



Rapport Projet
Animation en synthèse d'image
Système masse-ressort

Etudiant:
NESR Mohamad
p1811466

Boucle de simulation	2
Calcul de l'accélération des particules avec la gravité	2
Calcule des vitesses et positions	2
Système masses-ressorts	3
Formulation du système	3
Le TP	3
Simulation initiale	4
Interaction avec l'utilisateur	4
Déchirure	5
Tombée de tissu	5
Collision avec le plan	5
Collision avec une sphère	6
Environnement reproduit	6
Additions possibles	7
Conclusion	7

Boucle de simulation

La boucle de simulation est ce qui permet de réaliser une simulation du mouvement de l'objet. Comme dans la vraie vie, nous devons exercer des forces sur nos particules. Afin de rendre la simulation réaliste, des formules physiques sont appliquées. Nous allons donc répéter en boucle l'exécution de ces simulations a chaque instant.

Calcul de l'accélération des particules avec la gravité

Dans le cas de notre tissu, l'accélération est calculée grâce à la force du ressort et la gravité.

Donc a chaque instant on a la force du ressort et la force de gravité qui vont s'appliquer sur nos points.

L'accélération A est :

$$\mathbf{A} = \mathbf{f_ressort} + m \cdot \mathbf{g}$$

Avec:

f_ressort -> force ressort

m -> masse objet

g -> constante gravitationnelle

Calcule des vitesses et positions

Suite à cela, nous allons calculer par intégration numérique les nouvelles vitesses et positions des particules à partir des accélérations et des vitesses grâce à la formule d'Euler semi-implicite.

Formule:

$$\mathbf{x}'(t+dt) = \mathbf{x}'(t) + dt \mathbf{x}''(t)$$

$$\mathbf{x}(t+dt) = \mathbf{x}(t) + dt \mathbf{x}'(t+dt)$$

Pour cela, on a besoin de 3 variables, l'accélération A ($\mathbf{x}''(t)$), la vitesse V ($\mathbf{x}'(t)$) et la position P ($\mathbf{x}(t)$). On ne doit également pas oublier la viscosité du milieu lors du calcul de la vitesse.

En remplaçant nos valeurs dans la formule, on obtient:

$$\mathbf{V} = \text{viscosite} * (\mathbf{V} + dt * \mathbf{A})$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{P} + dt * \mathbf{V}$$

En appliquant ces équations a chaque itération, nous pouvons trouver les nouvelles positions de nos particules a chaque instant de notre simulation.

Système masses-ressorts

Le système masse-ressort consiste à relier deux particules A et B par un ressort afin d'exercer des forces sur cela. Ce système est utilisé dans les simulations d'objets souples comme les textiles ou les cheveux.

Formulation du système

Ce système est composé de p particules de masse m. Chaque ressort relie 2 particules A et B de raideur $K_{AB} > 0$ et de longueur au repos $L0_{AB}$

$$F = (k * (L_{AB} - L0_{AB})) * u_{AB} + (nu_{AB} * (v_A - v_B) * u_{AB}) + (m * g) + \text{force_ext}$$

k = coefficient de raideur

L_{AB} = distance entre A et B

$L0_{AB}$ = distance au repos entre A et B

u_{AB} = le vecteur normalisé allant de A vers B

nu_{AB} = coefficient d'amortissement du ressort

v_A = vitesse en A

v_B = vitesse en B

m = masse du point

g = constante gravitationnelle

force_ext = somme des forces extérieures

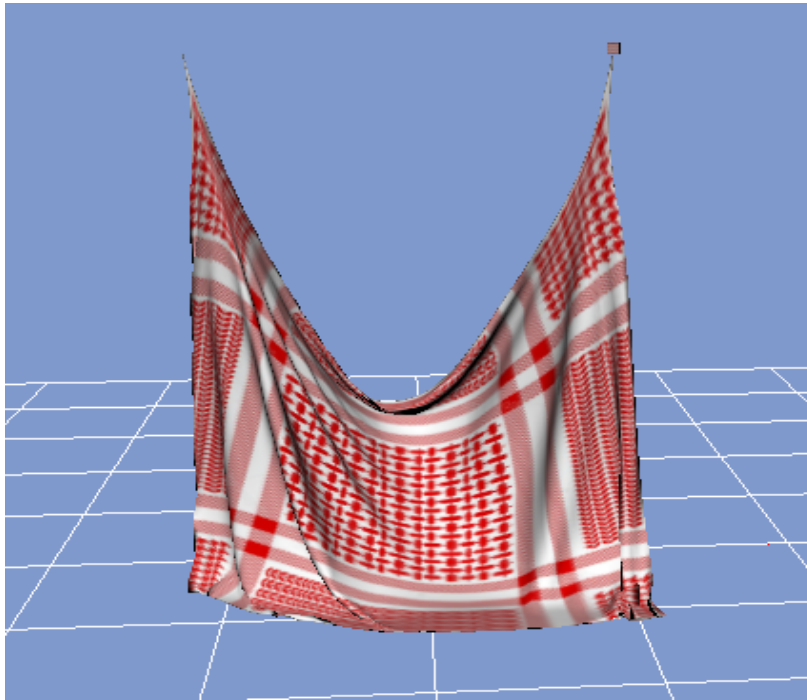
Cette force sera appliquée sur chaque ressort de notre objet.

