

Modélisation et Programmation 3D

# Représentation surfaciques, polyèdres et quadriques

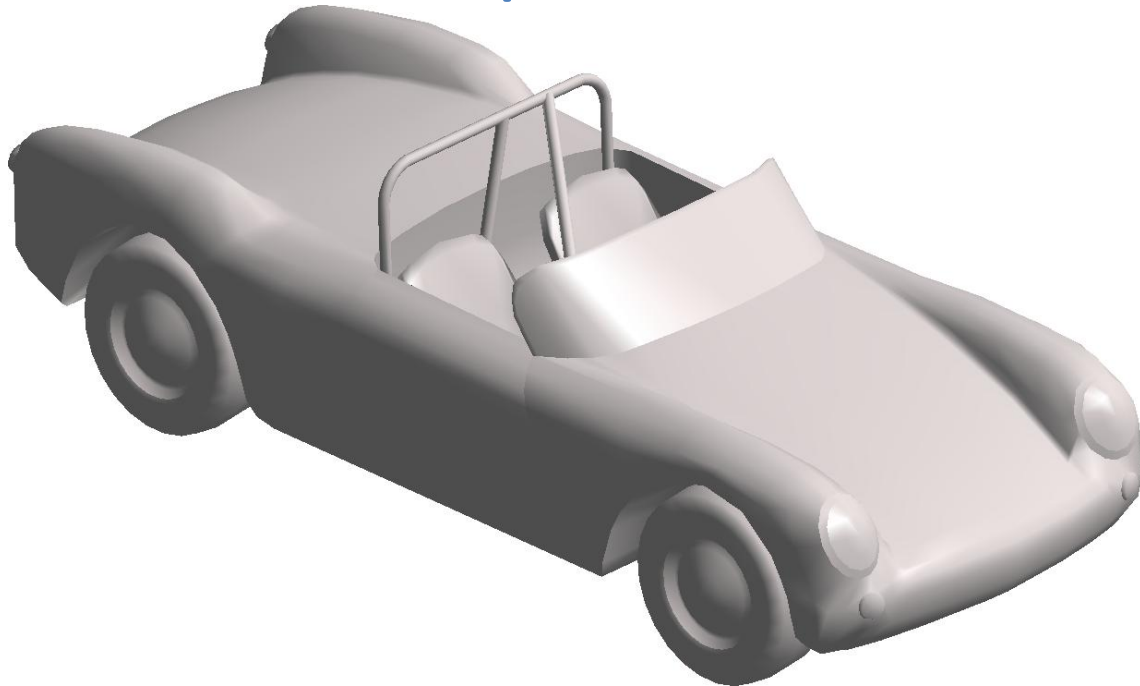
Cours du 04/02/2013

# Plan

- Introduction
- Rappel de trigonométrie
- Représentation polyédrique  $\neq$  continue
- Quadriques
- Rappel OpenGL

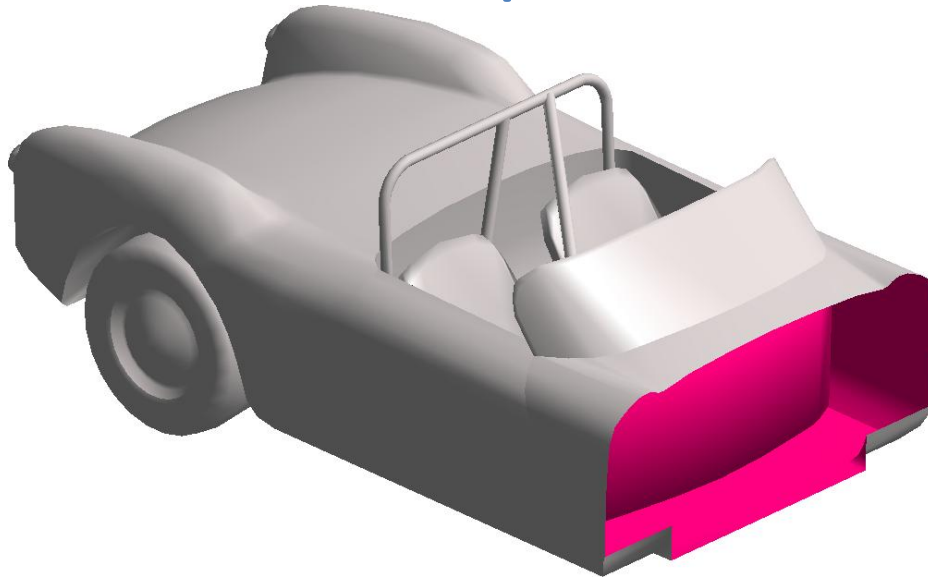
# Introduction

- Représentation surfacique :  
→ le modèle est défini par sa surface extérieure



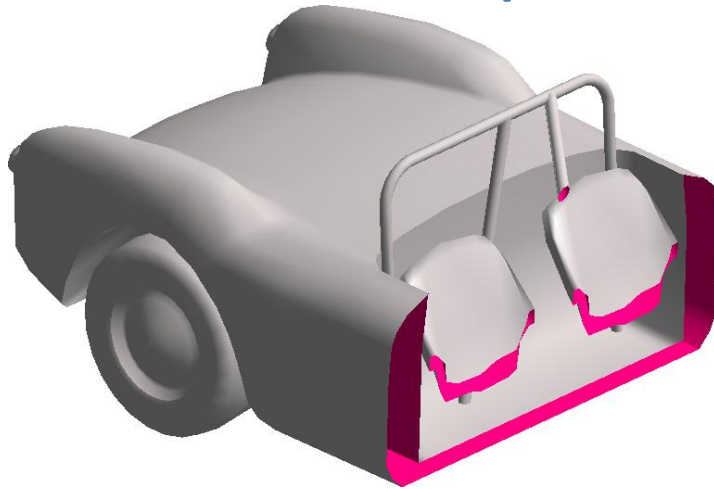
# Introduction

- Représentation surfacique :  
→ le modèle est défini par sa surface extérieure



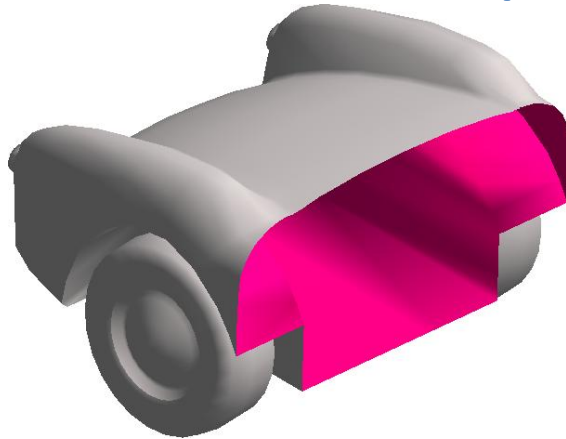
# Introduction

- Représentation surfacique :  
→ le modèle est défini par sa surface extérieure



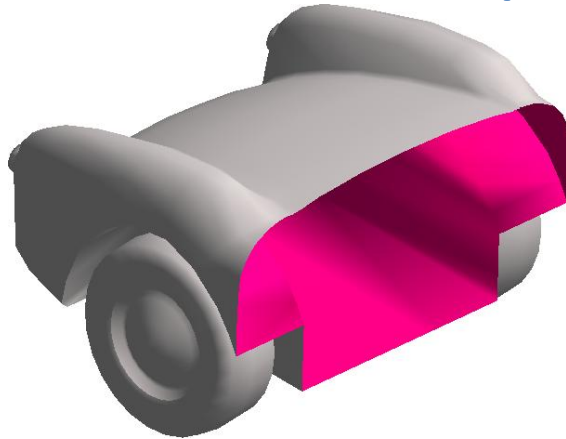
# Introduction

- Représentation surfacique :  
→ le modèle est défini par sa surface extérieure



# Introduction

- Représentation surfacique :  
→ le modèle est défini par sa surface extérieure



→ Comment représenter la surface d'un objet ??

