les phénomènes géomorphologiques
  - La subduction
  - L'obduction
- 2 L'érosion
  - L'altération mécanique
  - L'altération physico-chimique
- 3 Le système cellulaire
  - Les cellules
  - La propagation par fronts
- 4 Les interactions entre cellules
  - Loi du centre instantané de rotation
  - La loi de Hooke et le module de Young
  - La loi de Coulomb
- 5 Les images de simulation









Cellule : le plus petit élément de la simulation incompressible, représenté par une sphère de diamètre 1.

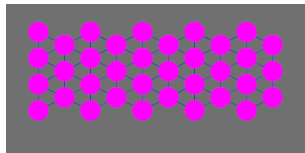
Propriétés mutables :

- vitesse ;
- position ;
- cellules adjacentes.

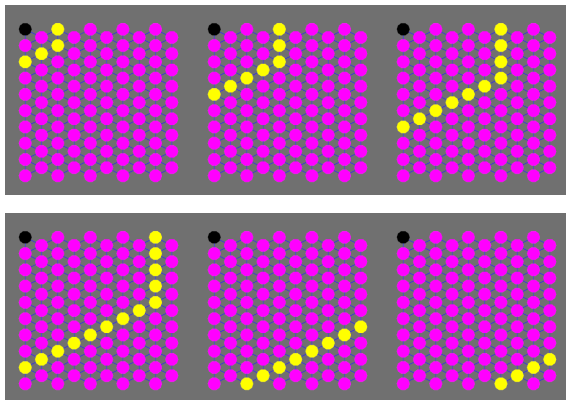
Propriétés immuables :

- plaque tectonique.

Disposition en nid-d'abeille au lancement de la simulation.



Propagation par front, l'ancien front crée le nouveau. Le premier front ne contient que la cellule en collision. Chaque cellule du front interagit avec les cellules après le front.



**FIGURE** – Bleu : liens entre cellules, Violet : cellules inactive, Noir : cellule de collision, Jaune : cellules appartenant au front.



Utilisation d'un calque pour chaque cellule en collision. Fusion des calques avant le déplacement des cellules.

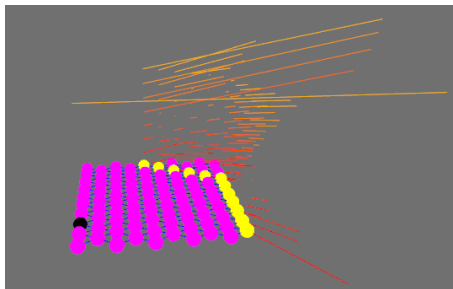
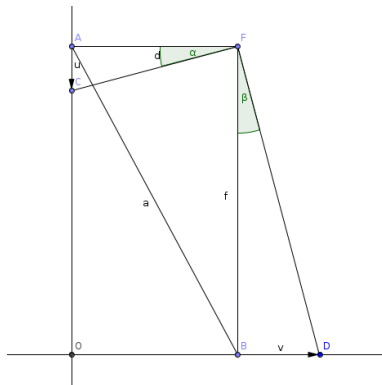


FIGURE – Du rouge vers le jaune les différentes vitesses par cellules et par collisions.



$\vec{u}$  = vitesse verticale

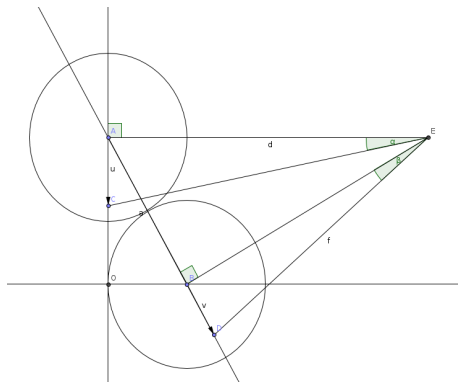
$\vec{v}$  = vitesse horizontale

$\alpha = \beta$  = rotation autour de F

$$\|\vec{u}\| = \alpha \times d$$

$$\|\vec{v}\| = \alpha \times f$$

$$\alpha = \frac{\|\vec{u}\|}{d}$$



$$\text{Si } (\vec{v}, \vec{u}) = 0$$

$$\vec{v} = \vec{u}$$

$$d = f = \infty$$

$$\text{Si } (\vec{u}, \vec{v}) = \frac{\pi}{2}$$

$$f = 0$$

$$\vec{v} = \vec{0}$$

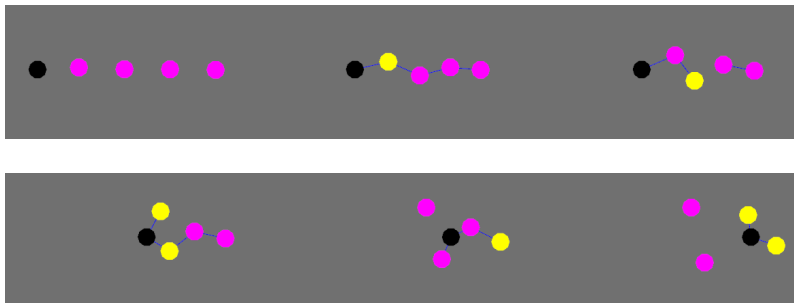


FIGURE – 6 échantillons de compressions avec le CIR.

$$\sigma = E \times \varepsilon$$

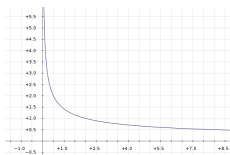
$\sigma$  = La force appliquée sur le matériau (en Pa).  $E$  = Le module de Young pour le matériau étudié (en Pa).  $\varepsilon$  = Coefficient de déformation (en %).

Module de Young :

- Granite : 60 GPa ;
- Calcaire : 20 à 70 GPa.

$$\varepsilon = \frac{x_{max}}{\sqrt{x}}$$

$x_{max}$  = La distance à respecter entre deux cellules.  $x$  = La distance entre les deux cellules.



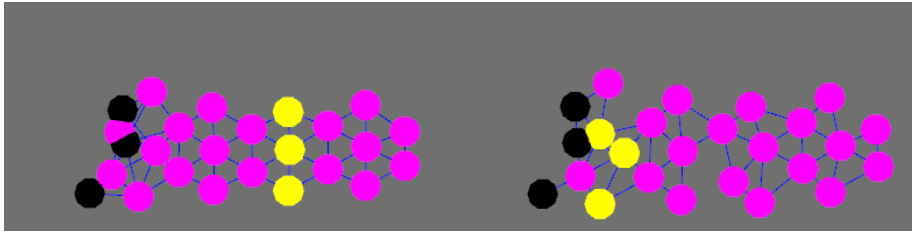


FIGURE – A gauche simulation sans compression et à droite avec compression.

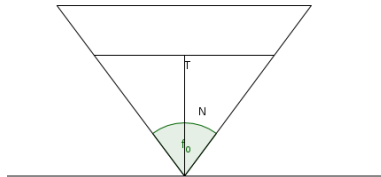


FIGURE – Le cône représentant la force maximale possible avant un glissement.

$$T_0 = f_0 \times N$$

Si  $T > T_0$  : glissement. Sinon friction.

Où  $T$  = force tangentielle appliquée à la cellule,  $N$  = la pression entre les cellules et  $f_0$  = le coefficient d'adhérence.