

La modélisation 3D

USTHB - M2 IV

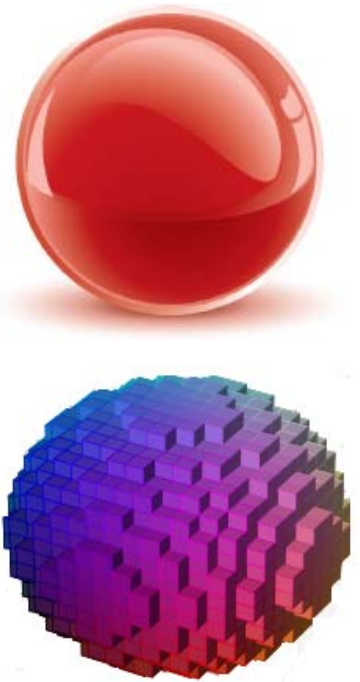
Dr A. DAHMANE

La représentation des objets solides

Il existe plusieurs méthodes pour les décrire. Chaque méthode est adaptée pour représenter des caractéristiques spécifiques nécessaires pour obtenir une scène le plus réaliste possible.

Deux grandes familles:

- La modélisation par le bord ou modélisation surfacique
- L'énumération spatiale ou la modélisation volumique

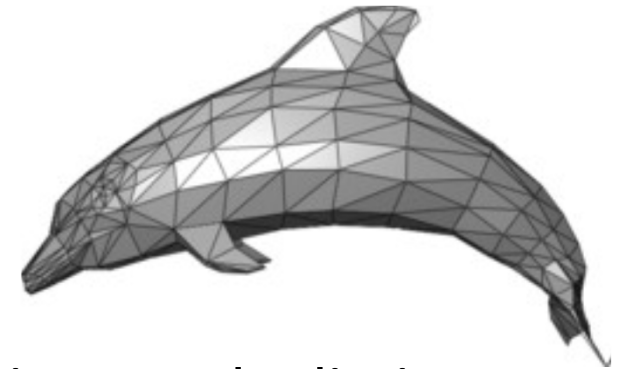


les surfaces polygonales

Méthode très utilisée pour la représentation surfacique d'objets 3D.
Le rendu est rapide puisque toutes les surfaces sont décrites par des équations linéaires.

Un rendu plus réaliste:

- diviser la surface en polygones plus petits
- utiliser des méthodes d'interpolation afin d'éliminer ou de diminuer les bordures des polygones.

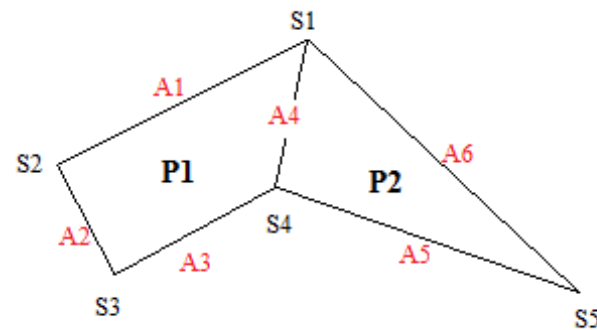


Les tables de polygones

- Les tables de données géométriques :
contiennent les coordonnées des sommets et toute autre information qui définit l'orientation spatiale du polygone.
- Les tables attributs :
définissent la texture de l'objet et ses caractéristiques, sa transparence, sa réflexivité, ...

Les tables de polygones

On utilise 3 tables pour les données géométriques : une table des sommets, une table des arêtes et une autre pour les polygones.



Tables des sommets

S1 : x1 , y1 , z1
S2 : x2 , y2 , z2
S3 : x3 , y3 , z3
S4 : x4 , y4 , z4
S5 : x5 , y5 , z5

