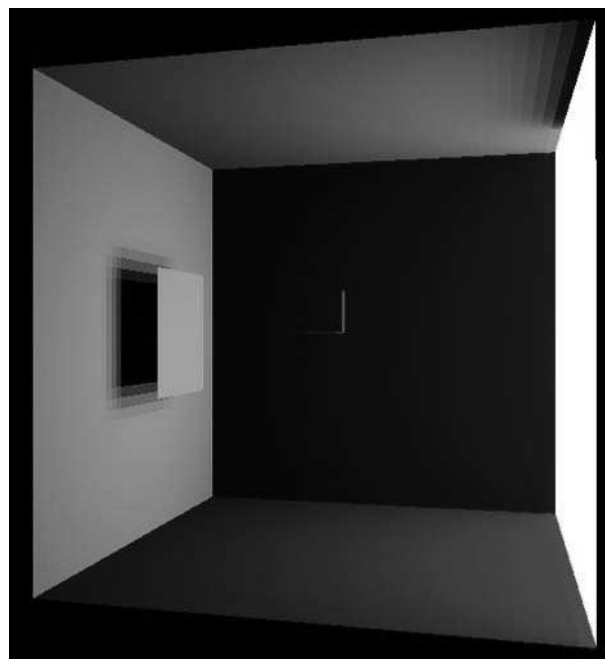




## TP de Radiosité

Julie Billard  
Caroline Farges  
Audrey Garcia  
Maya Soulez  
Arnaud Trouvé



## Intro

Le but de ce Tp, qui a lieu dans le cadre de nos cours d'OpenGL, était d'implémenter un programme nous permettant de nous déplacer dans une scène 3D illuminée par le modèle global d'illumination connue sous le nom de méthode de radiosité par raffinement progressif. Il s'agit de la méthode de *shooting*. Pour ce faire, la structure du programme ainsi que la scène nous ont été données. Notre travail a principalement été d'implémenter la méthode de *shooting*: trouver les facettes émettrices, calculer le facteur de forme entre la facette émettrice et les facettes réceptrices, appliquer l'illumination aux facettes réceptrices de la scène, puis en transformer la radiance pour avoir une valeur de radiosité qui puisse être visualisée. Nous avons eu huit heures pour effectuer ce travail et nous étions un groupe de cinq personnes.

## Planning de la journée

### Planning préconisé par les professeurs en début de journée :

- 9h-10h → Présentation du sujet et explications des professeurs
- 10h-15h → Implémentation de la méthode des radiosités sur les objets présents dans le programme initial
- 15h-16h → Application du programme à un objet sphérique
- 16h-18h → Rédaction du rapport
- 18h (et pas une de plus...) → Rendu du programme et du rapport

### Planning effectif

- 9h-10h → Présentation du sujet et explications des professeurs
- 10h-11h → Conception
- 11h-15h → Implémentation de la méthode des radiosités sur les objets
- 15h-16h → Rassemblement des parties et débogage
- 16h-17h → Rédaction du rapport et fin du débogage
- 18h-18h30 → Test sur le programme et captures écrans des résultats obtenus et fin de la rédaction du rapport
- 18h30 → Rendu du rapport et du programme

## Répartition des tâches

Nous avons divisé le travail en trois parties principales :

- Le calcul du facteur de forme et celui de l'intersection, partie réalisée par Arnaud Trouvé.
- Recherche des facettes émettrices et réceptrices et application de l'illumination, partie réalisée par Caroline Farges et Maya Soulez
- Transformation de la radiance réalisée par Julie Billard et Audrey Garcia

Il se trouve que cette répartition a été respectée jusqu'à la mise en commun des différentes parties qui nous a permis de nous rendre compte de certaines erreurs dans les trois parties, ce qui a plongé l'ensemble de l'équipe dans chacune des parties.

## Quelques définitions

Radiosité et shooting:

La radiosité est un système d'illumination globale (car elle est indépendante du point de vue) par raffinement progressif. Il existe deux méthodes pour la radiosité: le gathering et le shooting. C'est ce dernier que nous avons utilisé. Il consiste à prendre une facette et à regarder l'énergie émise par celle-ci vers les autres facettes de la scène.

