

# **INF2705 Infographie**

## **Spécification des requis du système**

### **Travail pratique 5**

### ***Déplacement de surface***

## Table des matières

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

# 1 Introduction

Ce document décrit les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du TP5 « *Déplacement de surface* » 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 mettre en pratique l'affichage des surfaces avec OpenGL et le déplacement d'une surface dans les nuanceurs. Ce travail pratique lui permettra de se familiariser avec les nuanceurs de tessellation, le calcul des normales et les fonctions d'illumination. Il lui permettra aussi de mettre en pratique le déplacement de sommets à partir de textures de même que l'affichage en stéréoscopie.

### 2.2 Travail demandé

#### Partie 1 : la visualisation de surface et l'utilisation des nuanceurs de tessellation

On demande de réaliser un programme permettant d'afficher une surface 3D définie par la fonction mathématique  $z = F_{ct}(x, y)$ . Cette surface est affichée en utilisant les sommets de deux triangles représentant un carré plat dans le plan  $xy$ . La première étape sera d'activer les nuanceurs de tessellation dans le programme principal et d'utiliser des `GL_PATCHES` afin d'afficher un quadrilatère qui sera subdivisé en plusieurs sous-triangles (voir Figure 1).

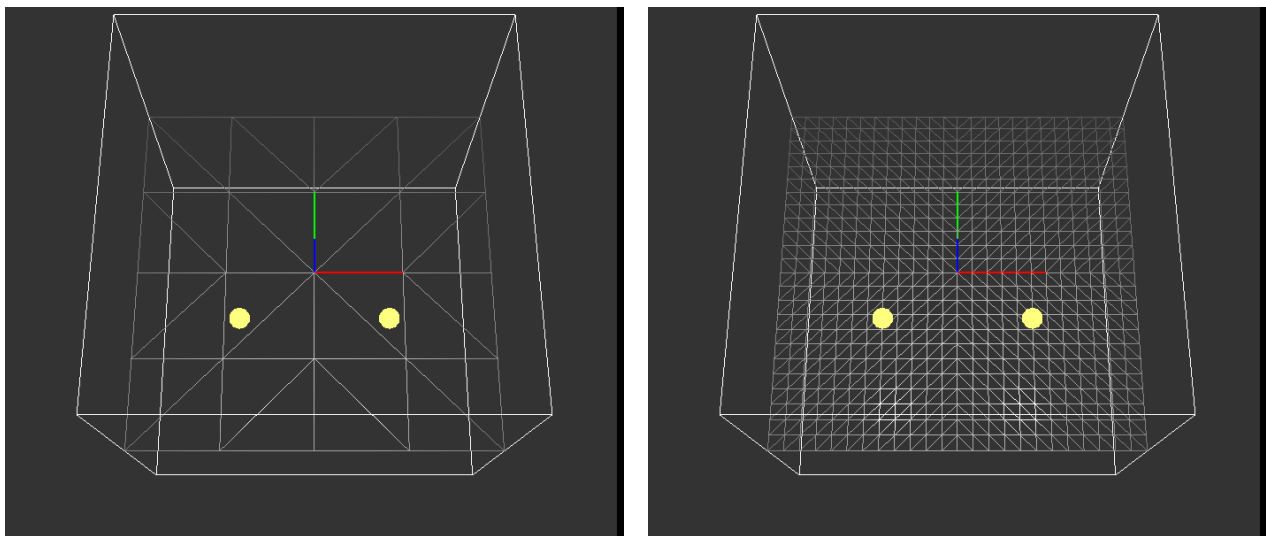


FIGURE 1 – La surface plane avec une basse ou haute tessellation

Notez que les coordonnées du plan varient entre  $[-1, 1]x[-1, 1]$  dans le programme principal et c'est le vecteur `bDim` (modifiable interactivement) qui définit les dimensions de la boîte dans laquelle on souhaite visualiser la fonction. Le nuanceur de sommets reçoit ainsi des sommets dans l'intervalle  $(x, y) \in [-1, 1]x[-1, 1]$  et produit des valeurs dans l'intervalle  $[-bDim.x, bDim.x]x[-bDim.y, bDim.y]$  en appliquant le facteur `bDim`. La fonction peut ainsi être représentée sur un domaine plus ou moins grand (voir Figure 2).

