

Methode de simulation de fluides par grille

velocity is stored at the middle of each segment of the grid, and **density** is stored at the center of each cell. 3 steps are needed to simulate the fluid:

- Modify velocity values
- Make the fluid incompressible
- Move the velocity field

We will use the following notations and values:

alpha = 1.9
velocity : (u,v)

dans les schemas : $u_{i,j}$ est à gauche et $v_{i,j}$ est en bas.
on accède ensuite à la valeur des cases environnantes

1 Modify velocity values : add gravity

$$v = v - dt * g$$

2 Make the fluid incompressible : projection

on a besoin de la divergence :

$$d = u_{i+1,j} - u_{i,j} + v_{i,j+1} - v_{i,j}$$

où :

- v est le vecteur en bas de la cellule (verticaux)
- u est le vecteur à gauche de la cellule (horizontaux)
- s est l'indicatrice d'une simulation : vaut 0 si la case est un mur

d doit toujours être à 0 pour garder l'incompressibilité, pour ça, on update avec :

```
let s = sum (i,j) in
let d' = alpha * d / s in
u(i,j) = u(i,j) + d' * s(i-1,j)
u(i+1,j) = u(i+1,j) - d' * s(i+1,j)
v(i,j) = v(i,j) + d' * s(i,j-1)
v(i,j+1) = v(i,j+1) - d'*s(i,j+1)
```

Si c'est un mur, on s'en fout de la valeur de (u,v) parce que ça sera toujours multiplié par 0.

On répète N (entre 40 et 100) fois ce process, pour résoudre la **grid**. à chaque étape de la boucle N, on a la pression par:

$$P = P + d' / s_{tot}$$

2 Move the velocity field : advection

Pour chaque coté, on fait la moyenne des verticaux autour:

```

\ /
 x
/ \

```

On cherche ici à trouver le prochain u , et il faudra faire de même pour trouver v .

On va chercher la vitesse en u à la position qu'avait la cellule avant d'arriver en $t + dt$ dans notre cellule. On considère $v = (u, v)$. On trouve "l'ancienne" position en allant chercher en $\mathbf{x} - dt \cdot \mathbf{v}$. Le truc, c'est que le u n'est pas stocké au milieu de la cellule, mais à gauche, sur le bord, donc v n'est pas juste le v en bas de la cellule. On prend v en faisant la moyenne des v autour de la source (c'est à dire autour de u).

On a donc une position initiale, là d'où vient la particule avant d'arriver là où je stocke u .

Pour avoir le u de cette source, on passe par une matrice de poids :

$$\begin{bmatrix} 1 - x/h & x/h \\ 1 - y/h & y/h \end{bmatrix}$$

où h est la taille de la cellule. L'exemple est donné pour v , mais c'est pareil pour u . On fait alors la somme des u autour de la source multiplié par les poids.

$$u_{n+1} = w_{00}w_{10}u_{i,j} + w_{01}w_{10}u_{i+1,j} + w_{01}w_{11}u_{i,j+1} + w_{00}w_{11}u_{i+1,j+1}$$

pareil pour v

Pour la vapeur, on regarde la densité dans la cellule, c'est une valeur entre 0 et 1. On l'adecte comme lorsqu'on faisait la moyenne des u . La nouvelle densité devient la moyenne de celle qui il y avait à la cellule d'avant et de celle qu'il y a maintenant, et on laisse tourner la vitesse toute seule, on la densité vit en dépend de la vitesse mais ne la modifie pas.