Table des arêtes

A1 : S1 , S2
A2 : S2 , S3
A3 : S3 , S4
A4 : S4 , S1
A5 : S4 , S5
A6 : S5 , S1

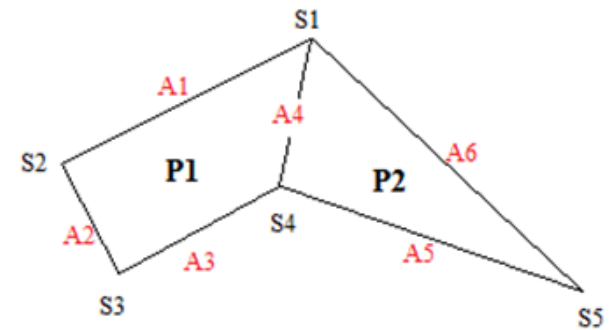
Table des surfaces

P1 : A1 , A2 , A3 , A4
P2 : A4 , A5 , A6

Les tables de polygones

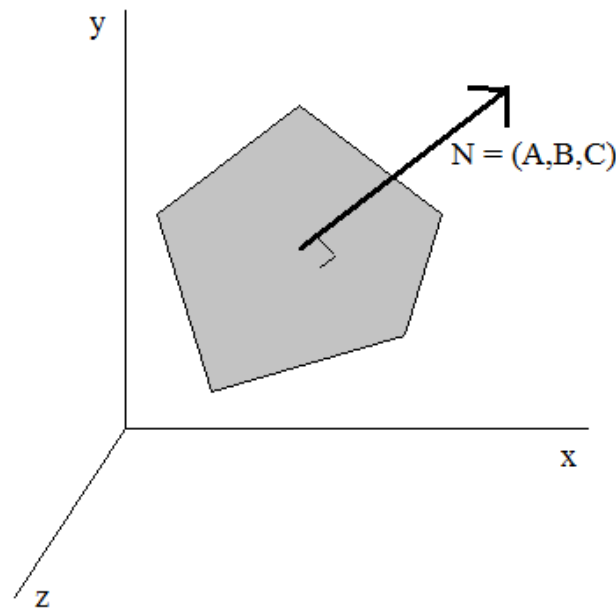
Spécialement pour un système interactif, des erreurs peuvent apparaître. Les vérifications suivantes peuvent aider à les trouver :

1. Chaque sommet appartient au moins à deux arêtes.
2. Chaque arête appartient au moins à un polygone.
3. Chaque polygone est fermé.
4. Chaque polygone à au moins une arête partagée.



Intérieur et extérieur d'une surface

L'orientation spatiale de chaque surface de cet objet est décrite par le vecteur normal du plan de la surface.



Intérieur et extérieur d'une surface

Etant un plan :

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

Le vecteur normal est :

$$N = (A, B, C)$$

On choisit 3 points du plan dans l'ordre contraire des aiguilles d'une montre : $P1, P2, P3$, en observant la surface de l'extérieur vers l'intérieur. N est calculé par le produit vectoriel suivant :

$$N = (P2 - P1) \times (P3 - P1)$$

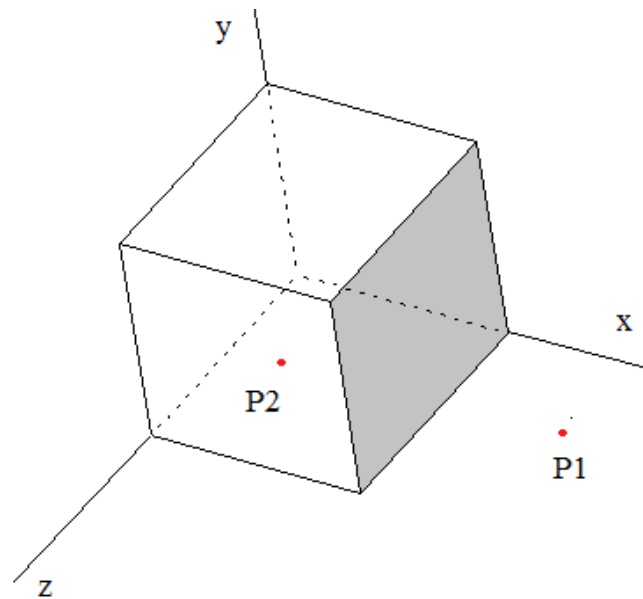
Sachant que pour n'importe quel point P du plan, nous avons :