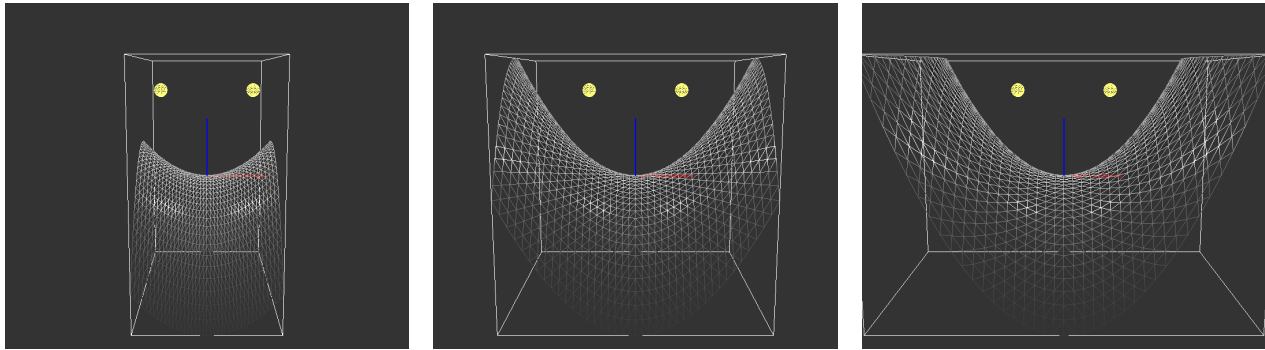


FIGURE 2 – Fonction représentée sur différents domaines

La seconde étape sera de calculer, dans le nuanceur de tessellation, un déplacement en  $z$  en utilisant la valeur de la fonction  $Fct()$  multipliée par un `facteurZ` (modifiable interactivement). Notez que lorsqu'on évalue la fonction  $Fct()$  dans le nuanceur de tessellation, les valeurs de  $x$  et  $y$  (le domaine de la fonction) sont alors dans l'intervalle  $[-bDim.x, bDim.x] \times [-bDim.y, bDim.y]$ .

Afin d'éclairer convenablement la surface avec le modèle de Blinn (voir Figure 3), on doit calculer la normale à chaque nouveau sommet en utilisant la dérivée de la fonction  $Fct()$  représentée :

$$\vec{N}(x, y) = \left[ \frac{\partial Fct(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial Fct(x, y)}{\partial y}, -1 \right]$$

Ce calcul sera effectué dans le nuanceur de tessellation par une méthode numérique en utilisant (avec  $\epsilon = 0.01$ ) :

$$\vec{N}(x, y) = \left[ \frac{(Fct(x + \epsilon, y) - Fct(x - \epsilon, y))}{(2 * \epsilon)}, \frac{(Fct(x, y + \epsilon) - Fct(x, y - \epsilon))}{(2 * \epsilon)}, -1 \right]$$

(N'oubliez pas de normaliser le vecteur  $\vec{N}$  ainsi calculé avant de l'utiliser.)

Ensuite, le nuanceur de géométrie appliquera les transformations de visualisation et de projection. Dans ce nuanceur, on utilise deux plans de coupe (`glClipDistance[]`) afin de restreindre l'affichage de la fonction en hauteur dans l'intervalle  $[-bDim.z, bDim.z]$  (voir Figure 4).

On éclairera la surface par deux sources de lumière qui sont soit ponctuelles, soit directionnelles dont la position et l'orientation sont contrôlées interactivement. On considère que la lumière est ponctuelle (à la position  $(x/w, y/w, z/w)$ ) lorsque  $w \neq 0$ , ou directionnelle (dans la direction  $(x, y, z)$ ) lorsque  $w = 0$ .

