

Fluid Simulation

Bruno Gomes
Osvaldo Bento LUANDA
Rémi Serra

Mai 2023

1 Introduction

Ce TP vise à modéliser et simuler le comportement des liquides, en particulier l'eau. Dans un premier temps, nous avons modélisé un fluide parfait, sans résistance ni viscosité. Dans cette modélisation, nous faisons appel aux théorèmes de Daniel Bernoulli et de l'Évangélista Torricelli.

Nous avons aussi modélisé un vrai fluide, qui contient des propriétés produisant des effets significatifs sur son comportement. Pour mener à bien cette modélisation, nous adoptons l'approche lagrangienne et l'application de l'algorithme SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics).

2 Fluide parfait (Château d'eau)

Dans cette première partie, nous modélisons un réservoir d'eau.

2.1 Question 1

Notre réservoir est un cube de 16 mètre de hauteur. Donc, sa section vaut 16 m * 16 m, ou tout simplement 256 mètre au carré.

2.2 Question 2

La vitesse initiale d'écoulement du fluide depuis l'orifice est égale à $V_{orif} = \sqrt{2 \cdot H \cdot g} = 17.71 \text{ m/s}$

2.3 Question 3

La distance horizontale à laquelle le fluide a été projeté vaut, $D = 2 \cdot H = 32 \text{ m}$

2.4 Question 4

Le temps total pour vider le réservoir est : $T = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}} = 1.806 \text{ s}$

2.5 Question 5

Expressions générales de $h(t)$ et $V_{orif}(t)$ Ces équations dérivent du théorème de Daniel Bernoulli et de l'équation de continuité.

$$h(t) = \left(-\frac{s}{2S} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot t + \sqrt{H}\right)^2$$

$$V_{orif} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h(t)}$$

3 Fluide réel

Dans cette section, on considérera le fluide comme réel. L'objectif est de simuler le comportement du fluide visqueux réel de l'écoulement à partir de l'orifice du réservoir de la partie I en mettant en œuvre la méthode numérique Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH).

Afin de pouvoir modéliser avec un minimum de fidélité les particules de l'eau, nous nous sommes servi des équations de la question 5 pour calculer la variation du niveau d'eau dans le réservoir en fonction du temps.

Nous avons ensuite appliqué le principe fondamental de la dynamique, la deuxième loi d'Isaac Newton, afin de calculer la somme de toutes les forces qui agissent sur une particule. Nous calculons alors la nouvelle position d'une particule par intégration de sa vitesse, et nous utilisons l'intégration d'Euler pour améliorer la précision de la simulation.

Pour améliorer les performances de la simulation, nous utilisons un système de grille. Cela nous permet de ranger les particules en fonction de leur position, afin de considérer uniquement leurs voisins proches dans les calculs.

4 Utilisation

4.1 UI

Afin d'utiliser le projet et tester ces fonctionnalités il vous suffit de cliquer sur les différents boutons. Il est possible de passer de la partie 1 à la partie 2 en utilisant le bouton Switch Scene.

4.2 Château d'eau

Dans cette partie vous pouvez cliquer sur le bouton "AddHole", puis positionnez un trou sur le réservoir vous pouvez également changer le diamètre du trou avant de le créer.

Vous pouvez également changer la hauteur du réservoir depuis cette page.

Il faut aussi noter que dans cette page la simulation est en pause, donc le fluide ne sortira pas du réservoir.

Cependant il vous sera impossible de changer les propriétés d'un trou après l'avoir créé.

4.3 Simulation réelle

Dans cette partie, vous pouvez utiliser le slider de viscosité pour contrôler le degré d'interaction entre chaque particule.

5 Assets

La direction artistique choisie est celle du pixel art. Les assets visuelles utilisées peuvent être trouvées au lien suivant : <https://adamatomic.itch.io/cavernas>. Nous avons considéré de rendre les particules de fluide en pixel art, cependant après l'avoir essayé, nous avons constaté que cela enlevait beaucoup trop d'informations sur les particules et leur mouvement.