



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



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	Constitution de l'équipe	4
1.1	Choix du sujet	4
1.2	Choix des membres	4
1.2.1	Arnaud	4
1.2.2	Benjamin	4
1.2.3	Julien	4
1.3	Forces et faiblesses de l'équipe	5
1.3.1	Forces	5
1.3.2	Faiblesses	5
2	Charte de travail	5
3	Planning prévisionnel	7
4	Répartition du travail	9
5	Déroulement du projet	9
5.1	Planning du 7 Juin 2010	9
5.2	Planning effectif	12
5.3	Détails du déroulement	12
5.3.1	Phase de recherche bibliographiques	12
5.3.2	Implémentation CPU du modèle de fluide	12
5.3.3	Implémentation CPU du rendu	12
5.3.4	Implémentation GPU du modèle de fluide	12
5.3.5	Implémentation CPU du modèle d'objet	13
5.3.6	Implémentation GPU du modèle d'objet	13
5.3.7	Mise en place de la démo	13
5.3.8	Préparation de la soutenance	13
6	Compte rendu des réunions	13
6.1	Suivis du 20 mai 2010	13
6.1.1	Présents	13
6.1.2	Sujets abordés	13
6.1.3	Prochain rendez vous	13
6.2	Suivis du 31 mai 2010	13
6.2.1	Présents	13
6.2.2	Sujets abordés	14
6.2.3	Prochain rendez vous	14
6.3	Suivi Scheme n1 - 1er juin	14
6.3.1	Qui ?	14
6.3.2	Quoi ?	15
6.3.3	Comment ?	15
6.3.4	Organisation	15
6.3.5	Savoir faire technique	15
6.3.6	Communication	15
6.4	Suivis du 4 Juin 2010	15
6.4.1	Présents	15
6.4.2	Sujets abordés	16

6.4.3	Prochain rendez vous	16
7	Conclusion	16
8	Annexes	16
8.1	Glossaire	16
8.1.1	CPU	16
8.1.2	GPU	16
8.1.3	OpenGL	16
8.1.4	GLSL	16
8.1.5	Shader	17

1 Constitution de l'équipe

1.1 Choix du sujet

Dans notre cursus IRVM nous avons assisté au cours "Graphique 3D" que nous avons particulièrement apprécié. Cette discipline est particulièrement indispensable à l'industrie du jeux vidéo, du film d'animation, ...

L'étude d'un phénomène réel, la conception de son modèle et la réalisation d'une application 3D temps réel est un procédé qui nous interesse particulièrement. Actuellement, aucun des sujets présentés ne propose cette démarche.

Cette discipline est d'autant plus importante pour nous que nous souhaitons en faire notre métier. Le projet de spécialité est une occasion unique de travailler à temps plein sur une problématique passionnante, qui nous permettrait d'acquérir un savoir et des compétences importantes. Ce serait une réelle valeur ajoutée dans notre bagage scolaire.

La modélisation du feu est un domaine intéressant car il fait le lien entre de nombreux principes physiques, de nombreux modèles mathématiques, de nombreuses méthodes de calcul et de rendu. De plus la contrainte temps réel permet de ne garder que les éléments importants pour la visualisation, en simplifiant les modèles.

1.2 Choix des membres

1.2.1 Arnaud

J'ai choisi ce sujet car c'est le domaine qui m'intéresse le plus. Je compte débiter ma carrière professionnelle dans ce domaine ou dans un domaine s'en rapprochant énormément. De plus ce projet est un défis technique car nous allons devoir rapidement assimiler de nombreuses connaissances et les mettre en application. Par exemple, nous allons résoudre un système de fluide avec le langage GLSL, que nous ne connaissons pas encore au début du projet. Enfin ce projet peut constituer un aperçu du monde de la recherche en graphique 3D.

1.2.2 Benjamin

Ce sujet m'a d'abord intéressé car il demande de nombreuses capacités différentes. De plus on peut voir ce projet comme une introduction à la recherche, en effet dans ce projet nous aurons besoin de rechercher où en est l'état de l'art et ensuite de faire notre propre solution. Enfin le fait de proposer notre propre projet veux aussi dire qu'il nous interraisse beaucoup plus ce qui est une bonne source de motivation.

