



Projet de spécialité 2010
Conception d'un modèle de feu 3D temps réel



Etudiants impliqués :

Benjamin Aupetit - IRVM - benjamin.aupetit@ensimag.imag.fr
Julien Champeau - IRVM - julien.champeau@ensimag.imag.fr
Arnaud Emilien - IRVM - arnaud.emilien@ensimag.imag.fr

Encadrants :

Marie-Paule Cani - Marie-Paule.Cani@inrialpes.fr
Aurélien Catel - aurelie.catel@grenoble-inp.fr

Ensimag 2010

Table des matières

1	Présentation du projet	3
1.1	Introduction	3
1.2	Objectifs	3
1.3	Aperçu	3
1.4	Analyses Bibliographiques	3
1.4.1	Real-Time Fluid Dynamics for Games	3
1.4.2	Stable Fluids	3
1.4.3	An Interactive Simulation Framework for Burning Objects	4
1.4.4	Visual Simulation of Smoke	4
1.4.5	Simulating Water and Smoke with an Octree Data Structure	5
1.4.6	Real-Time Simulation of Deformation and Fracture of Stiff Materials	5
1.4.7	Voxels On Fire	6
1.4.8	Meshes On Fire	6
1.4.9	Real-time Procedural Volumetric Fire	7
2	Mise en place du modèle global	7
3	Modèle de flamme	7
4	Modèle de fumée	7
5	Propagation sur l'objet	7
6	Destruction de l'objet	7
7	Propagation dans l'environnement	7
8	Références	7

1 Présentation du projet

1.1 Introduction

1.2 Objectifs

1.3 Aperçu

1.4 Analyses Bibliographiques

Cette section regroupe les différents articles lus, concernant les travaux déjà effectués dans ce domaine. Nous allons expliquer brièvement de quoi ils parlent, ce que nous en avons retenu de bien ou de mal, ce que nous allons utiliser...

1.4.1 Real-Time Fluid Dynamics for Games

Auteur(s) : Jos Stam.

Publication : Proceedings of the Game Developer Conference, March 2003

Sujet(s) abordé(s) :

Modèle de fluide temps réel, pouvant être utilisé pour le feu, la fumée

Le modèle gère : le déplacement du fluide, la gestion de combustible, les forces appliquées sur le fluide.

Principe :

Le modèle a été décomposé sur plusieurs étapes : génération du fluide par des sources, ajout des forces, diffusion du fluide, puis résolution de l'équation de la densité et de l'équation de la vitesse (équations de Navier-Stokes). Pour résoudre les deux équations, il utilise une astuce permettant de résoudre le système très rapidement. Enfin, il utilise le principe de conservation de la masse, qui rajoute des effets réalistes de vortex, avec la décomposition de Hodge.

Point(s) positif(s) :

Temps réel.

C'est facile à implémenter (moins de 100 lignes pour la version 2D)

Peut être adapté pour la propagation du feu.

Peut être adapté pour qu'un objet influe sur le modèle.

Résultat réellement joli et réaliste.

Très bien expliqué.

Il a fourni un exemple 2D pour de la fumée, plutôt impressionnant.

Le modèle peut s'adapter au feu, à la fumée, et à l'eau.

Point(s) négatif(s) :

La zone d'influence est assez petite, il faut voir si c'est possible de l'étendre sans trop alourdir les calculs. (Octree?)

Pas trop de détails sur la représentation graphique du feu.

La dissipation numérique implique que le résultat n'est pas exact.

Conclusion :

C'est sans doute ce que nous allons adapter, pour qu'il serve à la fois pour le feu, la fumée, et la propagation.

1.4.2 Stable Fluids

Auteur(s) : Jos Stam.

Publication : SIGGRAPH 99 Conference Proceedings

Sujet(s) abordé(s) : Résolution de l'équation des fluides (Navier-Stokes)

avec, pour la première fois, un algorithme inconditionnellement stable.

