

# INF 573 : Rapport de projet

## Simulateur de crêpe

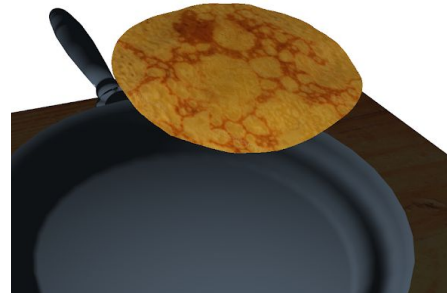
*Héloïse Dupont de Dinechin & François-Marie Frank*

### I. Objectif

Le but est de réaliser une animation de simulateur de crêpes : de la louche jusqu'à la crêpe bien cuite !

On découpe donc l'animation en deux étapes : d'abord, l'animation de la crêpe encore liquide, puis son animation en tant que solide. François Marie s'occupe de la première animation, et Héloïse de la seconde.

Avec cette animation, nous reprenons une grande partie des sujets traités en TPs.



### I. Animation de la pâte liquide

Dans un premier temps, notre préparation est donc sous forme liquide. Pour la modéliser, nous utilisons un modèle SPH classique avec grille d'accélération. Une grande partie du travail repose ensuite sur le réglage des différentes variables, pour obtenir à la fois un effet réaliste et un temps de calcul raisonnable.

#### Paramètres du SPH

**Densité:** Régler la densité fut assez aisé, en se basant sur la recette de la pâte et en considérant que l'ajout de farine, oeufs et sucre dans le lait ne modifie le volume que de façon négligeable, on obtient une densité autour de 2000 g/L;

**Stiffness:** On a conservé le réglage par défaut du TP : 2000;

**Distance d'influence du noyau:** Conservant un smooth kernel, on prend  $h = 0.35$ ;

#### Grille d'accélération

Le SPH actuel est malheureusement trop lent pour un affichage en temps réel. Il a donc fallu mettre en place un système pour réduire le nombre de calculs par intégration. On introduit donc une grille découpant l'espace et on néglige dans les calculs d'accélération et de densité les particules éloignées: on considère uniquement les particules dans les cases voisines.

Les particules sont donc stockées sous forme de listes dans une table de hachage, avec pour clef l'entier obtenu par la formule:

$\text{Key} = \text{floor}(100*x) + 100*\text{floor}(100*z) + 10000*\text{floor}(100*y)$

L'espace est ainsi découpé en cubes, et on ne garde en mémoire que les cubes occupés. La table est mise à jour à chaque intégration avec les nouvelles positions.

Un découpage trop fin de l'espace cause deux problèmes : les particules n'interagissent plus, et la table est trop lente à mettre à jour. Le pas est finalement réglé pour une grille de  $100*100*100$ .

### Field Image

Enfin, pour rendre la crêpe dans la poêle, on utilise une texture plate posée sur le fond de l'ustensile. Cette texture est calculée à partir d'une grille  $50*50$ , pour chaque pixel on considère la répartition des proches particules pour plus ou moins colorer le pixel.

Le processus ayant lieu à chaque frame, et étant un peu lent car calculé sur CPU et non sur GPU, on réutilise la grille d'accélération pour ces calculs, permettant de doubler la résolution sans payer trop de temps de calcul.

Au final, on tourne à environ 20 fps lors de cette première partie de simulation.



## II. Animation de la crêpe solide

### Structure de la crêpe

Pour la crêpe, on part de l'animation de tissu que l'on avait fait en TD.

On garde la même structure de grille de ressorts pour qu'elle ait un comportement similaire. Pour avoir une forme ronde, on crée un nouveau shader, `mesh_crep.frag.glsl`, qui élimine les fragments en dehors d'un disque. L'avantage de cette méthode, par rapport à la création d'un rond, est qu'il n'y a pas de crénelage des bords de la crêpe.

Pour la rigidifier, j'ajoute des forces de ressorts entre les points en plus de ceux déjà implémentés dans le TD.

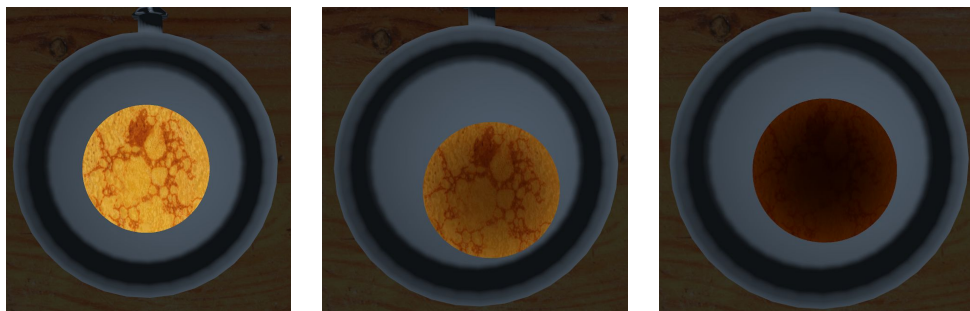


### Couleur de la crêpe

On ajoute une texture de crêpe à mon mesh pour le rendre plus réaliste.