1.2.3 Julien

J'ai choisi ce sujet car je suis passionné par la graphique 3D et compte bien travailler dans le domaine plus tard. De plus le fait de proposer un projet de modélisation 3D peut être un avantage pour les futurs entretiens d'embauche et allant effectuer mon stage de 2ème année dans une entreprise travaillant dans

le domaine et se servant de la programmation shader cela peut me fournir une première approche et ainsi combler quelques lacunes.

1.3 Forces et faiblesses de l'équipe

1.3.1 Forces

Une bonne entente des membres du groupe.
Julien et Arnaud ont travaillé ensemble sur des TP de nombreuses fois.
Benjamin et Arnaud pratiquent le jujitsu ensemble.
Nous avons la disponibilité d'une salle pour nous 3 pour travailler sereinement.

1.3.2 Faiblesses

Personne ne connaît (au début du projet) la programmation en Shader.

2 Charte de travail

La charte de travail a été établie dans le but de réaliser le plus de points de notre sujet dans les délais impartis.

Nous avons réparti le travail de façon homogène entre les membres de l'équipe. Nous nous sommes mis d'accord sur notre façon de travailler : chacun d'entre nous utilise son propre ordinateur, nous utilisons un gestionnaire de version («git») et nous nous sommes mis d'accord sur une convention de codage et de commentaire.

Avant, et après, chaque rencontre avec notre tutrice. Avant pour établir l'ordre du jour, discuter des points à discuter et/ou mettre en avant. Et après pour en faire un bilan sur le déroulement de la réunion et en déduire des éventuels changements d'orientation.

Pour les horaires de travail nous avons choisi de travailler tous les jours sauf le dimanche, de 9h à 17h et nous avons décidé de faire un mini bilan sur ce que nous avons fait à la fin de chaque journée.