(Au besoin, révisez les pages 6-37 à 6-39 des notes de cours sur l'illumination.)

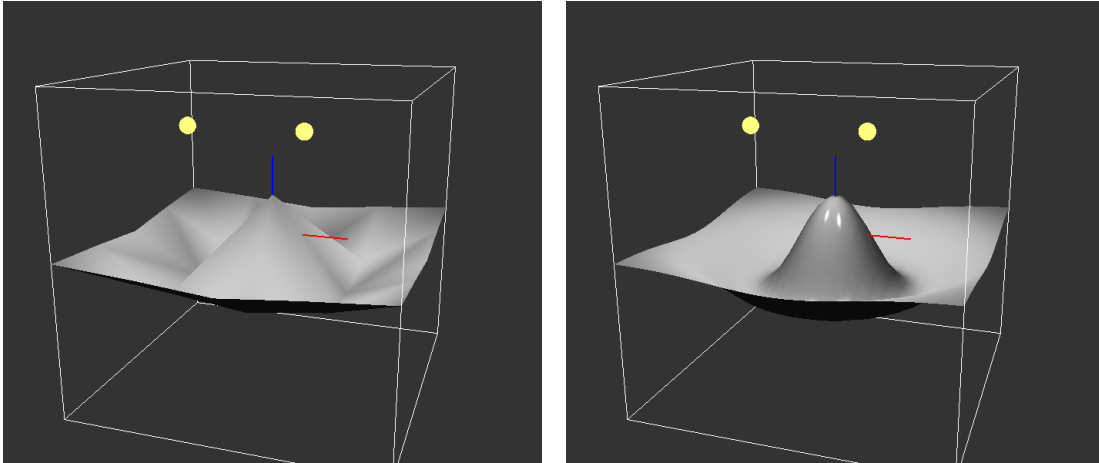
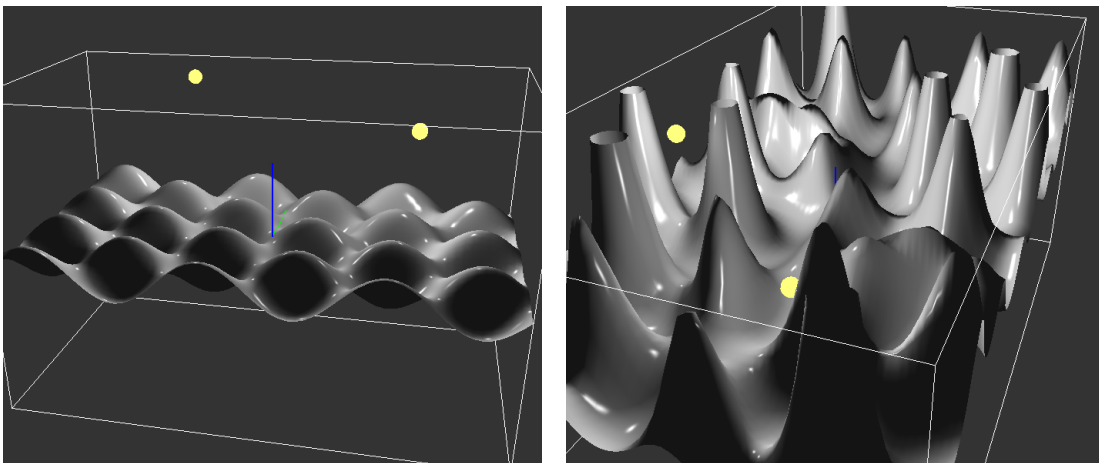


FIGURE 3 – Éclairage de la surface, avec tessellation basse ou haute

FIGURE 4 – Déplacement et découpage de la surface en  $z$

## Partie 2 : le déplacement avec une texture et l’affichage en stéréo

Afin de bien comprendre les utilisations possibles ou alternatives des textures, on déformera le plan selon une texture plutôt que selon une fonction. On utilisera l’intensité moyenne des texels pour modifier la hauteur des sommets (voir Figure 5). (Afin de produire une déformation *intéressante*, on peut utiliser «  $\text{length}(\text{texel}) * \text{facteurZ} / 10.0$  » qui fonctionne bien.)