$$N \cdot P = -D$$

Intérieur et extérieur d'une surface

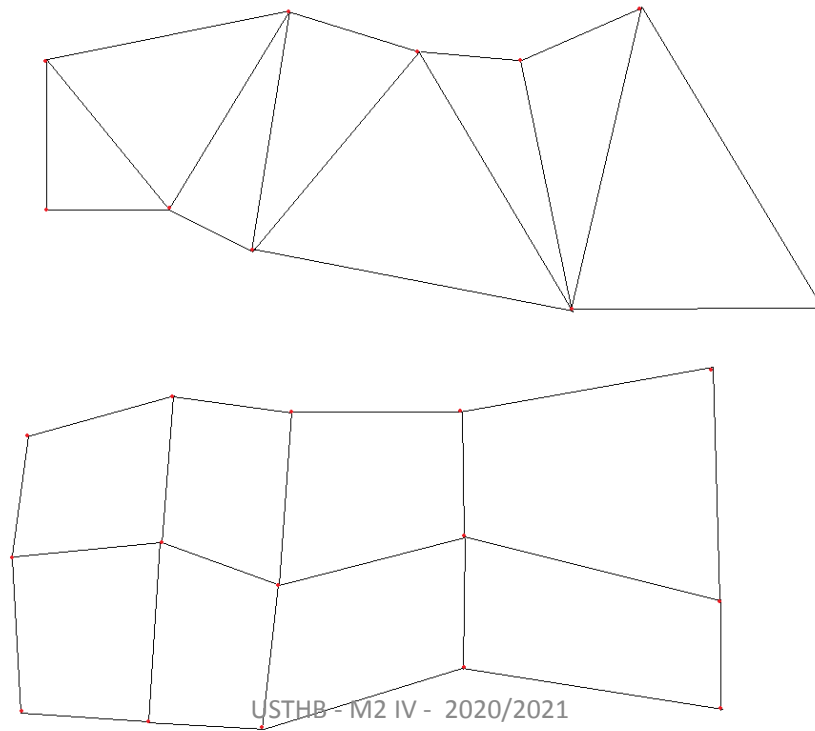
Si $Ax + By + Cz + D > 0$, le point (x, y, z) est à l'extérieur de la surface.

Si $Ax + By + Cz + D < 0$, le point (x, y, z) est à l'intérieur de la surface.



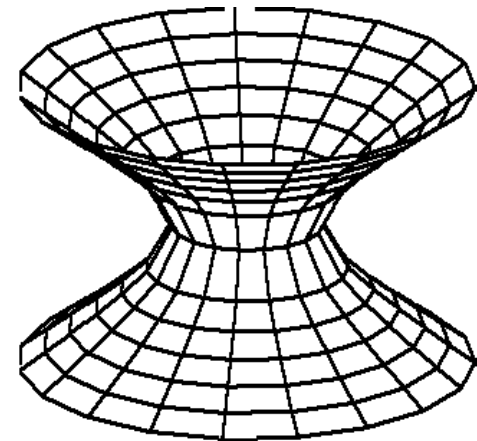
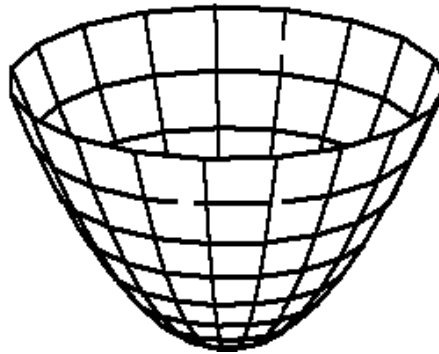
Le maillage de polygones

La surface de l'objet 3D est définie par un maillage de facettes. Ces facettes peuvent être triangulaires ou quadrilatérales.



Les surfaces quadriques

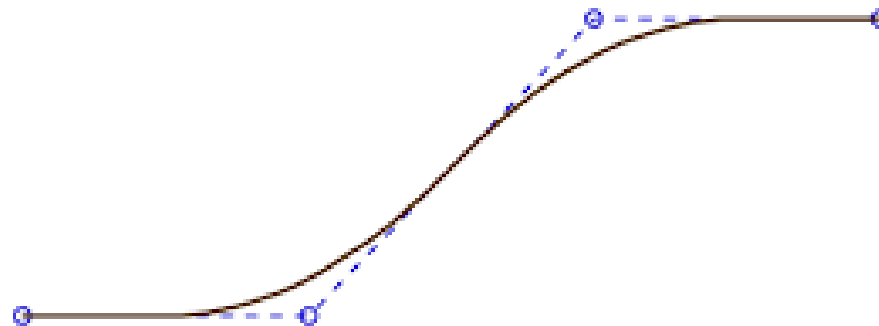
Elles sont décrites par des équations du 2nd degré. Elles incluent les objets tels que les sphères, l'ellipsoïde, le parabololoïde, ...



Les surfaces quadriques sont souvent définies comme des primitives de base utilisées pour construire des objets plus complexes.

