

INF2705 Infographie

Spécification des requis du système

Travail pratique 2

Utilisation du stencil, mode sélection, clôtures

Table des matières

1	Introduction	2
1.1	But	2
1.2	Portée	2
1.3	Remise	2
2	Description globale	3
2.1	But	3
2.2	Travail demandé	3
3	Exigences	8
3.1	Exigences fonctionnelles	8
3.2	Rapport	8
A	Liste des commandes	9
B	Figures supplémentaires	9
C	Apprentissage supplémentaire	10

1 Introduction

Ce document décrit les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du TP2 « *Utilisation du stencil, mode sélection, clôtures* » du cours INF2705 Infographie.

1.1 But

Le but des travaux pratiques est de permettre à l'étudiant d'appliquer directement les notions vues en classe.

1.2 Portée

Chaque travail pratique permet à l'étudiant d'aborder un sujet spécifique.

1.3 Remise

Faites la commande « `make remise` » afin de créer l'archive « **INF2705_remise_TPn.zip** » que vous déposerez ensuite dans Moodle.

Ce fichier zip contient le fichier Rapport et tout le code source du TP (`makefile`, `*.h`, `*.cpp`, `*.glsl`, `*.txt`).

2 Description globale

2.1 But

Le but de ce TP est de permettre à l'étudiant d'utiliser les plans de coupe et de se familiariser avec les fonctions de manipulation du tampon stencil telles que `glStencilFunc()`, `glStencilOp()`.

Il permettra également de mettre en pratique l'utilisation du mode de sélection, d'un nuanceur de géométrie et l'utilisation de plusieurs clôtures.

2.2 Travail demandé

La base

Le programme de base affiche un système planétaire approximatif et permet de choisir l'affichage de corps célestes sphériques, cubiques ou « théïériques » (= avec la théière !). Ce système planétaire comprend le Soleil, la Terre, la Lune, Mars, Phobos, Deimos, Jupiter, Io, Europa, Ganymède et Callisto.¹

Le système évolue en fonction du temps et les corps célestes font des rotations sur eux-mêmes et des révolutions autour d'un autre corps céleste parent (Figure 1). Chaque satellite (Lune, Phobos, Deimos, Io, Europa, Ganymède, Callisto) est positionnée par rapport à sa parent respectif (Terre, Mars, Jupiter) et le Soleil est le parent de chaque planète. On note aussi que le Soleil est partiellement transparent afin que l'on puisse voir les corps célestes qui se passent en arrière du Soleil (Figure 2).

