

# Projet n°2

## Le raytraceur

### 1 Introduction

Le but de cette deuxième partie du projet est de compléter le raytraceur commencé dans la première partie du projet. Le programme complet prendra en argument, outre des options, le nom d'un *fichier de description* spécifiant les objets d'une scène, les textures et placements de ces objets, ainsi que les différentes sources de lumière et la position de l'observateur. Le programme devra analyser cette description, puis calculer et afficher l'image ou les images de cette scène.

### 2 Les fichiers de description

Un fichier de description d'une scène consiste en deux parties :

1. une ensemble de *propriétés globales* ;
2. une suite d'*instructions* pour définir et placer des objets et des sources lumineuses.

La Figure 1 contient un exemple de fichier de description. Tout texte entre le caractère # et la fin de ligne est un commentaire. Les propriétés globales et les instructions sont exprimées à l'aide de trois sortes d'expressions, dont la syntaxe est précisée ci-dessous : *expressions arithmétiques*, dénotant des valeurs flottantes, *expressions d'objets*, dénotant des objets géométriques, et *textures*, décrivant les textures d'objets. Noter que la valeur de ces expressions peut varier au cours du temps (ici, le placement d'une boîte nommée "mybox" évolue au cours du temps).

La section d'une description exprimant les propriétés globales commence par le mot clef **ambient** suivi d'une expression arithmétique spécifiant l'intensité d'illumination ambiante, puis, entre les mots clefs **camera** et **end**, la spécification de la position caméra, donnée par **distance** et une expression arithmétique pour la distance de la caméra à l'origine, et **angle** et une expression arithmétique pour l'angle horizontal du champ de vue.

Les différentes sortes d'instructions sont :

- une définition arithmétique, sous la forme :

**let** *identificateur* = *expression*

où *expression* est une expression arithmétique,

- une définition d'objet, sous la forme :

**olet** *identificateur* = *expression*

où *expression* est une expression d'objet,

- le placement d'un objet, sous la forme :

**put** *expression*

où *expression* est une expression d'objet,

- le placement d'une source lumineuse, sous la forme :

**light rotation**  $r_x, r_y, r_z$  **intensity** *i* **end**

où  $r_x$ ,  $r_y$  et  $r_z$  sont des expressions donnant la rotation (la rotation 0,0,0 correspond à une lumière qui vient du haut), et *i* une expression qui dénote l'intensité par une valeur entre 0 et 1.

```

# partie I : propriétés globales.

# intensité d'illumination ambiante
ambient 0.5

# position de la caméra
camera
  distance 10000
  angle 0.8
end

# partie II : instructions

# placement dans la scène d'une nouvelle lumière,
# venant du haut gauche, légèrement par le devant
light
  rotation -pi/8,0,-pi/4
  intensity 0.7
end

# placement dans la scène d'une nouvelle lumière,
# venant du haut droite, légèrement par le devant
light
  rotation -pi/8,0,pi/4
  intensity 0.7
end

# définition d'une nouvelle boîte mybox
olet mybox=box
  length 1000,200,1000
  kd 0.4
  ks 0.6
  phong 2
  color 100,250,120
end

# placement de mybox dans la scène : la rotation
# et la position du centre de la boîte dépendent
# du temps, représenté par l'identificateur t.
put
  translate
    rotate mybox by t/10,t/10,t/10 end
  by t*100,t*100,t*100
end

```

FIGURE 1 – Exemple de fichier de description.

## 2.1 Les expressions arithmétiques

Une *expression arithmétique* est de l'une des formes suivantes :

- un identificateur, dénotant une valeur flottante. Le nom d'un identificateur est une chaîne de caractères non vide, consistant seulement en des lettres en minuscules. L'identificateur `pi` est prédéfini, et l'identificateur `t`, qui correspond au temps, aura une valeur différente pour chaque image d'une animation. Tout autre identificateur doit préalablement à son utilisation avoir été défini par une instruction `let` (voir ci-dessus) ;
- une constante numérique, éventuellement avec un point décimal ;
- `( e )` où  $e$  est une expression arithmétique ;
- $e_1 + e_2$  et  $e_1 - e_2$ , où  $e_1$  et  $e_2$  sont des expressions arithmétiques ;
- $e_1 * e_2$  et  $e_1 / e_2$ , où  $e_1$  et  $e_2$  sont des expressions arithmétiques ;
- `- e`, où  $e$  est une expression arithmétique ;
- `sqrt( $e_1$ )`, `sin( $e_1$ )`, et `cos( $e_1$ )`, où  $e$  est une expression arithmétique.

L'évaluation d'une expression est définie comme d'habitude, avec les règles de priorité habituelles. Un identificateur aura bien sûr pour valeur celle de l'expression associée par le `let` correspondant. Dans le cas de la racine carrée (`sqrt`) il faut que l'argument soit non négatif.