J'ai également envie que la crêpe cuise ! Il faut donc qu'elle fonce avec le temps. Pour cela, on peut ajouter une couleur qui sera traitée dans le shader.

- J'ai initialement ajouté une couleur en paramètre uniforme, mais je souhaitait une crêpe qui fonce plus au centre, pour un meilleur réalisme
- J'ai donc choisi d'ajouter un paramètre de temps au shader (et donc d'ajouter une fonction `draw_crepe` adaptée). C'est le shader qui s'occupe ensuite de foncer la crêpe : on interpole entre le temps mis en paramètre et un temps final, puis on interpole entre le centre et les bords de la crêpe.



### Animation de la crêpe

On réutilise les fonctions de collisions avec le plan du TP et on ajuste le paramètre d'atténuation.

On garde la force de vent du TP : il permet de tricher un peu, et d'aider la crêpe à se retourner !

On ajoute cependant une subtilité : la normale du plan de rebond pourra changer en fonction de ce que choisira l'utilisateur.

## Contrôle par l'utilisateur

L'utilisateur doit pouvoir interagir avec la l'animation. On ajoute donc des fonctions de call back dans le main, répondant à des actions du clavier.

### Saut de la crêpe

Très simple : on ajoute une composante en y aux points de la crêpe lorsque la barre espace est pressée ; la crêpe saute.

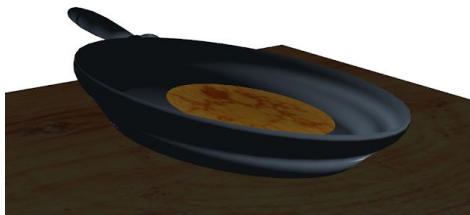
### Mouvement de la crêpe

On peut bouger la crêpe dans le plan (x,z). Le but est que les commandes soient intuitives ; or, la droite et la gauche sont relatives à la vue. On choisit donc un déplacement en fonction de la position de la caméra.

Les touches sont les touches A,D,W et S.

### Mouvements de la poêle

Pour expérimenter de nouveaux rebonds, on peut modifier l'inclinaison de la poêle avec les touches de direction. On applique donc une matrice de rotation en paramètre uniforme sur la poêle.



### III. Assemblage

L'assemblage n'était pas si évident à réaliser : il faut mettre ensemble deux travaux indépendants.

#### Différentes phases

On a deux animations, on veut maintenant les assembler. On va utiliser des phases (avec un paramètre "phase") pour passer d'une animation à l'autre.

- Phase 0 : On affiche un texte de bienvenue ; pour passer en phase 1, il faut appuyer sur Enter.
- Phase 1 : C'est la phase d'animation de la pâte en tant que liquide.
- Phase 2 : introduction pour la deuxième animation
- Phase 3 : C'est la deuxième animation.

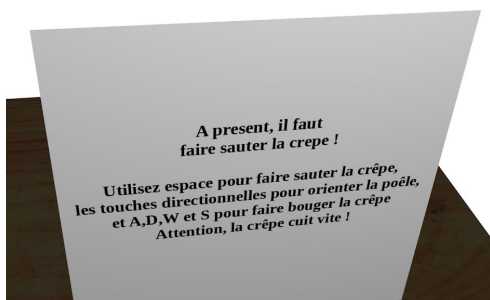
*Phase 0*



*Phase 1*



*Phase 2*



*Phase 3*



Une fois la phase 1 enclenchée, c'est un décompte du temps qui détermine à quelle phase passer.

## IV. Résultat

Les animations fonctionnent bien, et on a le plaisir de pouvoir faire des crêpes virtuelles. Une fois la touche entrée enclenchée, vous verrez donc successivement les deux animations.

Voilà un résumé des commandes :

- pour commencer, on appuie sur "Enter"
- dans la deuxième animation, pour sauter, on appuie sur espace
- pour bouger la crêpe, sur A,D,W et S
- pour incliner la poêle, sur les touches directionnelles.

Essayez de retourner la crêpe en l'air avant qu'elle ne cuise ! Nous avons réussi de notre côté : vous pourrez trouver la démonstration en vidéo.