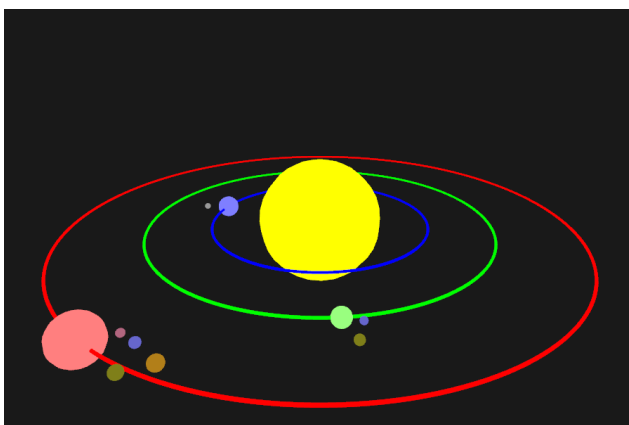


FIGURE 1 – Soleil et autres corps célestes

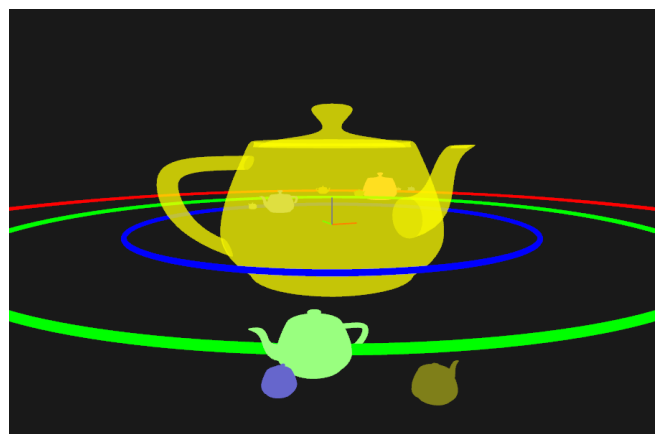


FIGURE 2 – Transparence du Soleil

1. Il n'est pas souhaitable dans ce TP de respecter les dimensions exactes de notre système solaire. En effet, les quatre premières planètes apparaîtraient alors très (trop !) petites par rapport au Soleil et seraient aussi situées trop près du Soleil pour produire un affichage où on voit facilement leurs mouvements. Pour ceux que ça intéresse, les paramètres réels des planètes de notre système solaire sont donnés, entre autres, à <http://www.astro-rennes.com/planetes/intro.php>.

Partie 1 : l'utilisation d'un plan de coupe, du tampon de stencil et de la fonction `smoothstep`

On vous demande d'utiliser un plan de coupe afin de permettre la coupe des objets tridimensionnels. On peut déplacer le plan de coupe selon la direction de sa normale ou l'incliner afin de varier l'endroit où la coupe se fait. Les Figures 3 et 4 représentent l'effet du plan de coupe sur la scène.

Pour que l'objet coupé constitue toujours un volume fermé, on affichera aussi un quadrilatère correspondant au plan de coupe. Ce quadrilatère opaque blanc sera affiché conditionnellement, en faisant une vérification du stencil de manière à ce que le plan ne soit dessiné seulement sur la zone de coupe. En plus de ce quadrilatère opaque, on affichera aussi le quadrilatère complet en transparence ($\alpha = 0.25$).

Pour configurer le stencil, on peut tracer le modèle (les objets) deux fois : une fois pour en ne traçant que la face avant et une fois en ne traçant que la face arrière tout en modifiant le stencil de façon différente pour les faces avant ou arrière. Si on réfléchit un peu plus, on peut aussi tracer le modèle une seule fois et constater que les pixels qui nous intéressent sont ceux qui n'ont été tracés qu'une seule fois.