Facteur de forme entre deux surfaces:

Ce facteur permet de calculer la fraction d'énergie partant de la facette émettrice,  $i$ , et étant reçue par la facette réceptrice,  $j$ . Pour cela il faut tenir compte de l'orientation et de la taille des deux facettes et voir grâce au facteur d'occlusion,  $HID$ , si un objet se trouve entre les deux facettes.

## Fonctionnement global du programme

### Le calcul du facteur de forme et celui de l'intersection

Le facteur de forme est un élément important. Il permet de définir la fraction d'énergie qui, quittant la facette  $i$ , est reçue par la facette  $j$ .

Pour le calculer, nous avons utilisé une formule simplifiée, fournie par nos enseignants. Elle est une sorte de généralisation de la formule concernant les surfaces différentielles et permet des opérations mathématiques plus simples.

Nous avons complété la méthode *formFactor*.

Paramètres d'entrée : pointeurs vers deux facettes

Paramètres de sortie : un « float »

Voici comment nous procédons :

*Vecteur « centre »*

- ° *On repère les centres des facettes*
- ° *On crée un vecteur « centre » qui relie les centres des deux facettes*

*Angles*

- ° *On effectue un produit scalaire entre les normales des facettes*  
*et le vecteur « centre »*

*Nous utilisons les valeurs des angles et de l'aire de la facette, le tout divisé par  $(PI*r^2)$ , où  $r$  est la norme du vecteur « centre ».*

On obtient ainsi une « pré-valeur » du facteur de forme.

Il convient ensuite de multiplier cette valeur par le paramètre HID.

Le paramètre HID

Si la facette j est cachée à la facette i par un objet, HID vaut zéro, annulant ainsi le facteur de forme. Si ce n'est pas le cas, HID vaut 1.

Voici notre algorithme :

Nous créons tout d'abord un rayon issu de la facette i, qui va à la facette j.

***HID est initialisé à 1***

*Pour tous les objets de la scène*

{

*//On ne teste pas les objets dont sont issus les facettes !*

*Si le rayon intersecte un objet*

{

*Si l'objet est bien compris dans l'espace entre les deux facettes*

{

***HID = 0***

}

}

}

Cet algorithme nous a posé quelques problèmes, mais s'est avéré finalement concluant.

Remarque :

Dans une boîte cubique où les surfaces ont une réflectivité égale à 1 ( pour R ;V ;B ), quel est le comportement de votre algorithme ?

Notre programme ne s'arrêterait jamais ! Pour les facettes, la lumière reçue serait immédiatement et intégralement émise, jusqu'à l'infini !

### Recherche des facettes émettrices et réceptrices et application de l'illumination:

Le programme vise à trouver la facette la plus émettrice de la scène, sur l'ensemble des objets de la scène, c'est-à-dire celle dont l'énergie latente est la plus élevée. Les facettes de la scène vont recevoir différemment l'énergie émise par la facette émettrice en fonction de leur facteur de forme.

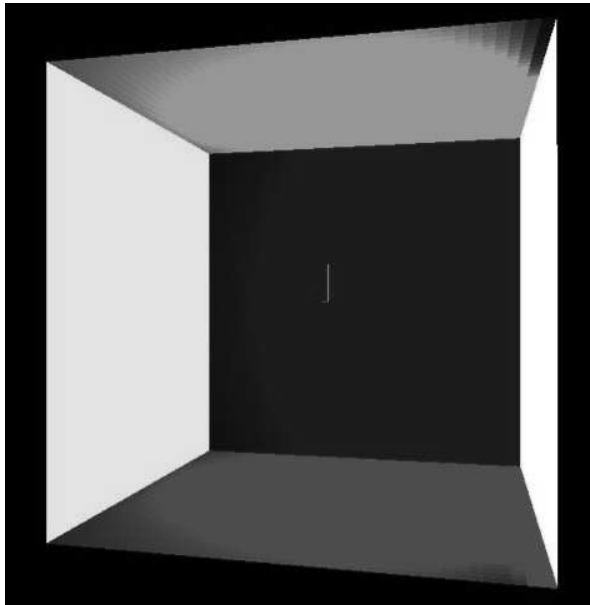
Pour chacune des facettes de la scène, exceptées celles de l'objet dont est issue la facette émettrice, nous calculons ensuite la quantité d'énergie reçue et nous l'ajoutons à la couleur de la facette ainsi qu'à son énergie latente. La formule permettant de calculer cette quantité d'énergie nous a été donnée, elle utilise le coefficient de réflexivité de la facette réceptrice, sa valeur de radiosité (son énergie latente), le facteur de forme représentant la proportion d'énergie quittant la facette émettrice vers la facette réceptrice, ainsi que l'aire de ces deux facettes.