# Rappel trigonométrie

- Propriétés du triangle rectangle :
  - Triangle ABC rectangle en A
  - BC est l'hypoténuse
  - Pythagore :  $BC^2 = AC^2 + AB^2$
  - Pour l'angle  $\widehat{ABC}$ , entre les vecteurs  $\overrightarrow{BA}$  et  $\overrightarrow{BC}$  :
    - $\cos(ABC) = BA/BC$  : adjacent/hypoténuse
    - $\sin(ABC) = AC/BC$  : opposé/hypoténuse
    - $\tan(ABC) = AC/BA$  : opposé/adjacent



# Rappel trigonométrie

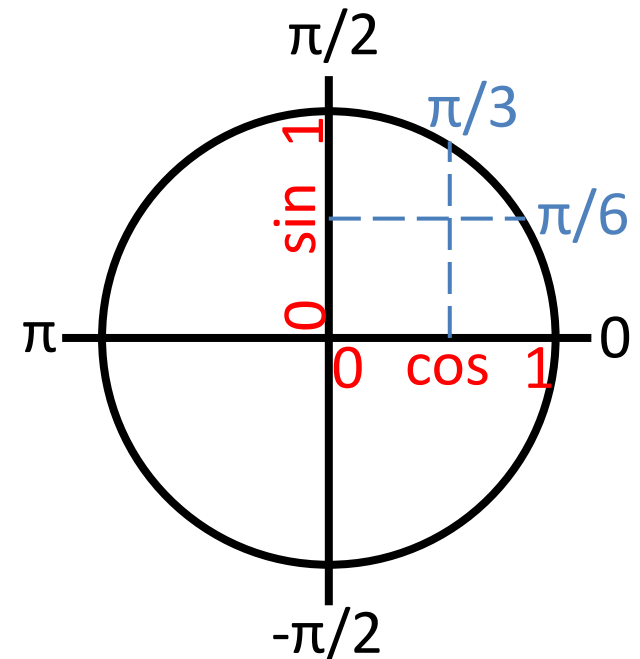
- Angles et cercle trigonométrique :

- $\text{Cos}(0) = 1$        $\text{Cos}(\pi) = -1$

- $\text{Cos}(\pi/2) = 0$        $\text{Cos}(\pi/3) = 1/2$

- $\text{Sin}(\pi/2) = 1$        $\text{Sin}(-\pi/2) = -1$

- $\text{Sin}(0) = 0$        $\text{Sin}(\pi/6) = 1/2$



# Rappel trigonométrie

- Angles et cercle trigonométrique :

- $\text{Cos}(0) = 1$        $\text{Cos}(\pi) = -1$

- $\text{Cos}(\pi/2) = 0$        $\text{Cos}(\pi/3) = 1/2$

- $\text{Sin}(\pi/2) = 1$        $\text{Sin}(-\pi/2) = -1$

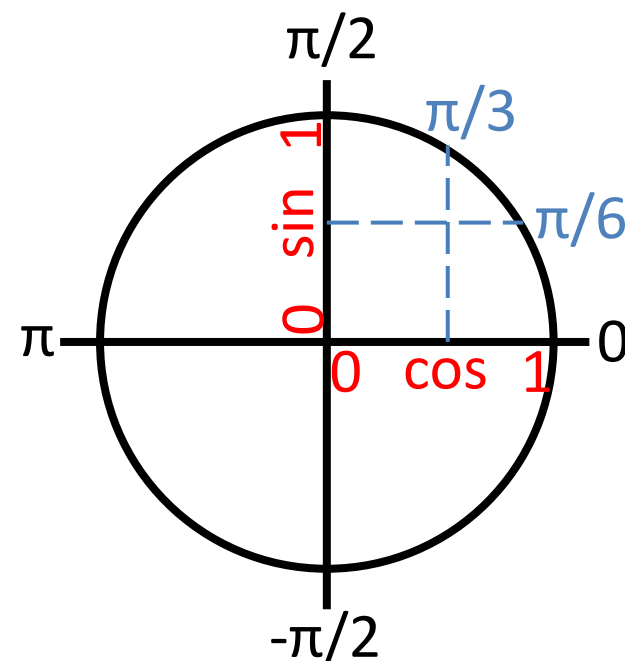
- $\text{Sin}(0) = 0$        $\text{Sin}(\pi/6) = 1/2$

- $\text{Cos}(\pi/2 - A) = \text{Sin}(A)$

- $\text{Sin}(\pi/2 - A) = \text{Cos}(A)$

- $\text{Cos}(A) \neq 1 - \text{Cos}(\pi/2 - A)$

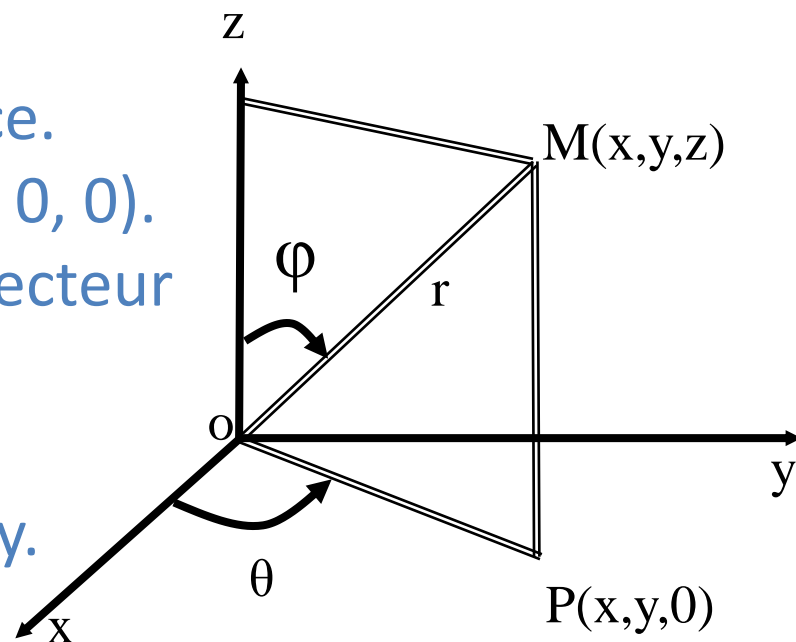
- $\text{Sin}(A) \neq 1 - \text{Sin}(\pi/2 - A)$



# Rappel trigonométrie

- **Coordonnées sphériques :**

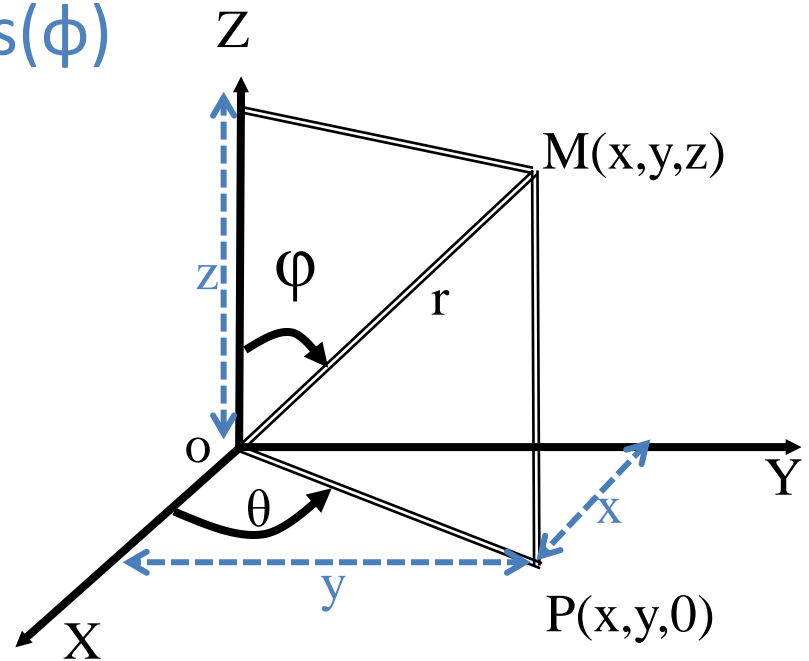
- Soit  $M(x, y, z)$  un point de l'espace.
- Soit  $r$  la distance entre  $M$  et  $O(0, 0, 0)$ .
- Soit  $\phi$  l'angle entre l'axe  $Z$  et le vecteur  $\overrightarrow{OM}$  qui est compris entre  $0$  et  $\pi$ .
- Soit  $P(x, y, 0)$  la projection orthogonale de  $M$  sur le plan  $xOy$ .
- Soit  $\theta$  l'angle entre l'axe  $X$  et le vecteur  $\overrightarrow{OP}$  qui est compris entre  $0$  et  $2\pi$ .
- Le triplet  $(r, \phi, \theta)$  constitue les *coordonnées sphériques* de  $M$ .



# Rappel trigonométrie

- Coordonnées sphériques :

➤  $\text{Cos}(\phi) = \text{PM}/\text{OM} \rightarrow z = r\text{Cos}(\phi)$

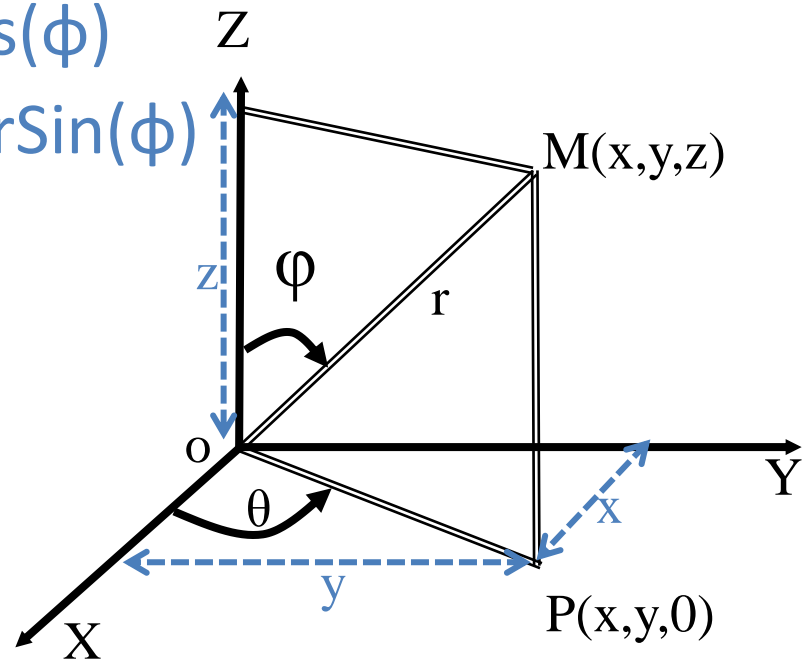


# Rappel trigonométrie

- Coordonnées sphériques :