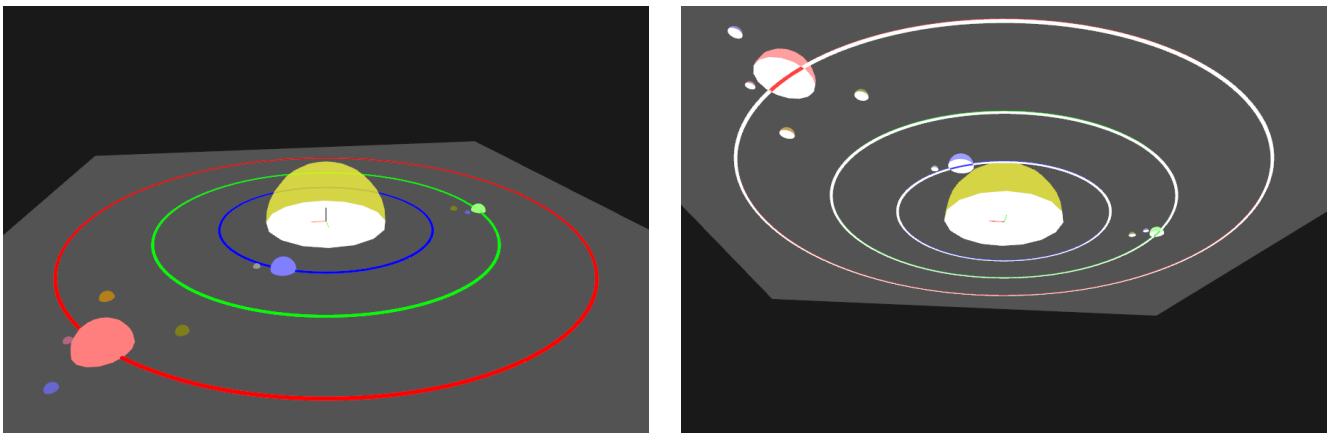


FIGURE 3 – Corps célestes coupés par le plan de coupe

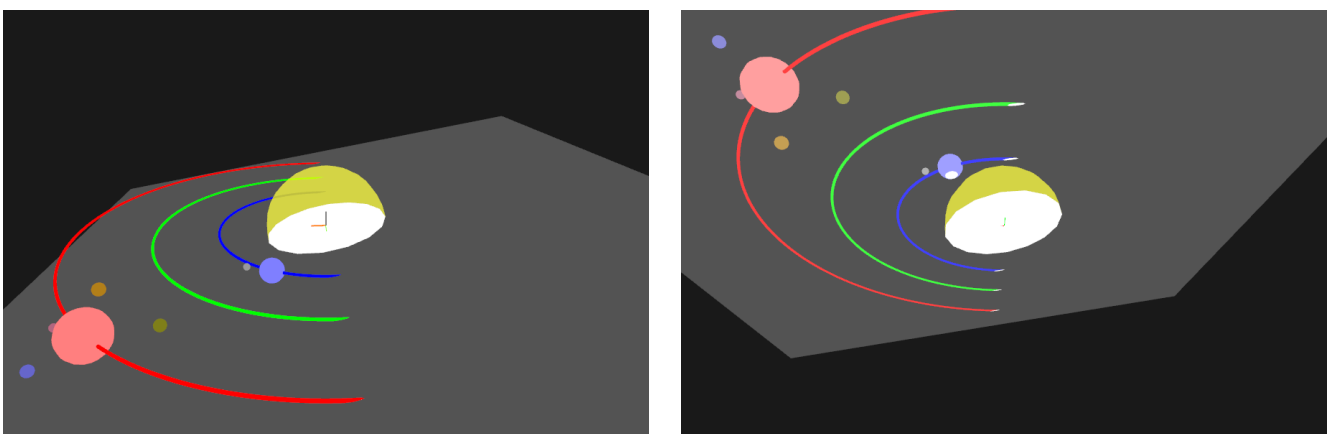


FIGURE 4 – Corps célestes coupés par le plan de coupe incliné

Pour ajouter un bel effet à l'ensemble du dessin, on atténuera les valeurs RGB de la couleur selon la distance à la caméra comme illustrée à la Figure 5. Cette distance pourrait être calculée dans le nuanceur de sommets par : « $\text{dist} = -(\text{matrVisu} * \text{matrModel} * \text{Vertex}).z$; », mais on peut aussi l'obtenir dans le nuanceur de fragments par : « $\text{dist} = \text{gl_FragCoord}.z / \text{gl_FragCoord}.w$; ».

Dans ce TP, on appliquera l'atténuation de la couleur dans l'intervalle [30,50] : aucune atténuation (= couleur originale) lorsque $d < 30$, atténuation variable entre 30 et 50 et atténuation complète (= noir) lorsque $d > 50$. Utilisez la fonction GLSL prédéfinie « smoothstep » qui calcule une transition lisse (par une interpolation d'Hermite) entre les valeurs données pour produire une valeur entre 0 et 1 :

<http://www.khronos.org/registry/OpenGL-Refpages/gl4/html/smoothstep.xhtml>

```
float smoothstep( float x1, float x2, float x )
{ float t = clamp((x-x1)/(x2-x1), 0.0, 1.0 ); return t*t*(3.0-2.0*t); }
```