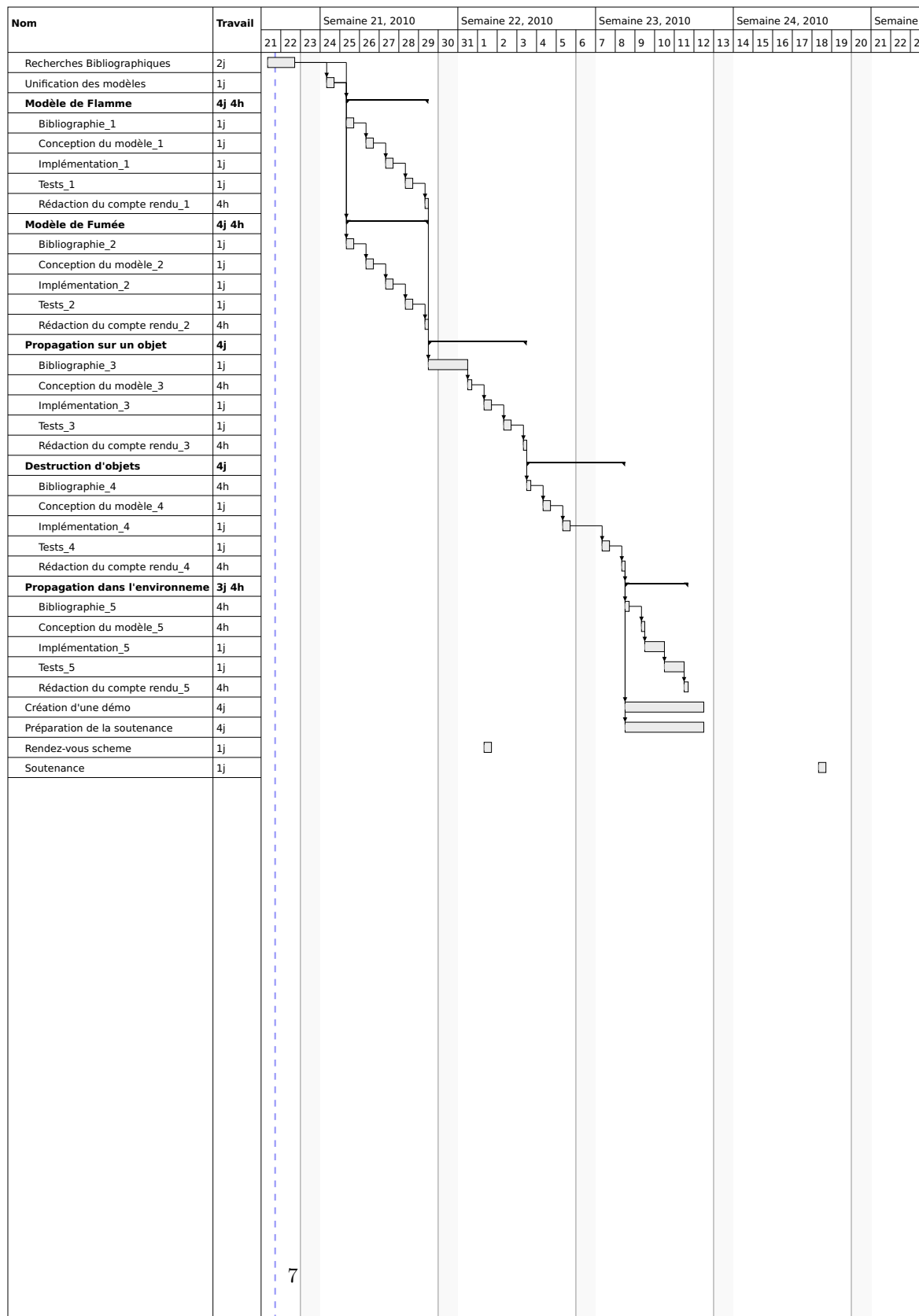
Les rôles ont été définis ainsi, en prenant en compte les points forts de chacun :

- **Arnaud**
 - bonne connaissance d'OpenGL.

- **Benjamin**
 - bon niveau en C++
 - familier avec l'analyse de problèmes et la modélisation en UML

- **Julien**
 - intérêt pour l'informatique graphique
 - apprécie la modélisation de phénomènes physique