- $\text{Cos}(\phi) = \text{PM}/\text{OM} \Rightarrow z = r\text{Cos}(\phi)$

- $\text{Cos}(90-\phi) = \text{OP}/\text{OM} \Rightarrow \text{OP} = r\text{Sin}(\phi)$



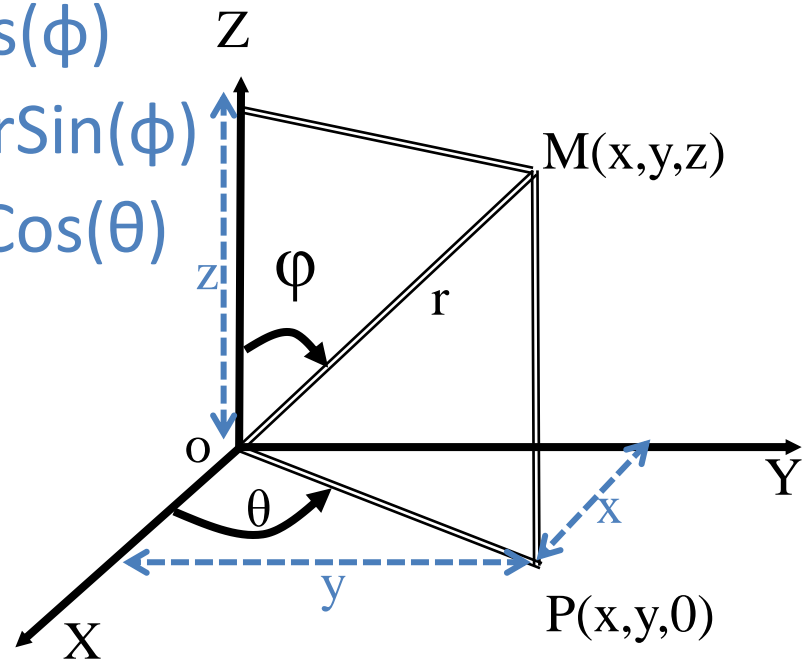
# Rappel trigonométrie

- Coordonnées sphériques :

- $\text{Cos}(\phi) = \text{PM}/\text{OM} \Rightarrow z = r\text{Cos}(\phi)$

- $\text{Cos}(90-\phi) = \text{OP}/\text{OM} \Rightarrow \text{OP} = r\text{Sin}(\phi)$

- $x/\text{OP} = \text{Cos}(\theta) \Rightarrow x = r\text{Sin}(\phi)\text{Cos}(\theta)$



# Rappel trigonométrie

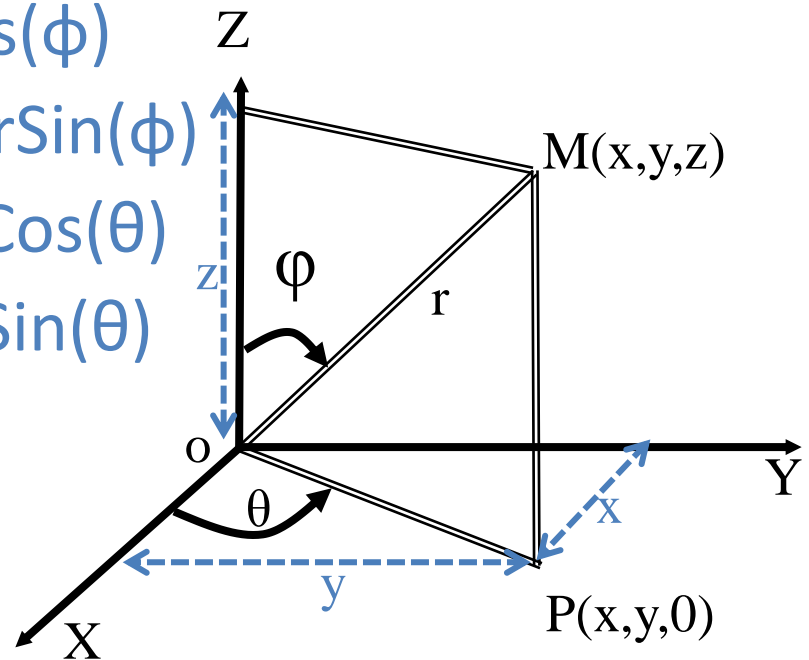
- Coordonnées sphériques :

- $\text{Cos}(\phi) = \text{PM}/\text{OM} \Rightarrow z = r\text{Cos}(\phi)$

- $\text{Cos}(90-\phi) = \text{OP}/\text{OM} \Rightarrow \text{OP} = r\text{Sin}(\phi)$

- $x/\text{OP} = \text{Cos}(\theta) \Rightarrow x = r\text{Sin}(\phi)\text{Cos}(\theta)$

- $y/\text{OP} = \text{Sin}(\theta) \Rightarrow y = r\text{Sin}(\phi)\text{Sin}(\theta)$



# Rappel trigonométrie

- Coordonnées sphériques :

- $\text{Cos}(\phi) = \text{PM}/\text{OM} \Rightarrow z = r\text{Cos}(\phi)$

- $\text{Cos}(90-\phi) = \text{OP}/\text{OM} \Rightarrow \text{OP} = r\text{Sin}(\phi)$

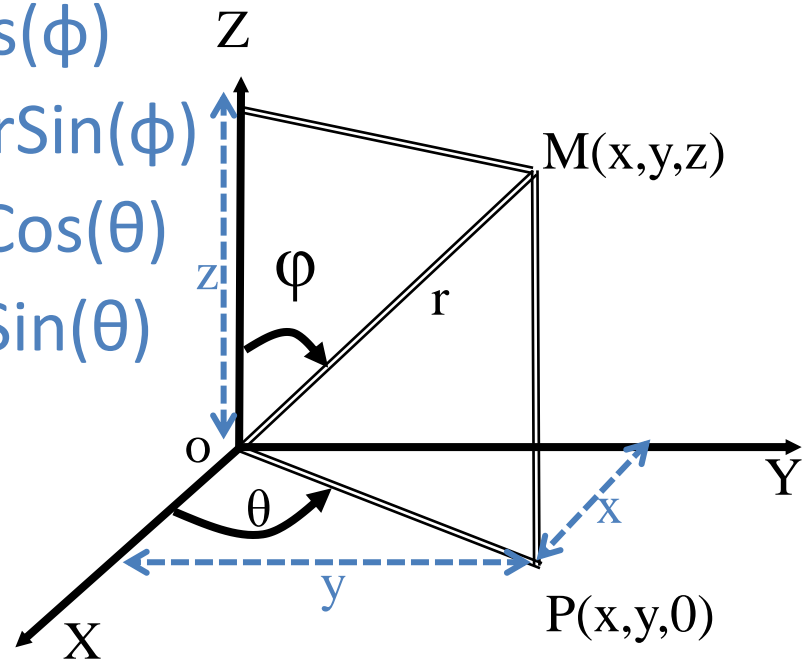
- $x/\text{OP} = \text{Cos}(\theta) \Rightarrow x = r\text{Sin}(\phi)\text{Cos}(\theta)$

- $y/\text{OP} = \text{Sin}(\theta) \Rightarrow y = r\text{Sin}(\phi)\text{Sin}(\theta)$

- $x = r\text{Sin}(\phi)\text{Cos}(\theta)$

- $y = r\text{Sin}(\phi)\text{Sin}(\theta)$

- $z = r\text{Cos}(\phi)$





# Polyèdre $\neq$ Surface continue

- Définir une surface de manière finie.
- Un polyèdre est défini par :
  - Par un ensemble de points de  $\mathbb{R}^3$  appelés sommets du polyèdres.
  - Par un ensemble de faces définies chacune par une suite de sommets.