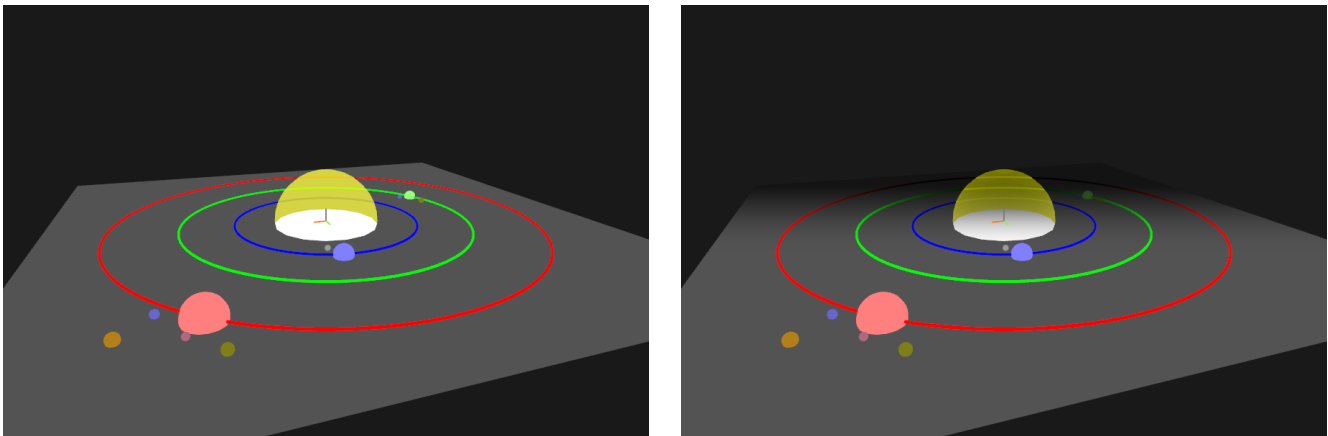


FIGURE 5 – Affichage sans atténuation et avec atténuation en fonction de la profondeur

Note : Selon le point de vue et selon la transparence, l'affichage du Soleil peut apparaître incorrect, avec des bandes de couleurs inégales (voir Figure 6). Le problème est que deux surfaces transparentes (l'avant et l'arrière) sont alors affichées l'une sur l'autre, dans le « mauvais ordre ».

Pour corriger le problème, vous devez alors désactiver/activer l'écriture dans le tampon de profondeur en utilisant `glDepthMask()` ... comme vu dans les notes de cours !

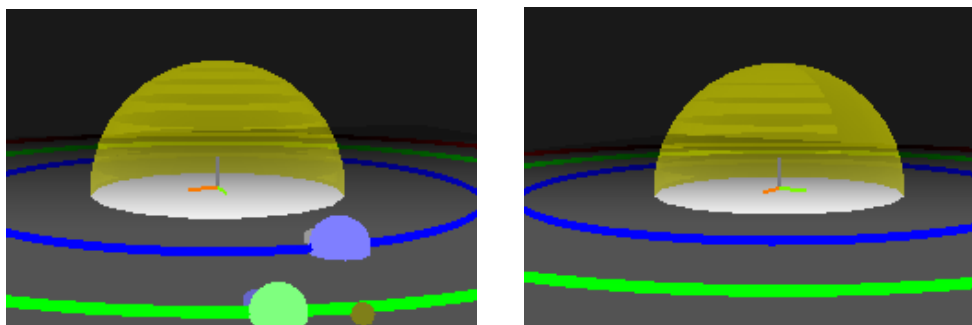


FIGURE 6 – Possibles problèmes lors de l'affichage du soleil transparent

Partie 2 : mode sélection et clôtures multiples

« *Ô temps! suspends ton vol, ...* » (Alphonse de Lamartine, 1790-1869)

L'utilisation du mode de sélection permettra de sélectionner un corps céleste et de suspendre ses mouvements de rotation et de révolution. À cette fin, vous utiliserez un booléen « `estSelectionne` » dans la classe `CorpsCeleste` qui permettra de savoir si le corps céleste est sélectionné. Les corps sélectionnés seront en arrêt et leur position ne sera pas modifiée dans la méthode `avancerPhysique()`.

Bien sûr, pour appliquer ainsi le mode de sélection par couleurs, vous devrez définir et utiliser une couleur alternative pour identifier le corps céleste tracé. À vous de choisir votre patron de couleurs.

Note : En mode sélection, vous devrez aussi éviter de faire le `swap()` dans le `main()` tel que montré dans les exemples du cours. De plus, en mode sélection, il est préférable de ne pas afficher le quadrilatère représentant le plan de coupe puisqu'on ne désire pas qu'il puisse être sélectionné! Enfin, pour tester et « voir » ce qui est affiché en mode sélection, vous pouvez prétendre toujours être en mode sélection (laisser `modeSelection` à `true` et laisser le `swap()` actif dans le `main()`.)

D'autre part, dans le but de mettre en pratique l'utilisation d'un nuanceur de géométrie, vous ajouterez un nuanceur de géométrie dans le pipeline GLSL utilisé. Ce nuanceur permettra d'utiliser deux clôtures différentes pour voir simultanément deux vues sur la scène (voir Figure 7).