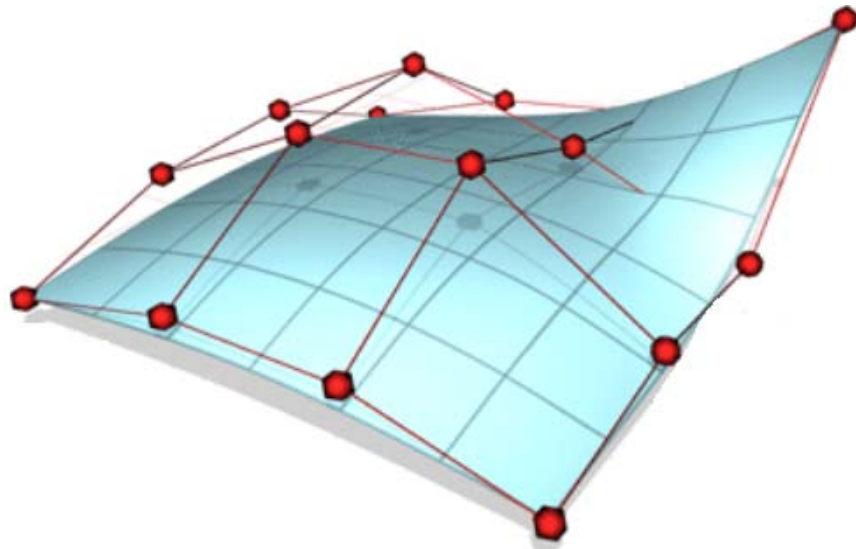
Les splines

- Une spline est une bande flexible utilisée pour produire une courbe régulière le long de points prédéposées.
- Une courbe spline est représentée par une fonction définie par des polynômes. C'est une courbe composée, formée par des sections polynomiales avec une continuité aux extrémités de chaque morceau.



Les splines

- Une surface spline est décrite en utilisant deux courbes splines.



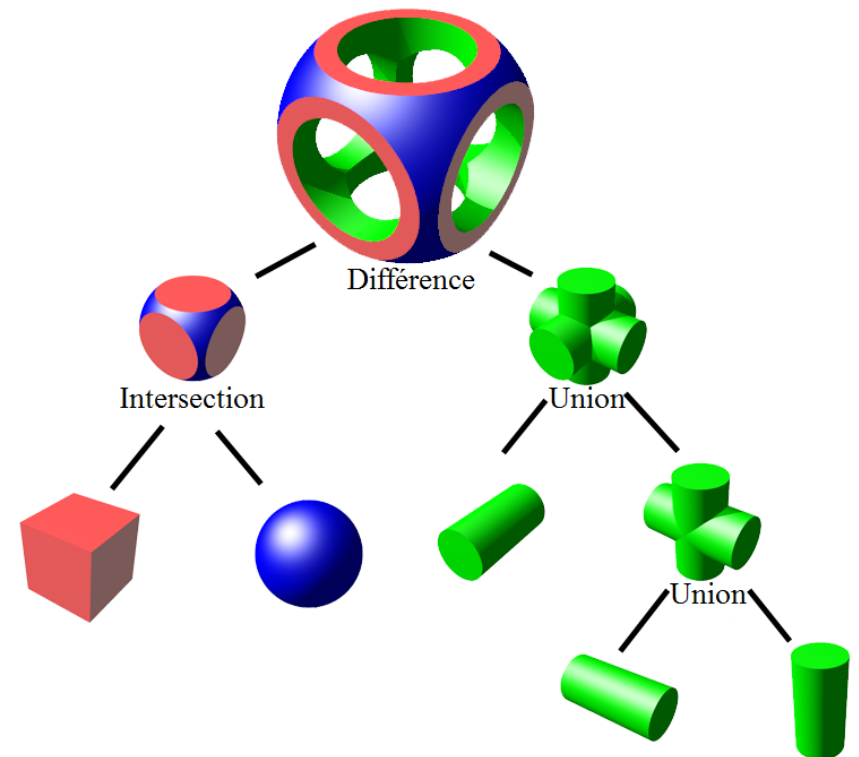
Surface de Bézier

Les splines

- Il existe plusieurs spécifications pour les splines, les B-splines, les courbes de Bézier et les NURBS (Non Uniform Rational Basis Splines).
- Elles sont utilisées dans les logiciels de dessin pour approcher des courbes complexes, par exemple dans le design automobile ou aéronautique. Elles sont utilisées aussi dans l'animation, pour calculer la trajectoire des objets ou de la caméra.

Les arbres CSG

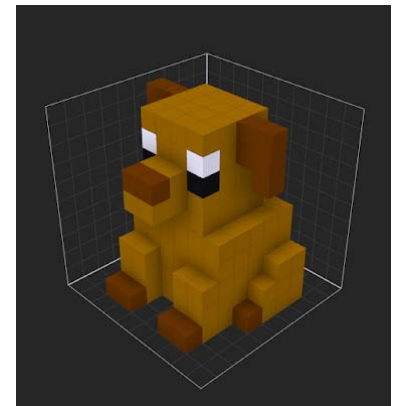
La *géométrie de solide constructive* (CSG) est une technique de modélisation de solide qui utilise une structure de données de type arbre avec les opérations ensemblistes d'union, d'intersection ou de différence dans les nœuds et des primitives dans les feuilles.



