

EPREUVE DE SYNTHÈSE D'IMAGE  
DURÉE : 3 heures  
Documents autorisés

---

Les algorithmes et les structures de données seront écrits soit en langage de description, soit en Pascal, soit en C.

---

## Problème 1

Dans ce problème, les scènes sont décrites dans un espace à deux dimensions ( $2D$ ). Une scène est définie par une liste de segments de droite, et éclairée par une source ponctuelle que nous appellerons dorénavant  $S$ . On désire pouvoir calculer l'image d'une scène contenant des ombres portées. Le but ici n'est pas de produire cette image, mais montrer comment on peut générer ces ombres portées à l'aide de la méthode des volumes d'ombre modifiée. A chaque segment, face à la source, correspond un volume d'ombre que nous appellerons ici *surface d'ombre* (voir figure 1). la surface d'ombre, associée à un segment  $AB$ , peut être représentée par un arbre BSP (Binary Space Partitioning) représentant le demi-espace délimité par les droites  $AB, SA$  et  $SB$  comme le montre la figure (1). Nous appellerons cet arbre :  $ABO$  (Arbre Binaire d'Ombre). Les normales de ces droites doivent pointer vers l'extérieur de la surface d'ombre. Etant donné un segment  $AB$ , pour savoir si un point  $P$  se trouve dans la surface d'ombre créée par  $AB$ , on parcourt l'arbre  $ABO$  de  $AB$ , de la racine jusqu'aux feuilles. Si ce parcours conduit à une feuille  $IN$  alors  $P$  est à l'ombre, s'il conduit à une feuille  $OUT$  alors  $P$  ne se trouve pas dans la surface d'ombre associée à  $AB$ .

Au lieu de manipuler plusieurs  $ABO$ , on désire les fusionner afin de ne garder en mémoire qu'un seul arbre  $ABO$  global ( $ABOG$ ) qui permettrait de déterminer si un point de la scène est à l'ombre. Cette fusion n'est autre qu'une opération d'union d'arbres  $ABO$ . Ce processus d'union est illustré par la figure (2), où deux  $ABO$  associés aux segments  $AB, CD$  sont fusionnés.

## Questions

1. Proposer une structure de donnée associée à un segment et à un arbre  $ABO$ .
2. Donner l'algorithme de construction d'arbre  $ABO$ .
3. Donner la procédure *classification()* qui permet de situer un segment par rapport à un arbre BSP de type  $ABO$  ou  $ABOG$ .
4. Donner l'algorithme de construction de l'arbre  $ABOG$ .
5. Ecrire la procédure *ombre()* qui détermine si un point  $P$  est à l'ombre.

## Problème 2

On considère des volumes englobants formés de 3 *Slabs* définis par les normales  $(a, b, c)$ ,  $(-a, b, c)$  et  $(-a, -b, c)$ . La scène est constituée d'objets simples de type sphère, et d'objets plus complexes de type arbre *CSG* dont les feuilles sont des sphères. Les images de ces scènes sont obtenues à l'aide de la méthode du lancer de rayon.

### Questions

1. Calculer le volume englobant de type *slab* d'une sphère.
2. Donner l'algorithme qui calcule le volume englobant d'un objet  $obj = obj1 \text{ op } obj2$ , où  $obj1$  et  $obj2$  sont des sphères, et  $op$  un opérateur ensembliste de type *union*, *intersection*, *différence*.
3. En déduire l'algorithme de calcul du volume englobant d'un arbre *CSG*.
4. Proposer une méthode de calcul d'une hiérarchie de volumes englobants d'une scène formée d'objets disjoints de type sphère et de type *CSG*. Cette méthode peut être ascendante ou descendante.
5. Donner la procédure de calcul d'intersection entre un rayon et ce type de scène. On essaiera d'accélérer au maximum ce calcul.