Le TP

On commence tout d'abord par mettre en place notre boucle de simulation et notre système de masses-ressorts expliquées ci-dessus. Une fois cela fait, on observe notre première simulation.

Simulation initiale

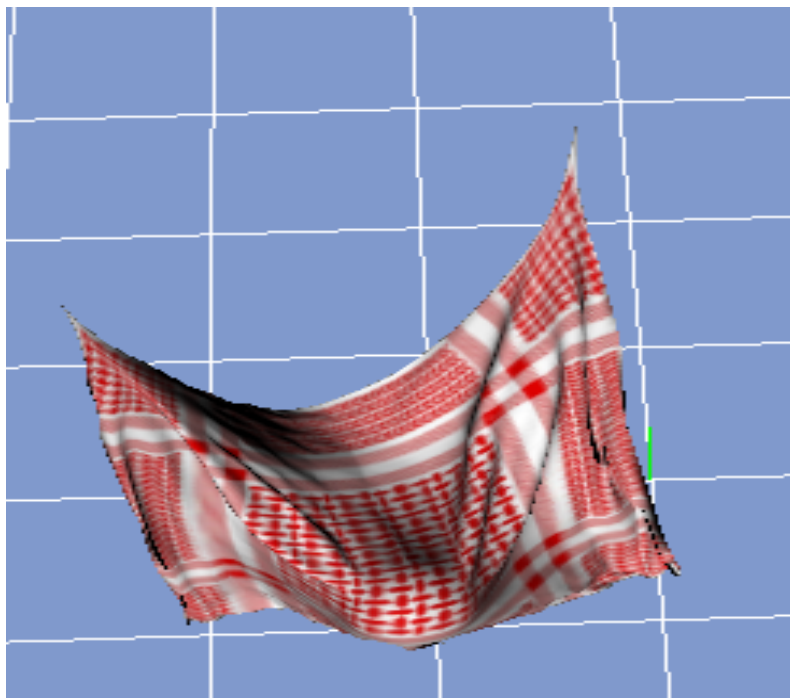
Dans ce cas, nous avons 2 points fixes qui tiennent notre tissu.



Cette simulation nous permet de déduire que notre calcul de forces et accélérations est correct parce que les résultats sont cohérents.

Interaction avec l'utilisateur

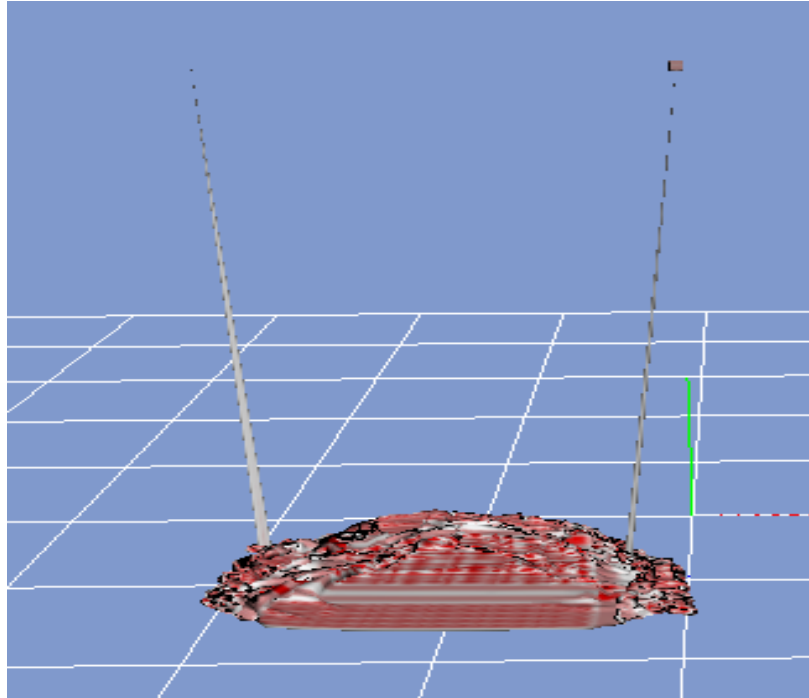
L'interaction est activée lorsqu'on clique sur m avec une des flèches. Notre point fixe se déplace sur l'axe dans une des directions en fonction de la flèche cliquée.