Principe :

C'est une résolution de Navier-Stokes orientée "Computer Graphic", dans le sens où la résolution n'est pas exacte, et ne serait pas utilisable pour des vraies simulations de fluides, mais est "graphiquement adaptée" au problème de fluides. Résolution en quatre étapes : ajout des forces, advection, diffusion, conservation de la masse.

Point(s) positif(s) :

2D et 3D.

Facile à implémenter.

Résolution stable et temps réel.

Résultat réaliste.

Point(s) négatif(s) :

La dissipation numérique implique que le résultat n'est pas exact.

Conclusion :

Ce modèle de fluide semble le plus adapté si nous choisissons d'utiliser un modèle de fluide pour le feu, la fumée et la propagation.

1.4.3 An Interactive Simulation Framework for Burning Objects

Auteur(s) : Zeki Melek, John Keyser.

Publication :

Sujet(s) abordé(s) :

Principe :

Point(s) positif(s) :

Point(s) négatif(s) :

Conclusion :

1.4.4 Visual Simulation of Smoke

Auteur(s) : Ronald Fedkiw, Jos Stam, Henrik Wann Jensen.

Publication : SIGGRAPH 2001 Conference Proceedings

Sujet(s) abordé(s) :

Création d'un modèle de fumée, basé sur le travail de Stam (Stable Fluids).

Rendu réaliste de la fumée.

Principe :

L'équation du fluide est résolue comme dans "Stable Fluids". Cette fois la chaleur est prise en compte, et traitée de la même manière que la densité. Il en résulte une force de pression qui s'ajoute simplement au modèle. Le modèle prend en compte les petits phénomènes de vortex qui se créent dans le fluide, basée sur la méthode de Steinhoff ("Vorticity confinement"). Ainsi ils rajoutent une force de rotation pour créer les minis vortex.

Pour le rendu : ils découpent la grille de voxels en plusieurs plans, rendus comme une superposition de plans transparents. Une autre méthode de rendu, plus réaliste, utilise une méthode de lancé de rayons.

Point(s) positif(s) :

Gestion de la chaleur.

Rendu très réaliste de la fumée.

Point(s) négatif(s) :

Pas en temps réel.

Conclusion :

La méthode de rendu semble intéressante. De plus la création de minis vortex est un atout pour le côté réaliste du modèle.

1.4.5 Simulating Water and Smoke with an Octree Data Structure

Auteur(s) : Frank Losasso, Frédéric Gibou, Ron Fedkiw.

Publication : SIGGRAPH 2004

Sujet(s) abordé(s) :

Simulation d'eau et de fumée. L'équation de Navier-Stokes est résolue sur une grille Octree.

La grille du modèle de fluide s'adapte selon le niveau de détail du phénomène (par exemple plus de détails là où il y a des minis vortex)

Principe :

Le calcul de l'équation des fluides est effectué sur un Octree.

Point(s) positif(s) :

L'octree n'est pas restreint (ce qui était le cas des travaux précédents).

Réduction des calculs de 75% pour un résultat équivalent avec une grille à pas constant.

Point(s) négatif(s) :

Pas temps réel.

Complicé à mettre en place.

Conclusion :

La complexité de la programmation est assez importante. L'avantage de cette méthode est d'avoir un très haut niveau de détail en effectuant plus de calculs là où cela est nécessaire. La précision que nous désirons n'est peut être pas suffisante pour nécessiter un tel modèle.

1.4.6 Real-Time Simulation of Deformation and Fracture of Stiff Materials

Auteur(s) : Matthias Müller, Leonard McMillan, Julie Dorsey, Robert Jagnow.

Publication : EUROGRAPHICS 2001 Computer Animation and Simulation Workshop

Sujet(s) abordé(s) :

Destruction réaliste et temps réel d'un objet.

Principe :

C'est la simplification d'un problème de propagation en négligeant les effets microscopiques, qui ne sont pas vraiment visibles en temps réel, mais coûtent énormément en calcul.

Les meshes sont représentés par des "tetrahedral meshes". Le modèle de propagation continu est transformé en modèle discret. L'élasticité des objets est prise en compte.