Dans la vue du haut, le plan de coupe éliminera tout ce qui est *au-dessous* du plan de coupe, comme vous avez fait jusqu'à maintenant. À l'inverse, dans la vue du bas, le plan de coupe éliminera plutôt tout ce qui est *au-dessus* du plan de coupe. (*Indice* : comment se comparent les valeurs de `gl_ClipDistance[0]` dans les vues du haut et du bas ?)

(Enfin, pour bien faire les choses, il vaut mieux alors attendre dans le nuanceur de géométrie avant d'affecter une valeur à `gl_ClipDistance[0]`. On peut déplacer le calcul de la valeur du nuanceur de sommets au nuanceur de géométrie ou simplement passer dans `AttribsIn` le résultat à affecter.)

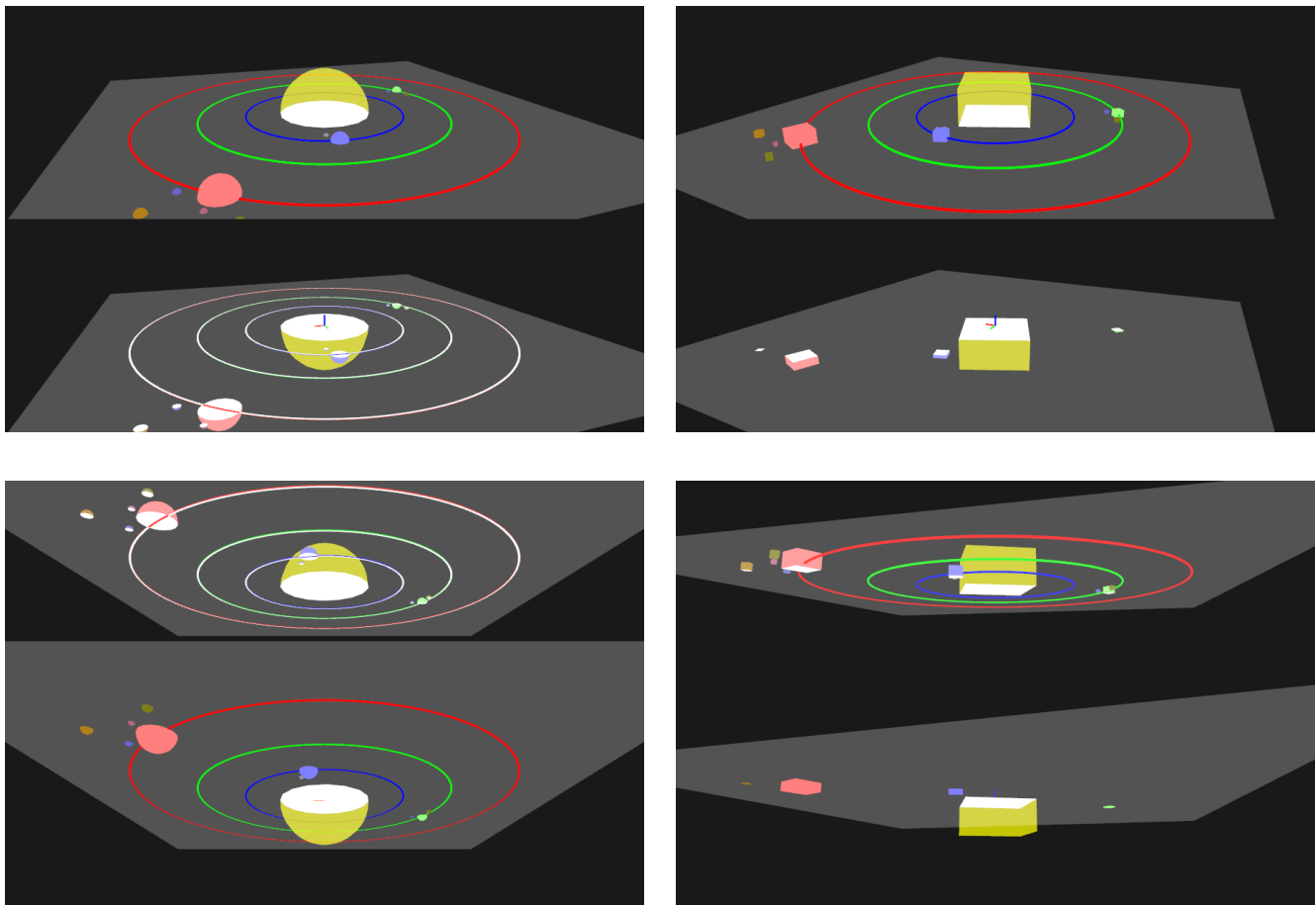


FIGURE 7 – Utilisation de deux clôtures avec le plan de coupe à différentes positions