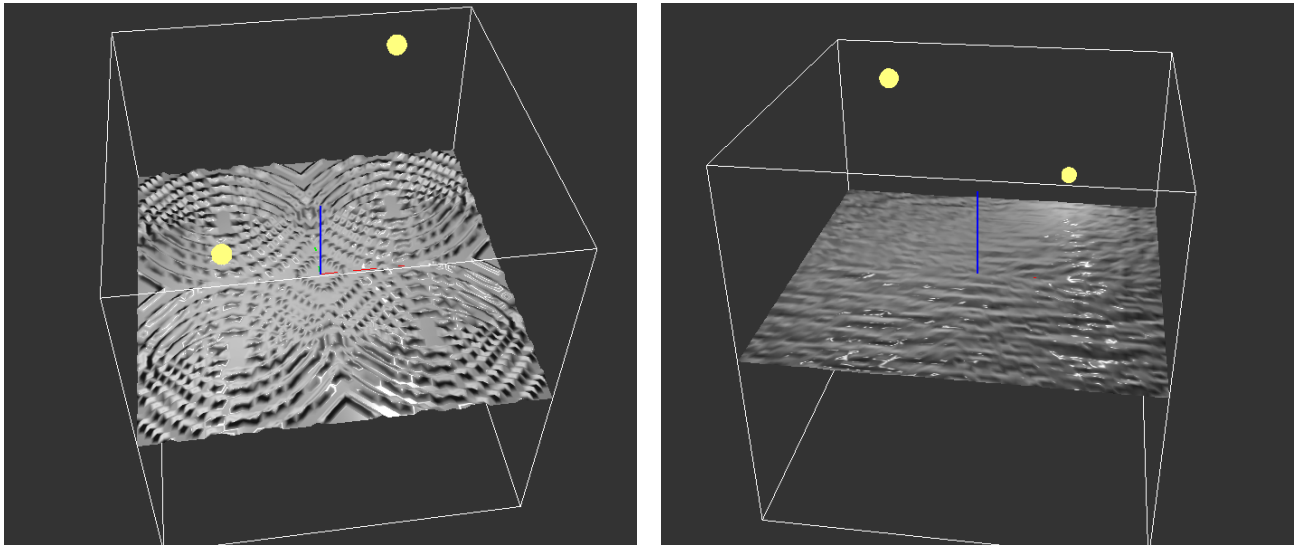


FIGURE 5 – Placage de déplacement avec deux textures différentes

Une seconde texture pourra être appliquée afin de « colorer » la surface déformée. Comme dans la partie 1, le programme permettra de moduler l’effet du déplacement et il sera aussi possible de changer les textures utilisées en cours d’exécution. (voir Figure 6).