3 Planning prévisionnel



TPÉ	Nom	Démarré	Terminé	Travail	Durée	Latitude	Coût	Assigné à	État d'avancement (%)
1	Recherches Bibliographiques	mai 21	mai 22	2j	2j	5j	0		0
2	Unification des modèles	mai 24	mai 24	1j	1j	5j	0		0
3	Modèle de Flamme	mai 25	mai 29	4j 4h	4j 4h	17j 4h	0		0
3.1	Bibliographie_1	mai 25	mai 25	1j	1j	5j	0		0
3.2	Conception du modèle_1	mai 26	mai 26	1j	1j	5j	0		0
3.3	Implémentation_1	mai 27	mai 27	1j	1j	5j	0		0
3.4	Tests_1	mai 28	mai 28	1j	1j	5j	0		0
3.5	Rédaction du compte rendu_1	mai 29	mai 29	4h	4h	5j 4h	0		0
4	Modèle de Fumée	mai 25	mai 29	4j 4h	4j 4h	17j 4h	0		0
4.1	Bibliographie_2	mai 25	mai 25	1j	1j	17j	0		0
4.2	Conception du modèle_2	mai 26	mai 26	1j	1j	17j	0		0
4.3	Implémentation_2	mai 27	mai 27	1j	1j	17j	0		0
4.4	Tests_2	mai 28	mai 28	1j	1j	17j	0		0
4.5	Rédaction du compte rendu_2	mai 29	mai 29	4h	4h	17j 4h	0		0
5	Propagation sur un objet	mai 29	juin 3	4j	4j	13j 4h	0		0
5.1	Bibliographie_3	mai 29	mai 31	1j	1j	5j 4h	0		0
5.2	Conception du modèle_3	mai 31	mai 31	4h	4h	5j	0		0
5.3	Implémentation_3	juin 1	juin 1	1j	1j	5j	0		0
5.4	Tests_3	juin 2	juin 2	1j	1j	5j	0		0
5.5	Rédaction du compte rendu_3	juin 3	juin 3	4h	4h	5j 4h	0		0
6	Destruction d'objets	juin 3	juin 8	4j	4j	9j 4h	0		0
6.1	Bibliographie_4	juin 3	juin 3	4h	4h	5j	0		0
6.2	Conception du modèle_4	juin 4	juin 4	1j	1j	5j	0		0
6.3	Implémentation_4	juin 5	juin 5	1j	1j	5j	0		0
6.4	Tests_4	juin 7	juin 7	1j	1j	5j	0		0
6.5	Rédaction du compte rendu_4	juin 8	juin 8	4h	4h	5j 4h	0		0
7	Propagation dans l'environnement	juin 8	juin 11	3j 4h	3j 4h	6j	0		0
7.1	Bibliographie_5	juin 8	juin 8	4h	4h	6j	0		0
7.2	Conception du modèle_5	juin 9	juin 9	4h	4h	6j	0		0
7.3	Implémentation_5	juin 9	juin 10	1j	1j	6j	0		0
7.4	Tests_5	juin 10	juin 11	1j	1j	6j	0		0
7.5	Rédaction du compte rendu_5	juin 11	juin 11	4h	4h	6j	0		0
8	Création d'une démo	juin 8	juin 12	4j	4j	5j 4h	0		0
9	Préparation de la soutenance	juin 8	juin 12	4j	4j	5j 4h	0		0
10	Rendez-vous scheme	juin 1	juin 1	1j	1j	15j	0		0
11	Soutenance	juin 18	juin 18	1j	1j		0		0

4 Répartition du travail

Au niveau de la quantité de travail, celle ci a été très bien répartie. Nous adaptions les tâches au fur et à mesure de manière à ce que tout le monde travaille autant.