3 Exigences

3.1 Exigences fonctionnelles

Partie 1 :

- E1. Le Soleil est transparent ($\alpha = 0.5$).
- E2. Le quadrilatère représentant le plan de coupe est créé avec deux VBO (sommets, connectivité) et affiché avec `glDrawElements()`.²
- E3. L'utilisation d'un plan de coupe permet de couper chacun des solides tridimensionnels.
- E4. Le solide coupé est fermé en utilisant le tampon stencil pour dessiner un quadrilatère dont l'affichage est limité aux pixels de la coupe.
- E5. L'affichage est correct lorsque le plan de coupe est déplacé.
- E6. Le quadrilatère représentant le plan de coupe est affiché en transparence ($\alpha = 0.25$).
- E7. La couleur peut être atténuée selon la profondeur.

Partie 2 :

- E8. Un corps céleste sélectionné ne bouge plus. (On sélectionne les corps célestes dans la vue du haut seulement.)
- E9. Un nuanceur de géométrie est utilisé pour afficher deux vues découpées différemment par le même plan de coupe.
- E10. (Le logiciel utilise correctement les touches listées à l'annexe A pour faire varier les divers paramètres.)

3.2 Rapport

Vous devez répondre aux questions dans le fichier `Rapport.txt` qui sera inclus dans la remise. Vos réponses doivent être complètes et suffisamment détaillées. (Quelqu'un pourrait suivre les instructions que vous avez écrites sans avoir à ajouter quoi que ce soit.)

2. L'utilisation de cette fonction est généralement avantageuse afin d'éviter la duplication des informations à un sommet, en particulier si on y spécifie des coordonnées, une couleur, une normale pour l'illumination ou des coordonnées de texture comme nous le ferons plus tard.

ANNEXES

A Liste des commandes

Touche	Description
q	Quitter l'application
x	Activer/désactiver l'affichage des axes
v	Recharger les fichiers des nuanceurs et recréer le programme
ESPACE	Mettre en pause ou reprendre l'animation
g	Permuter l'affichage en fil de fer ou plein
m	Choisir le modèle : 1-sphère, 2-cube, 3-théière (déjà implanté)
p	Atténuer ou non la couleur selon la profondeur
HAUT	Déplacer le plan de coupe vers le haut
BAS	Déplacer le plan de coupe vers le bas
DROITE	Augmenter l'angle du plan de coupe
GAUCHE	Diminuer l'angle du plan de coupe
PLUS	Incrémenter la distance de la caméra
MOINS	Décrémenter la distance de la caméra
BOUTON GAUCHE	Modifier le point de vue
BOUTON DROIT	Sélectionner des objets
Molette	Déplacer le plan de coupe