# Polyèdres $\neq$ Surface continue

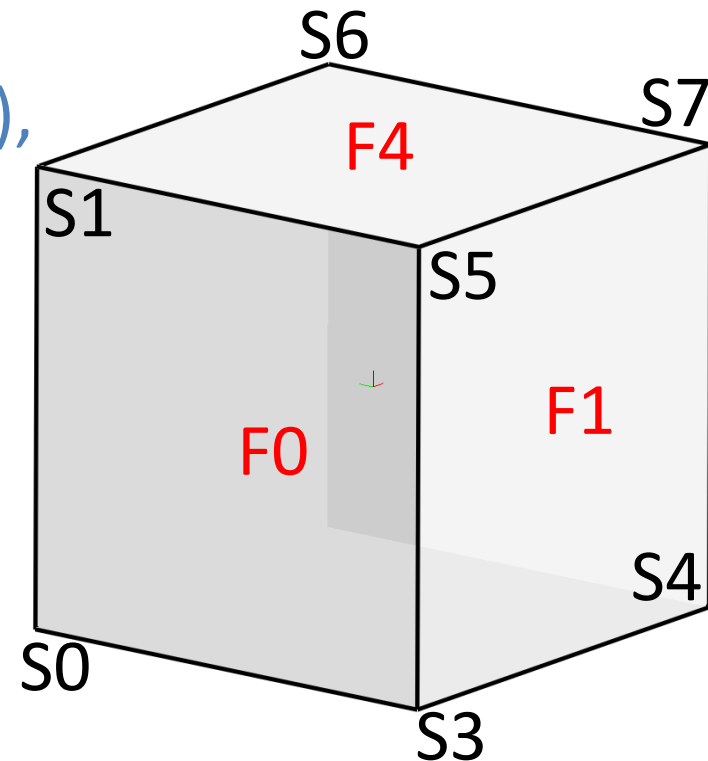
- Exemple du cube :

- L'ensemble de sommet :

$\{S_0(-5,-5,-5); S_1(-5,-5,5); S_2(-5,5,-5),$   
 $S_3(5,-5,-5); S_4(5,5,-5); S_5(5,-5,5)$   
 $S_6(-5,5,5); S_7(5,5,5)\}$

- L'ensemble de face :

$\{F_0(S_0,S_1,S_5,S_3); F_1(S_5,S_7,S_4,S_3);$   
 $F_2(S_7,S_4,S_2,S_6); F_3(S_6,S_2,S_0,S_1);$   
 $F_4(S_1,S_5,S_7,S_6); F_5(S_0,S_3,S_4,S_2)\}$



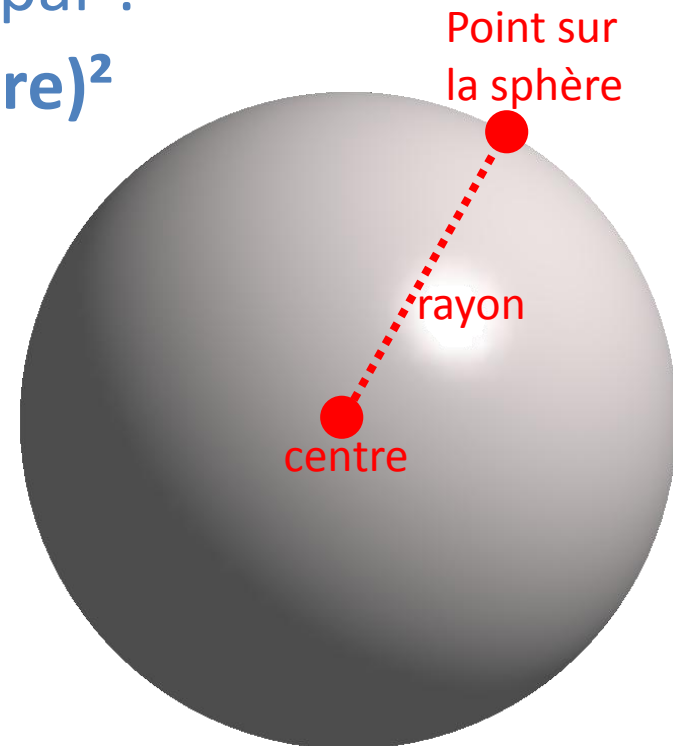
# Polyèdres $\neq$ Surface continue

- Définir une surface de manière continue :

- La surface est décrite par une équation

- Exemple : une sphère est définie par :

$$(X-X_{\text{centre}})^2+(Y-Y_{\text{centre}})^2+(Z-Z_{\text{centre}})^2 = \text{Rayon}^2$$



# Polyèdres $\neq$ Surface continue

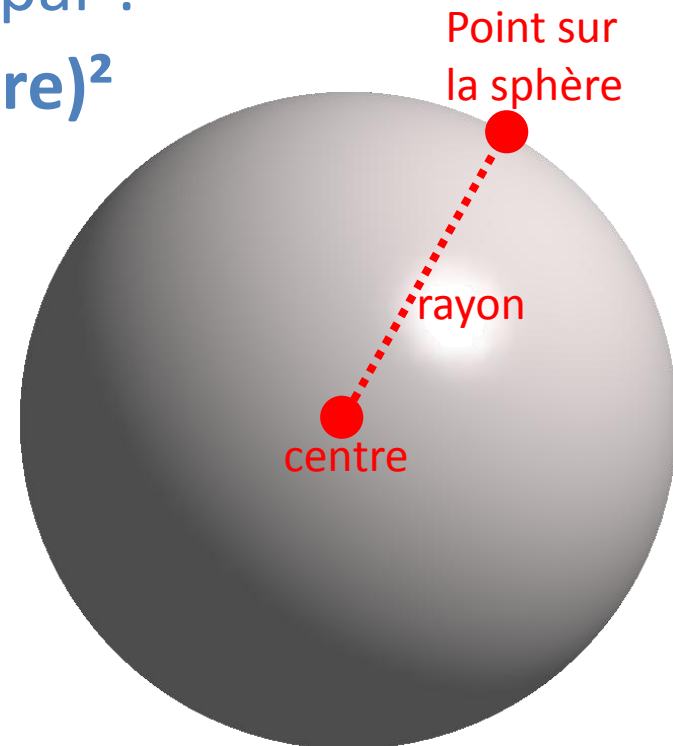
- Définir une surface de manière continue :

- La surface est décrite par une équation

- Exemple : une sphère est définie par :

$$(X-X_{\text{centre}})^2+(Y-Y_{\text{centre}})^2+(Z-Z_{\text{centre}})^2 = \text{Rayon}^2$$

- On peut ainsi définir la surface par autant de point que l'on veut et n'importe où sur la surface



# Polyèdres $\neq$ Surface continue

- Définir une surface de manière continue :

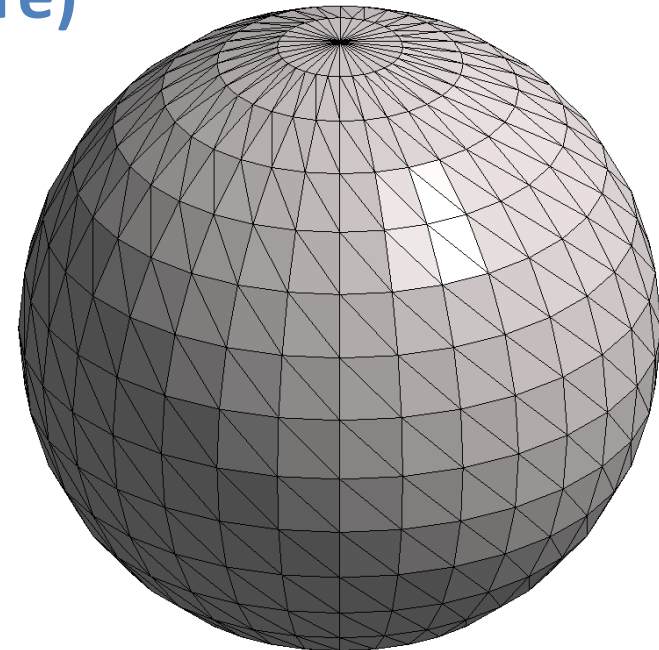
- La surface est décrite par une équation

- Exemple : une sphère est définie par :

$$(X-X_{\text{centre}})^2+(Y-Y_{\text{centre}})^2+(Z-Z_{\text{centre}})^2 = \text{Rayon}^2$$

- On peut ainsi définir la surface par autant de point que l'on veut et n'importe où sur la surface

➔ contrairement au polyèdre



# Quadriques

- La classe de surfaces quadriques contient les cylindres, les cônes, les sphères, les ellipsoïdes, les paraboloides, les hyperboloides ...
- Une quadrique a une équation implicite de degré 2 de la forme  $F(x,y,z)=0$  avec :  $F(x,y,z)=Ax^2+2Bxy+2Cxz+2Dx+Ey^2+2Fyz+2Gy+Hz^2+2Iz+J$

# Quadriques

- La classe de surfaces quadriques contient les cylindres, les cônes, les sphères, les ellipsoïdes, les paraboloides, les hyperboloides ...
- Une quadrique a une équation implicite de degré 2 de la forme  $F(x,y,z)=0$  avec :  $F(x,y,z)=Ax^2+2Bxy+2Cxz+2Dx+Ey^2+2Fyz+2Gy+Hz^2+2Iz+J$   
Sphère  $\Rightarrow (X-Xc)^2 + (Y-Yc)^2 + (Z-Zc)^2 = \text{rayon}^2$