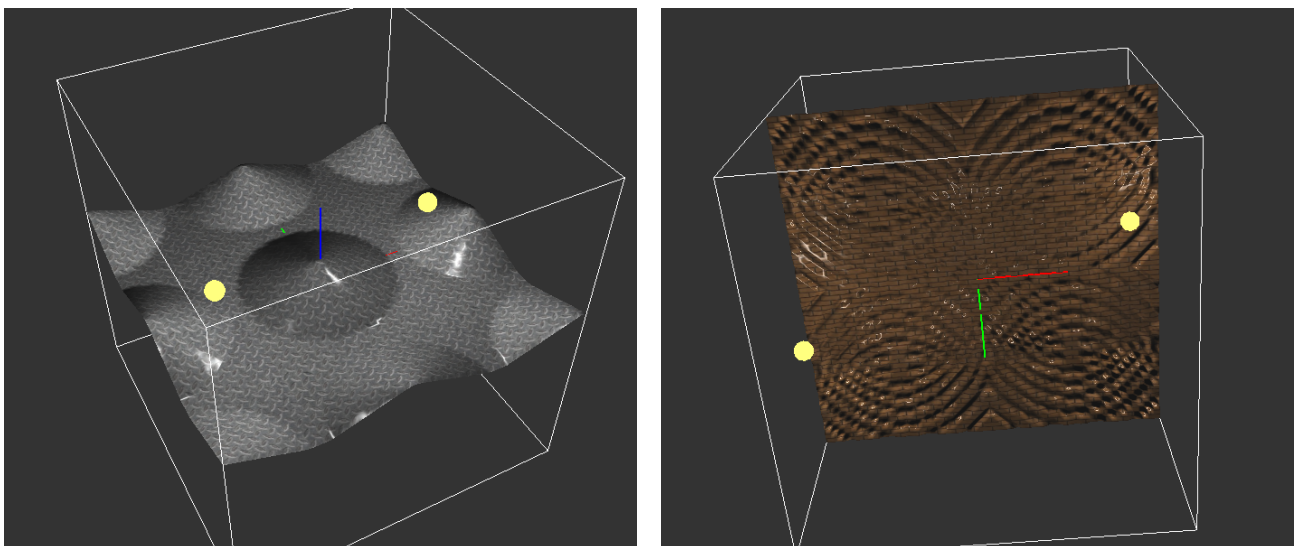


FIGURE 6 – Placage de déplacement avec deux textures différentes

Afin de mieux percevoir la profondeur (et pour s'amuser en 3D !), la scène pourra être vue en stéréoscopie en mode anaglyphe ou en mode double en utilisant une clôture différente pour chaque œil (voir Figure 7).