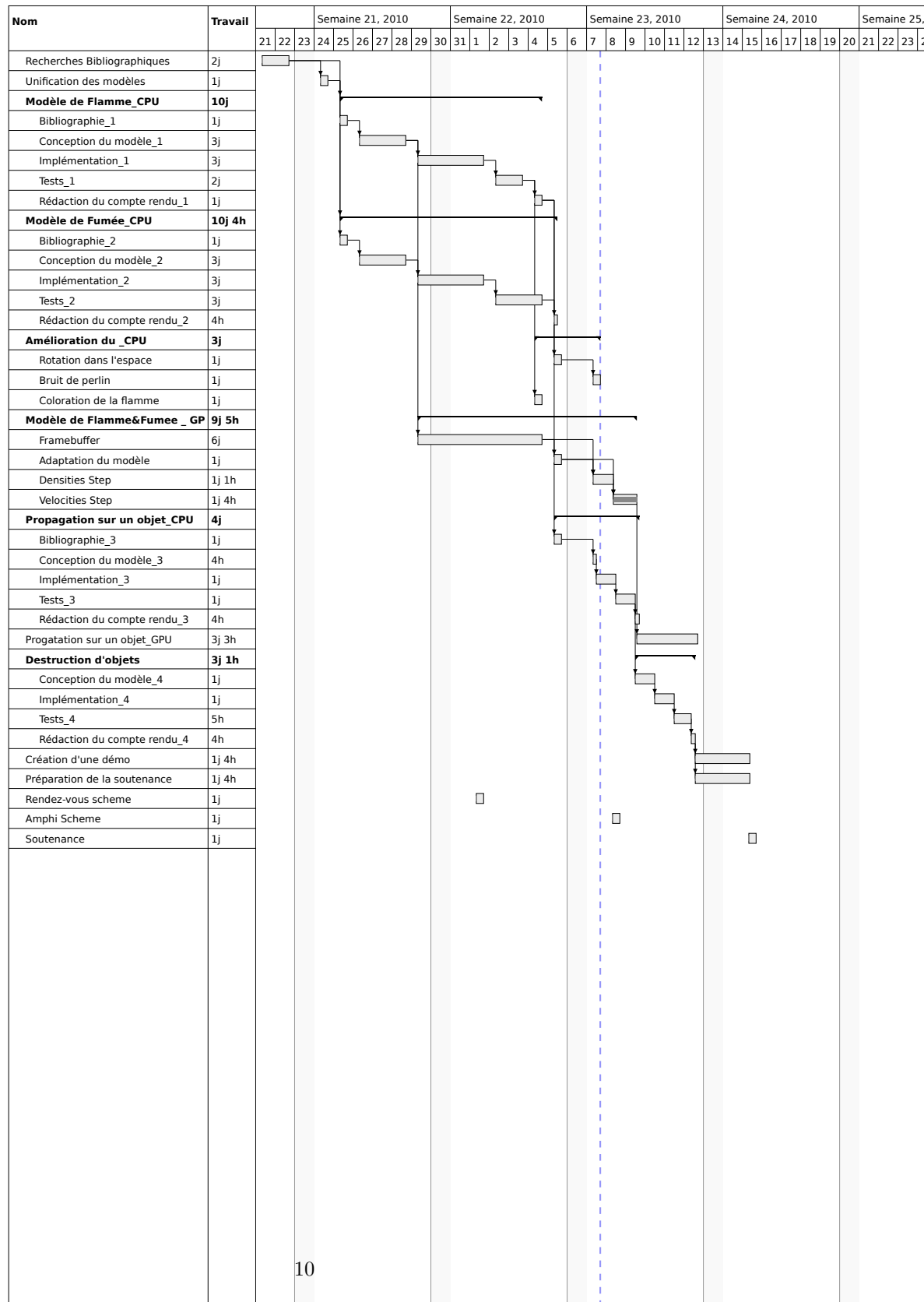
Nous avons réparti du travail sur tous les domaines, de manière à ce que tout le monde touche à toutes les parties du projet. De même, le chef de projet a tenu à ce que tout le monde écrive la documentation et les comptes rendu.

Néanmoins, nous avons tous travaillé dans une partie plus qu'une autre. Benjamin a plus travaillé sur le CPU, Julien sur les rendus, et Arnaud sur l'implémentation GPU. Ceci a été fait de manière à ce que la spécialisation permette une meilleur efficacité, mais cela ne nous a pas empêché de nous regrouper sur plusieurs points qui nécessitaient plus de matière grise.

5 Déroulement du projet

5.1 Planning du 7 Juin 2010

Nous avons revu notre planning le 7 juin de manière à être bien préparé pour le rendu. En effet nous n'aurons pas le temps de tout faire et avons du choisir sur quoi nous focaliser et redéfinir les objectifs minimum à atteindre pour le jour de la soutenance.