# Quadriques

- La classe de surfaces quadriques contient les cylindres, les cônes, les sphères, les ellipsoïdes, les paraboloides, les hyperboloides ...
- Une quadrique a une équation implicite de degré 2 de la forme  $F(x,y,z)=0$  avec :  $F(x,y,z)=Ax^2+2Bxy+2Cxz+2Dx+Ey^2+2Fyz+2Gy+Hz^2+2Iz+J$   
Sphère  $\Rightarrow (X-Xc)^2 + (Y-Yc)^2 + (Z-Zc)^2 = \text{rayon}^2$   
 $\Rightarrow X^2-2XXC+Y^2-2YYC+Z^2-2ZZC + Xc^2+Yc^2+Zc^2-r^2 = 0$

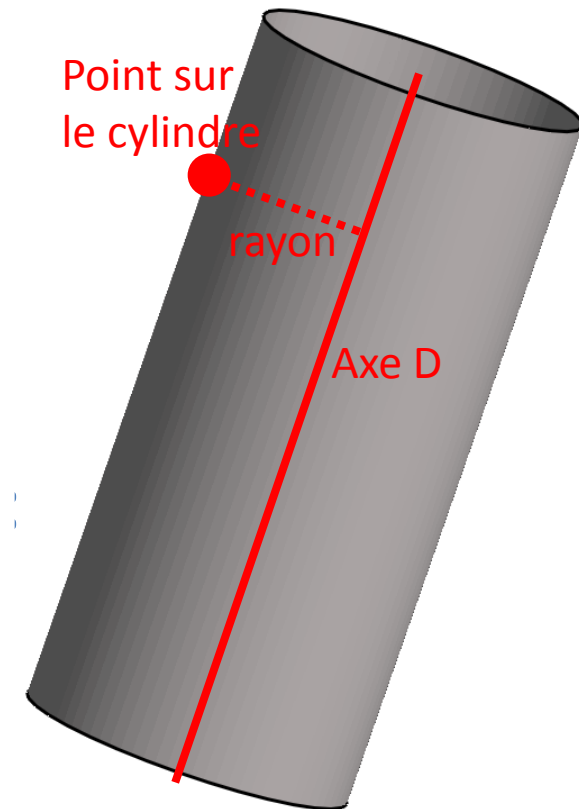


# Quadriques

- La classe de surfaces quadriques contient les cylindres, les cônes, les sphères, les ellipsoïdes, les paraboloides, les hyperboloides ...
- Une quadrique a une équation implicite de degré 2 de la forme  $F(x,y,z)=0$  avec :  $F(x,y,z)=Ax^2+2Bxy+2Cxz+2Dx+Ey^2+2Fyz+2Gy+Hz^2+2Iz+J$ 
  - Sphère  $\Rightarrow (X-Xc)^2 + (Y-Yc)^2 + (Z-Zc)^2 = \text{rayon}^2$ 
    - $\Rightarrow X^2-2XXC+Y^2-2YYC+Z^2-2ZZc + Xc^2+Yc^2+Zc^2-r^2 = 0$
    - $\Rightarrow$  On retrouve  $F(x,y,z)$  avec  $A=1$  ,  $E=1$  ,  $H=1$ ,  
 $D=Xc$  ,  $G=Yc$ ,  $I=Zc$   
et  $J = Xc^2+Yc^2+Zc^2-r^2$

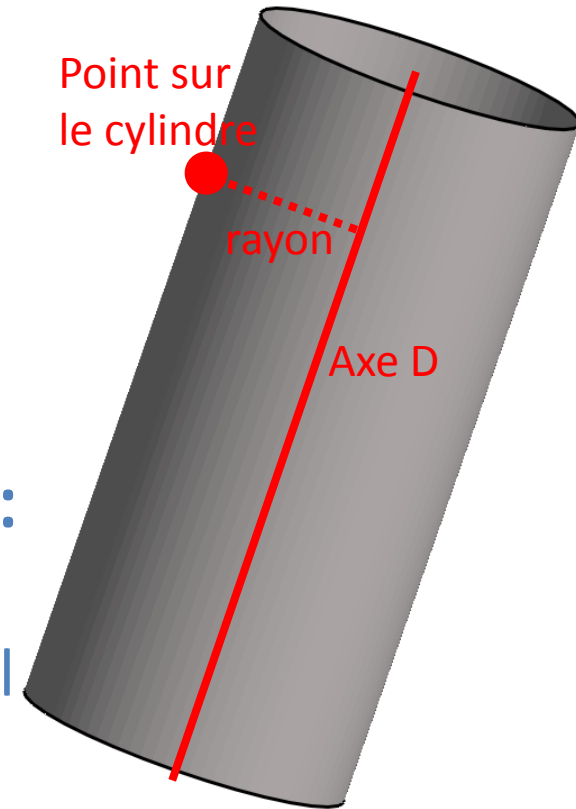
# Quadriques : cylindres

- Un cylindre est défini:
  - par une droite et un rayon,
  - le cylindre de révolution d'axe  $D$  et de rayon  $r$  est constitué de l'ensemble des points de  $\mathbb{R}^3$  qui sont situés à distance  $r$  de la droite  $D$ .



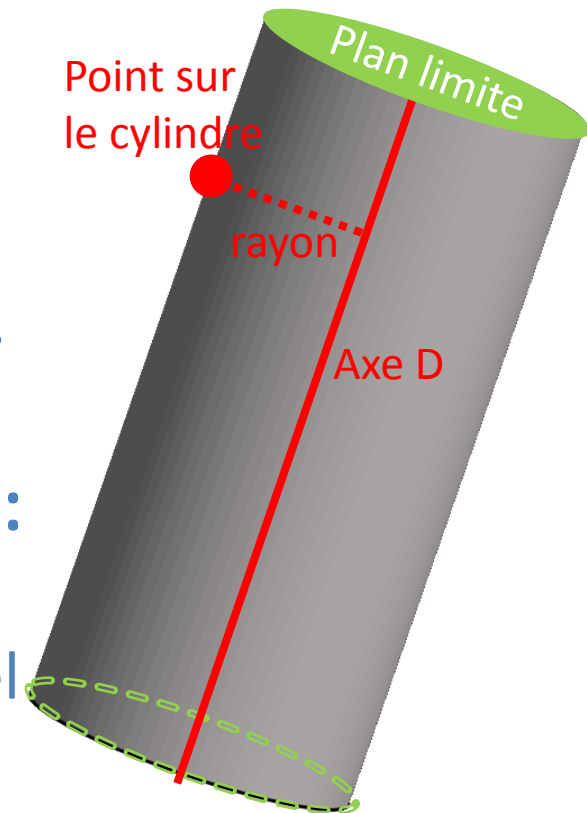
# Quadriques : cylindres

- Un cylindre est défini:
  - par une droite et un rayon,
  - le cylindre de révolution d'axe  $D$  et de rayon  $r$  est constitué de l'ensemble des points de  $\mathbb{R}^3$  qui sont situés à distance  $r$  de la droite  $D$ .
- Le cylindre qui coïncide avec l'axe  $Oz$  :
  - a pour équation  $x^2 + y^2 = r^2$
  - sa hauteur est défini par un nombre réel positif :  $h$ ,



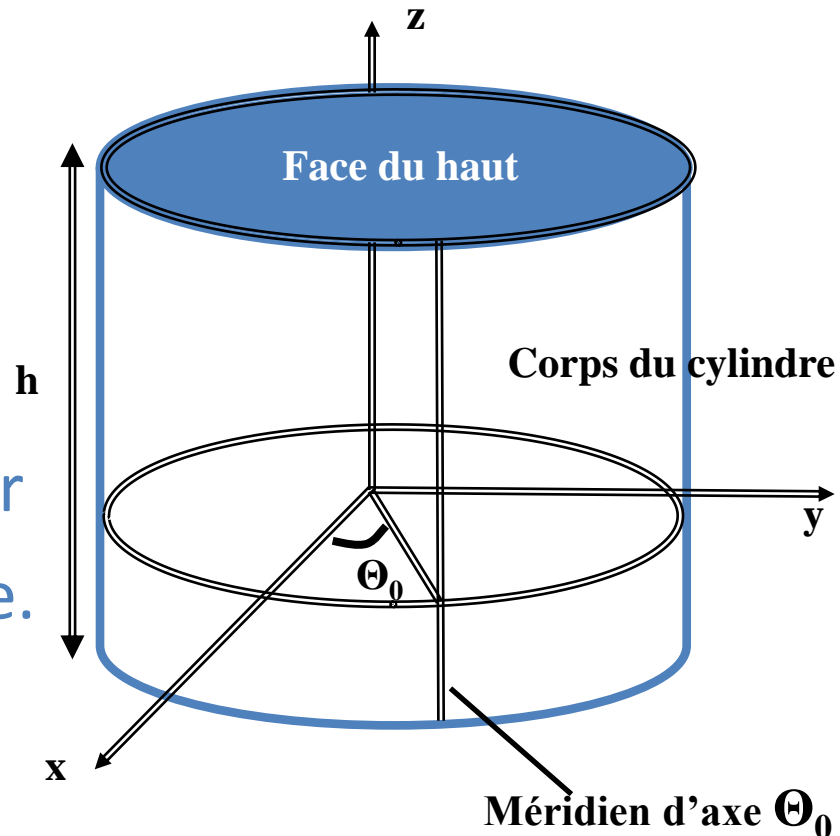
# Quadriques : cylindres

- Un cylindre est défini:
  - par une droite et un rayon,
  - le cylindre de révolution d'axe  $D$  et de rayon  $r$  est constitué de l'ensemble des points de  $\mathbb{R}^3$  qui sont situés à distance  $r$  de la droite  $D$ .
- Le cylindre qui coïncide avec l'axe  $Oz$  :
  - a pour équation  $x^2 + y^2 = r^2$
  - sa hauteur est défini par un nombre réel positif :  $h$ ,
  - $h$  permet de définir les deux plans limites du cylindres à  $-h/2$  et  $h/2$ .