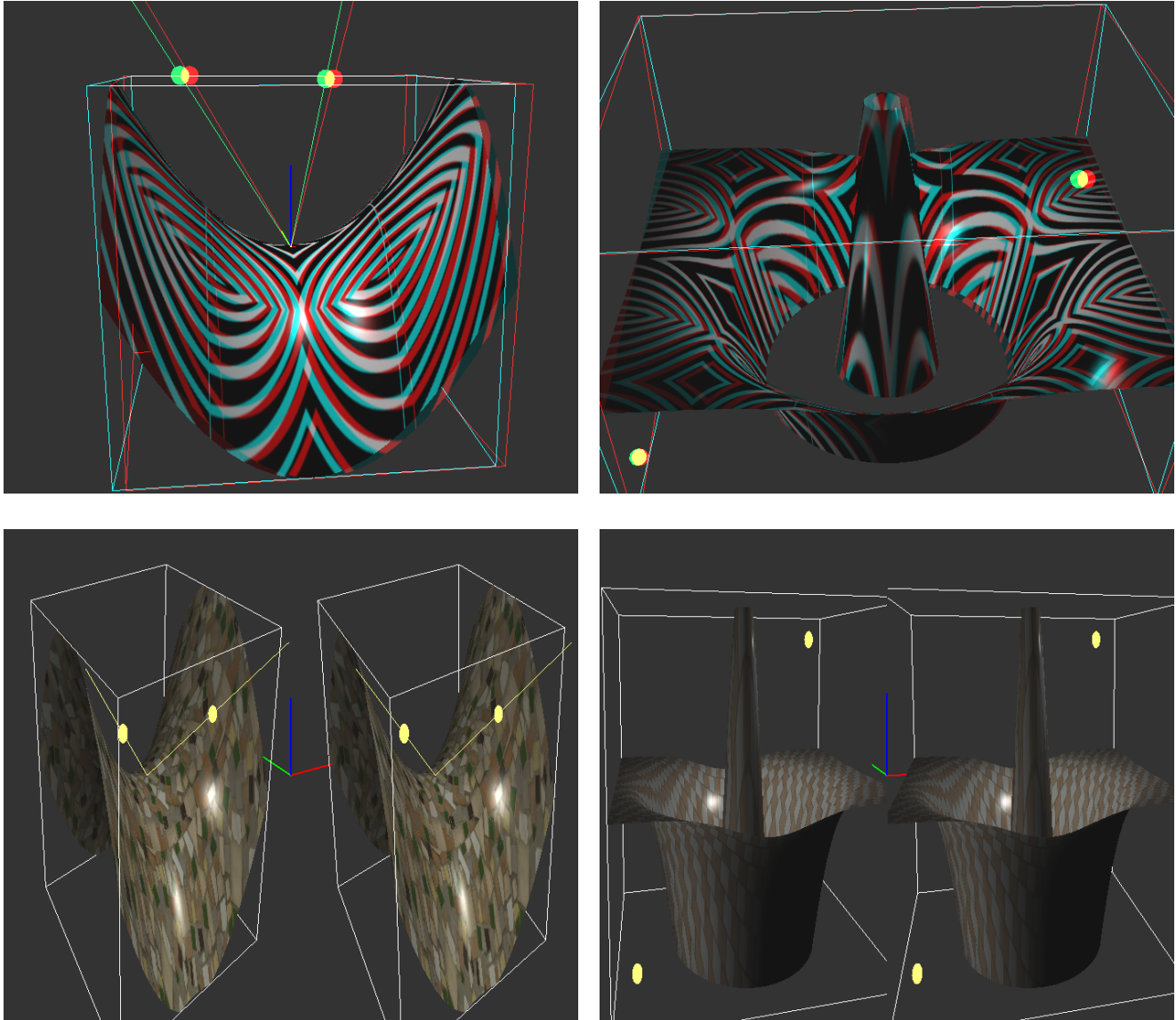


FIGURE 7 – Affichage en anaglyphe (pour des lunettes anaglyphes) ou en mode double (pour un écran autostéréoscopique)



## 2.3 Fichiers fournis

Pour démarrer, on pourra utiliser les nuanceurs des exemples du cours pour les nuanceurs de tessellation [www.groupees.polymtl.ca/inf2705/exemples/12-Tesselation/](http://www.groupees.polymtl.ca/inf2705/exemples/12-Tesselation/), ainsi que pour l'affichage stéréo en anaglyphe : [www.groupees.polymtl.ca/inf2705/exemples/13-stereoAnaglyphe/](http://www.groupees.polymtl.ca/inf2705/exemples/13-stereoAnaglyphe/).

# 3 Exigences

## 3.1 Exigences fonctionnelles

Partie 1 :

- E1. La surface est subdivisée en triangles plus petits en utilisant les nuanceurs de tessellation.
- E2. Le déplacement par la fonction mathématique  $FctMath()$  est bien implémenté dans les nuanceurs.
- E3. Il est possible de varier l'effet du déplacement selon `facteurZ`.
- E4. Le calcul des normales est fait correctement et la surface est bien illuminée (Blinn).
- E5. Le calcul de l'illumination est correct, autant pour des lumières ponctuelles que directionnelles.
- E6. On peut faire varier le domaine de la fonction.

Partie 2 :

- E7. Les neuf textures peuvent être affichées sur le plan.
- E8. Le déplacement par la texture  $FctText()$  est bien implémenté dans les nuanceurs (touche 't').
- E9. Il est possible de varier l'effet du placage de déplacement selon `facteurZ`.
- E10. Le coloration avec la texture est implémentée dans les nuanceurs (touche 'c').
- E11. L'affichage peut aussi être en stéréoscopie en mode anaglyphe ou en mode double.