B Figures supplémentaires

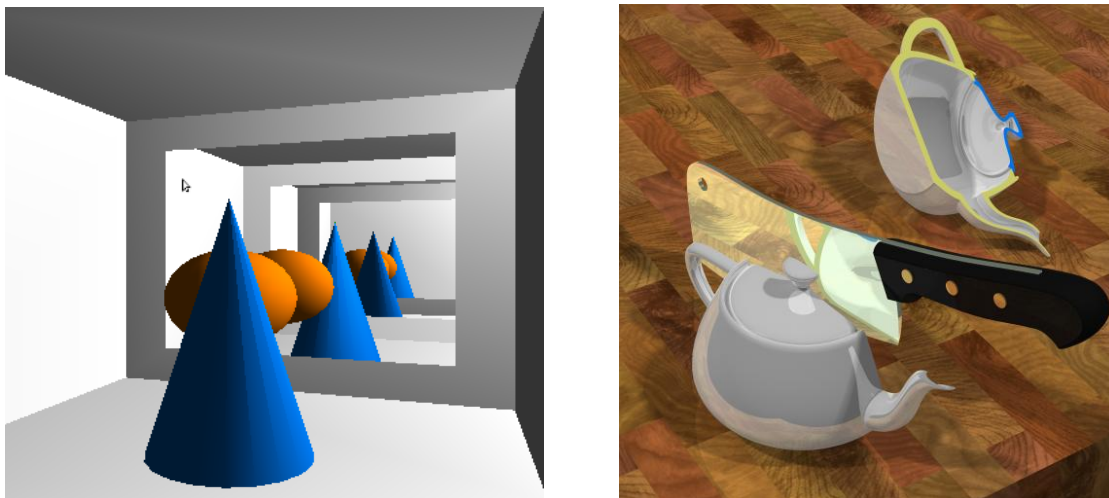


FIGURE 8 – Réflexions multiples, demi-théière avec réflexion sur la lame du couteau

C Apprentissage supplémentaire

Partie 1 :

1. Utiliser d'autres touches du clavier pour changer la vitesse de révolution des planètes ou contrôler l'écoulement du temps.
2. Utiliser deux (ou trois) plans de coupe.
3. Utiliser des objets non complètement fermés plutôt que des sphères. (Ça causera probablement quelques problèmes à l'affichage.)
4. *[Un peu plus compliqué]*. Ajouter un miroir à la scène. Notez la réflexion de la demi-théière sur la lame du couteau à la Figure 8.
5. *[Un peu plus compliqué]*. Ajouter des cônes représentant la pénombre causée par chaque corps.

Partie 2 :

6. Utiliser quatre clôtures différentes pour montrer différents points de vue sur la scène. (Il vaut mieux alors appliquer les matrices de projection et de visualisation dans le nuanceur de géométrie.)
7. Donner une orbite elliptique aux planètes et satellites. Changer l'orientation du plan de chaque orbite.
8. Afficher le point de vue à partir d'autres endroits sur la Terre.
9. Afficher le point de vue qu'un astronaute aurait à partir d'une navette spatiale en orbite autour de la Terre.
10. On le sait, la température sur Terre se réchauffe et on supposera qu'il en est de même pour tous les corps célestes de notre système. Utilisez une valeur `couleurPoleRechauffe` calculée aux pôles selon un facteur `facteurRechauffement` pouvant varier entre 0.0 (= froid = blanc) et 1.0 (= chaud = la couleur donnée du corps céleste). Dans les nuanceurs, calculez une proportion pour la modification de la couleur selon la latitude, cette dernière étant obtenue de la coordonnée `z` du `Vertex` courant. Ensuite, interpolez linéairement la couleur de chaque fragment selon la latitude : la couleur variera alors uniformément entre la couleur donnée du corps céleste à l'équateur jusqu'à la `couleurPoleRechauffe` aux pôles (voir Figure 9).

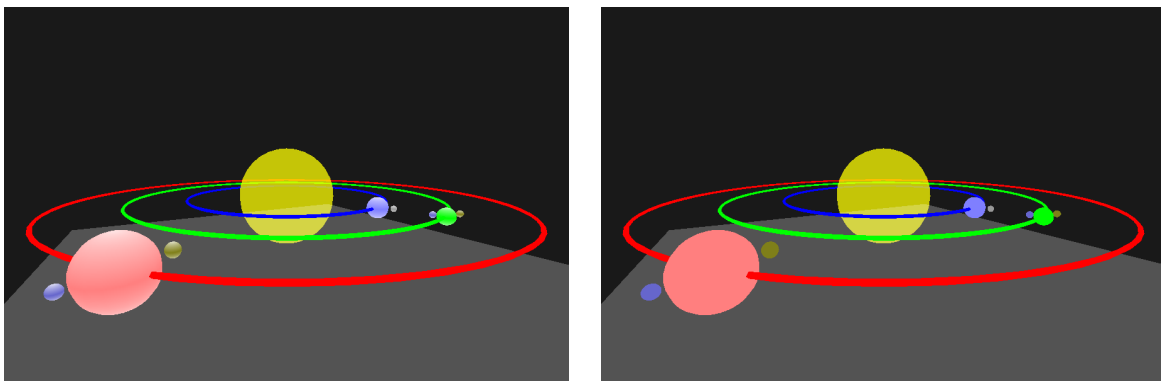


FIGURE 9 – Variation des couleurs selon le réchauffement (froid et chaud)