TPÉ	Nom	Démarré	Terminé	Travail	Durée	Latitude	Coût	Assigné à	État d'avancement (%)
1	Recherches Bibliographiques	mai 21	mai 22	2j	2j		0		0
2	Unification des modèles	mai 24	mai 24	1j	1j		0		0
3	Modèle de Flamme_CPU	mai 25	juin 4	10j	10j	9j	0		0
3.1	Bibliographie_1	mai 25	mai 25	1j	1j		0		0
3.2	Conception du modèle_1	mai 26	mai 28	3j	3j		0		0
3.3	Implémentation_1	mai 29	juin 1	3j	3j		0		0
3.4	Tests_1	juin 2	juin 3	2j	2j		0		0
3.5	Rédaction du compte rendu_1	juin 4	juin 4	1j	1j		0		0
4	Modèle de Fumée_CPU	mai 25	juin 5	10j 4h	10j 4h	8j 4h	0		0
4.1	Bibliographie_2	mai 25	mai 25	1j	1j	9j	0		0
4.2	Conception du modèle_2	mai 26	mai 28	3j	3j	8j	0		0
4.3	Implémentation_2	mai 29	juin 1	3j	3j	9j	0		0
4.4	Tests_2	juin 2	juin 4	3j	3j	8j	0		0
4.5	Rédaction du compte rendu_2	juin 5	juin 5	4h	4h	8j 4h	0		0
5	Amélioration du _CPU	juin 4	juin 7	3j	3j	7j	0		0
5.1	Rotation dans l'espace	juin 5	juin 5	1j	1j	6j	0		0
5.2	Bruit de perlin	juin 7	juin 7	1j	1j	7j	0		0
5.3	Coloration de la flamme	juin 4	juin 4	1j	1j	9j	0		0
6	Modèle de Flamme&Fumee _ GPU	mai 29	juin 9	9j 5h	9j 5h	5j 3h	0		0
6.1	Framebuffer	mai 29	juin 4	6j	6j	2j	0		0
6.2	Adaptation du modèle	juin 5	juin 5	1j	1j	2j	0		0
6.3	Densities Step	juin 7	juin 8	1j 1h	1j 1h	3j	0		0
6.4	Velocities Step	juin 8	juin 9	1j 4h	1j 4h	3j	0		100
7	Propagation sur un objet_CPU	juin 5	juin 9	4j	4j	5j	0		0
7.1	Bibliographie_3	juin 5	juin 5	1j	1j		0		0
7.2	Conception du modèle_3	juin 7	juin 7	4h	4h	4h	0		0
7.3	Implémentation_3	juin 7	juin 8	1j	1j	4h	0		0
7.4	Tests_3	juin 8	juin 9	1j	1j	4h	0		0
7.5	Rédaction du compte rendu_3	juin 9	juin 9	4h	4h	5j	0		0
8	Proagation sur un objet_GPU	juin 9	juin 12	3j 3h	3j 3h	2j	0		0
9	Destruction d'objets	juin 9	juin 12	3j 1h	3j 1h	2j 3h	0		0
9.1	Conception du modèle_4	juin 9	juin 10	1j	1j	4h	0		0
9.2	Implémentation_4	juin 10	juin 11	1j	1j	4h	0		0
9.3	Tests_4	juin 11	juin 12	5h	5h	6h 45min	0		0
9.4	Rédaction du compte rendu_4	juin 12	juin 12	4h	4h	3h	0		0
10	Création d'une démo	juin 12	juin 15	1j 4h	1j 4h	6h 45min	0		0
11	Préparation de la soutenance	juin 12	juin 15	1j 4h	1j 4h	6h 45min	0		0
12	Rendez-vous scheme	juin 1	juin 1	1j	1j	12j	0		0
13	Amphi Scheme	juin 8	juin 8	1j	1j	6j	0		0
14	Soutenance	juin 15	juin 15	1j	1j		0		0

5.2 Planning effectif

5.3 Détails du déroulement

5.3.1 Phase de recherche bibliographiques

Cette phase a été réalisée dans les temps. Nous avons trouvé une grande quantité de documents se rapprochant de notre sujet, nous avons pu avoir un aperçu de l'état du domaine rapidement et mieux nous orienter.

5.3.2 Implémentation CPU du modèle de fluide

Cette phase a été réalisée relativement vite. Ce qui a pris le plus de temps c'était de choisir des paramètres permettant de trouver une flamme et de la fumée cohérente.

5.3.3 Implémentation CPU du rendu

Le rendu a pris plus de temps que prévu puisque nous avons été confrontés à des problèmes d'OpenGL nous obligeant à revoir notre méthode d'affichage. De plus, nous avons été confrontés à des problèmes liés à l'effectation des textures.

5.3.4 Implémentation GPU du modèle de fluide

Cette partie a été la plus difficile à réaliser. Lors de l'implémentation du modèle en GLSL, nous avons été confronté à un bien plus grand nombre de problèmes que prévu.

Citons par exemple la précision des calculs, les arrondis sauvages, le débogage difficile, des problèmes d'échelles (les valeurs doivent être transformées à l'enregistrement pour être situées entre 0 et 1) ...