Les octrees

Les structures d'arbre hiérarchiques sont utilisées pour la modélisation des solides.

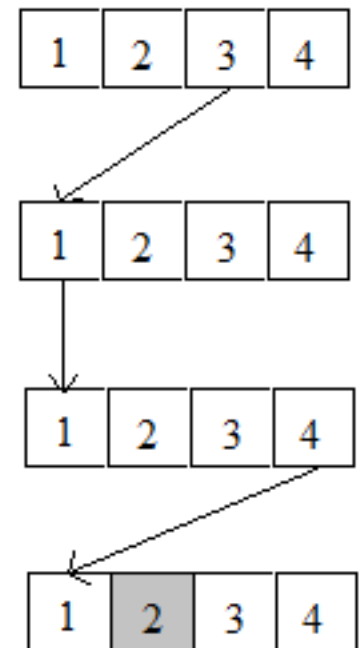
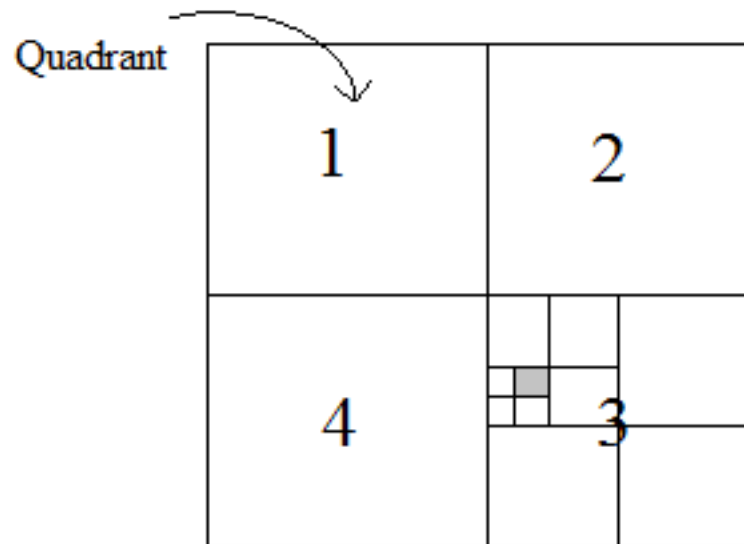
Les applications qui nécessitent d'afficher l'objet 3D par sections internes, telles que l'imagerie médicale, utilisent en général la représentation en *octree*. Chaque nœud correspond à une région de l'espace.



Les octrees

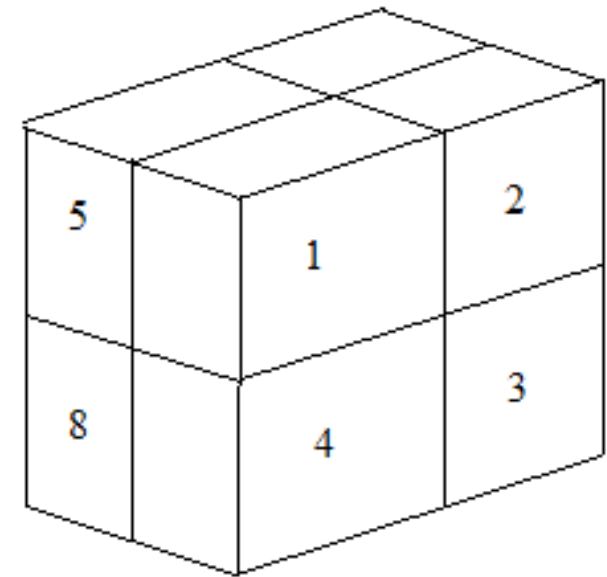
En 2D, un *quadtree* est construit.

Si tous les pixels d'un quadrant ne sont pas homogènes, alors il est subdivisé en 4 quadrants.



Les octrees

En 3D, si tous les voxels d'un volume ne sont pas homogènes, alors le volume est subdivisé en 8 octants et ainsi de suite jusqu'à obtenir un octant homogène



1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Les BSP (Binary Space Partitionning)

Le principe est le même que pour les octrees, sauf que la division de l'espace, à chaque étape, se fait en deux parties au lieu de huit.

Le plan de division peut être à n'importe quelle position. Il est adapté au partitionnement spatial de telle sorte à réduire la profondeur de l'arbre.