## 2.2 Les expressions d'objets

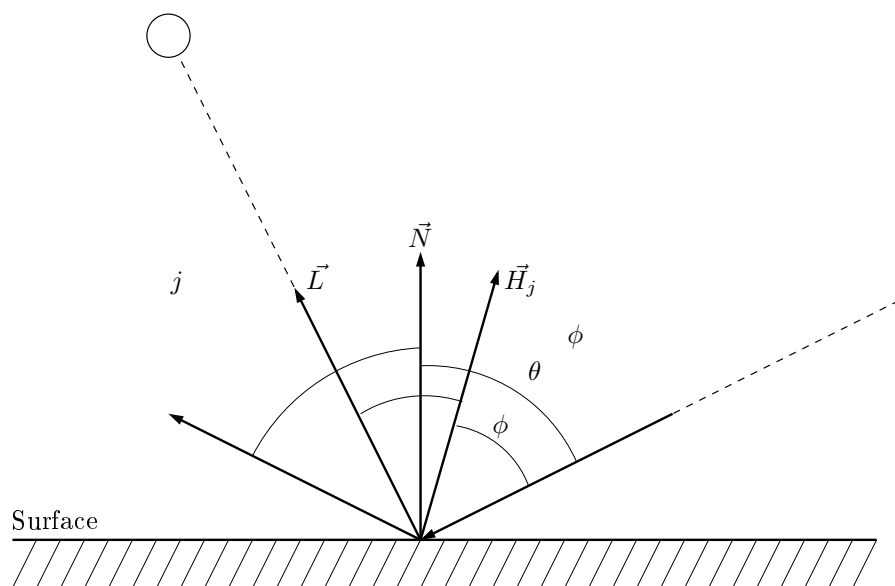
Une *expression d'objet* est de l'une des formes suivantes :

- un identificateur, dénotant un objet. Le nom d'un identificateur est une chaîne de caractères non vide, consistant seulement en des lettres en minuscules. Tout identificateur d'objet doit préalablement à son utilisation avoir été défini par une instruction `olet` (voir ci-dessus).
- `plane rotation  $r_x, r_y, r_z$  shift  $s$  t end`, dénotant un plan où  $s$  est l'expression arithmétique donnant la distance du plan à l'origine, et  $t$  est la texture, et  $r_1, r_2, r_3$  est une rotation qui donne l'orientation du plan (la rotation 0,0,0 correspond à un plan horizontal, avec son côté extérieur vers le haut).
- `box length  $l_x, l_y, l_z$  t end` où  $l_x, l_y, l_z$  sont des expressions arithmétiques. Cette expression dénote une boîte dont le centre est l'origine du système de coordonnées, avec des arrêtes parallèles aux axes du repère, et dont les trois expressions donnent les dimensions.
- `sphere center  $c_x, c_y, c_z$  radius  $r$  t end` où  $c_x, c_y, c_z, r$  sont des expressions arithmétiques et  $t$  une texture, dénote une sphère avec le centre  $c_x, c_y, c_z$ , rayon  $r$ , est texture  $t$ .
- `translate  $o$  by  $c_x, c_y, c_z$  end`, où  $o$  est une expression d'objet et  $c_x, c_y, c_z$  des expressions arithmétiques, dénote l'objet obtenu par  $o$  en appliquant la translation décrite ;
- `rotate  $o$  by  $r_x, r_y, r_z$  end`, où  $o$  est une expression d'objet et  $r_x, r_y, r_z$  des expressions arithmétiques, dénote l'objet obtenu par  $o$  en appliquant la rotation décrite ;
- `scale  $o$  by  $f$  end`, où  $o$  est une expression d'objet et  $f$  une expression arithmétique, dénote l'objet obtenu par  $o$  en appliquant la dilatation décrite.

## 2.3 Les textures

Une *texture* est donnée par `kd  $e_d$  ks  $e_s$  phong  $e_p$  color  $e_r, e_v, e_b$`  où  $e_d, e_s, e_p, e_r, e_v, e_b$  sont des expressions arithmétiques donnant respectivement les coefficients de réflexion diffuse, de réflexion spéculaire, l'exposant de Phong, et les intensités de rouge, vert et bleu d'une couleur.

- le coefficient de réflexion diffuse est une valeur entre 0 et 1 ;
- le coefficient de réflexion spéculaire est une valeur entre 0 et 1 ;
- le coefficient de Phong est un réel strictement positif. (c.f. la formule à la section 3.)
- Les intensités de couleurs prennent des valeurs entre 0 et 255.



- $I_j$  = intensité de la  $j$ -ème source lumineuse
- $\vec{N}$  = normale (unitaire) à la surface de  $o$  au point d'impact
- $\vec{L}_j$  = vecteur (unitaire) allant du point d'impact à la  $j$ -ème source lumineuse
- $\vec{H}_j$  = vecteur (unitaire) bissectant le vecteur  $\vec{L}_j$  et l'opposé de la direction de  $r$ .
- $r'$  =