## 3.2 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

<b>Touche</b>	<b>Description</b>
q	Quitter l'application
x	Activer/désactiver l'affichage des axes
v	Recharger les fichiers des nuanceurs et recréer le programme
i	Augmenter le niveau de tessellation interne
k	Diminuer le niveau de tessellation interne
o	Augmenter le niveau de tessellation externe
l	Diminuer le niveau de tessellation externe
u	Augmenter les deux niveaux de tessellation
j	Diminuer les deux niveaux de tessellation
MOINS	Moduler l'effet du déplacement
PLUS	Moduler l'effet du déplacement
DROITE	Augmenter la dimension de la boîte en X
GAUCHE	Diminuer la dimension de la boîte en X
BAS	Augmenter la dimension de la boîte en Y
HAUT	Diminuer la dimension de la boîte en Y
PAGEPREC	Augmenter la dimension de la boîte en Z
PAGESUIV	Diminuer la dimension de la boîte en Z
0	Revenir à la surface de base (ne pas utiliser de textures)
f	Varié la fonction mathématique utilisée pour le déplacement
t	Varié l'indice de la texture utilisée pour le déplacement
c	Varié l'indice de la texture utilisée pour la composante diffuse de la couleur
e	Varié l'indice de la texture utilisée pour la couleur ET le déplacement
p	Permuter lumière positionnelle ou directionnelle
s	Varié le type d'affichage stéréo : mono, stéréo anaglyphe, stéréo double
g	Permuter l'affichage en fil de fer ou plein
n	Utiliser ou non les normales calculées comme couleur (pour le débogage)
ESPACE	Mettre en pause ou reprendre l'animation
BOUTON GAUCHE	Déplacer la caméra
BOUTON MILIEU	Déplacer la lumière en profondeur uniquement
BOUTON DROIT	Déplacer la lumière à la position de la souris (sans changer la profondeur)
Molette	Changer le facteurZ

## B Figures supplémentaires

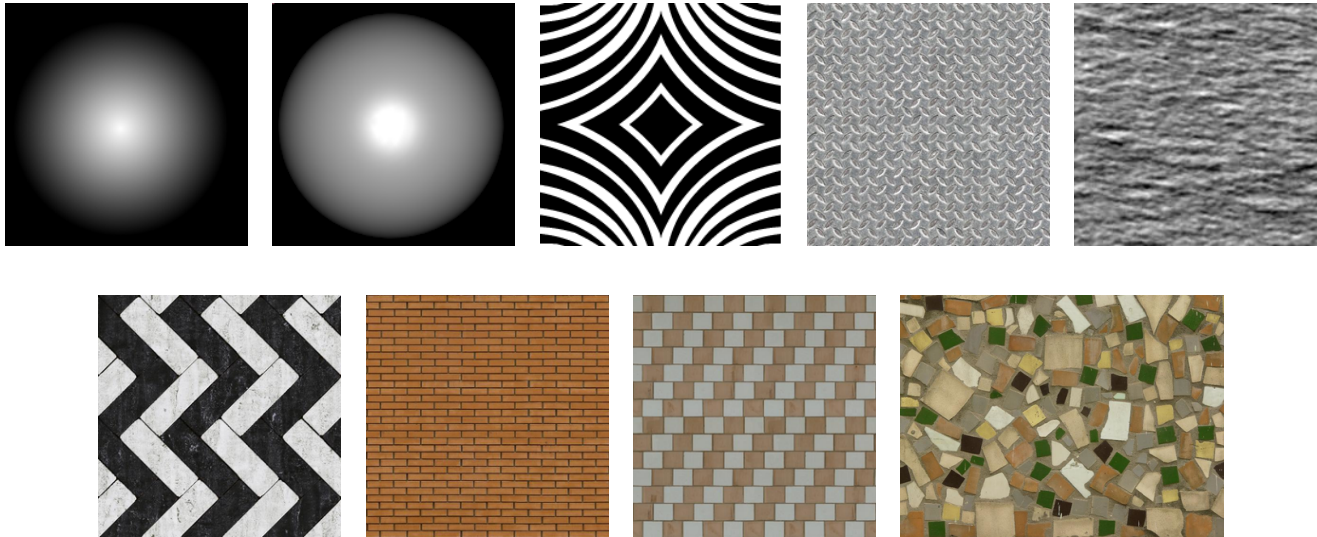


FIGURE 8 – Les textures utilisées

## C Apprentissage supplémentaire

1. Constaté qu'on peut calculer les normales sans appliquer la déformation de la surface.
2. Utiliser diverses fonctions pour la définition de  $F_{ct}(x, y)$ .
3. Implémenter le placage de déplacement pour des textures en couleur en déformant selon un seul canal de couleur.