Déchirure

Pour être plus réaliste, on ne veut pas que notre tissu s'allonge à l'infini, pour cela, on voudrait qu'il se déchire si la distance entre 2 particules liées par un ressort est supérieure à un certain seuil.

Ceci est le cas si cette distance est supérieure à 0.5:

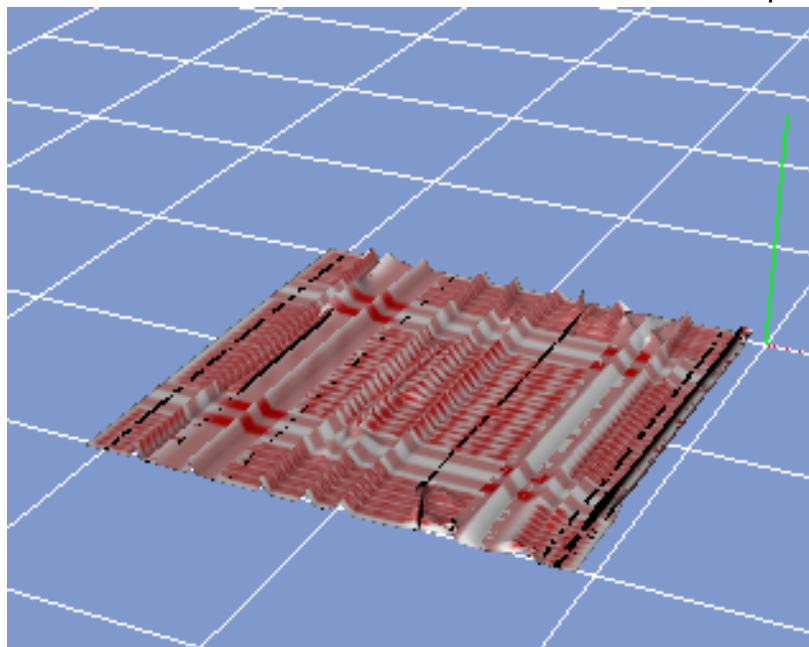


Tombée de tissu

Collision avec le plan

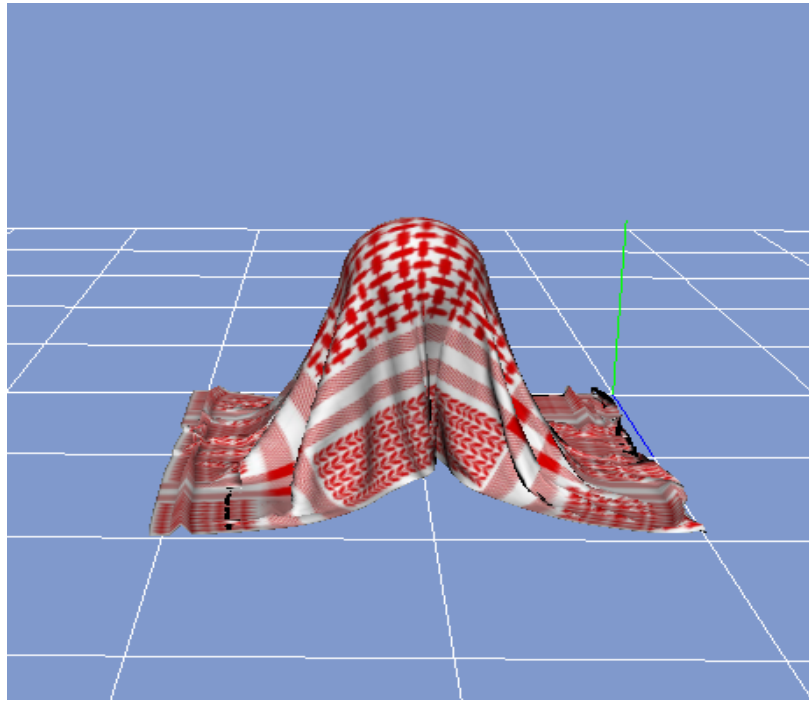
Tout d'abord, on enlève nos points fixe, ensuite on fait une rotation de 90 degré du tissu sur l'axe Z (ce n'est pas obligatoire mais ca rend la chute plus belle).