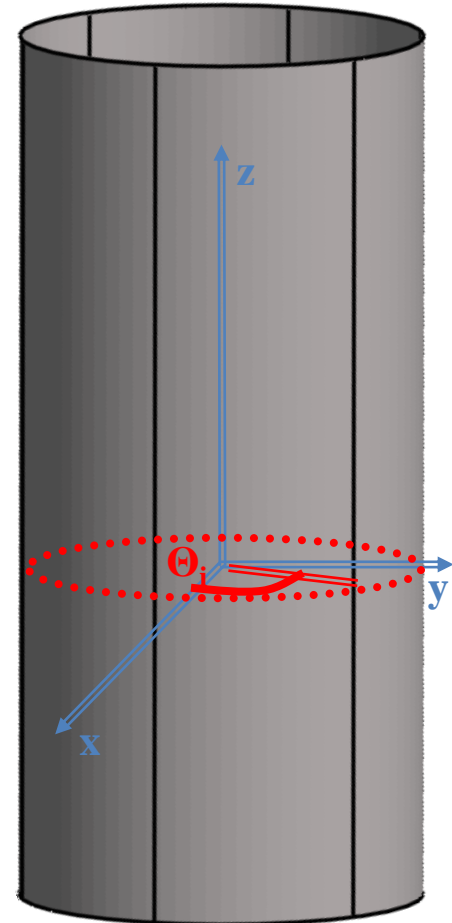
# Quadriques : cylindres

- Méridiens d'un cylindre :
  - Les *méridiens* sur un cylindre de révolution de rayon  $r$  et de hauteur  $h$  sont les segments de droites contenus dans le corps du cylindre, de longueur  $h$ , parallèles à l'axe du cylindre.



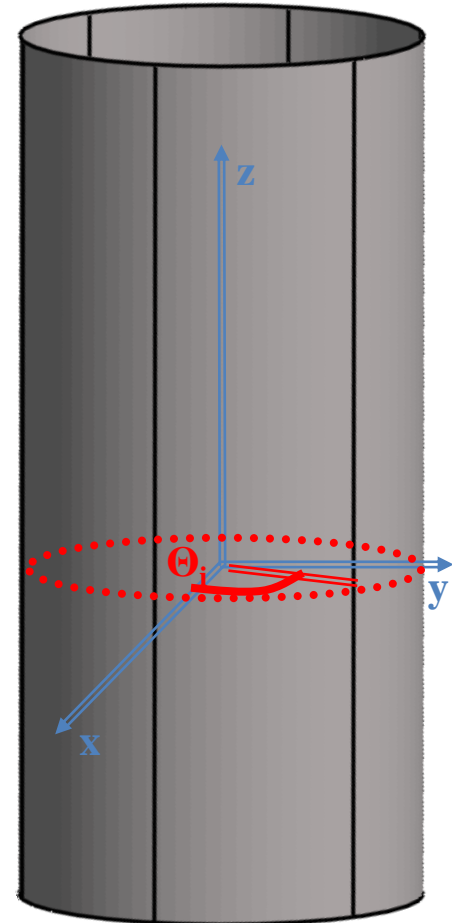
# Quadriques : cylindres

- Facettisation d'un cylindre :
  - Etant donné un nombre de méridien  $m$ , nous allons considérer des méridiens  $M_i$  d'angle  $\theta_i$ , pour  $i=0, \dots, m$  régulièrement disposé sur le corps du cylindre.



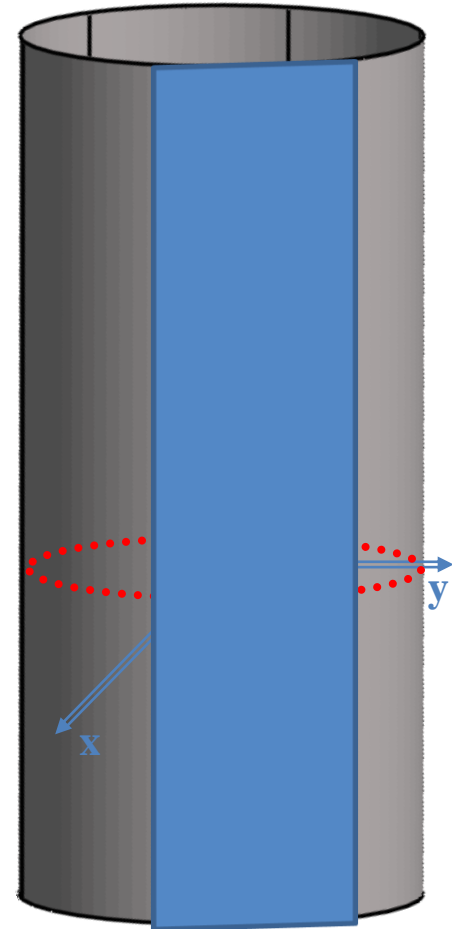
# Quadriques : cylindres

- Facettisation d'un cylindre :
  - Etant donné un nombre de méridien  $m$ , nous allons considérer des méridiens  $M_i$  d'angle  $\theta_i$ , pour  $i=0, \dots, m$  régulièrement disposé sur le corps du cylindre.
  - Construire ensuite des facettes rectangulaires entre les méridiens  $M_i$  et  $M_{i+1}$ , pour  $i=0, \dots, m-1$ .



# Quadriques : cylindres

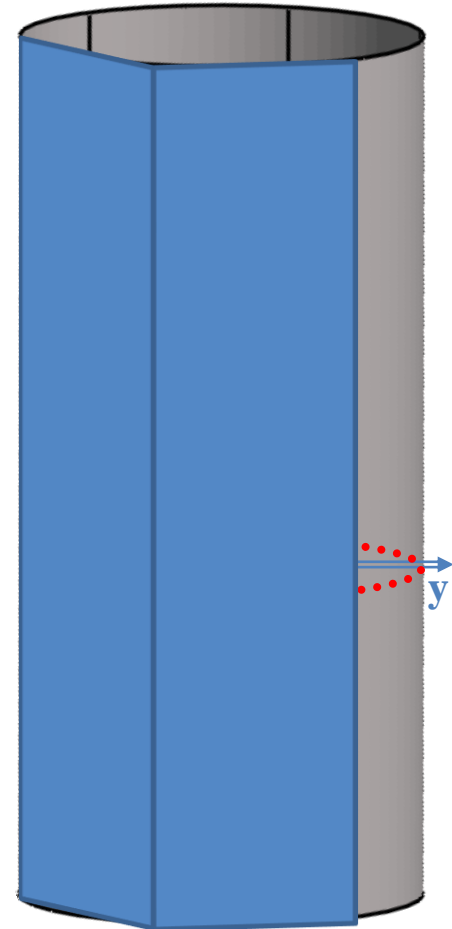
- Facettisation d'un cylindre :
  - Etant donné un nombre de méridien  $m$ , nous allons considérer des méridiens  $M_i$  d'angle  $\theta_i$ , pour  $i=0, \dots, m$  régulièrement disposé sur le corps du cylindre.
  - Construire ensuite des facettes rectangulaires entre les méridiens  $M_i$  et  $M_{i+1}$ , pour  $i=0, \dots, m-1$ .





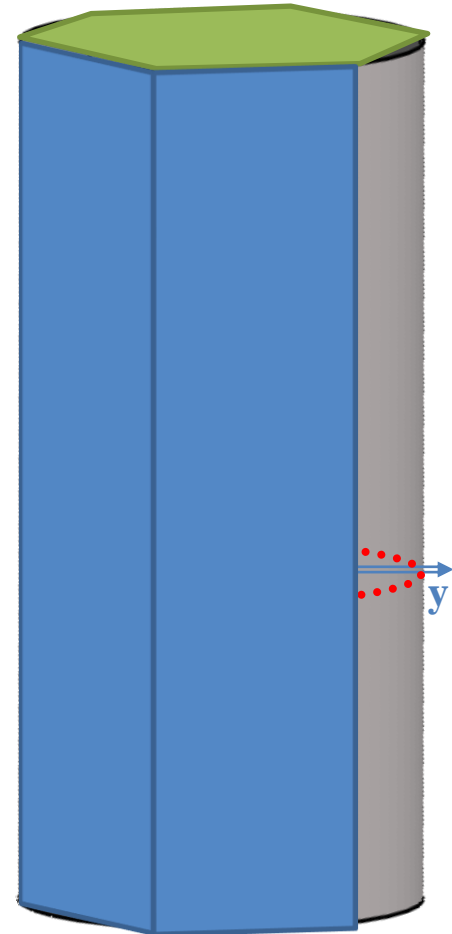
# Quadriques : cylindres

- Facettisation d'un cylindre :
  - Etant donné un nombre de méridien  $m$ , nous allons considérer des méridiens  $M_i$  d'angle  $\theta_i$ , pour  $i=0, \dots, m$  régulièrement disposé sur le corps du cylindre.
  - Construire ensuite des facettes rectangulaires entre les méridiens  $M_i$  et  $M_{i+1}$ , pour  $i=0, \dots, m-1$ .