Le plus difficile a surtout été la mise en place du système de calcul, car la documentation à ce sujet est quasi inexistante. Ainsi nous avons passé une semaine entière juste à mettre en place les outils de calculs, avant même de pouvoir commencer à transposer le modèle CPU en modèle GPU. Nous n'avions pas du tout prévu cette difficulté et c'est la cause principale du retard qui a été pris dans l'implémentation du modèle GPU. Nous devions au départ réaliser le CPU et le GPU simultanément, mais à cause de ce problème le CPU s'est détaché et à pris de l'avance sur le GPU.

5.3.5 Implémentation CPU du modèle d'objet

5.3.6 Implémentation GPU du modèle d'objet

5.3.7 Mise en place de la démo

5.3.8 Préparation de la soutenance

6 Compte rendu des réunions

6.1 Suivis du 20 mai 2010

6.1.1 Présents

Tuteur : Marie Paule Cani

Élèves : Benjamin, Julien, Arnaud

6.1.2 Sujets abordés

Définition du but et de l'échelle du projet :

se concentrer sur la propagation et la destruction des objets.

Pistes à regarder :

Jos Stam a fait de nombreux travaux à ce sujet, il faut regarder sur son site web de toronto. Par exemple : burning cross. Il a travaillé sur la représentation et les modèles de feu temps réel.

Mathieu Desbrun a fait "Voxels On fire" et "Meshes On Fire", deux travaux sur la propagation temps réel du feu sur un objet.

Représentation du feu par voxels.

Conseil sur la démarche :

Refléchir beaucoup au BUT, identifier les phénomènes importants, lire beaucoup, faire des résumés régulièrement.

6.1.3 Prochain rendez vous

Lundi 31, à 10h à l'INRIA.

Nous devons y présenter le modèle de feu et de fumée.

6.2 Suivis du 31 mai 2010

6.2.1 Présents

Tuteur : Marie Paule Cani

Élèves : Benjamin, Julien, Arnaud

Et aussi : un chercheur de l'INRIA : Cyril Crassin

6.2.2 Sujets abordés

Présentation de l'avancement du projet :

Nous avons présenté à notre tutrice le modèle de fluide que nous avons implémenté en CPU. Nous avons expliqué son fonctionnement, comment nous étions arrivés à ces résultats, quels étaient les articles qui nous avaient le plus aidé. Notre tutrice semblait satisfaite du travail effectué.

Explication de l'implémentation, discussion à propos des modifications/améliorations à apporter :

Nous discuté à propos des améliorations du rendu, notamment de l'ajout d'un bruit de perlin à la texture.

Nous avons aussi parlé de la fumée qui doit être générée d'un autre façon.

Nous avons de même parlé de la flamme qui doit perdre progressivement de la matière (diminution du combustible présent)

Discussions à propos du travail futur :

Nous avons parlé de plusieurs manières d'ajouter des objets au modèle de fluide, pour dégager le modèle le plus adéquat. En effet nous avons trouvé beaucoup de modèles possibles mais avons du mal à en choisir un. Avec les nouvelles pistes de réflexions et avec les conseils de notre tutrice nous allons pouvoir effectuer ce choix plus facilement.

Résolution des problèmes liés à la version GPU :

Dans le but de nous aider à comprendre les problèmes de notre version GPU, notre tutrice nous à fait rencontrer Cyril Crassin, un chercheur de l'INRIA qui a beaucoup travaillé sur le GPU. Il a su répondre parfaitement à nos questions, ce court dialogue a été extrêmement profitable.

6.2.3 Prochain rendez vous

Le prochain rendez-vous sera fixé dans la semaine par mail. Il s'agira sans doute de vendredi 4 Juin.

Nous devons présenter la version corrigée de notre modèle de fluide et un début d'implémentation de propagation sur objets.