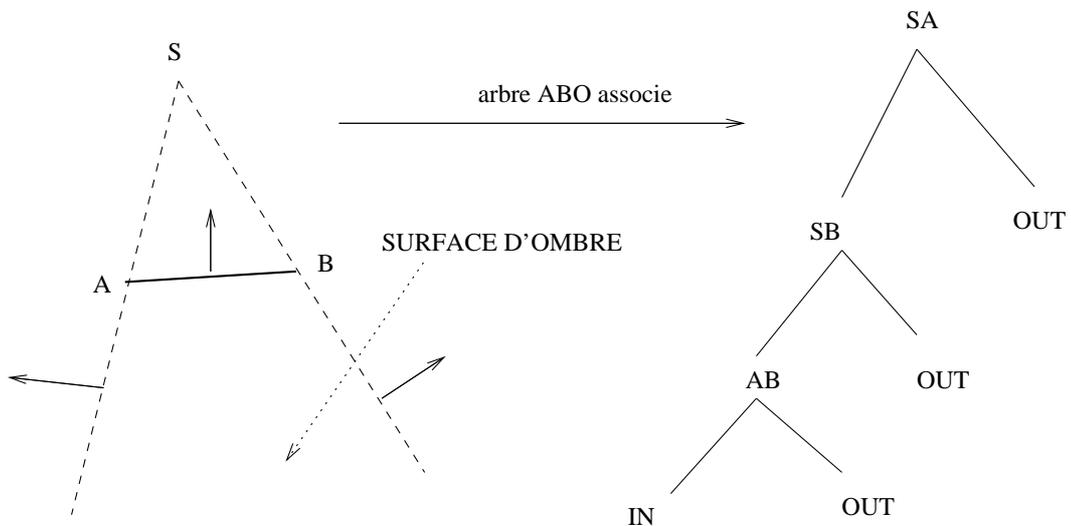


FIG. 1 – arbre BSP d'ombre

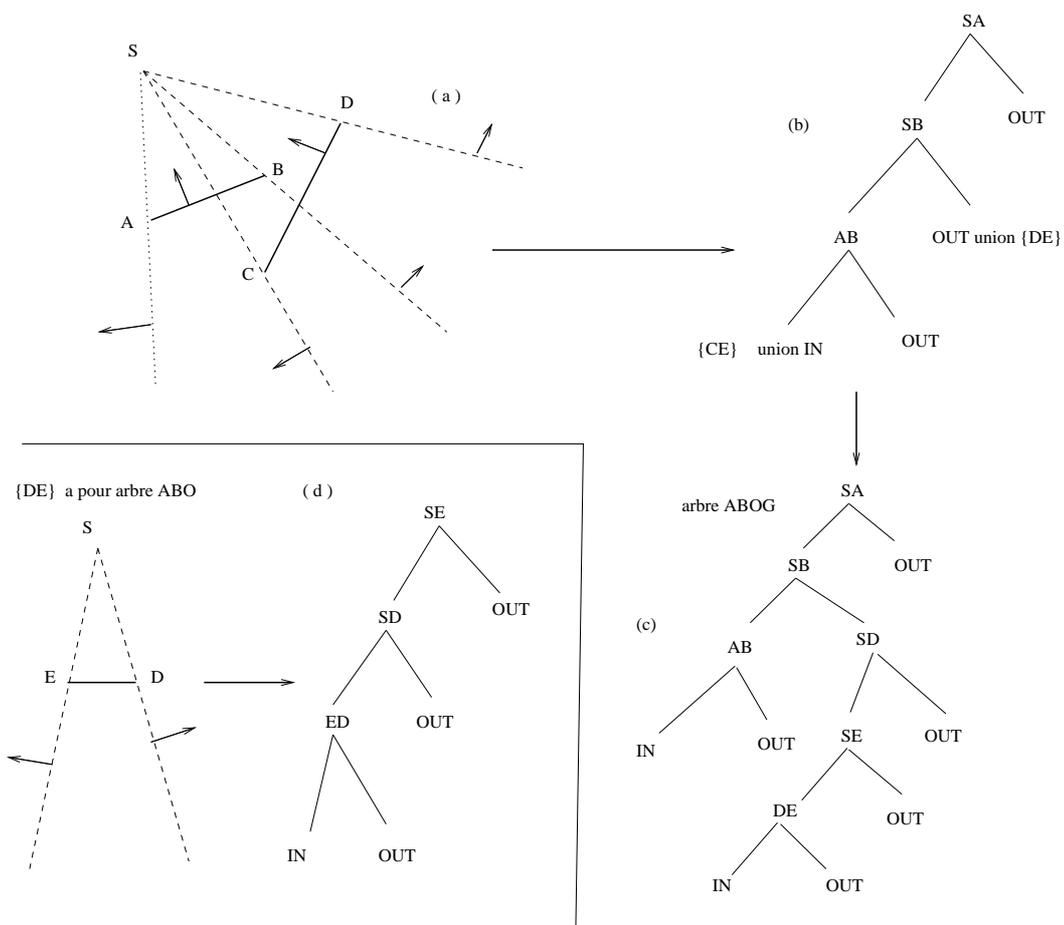


FIG. 2 – union d'arbres *ABO*