

INF2705 Infographie

Spécification des requis du système

Travail pratique 2

Le système planétaire coupé

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 | Exigences non fonctionnelles | 8 |
| 3.3 | Rapport | 8 |
| A | Liste des commandes | 9 |
| B | Figure supplémentaire | 9 |
| C | Apprentissage supplémentaire | 10 |

1 Introduction

Ce document décrit les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du TP2 « *Le système planétaire coupé* » 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

Vous remettrez un fichier zip contenant tout le code source du TP et le rapport (*.cpp, *.h, *.glsl, makefile, *.txt).

Faites « `make remise` » pour créer l'archive « `remise.zip` ».
Vous déposerez ensuite ce fichier dans Moodle.

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 d'un nuanceur de géométrie et l'utilisation de plusieurs clôtures.

2.2 Travail demandé

Partie 1 : l'utilisation d'un plan de coupe et du tampon de stencil

On demande de réaliser un programme permettant de réaliser une coupe d'un objet tridimensionnel en utilisant le tampon de stencil. Le programme de base affiche un système planétaire (approximatif) et permet de choisir l'affichage de corps célestes sphériques ou cubiques. Le système planétaire proposé comprend le Soleil, la Terre, la Lune, Mars, Phobos, Deimos, Jupiter, Europa et Callisto. La position de chaque satellite (Lune, Europa, Callisto) sera donnée par rapport à sa planète respective (Terre, Jupiter). Le système évolue en fonction du temps pour permettre aux planètes et satellites de faire des rotations sur eux-mêmes et par rapport au Soleil. La trajectoire des planètes autour du Soleil est représentée par un tore (Figure 1).

On vous demande d'abord d'afficher le Soleil partiellement transparent afin que l'on puisse voir les corps célestes qui se passent « derrière » le Soleil (Figure 2).

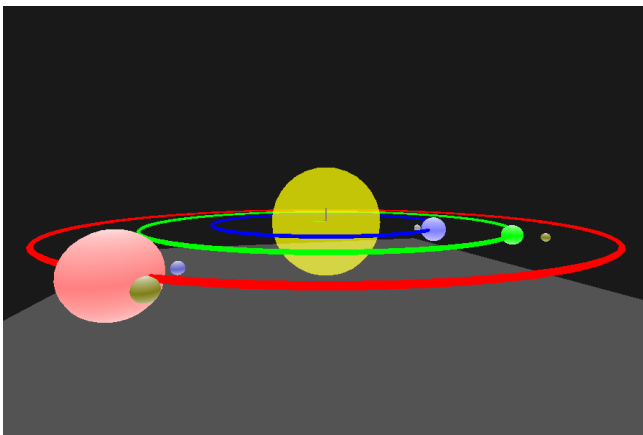


FIGURE 1 – Soleil et autres corps célestes

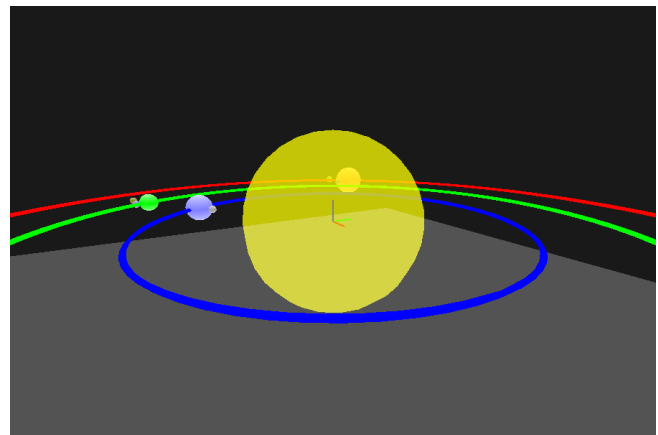


FIGURE 2 – Transparence du Soleil

On vous demande aussi d'ajouter un plan de coupe afin de permettre la coupe des objets tridimensionnels affichés. On pourra déplacer le plan de coupe selon la direction de sa normale 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 un quadrilatère correspondant au plan de coupe. Ce quadrilatère doit être affiché en faisant une vérification du stencil de manière à ce que le plan ne soit seulement dessiné sur la zone de coupe. En plus de ce quadrilatère opaque affiché conditionnellement au stencil, on affichera aussi le quadrilatère complet en transparence.

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.