Dans le cas où la position de notre particule est inférieure à -9.99 (notre plan est à -10). Sa nouvelle position sera 9.99 et sa vitesse va se nullifier. Notre point devient donc immobile.



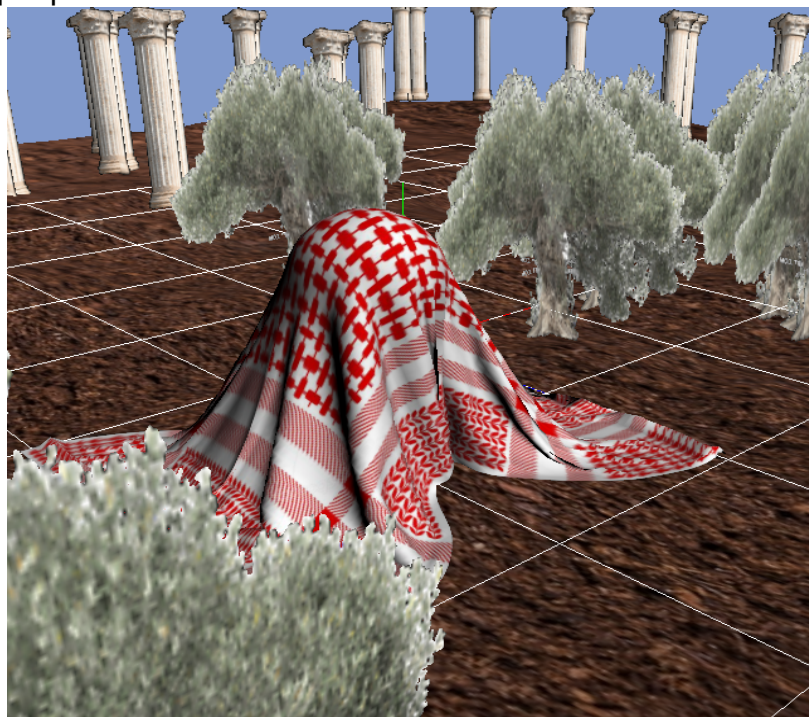
Collision avec une sphère

Afin de réaliser une telle collision, nous devons tout d'abord donner le centre et le rayon de notre sphère. Une fois cela fait, si la distance entre le centre de notre sphère et notre particule est inférieure au rayon, nos particules deviennent immobiles.



Environnement reproduit

Pour ce TP, j'ai voulu rendre hommage à ma culture, celle du Liban. Pour cela, j'ai recréé un tissu traditionnel "le keffieh" porté au Liban et ses alentours. De plus, les colonnes sont les ruines romaines qui représentent la longue histoire de Tyre, ma ville. J'ai également rajouté des arbres d'oliviers qui sont des arbres très présents dans la région où j'habite (le Sud). Pour le terrain, les arbres et les colonnes, j'ai repris mon code de lif Graphique fait en L2.



Additions possibles

Une bonne addition sera pour moi l'ajout de frictions (forces extérieures dans le système masse-ressort). Par exemple l'ajout de vent afin de voir comment se comportera le tissu.

De plus, l'ajout de collisions avec des formes non géométriques telles que les montagnes, les vagues ou un sol tordu pourrait être très intéressant. Nous pourrions dans ce cas observer des déformations du tissu selon ces formes quand le plan n'est pas plat.

Ces améliorations permettront de rendre notre simulation encore plus réaliste et d'étendre sa portée d'utilisation (jeux vidéos, dessins animés etc ...).

Conclusion

Grâce à ce TP, on a pu mettre en pratique les théories concernant le système masse-ressort et la boucle de simulation. On remarque également qu'en appliquant des règles et contraintes physiques, nous pouvons obtenir des simulations très proches de la réalité mais il nous reste toujours des améliorations à faire. Cependant, ceci reste un bon début pour un premier pas dans l'univers de l'animation physique.