# Quadriques : cylindres

- Facettisation d'un cylindre :
  - Etant donné un nombre de méridien  $m$ , nous allons considérer des méridiens  $M_i$  d'angle  $\theta_i$ , pour  $i=0, \dots, m$  régulièrement disposé sur le corps du cylindre.
  - Construire ensuite des facettes rectangulaires entre les méridiens  $M_i$  et  $M_{i+1}$ , pour  $i=0, \dots, m-1$ .
  - Construire ensuite deux facettes pour les faces du haut et du bas du cylindre.



# Quadriques : cylindres

- **Création du polyèdre correspondant (sommets):**

- Il contient  $2m$ : 2 sommets par méridien utilisés chacun 3 fois : 2 fois pour les faces issues des méridiens et 1 fois pour les plans limites.
- Pour les construire : on étudie chaque méridien dont les angles varient entre 0 et  $2\pi$  tel que  $\theta_i = 2\pi i/m$  avec  $i=0, \dots, m-1$ .

Soit  $M_i$  le méridien d'angle  $\theta_i$  : on définit deux sommets :

Coordonnées cartésiennes de  $P_i$  (en  $-h/2$ )

- $x = r\cos(\theta_i)$
- $y = r\sin(\theta_i)$
- $z = -h/2$

Coordonnées cartésiennes de  $P'_i$  (en  $h/2$ )

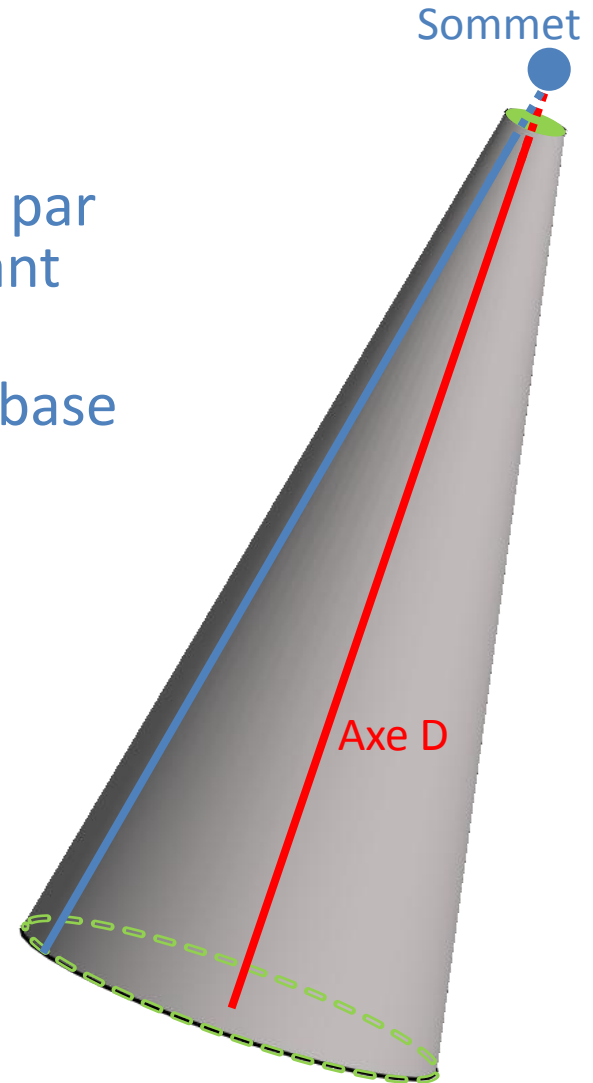
- $x = r\cos(\theta_i)$
- $y = r\sin(\theta_i)$
- $z = h/2$

# Quadriques : cylindres

- Création du polyèdre correspondant (facettes):
  - Facettes entre les méridiens:  
Pour  $i=0, \dots, m-1$  la facette numéro  $i$  est composée des 2 sommets du méridien  $M_i$  et de ceux du méridien  $M_{i+1}$  Facette  $i = P_i, P'_i, P'_{i+1}, P_{i+1}$
  - Facette du bas :  
Une face  $\Rightarrow P_0, P_1, \dots, P_{m-1}$
  - Facette du haut :  
Une face  $\Rightarrow P'_{m-1}, \dots, P'_1, P'_0$   
(Ordre d'énumération inversé pour garder une orientation cohérente).

# Quadriques : cônes

- **Un cône est défini:**
  - par un ensemble de droite passant toutes par un sommet (sommet du cône) et s'appuyant sur une courbe (base),
  - dans le cas d'un cylindre de révolution, la base est un cercle.



# Quadriques : cônes

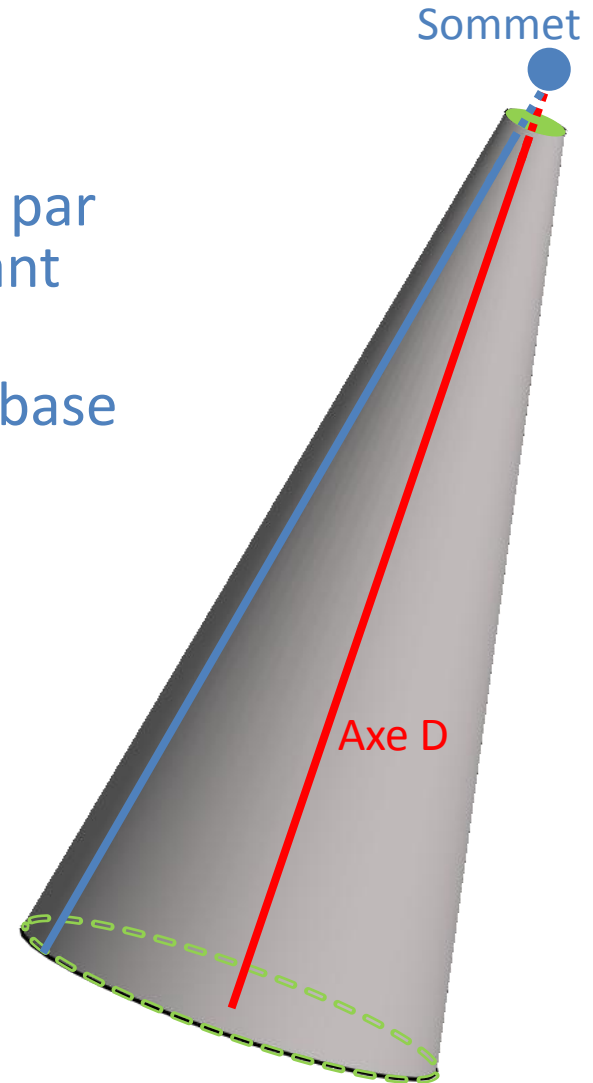
- **Un cône est défini:**

- par un ensemble de droite passant toutes par un sommet (sommet du cône) et s'appuyant sur une courbe (base),
- dans le cas d'un cylindre de révolution, la base est un cercle.

- **Equation du cône d'axe Z :**

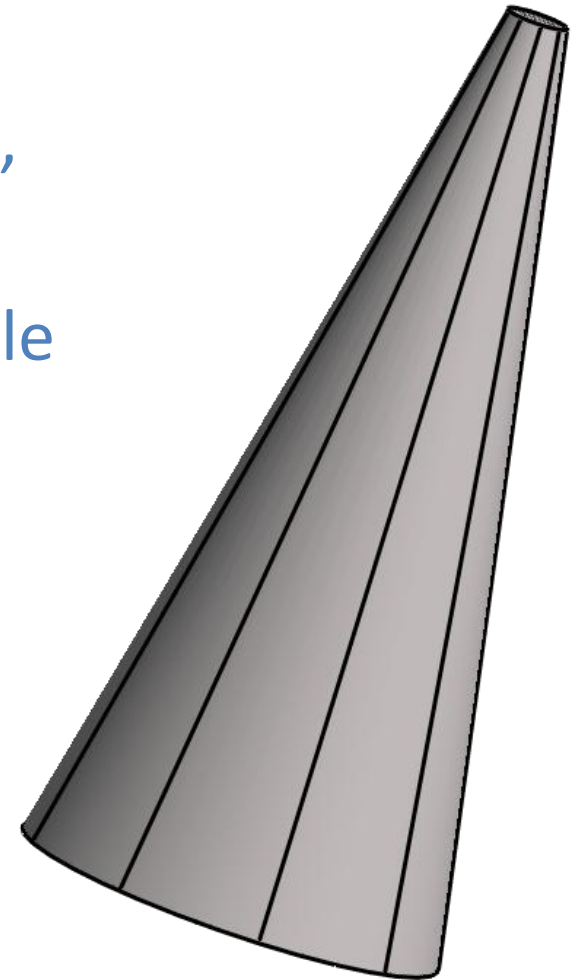
- le sommet S (0, 0, Z<sub>sommet</sub>),
- le cercle de rayon r est centré en O et appartient au plan xOy,
- il a pour équation :

