

# Projet Visualisation Scientifique

## Session 2022

La librairie de visualisation scientifique VTK, qualifiée de haut niveau se distingue d'autres toolkits qualifiés de bas niveau en ce sens qu'au delà de la partie graphique, elle se compose également d'une partie logique fournissant des couches algébriques, numériques et géométriques permettant d'adresser de bien nombreux cas d'usage. Ainsi, il n'est pas rare de la voir utilisée indépendamment de tout aspect visuel.

Si ce domaine distingue les méthodes de rendu orientées objet des méthodes de rendu orientées image afin de concevoir des algorithmes rapides et adaptés à la représentation d'un modèle et de ses attributs associés, c'est le plus souvent afin de garantir une fluidité visuelle lors de l'exploration interactive de ces derniers, la conception d'une simulation et ou la visualisation de sa solution interactive au cours du temps.

On parle alors de rendu *online* de maillages ou de volumes même si l'on emploie pour les seconds des algorithmes au demeurant similaires à la méthode de raytracing, c'est ce que propose la partie visuelle de VTK.

Indépendamment de la nature des domaines visualisés et de leurs attributs, il est *toujours* possible de générer une image statique de manière non-interactive (i.e. pour une position de caméra donnée et un indice de temps fixe), ou une vidéo, de façon toute aussi non interactive, en assemblant des images générées consécutivement pour des indices de temps qui se suivent, considérées comme des *frames*.

On parle alors de rendu *offline* de maillages ou de volumes en utilisant la méthode de raytracing.

Ces techniques de rendu *online* et *offline* sont en fait complémentaires. Une fois la première utilisée pour

aider à la conception et à la résolution d'un problème, produisant des images destinées à un œil initié, souvent de faible résolution, et sans optimisation telle que l'antialiasing, la seconde est souvent utilisée à des fins de publication (articles, poster), produisant des images plus réalistes et à très haute résolution (films, impressions) avec des optimisations comme l'antialiasing.

Ce projet consiste à exhiber cette complémentarité: au sein de votre logiciel, une scène sera représentée *online* afin de la modifier interactivement en faible résolution, avant d'en faire un rendu *offline* par raytracing, de très haute résolution.

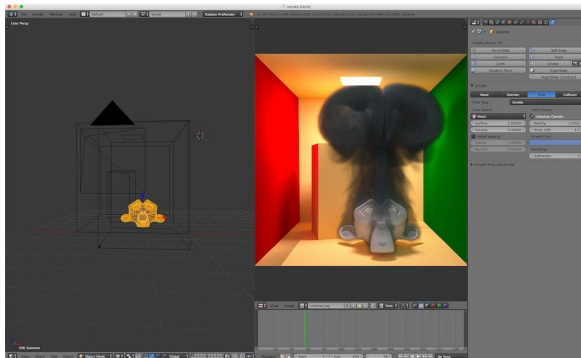
## 1 - Description des concepts

- **modèle:** Il s'agit de la représentation des éléments de la scène à rendre. Leur représentation peut varier selon le contexte de rendu:
  - implicite, *e.g.* sphere = centre + rayon, plan = point + normale
  - explicite, *e.g.* maillage 3DS, PLY ou OBJ
- **matériau:** Les matériaux (et les textures) sont des propriétés que le moteur de rendu utilise pour rendre le modèle. On peut donner au modèle des matériaux pour indiquer au moteur de rendu comment traiter la lumière lorsqu'elle frappe la surface.
- **scène:** C'est l'arrangement de plusieurs modèles dans l'espace, avec les informations de lumières et de caméra.
- **réflexion:** Les rayons lumineux se propagent en ligne droite dans les milieux transparents. Mais ils peuvent changer de direction dans deux cas. Quand ces rayons atteignent un milieu réfléchissant les rayons changent de direction : c'est la réflexion.
- **réfraction:** Si les rayons passent d'un milieu à un autre, les rayons changent également de direction : on parle de réfraction.
- **antialiasing:** Post traitement permettant de lisser les contours des images générées afin d'éviter la phénomène de pixelisation.

## 2 - Description des outils

Un outil de raytracing est habituellement composé de deux vues: une fenêtre de modélisation, interactive, et une fenêtre de rendu, statique.

- Fenêtre de modélisation: Implémentée au moyen des algorithmes logiques et graphiques de VTK, elle permet de prévisualiser grossièrement la scène et de modifier la position, l'orientation et l'échelle des éléments qui la composent, ainsi que la position de la caméra.
- Fenêtre de rendu: Elle contient le résultat du raytracing, implémenté au moyen des algorithmes logiques de VTK.



*Un exemple de raytracing dans le logiciel Blender, présentant à gauche, la vue de modélisation, à droite, le résultat du raytracing.*

### 3 - Spécification

Votre scène devra inclure au minimum:

- Un environnement de type cube box
- Des solides avec matériaux
- Un volume décrit par un pipeline VTK

Le code sera implémenté dans le langage de votre choix, au moyen de la librairie VTK. Aucune autre dépendance ne devrait être nécessaire, mais aucune n'est interdite non plus.

### 4 - Démarche

La défense de ce projet se déroulera lors d'une session où chaque binôme/trinôme présentera:

- un bref et rapide état de l'art du raytracing
- l'algorithme choisi
- les choix théoriques d'implémentation
- les choix techniques d'implémentation
- une démonstration du logiciel implémenté