Devoir 2

(à remettre au plus tard le 7 décembre 2016, à 16h00)
(en classe ou dans la chute du département d'informatique, située au PK-4150)

Le devoir doit être rédigé **individuellement** et à l'**ordinateur** (il est cependant permis de remettre des annexes avec des **schémas dessinés** manuellement). Vous devez **justifier** chacune de vos réponses. Tout retard entraînera une pénalité de **20%** par jour ouvrable.

Question	1	2	3	4	Total
Sur	20	20	25	35	100
Note					

1. (20 points) Un tore $T(R, r)$ est une surface qui peut être paramétrée par la fonction

$$\vec{s}(u, v) = ((R + r\cos v)\cos u, (R + r\cos v)\sin u, r\sin v),$$

où r est le rayon du petit cercle qui engendre le tore et R est la distance entre le centre du tube et le centre du tore. Donnez le pseudocode (ou écrivez un programme) qui prend un point quelconque (x, y, z) de l'espace et qui retourne une des deux valeurs suivantes :

- Le vecteur nul si (x, y, z) ne se trouve pas sur le tore $T(R, r)$;
- Le vecteur normal à la surface au point (x, y, z) si (x, y, z) se trouve sur le tore $T(R, r)$.

N'hésitez pas à consulter des références pour vous aider à répondre à cette question, mais n'oubliez pas de citer vos sources.

2. (20 points) Considérez une scène contenant les éléments suivants :

- Un cube centré en $(0, 0, 0)$ dont les côtés mesurent 10 unités;
- Deux sphères de rayon 2 centrées respectivement en $(3, 0, 0)$ et $(-3, 0, 0)$.

Un rayon est lancé à partir du point $(0, 4, 4)$ en direction du point $(3, 0, 0)$. Décrivez la trajectoire de ce rayon s'il est parfaitement réfléchi chaque fois qu'il entre en collision avec un objet de la scène (incluant les parois du cube), en supposant qu'il disparaît lorsqu'il entre en collision une cinquième fois avec un objet. Vous pouvez répondre à cette question de deux façons :

- En présentant les calculs mathématiques;
- En présentant un programme dans le langage de votre choix qui effectue le calcul.

3. (25 points) Une boule B de centre (x, y, z) et de rayon r évolue dans une scène fermée S de la forme $(h \pm a, k \pm b, \ell \pm c)$ qui contient n plateformes P_i de la forme $(h_i \pm a_i, k_i \pm b_i, \ell_i \pm c_i)$, pour $i = 1, 2, \ldots, n$, où (h_i, k_i, ℓ_i) est le centre de la plateforme P_i, et (a_i, b_i, c_i) est un triplet décrivant la longueur d'un demi-côté de la plateforme P_i.

   Donnez le pseudocode d'une fonction

   fonction Collision(B : boule, S : scène, P : liste de plateformes) : :

   booléen qui retourne vrai si et seulement si la boule B est en collision avec une des parois de la scène S ou une des plateformes contenues dans P. N'oubliez pas de citer vos sources. *Aide :* Théorème des axes séparants.

4. L'objectif de cette question est de concevoir une texture 3D et de l'appliquer à un modèle. Vous devez utiliser le moteur de rendu *Cycles* du logiciel Blender.

   (a) (10 points) Dans un premier temps, concevez un modèle en deux versions :

   - Une première version avec un niveau de détails élevé, en utilisant le mode “Sculpt” de Blender;
   - Une seconde version avec un niveau de détails plus bas. Ce deuxième modèle devrait être créé après le premier. Il existe plusieurs façons de créer une version avec moins de polygones (voir par exemple cette discussion).

   Ensuite, à l'aide de Blender, générez l'image des normales (*normal map*) avec l'opération “Bake” du modèle le plus détaillé. Présentez vos modèles ainsi que l'image des normales.

   (b) (10 points) Ensuite, créez une texture de façon procédurale (par exemple, du marbre, du bois, de l'écorce d'arbre, du métal, etc.) à l'aide du “Node Editor” de Blender et présentez le résultat.

   (c) (15 points) Toujours avec l'éditeur de noeuds, appliquez votre texture au modèle le moins détaillé en prenant en compte l'image des normales. Présentez le graphe de noeuds vous permettant de générer votre texture. N'hésitez pas à ajouter (c'est optionnel) des noeuds qui tiennent compte des reflets de lumière (*glossy* ou encore *ambiant occlusion map*).

   N'oubliez pas de citer vos sources.