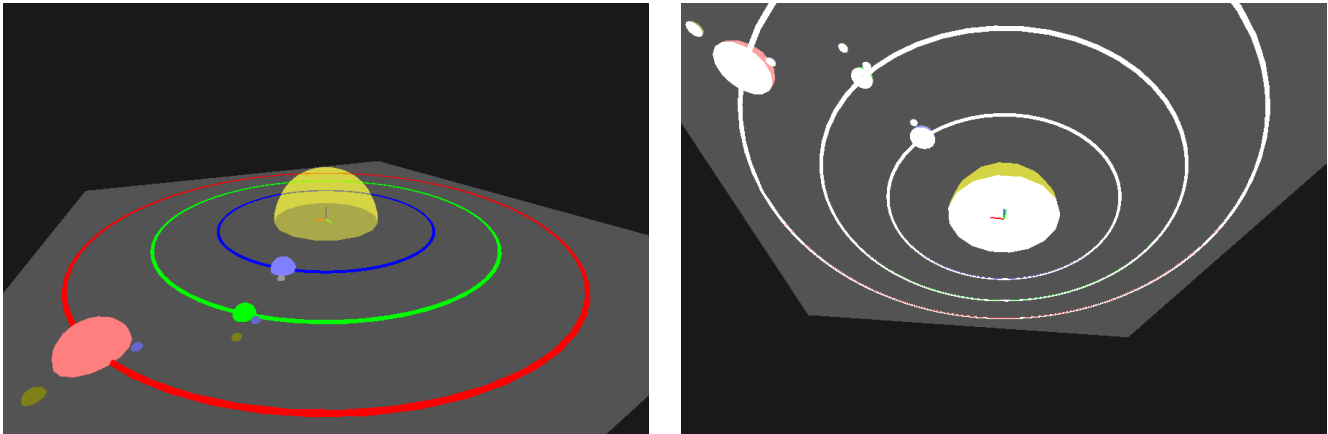


FIGURE 3 – Corps célestes coupés par le plan de coupe

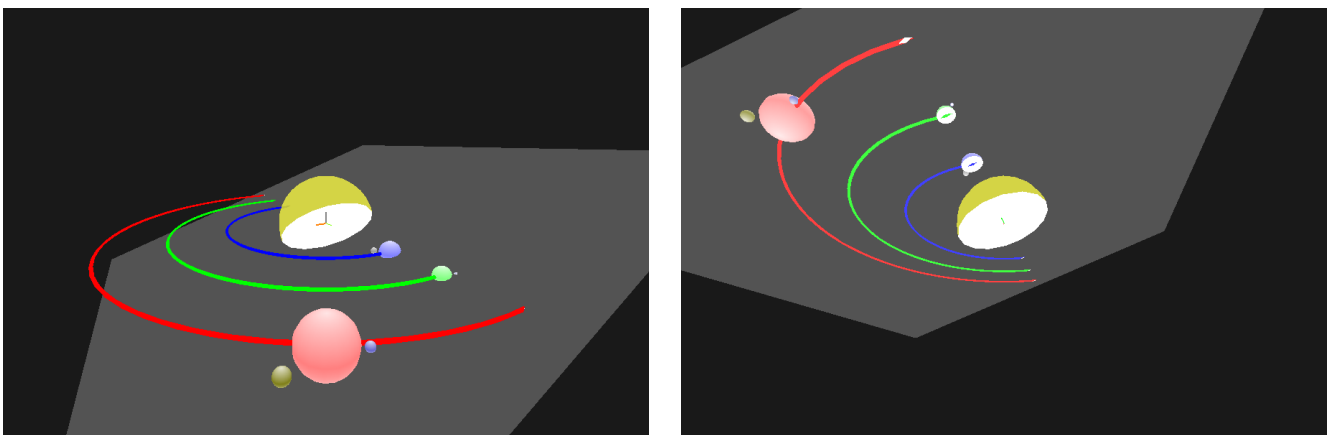


FIGURE 4 – Corps célestes coupés par le plan de coupe incliné avec un angle de 20 degrés

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 : « $d = -(\text{matrVisu} * \text{matrModel} * \text{Vertex}).z$ », mais on peut aussi l'obtenir dans le nuanceur de fragments par : « $d = \text{gl_FragCoord}.z / \text{gl_FragCoord}.w$ ». Dans ce TP, on appliquera l'atténuation de la couleur dans l'intervalle [20,40] : aucune atténuation (=couleur originale) lorsque $d < 20$, linéaire entre 20 et 40 et complète (=du noir) lorsque $d > 40$. (Attention : Utilisez « `clamp()` » plutôt que « `if (...)` » !)