Point(s) positif(s) :

Temps réel.

Le système est stable et rapide.

La méthode de destruction de l'objet basée sur des tétraèdres est très intéressante.

Propagation des effets de la destruction à l'intérieur de l'objet.

Point(s) négatif(s) :

Peut être lourd à utiliser si il y a trop d'objets à l'écran.

Conclusion :

Le principe de déformation sur un mesh tétraédral est très intéressant, et peut facilement s'adapter à un modèle de fluide.

1.4.7 Reliable Isotropic Tetrahedral Mesh Generation Based On An Advancing Front Method

Auteur(s) : Yasushi Ito, Alan M. Shih and Bharat K. Soni.

Publication :

Sujet(s) abordé(s) :

Principe :

Point(s) positif(s) :

Point(s) négatif(s) :

Conclusion :

1.4.8 Adaptated Physics Based Tetrahedral Mesh Generation Using Level Sets

Auteur(s) : Robert Bridson, Joseph Teran, Neil Molino, Ronald Fedkiw.

Publication : Engineering with Computers (2005)

Sujet(s) abordé(s) :

Principe :

Point(s) positif(s) :

Point(s) négatif(s) :

Conclusion :

1.4.9 Voxels On Fire

Auteur(s) : Ye Zhao, Xiaoming Wei, Zhe Fan, Arie Kaufman, Hong Qin.

Publication :

Sujet(s) abordé(s) :

Principe :

Point(s) positif(s) :

Point(s) négatif(s) :

Conclusion :

1.4.10 Meshes On Fire

Auteur(s) : Haeyoung Lee, Laehyun, Mark Meyer, Mathieu Desbrun.

Publication : Eurographics Workshop on Computer Animation and Simulation '2001

Sujet(s) abordé(s) :

Propagation des flammes à la surface d'un objet.

Principe :

La propagation est un parcours géodésique de la surface, et subit le vent environnant.

Les flammes sont rendues sous forme de particules avec des blobs.
Les flammes générées subissent le champ de vent ce qui les rend plus réalistes.

Point(s) positif(s) :

Temps réel.

Prise en compte de plusieurs feux.

Rapide à calculer.

Très efficace pour changer la texture d'un objet brûlé.

Propagation fonction d'un champ de vent.

Les particules de feu générées peuvent être utilisées pour générer un feu sur un autre objet ou sur une autre partie de l'objet.

Point(s) négatif(s) :

Ne peut pas s'adapter à la destruction d'un objet.

Peut être une perte de performance si on utilise les particules de feu pour allumer des feux aux autres endroits du mesh.

La propagation surfacique n'est pas toujours adaptée.

Conclusion :

Ce modèle est intéressant, mais nécessite d'être beaucoup modifié pour correspondre à notre but. Il n'est pas très adapté à la destruction des objets. (Sauf si nous voulons uniquement dégrader la texture de l'objet)

1.4.11 Real-time Procedural Volumetric Fire

Auteur(s) : Alfred R. Fuller, Hari Krishnan, Karim Mahrous, Bernd Hamann, Kenneth I. Joy.

Publication : Proceedings of the 2007 symposium on Interactive 3D graphics and games

Sujet(s) abordé(s) :

Rendu de feu réaliste en temps réel, utilisant le bruit de Perlin. **Principe :**

La flamme est calculée en 3 dimensions, et le rendu est effectué par le GPU.

L'animation de la texture est procédurale.

Point(s) positif(s) :

Temps réel.

Réaliste.

Point(s) négatif(s) :

Représentation du feu uniquement, pas de propagation et de fumée.

Conclusion :

La qualité du feu est importante, mais ce modèle de flamme ne concerne que la partie "affichage". Il faudra voir si le modèle de propagation choisi peut utiliser un tel modèle de flammes.

- 2 Mise en place du modèle global
- 3 Modèle de flamme
- 4 Modèle de fumée
- 5 Propagation sur l'objet
- 6 Destruction de l'objet
- 7 Propagation dans l'environnement
- 8 Références