6.3 Suivi Scheme n1 - 1er juin

6.3.1 Qui ?

Les personnes impliquées dans ce projet sont :

- L'équipe qui réalise le projet.
- Notre tutrice qui suit notre travail, et nous conseille.
- Les experts du domaine que nous avons interrogé pour des questions souvent techniques.
- L'encadrant de sheme.

6.3.2 Quoi ?

Dans ce projet nous devons mettre en avant un certain nombre de capacités :

- la recherche documentaire, en effet notre travail nécessite de connaître ce qui ce fait de mieux, et de le comprendre.
- la compréhension du sujet, via les explications que nous faisons des méthodes, ainsi que notre solution finale.
- une demonstration technique qui montre bien le résultat de notre travail.

6.3.3 Comment ?

Notre démarche est simple, nous recherchons ce qui ce fait dans le domaine et selectionnons les méthodes qui nous semblent le plus interessantes. Bien sur notre travail ne doit pas consister a une recopie systématique des solutions mais plutôt d’adapter celles que nous avons choisis pour les intégrées dans notre solution.

6.3.4 Organisation

Pour organiser le travail, nous nous sommes d’abord mis d’acord sur le planning prévisionnel. A partir de cette base nous nous sommes réparti le travail en fonction des préférences de chacun et aussi des impératif du projet. De plus nous avons aussi établis une charte de travail pour l’organisation journalière du travail.

6.3.5 Savoir faire technique

Pour la partie technique du projet, nous nous appuyons sur nos acquis de cours. Mais aussi sur les connaissances de chacun en fonction du domaine touché. Cependant pour les point les plus pointus, ou qui nous sont trop obscures nous avons prévu de faire appel à des expert du domaine. Comme cela est déjà arrivé pour les calcul en GPU.

6.3.6 Communication

La communication au sein du groupe est simple, nous travaillons toujours ensemble et au même endroit. Cependant dans un but pratique, nous avons mis en place une archive git (gestionnaire de version pour nos fichiers informatiques) commune. De plus avant chaque recontre avec notre tutrice nous avons prévus des réunions pour convenir d’un ordre du jour. De même a la fin de ces rencontres nous fairons un bilan de l’entretien.

6.4 Suivis du 4 Juin 2010

6.4.1 Présents

Tuteur : Marie Paule Cani

Élèves : Benjamin, Julien, Arnaud

6.4.2 Sujets abordés

Explication de la flamme et de la fumée :

Nous avons détaillé les changements apportés au modèle de flamme et de la fumée. Nous avons aussi expliqué la nouvelle méthode de rendu.

Explication du principe du calcul en GLSL, et des problèmes rencontrés :

Nous avons expliqué le principe du calcul avec le GLSL. Nous avons fait part à notre tutrice des difficultés liées à ce langage. En effet nous avons travaillé énormément sur la version GLSL de notre modèle, mais de nombreuses difficultés sont apparues, que ce soit dans le fonctionnement du GLSL ou dans l'adaptation du modèle CPU.

Mise au point sur le modèle d'objet :

Nous avons fait le bilan de nos recherches sur les modèles d'objet, et avons essayé de déterminer la meilleure solution au problème.

6.4.3 Prochain rendez vous

Mardi 8 juin à 9h à l'Ensimag.

7 Conclusion

8 Annexes

8.1 Glossaire

8.1.1 CPU

Désigne le processeur. Résoudre le problème "sur CPU" c'est donc le résoudre avec de la programmation classique.

8.1.2 GPU

Désigne le processeur de la carte graphique. Résoudre le problème "sur GPU" c'est donc le résoudre un problème en programmant avec des shaders (ici le GLSL). Un shader est un programme qui s'applique à un objet graphique, il n'est pas destiné à priori aux calculs scientifiques. C'est pourquoi il faut adapter le calcul pour qu'il soit adapté au calcul sur carte graphique.

8.1.3 OpenGL

OpenGL est une librairie graphique spécialisée pour les applications en 3D.

8.1.4 GLSL

C'est un langage de shader. GLSL signifie : OpenGL Shading Language.

8.1.5 Shader

Un shader est un programme s'exécutant sur une carte graphique.