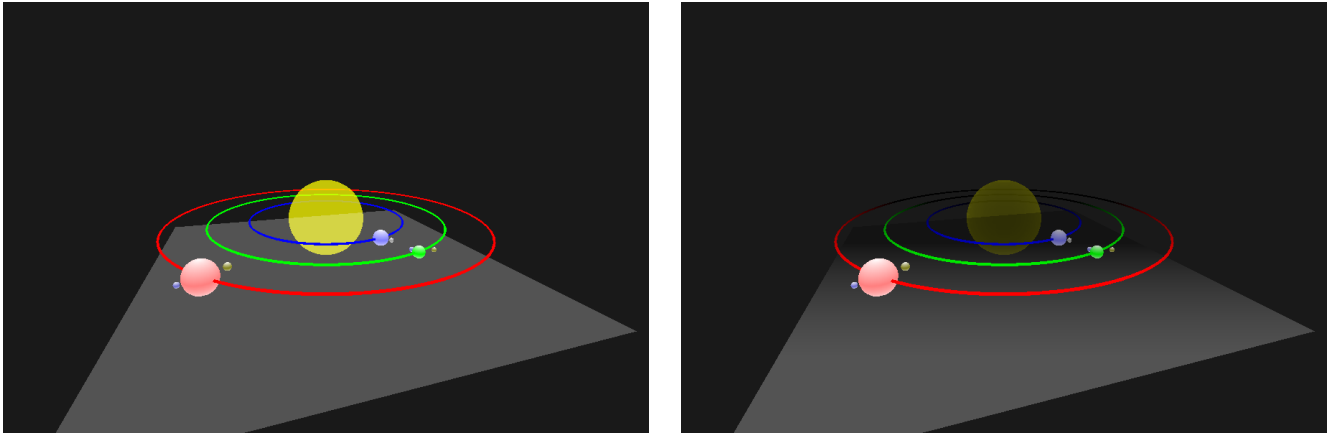


FIGURE 5 – Affichage sans atténuation et avec atténuation en fonction de la profondeur

Partie 2 : mode sélection, réchauffement planétaire et nuanceur de géométrie

« *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 ajouterez 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 fonction `calculerPhysique()`.

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. De plus, en mode sélection, il est préférable de ne pas afficher le quadrilatère représentant le plan de coupe.

D'autre part, 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, à l'exception du Soleil. Dans les nuanceurs, on modifiera donc la couleur des planètes selon la latitude (qui sera obtenue de la coordonnée `z` du Vertex courant). D'abord, on interpolera linéairement une nouvelle couleur `couleurPoleRechauffe` aux pôles selon le facteur `facteurRechauffement` pouvant varier entre 0.0 (= froid = blanc) et 1.0 (= chaud = la couleur donnée du corps céleste). Ensuite, on interpolera 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 couleur `couleurPoleRechauffe` aux pôles (voir Figure 6).