La couleur de chacune des facettes est donc actualisée à chaque réception d'énergie jusqu'à la couleur finale. Son énergie latente, elle, est actualisée jusqu'à ce que la facette devienne émettrice car lorsque le *shooting* d'une facette émettrice est terminé, son énergie latente redevient nulle.

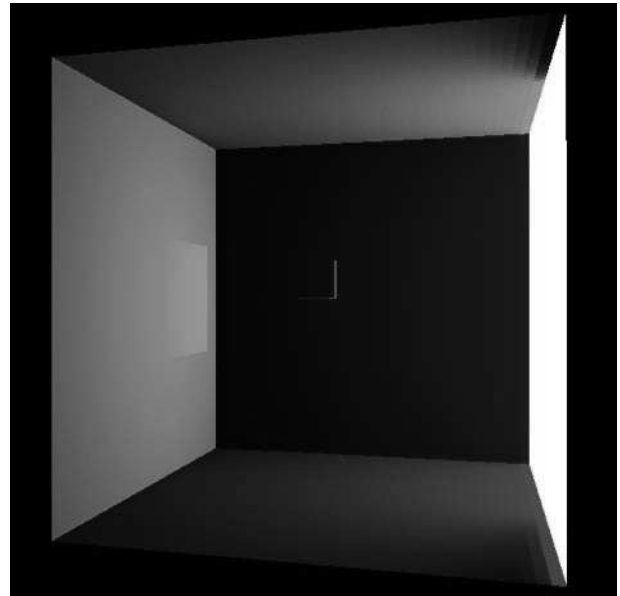
Cette opération est effectuée de manière itérative, jusqu'à l'obtention d'une image satisfaisante, elle peut être stoppé lorsque l'échange d'énergie n'influence plus suffisamment le rendu. Nous avons suivi l'algorithme de l'énoncé concernant cette opération, à la seule différence que nous avons placé le calcul du facteur de forme dans la même boucle que celui de l'actualisation de la couleur et de l'énergie latente. Il faut ensuite transformer la radiance pour que la valeur de radiosité soit comprise entre 0 et 1 afin qu'elle puisse être visualisée.

### Transformation de la radiance

Chaque facette possède un attribut « col » de type color représentant la couleur de la facette. Cet attribut est rempli à chaque shoot. Cette valeur augmente tout au long des itérations. A la fin des itérations il faut transformer la radiance afin d'obtenir un valeur comprise entre 0 et 1 car, à l'affichage, OpenGL ne prend que des valeurs comprises entre 0 et 1. Si on ne transforme pas la valeur de la radiance il y aura saturation:



Sans modification de la radiance

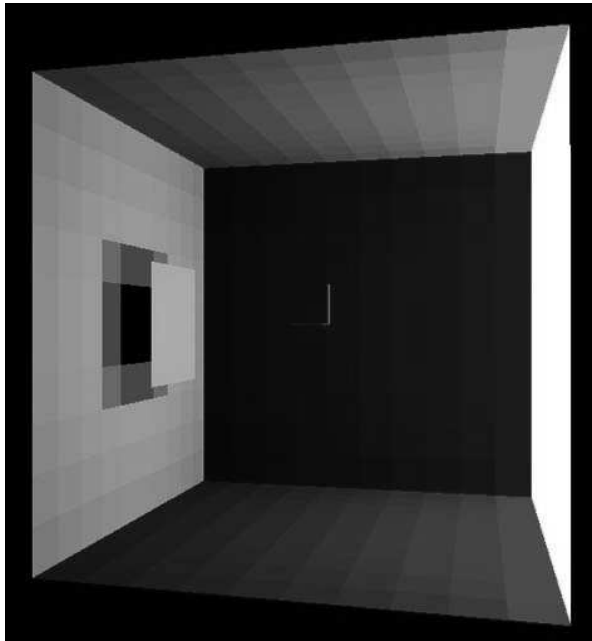


Avec modification de la radiance

D'après la formule donnée dans le sujet nous pouvons en déduire le pseudo-code suivant:

```
pour chaque objet de la scène
  on récupère Lmax
  pour chaque facette de l'objet
    on calcule la valeur de la couleur (entre 0 et 1)
  fin du pour
fin du pour
```

## Résultats



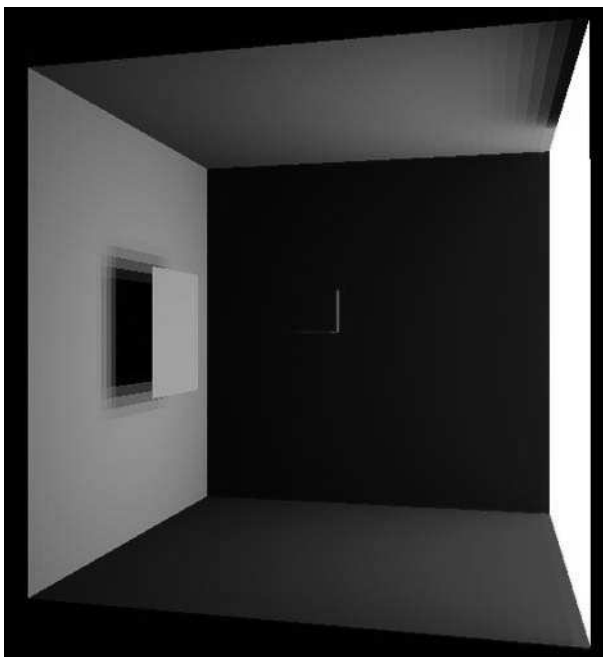
Capture 1  
Nombre de facettes : 10  
Nombre d'itération : 100  
Temps d'exécution : 3s



Capture 2  
Nombre de facettes : 100  
Nombre d'itération : 1000  
Temps de exécution : 1mn environ

Le nombre d'itérations et la discrétisation des surfaces influent sur la luminosité et la qualité du rendu. Si on augmente le nombre d'itération, la quantité et le nombre d'échanges augmentent entraînant une répartition plus homogène de la lumière

Bien évidemment plus le nombre de facettes est important, plus le temps d'exécution est long.



Capture 3  
Nombre de facettes : 40  
Nombre d'itération : 1600  
Intensité de la lumière : 500



Nous aurions aimé intégré dans notre scène des objets complexes ; par exemple, une sphère.

Nous sommes partis de la création de la sphère lors du TD d'OpenGL, mais malheureusement nous n'avons pas eu le temps de terminer.

Il aurait fallu penser à modifier alors les normales des facettes.

## Conclusion

Grâce à cette première approche concrète sur la radiosité, nous avons pu mettre en pratique les cours théoriques de M.Arquès. Ce TP, en temps limité, nécessitait une organisation simple et claire du travail afin d'éviter toute perte de temps inutile. De plus, comme les groupes ont été créés aléatoirement, nous avons donc travaillé avec des personnes avec lesquelles nous ne travaillions pas forcément habituellement. Cela fut une bonne expérience. Cependant nous regrettons de ne pas avoir pu tout réaliser (par exemple la sphère), approfondir d'avantage le sujet et effectuer davantage de texte.