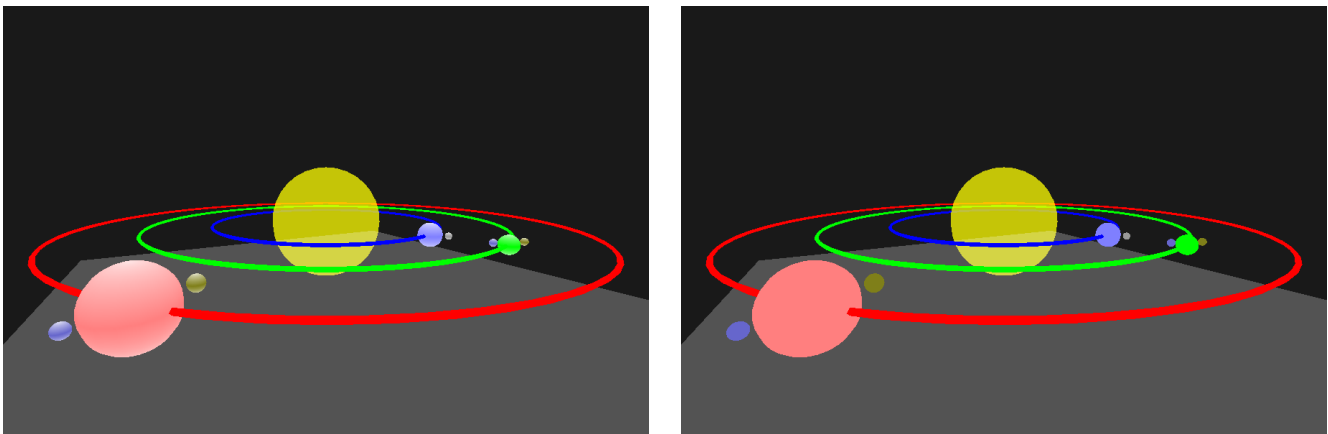


FIGURE 6 – Variation des couleurs selon le réchauffement (froid et chaud)

Enfin, 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 ?)

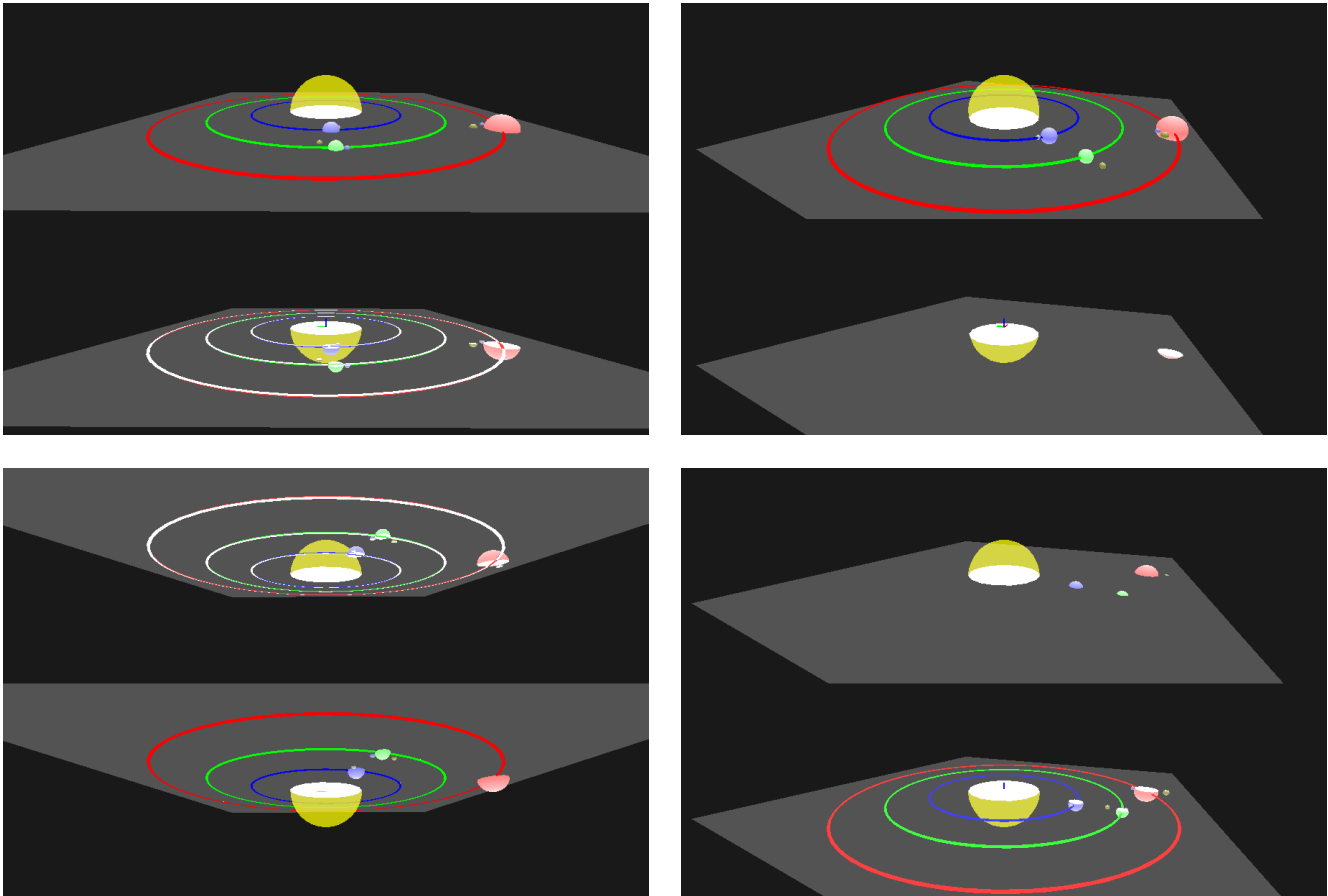


FIGURE 7 – Utilisation de deux clôtures avec le plan de coupe à différentes positions

Vous devrez regrouper les attributs dans des structures `AttribsIn` et `AttribsOut` et utiliser celles-ci dans les trois nuanceurs :

```
in Attribs {
    float proportionLatitude;
    vec4 couleurPoleRechauffe;
    //...
} AttribsIn;

out Attribs {
    float proportionLatitude;
    vec4 couleurPoleRechauffe;
    //...
} AttribsOut;
```

(Pour bien faire les choses, il faut aussi attendre dans le nuanceur de géométrie avant d'affecter une valeur à `gl_ClipDistance[0]`. On peut y déplacer le calcul de la valeur ou simplement passer dans `AttribsIn` la valeur à affecter.)

3 Exigences

3.1 Exigences fonctionnelles

Partie 1 :

- E1. Le Soleil est transparent ($\alpha = 0.5$).
- E2. L'utilisation d'un plan de coupe permet de couper chacun des solides tridimensionnels.
- E3. Le solide coupé est fermé en utilisant le tampon stencil pour dessiner un quadrilatère dont l'affichage est limité aux pixels de la coupe.
- E4. On peut déplacer le plan de coupe selon la direction de sa normale et l'affichage est correct.
- E5. Le quadrilatère représentant le plan de coupe est affiché en transparence ($\alpha = 0.25$).
- E6. La couleur peut être atténuée selon la profondeur.
- E7. Le logiciel utilise correctement les touches listées à l'annexe A.

Partie 2 :

- E8. Un corps céleste sélectionné ne bouge plus.
- E9. La couleur des pôles varie selon le facteur de réchauffement ; la couleur des planètes varie linéairement entre l'équateur et les pôles.
- E10. Un nuanceur de géométrie est utilisé pour afficher deux vues découpées différemment par le même plan de coupe.

3.2 Exigences non fonctionnelles

Les modifications sont à faire dans quelques fonctions du programme principal, mais surtout dans les fichiers de nuanceurs.

3.3 Rapport

Vous devez répondre aux questions dans le fichier `Rapport.txt` et l'inclure 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.)

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 |
| p | Atténuer ou non la couleur selon la profondeur |
| g | Permuter l'affichage en fil de fer ou plein |
| PLUS | Incrémenter la distance de la caméra |
| MOINS | Décrémenter la distance de la caméra |
| CROCHETDROIT | Augmenter l'angle du plan de coupe |
| CROCHETGAUCHE | Diminuer l'angle du plan de coupe |
| m | Choisir le modèle : 1-sphère, 2-cube, 3-théière (déjà implanté) |
| c | Augmenter le facteur de réchauffement |
| f | Diminuer le facteur de réchauffement |
| BOUTON GAUCHE | Modifier le point de vue |
| BOUTON DROIT | Sélectionner des objets |
| Molette | Déplacer le plan de coupe |

B Figure supplémentaire



FIGURE 8 – Demi-théière avec réflexion sur la lame du couteau

C Apprentissage supplémentaire

Partie 1 :

1. Utiliser deux (ou trois) plans de coupe.
2. Utiliser des objets non complètement fermés plutôt que des sphères. (Ça causera quelques problèmes à l'affichage.)
3. *[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.

Partie 2 :

4. Utiliser quatre clôtures différentes pour montrer différents points de vue sur la scène. (Il vaut alors appliquer les matrices de projection et de visualisation dans le nuanceur de géométrie.)
5. Donner une orbite elliptique aux planètes et satellites. Changer l'orientation du plan de chaque orbite.
6. Utiliser le clavier pour changer la vitesse de révolution des planètes, contrôler l'écoulement du temps, s'approcher ou s'éloigner du système.
7. Afficher le point de vue à partir d'autres endroits sur la Terre.
8. Afficher le point de vue qu'un astronaute aurait à partir d'une navette spatiale en orbite autour de la Terre.

Notez qu'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. Il serait alors difficile de bien évaluer votre utilisation des énoncés OpenGL. Pour les intéressés, les paramètres réels des planètes de notre système solaire sont donnés, entre autres, à <http://www.astro-rennes.com/planetes/intro.php>.