$$(z - z_{\text{sommet}})^2 = z_{\text{sommet}}^2 / r^2 * (x^2 + y^2)$$



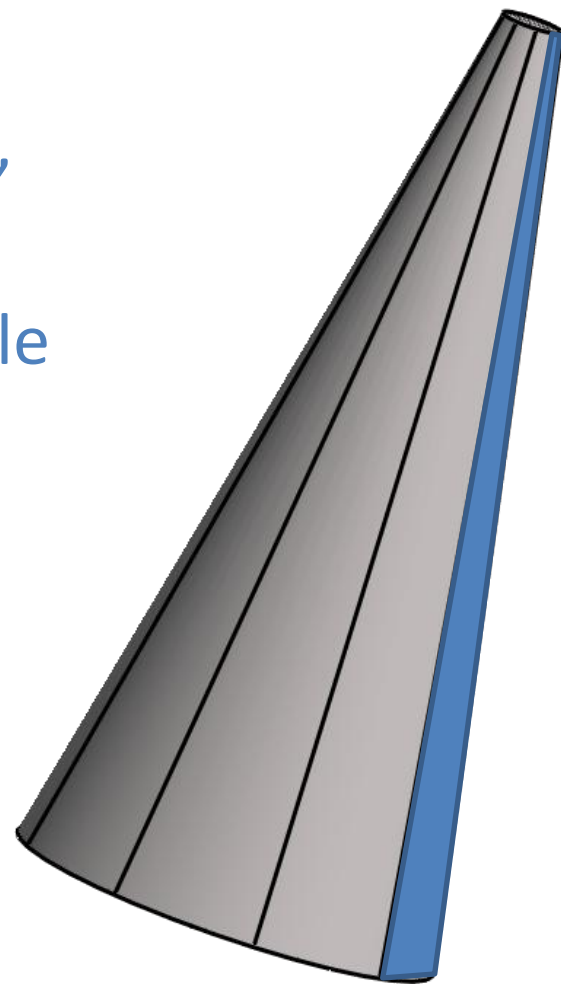
# Quadriques : cônes

- Facettisation d'un cône :
  - À partir des méridiens définis par  $\Theta_i$ ,
  - $2m$  sommets sont nécessaires,
  - leur construction est identique à celle de la construction des sommets du cylindres,



# Quadriques : cônes

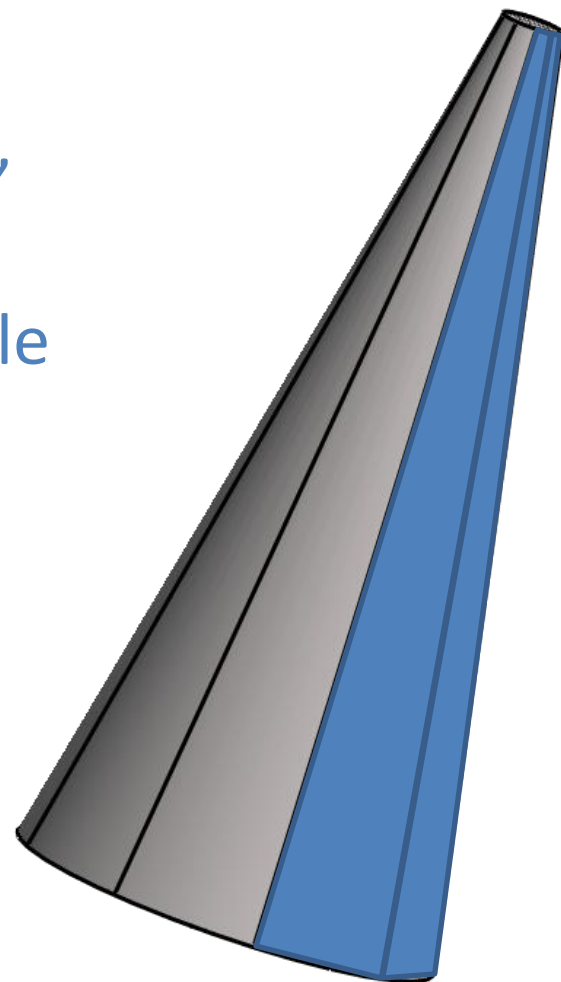
- Facettisation d'un cône :
  - À partir des méridiens définis par  $\Theta_i$ ,
  - $2m$  sommets sont nécessaires,
  - leur construction est identique à celle de la construction des sommets du cylindres,
  - on construit des faces trapézoïdales entre les méridiens,





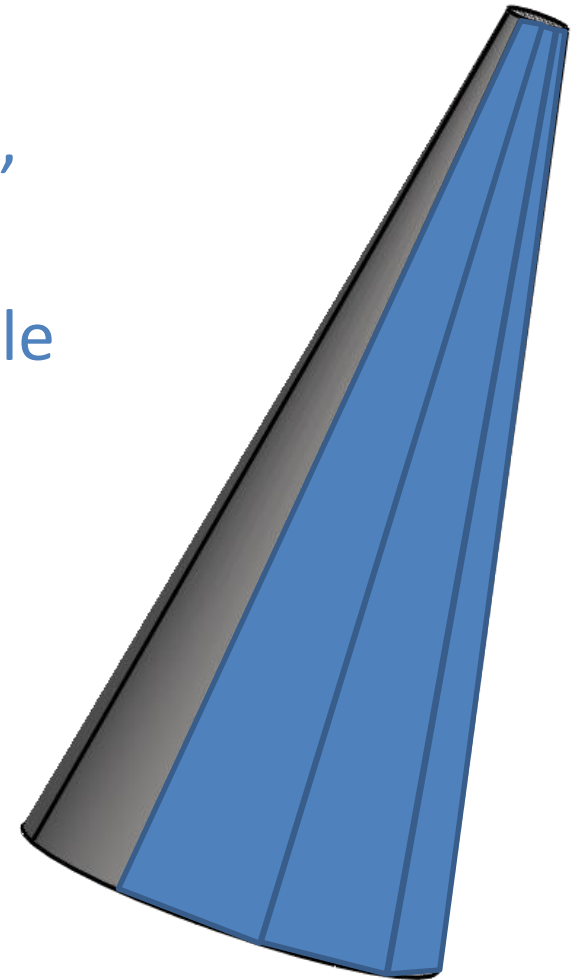
# Quadriques : cônes

- Facettisation d'un cône :
  - À partir des méridiens définis par  $\Theta_i$ ,
  - $2m$  sommets sont nécessaires,
  - leur construction est identique à celle de la construction des sommets du cylindres,
  - on construit des faces trapézoïdales entre les méridiens,



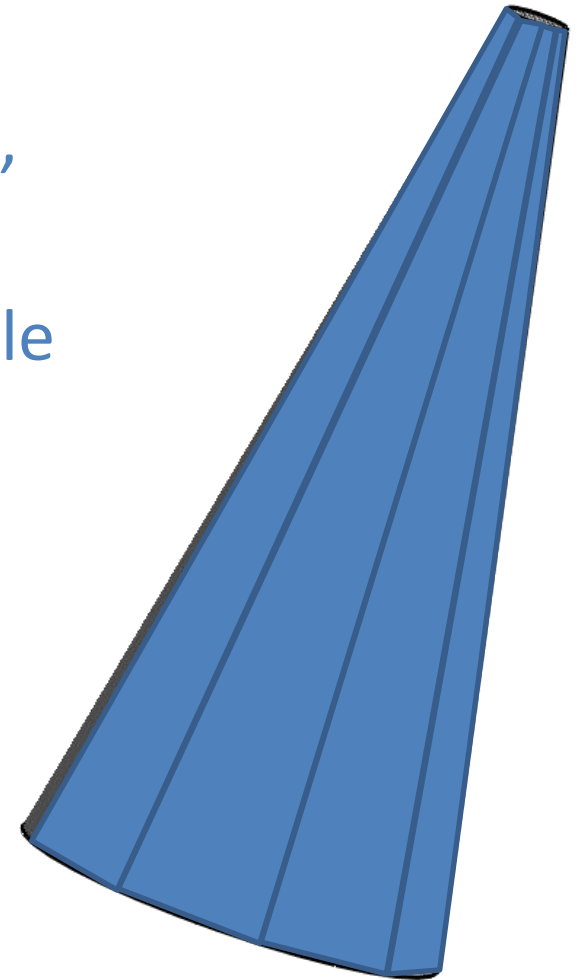
# Quadriques : cônes

- Facettisation d'un cône :
  - À partir des méridiens définis par  $\Theta_i$ ,
  - $2m$  sommets sont nécessaires,
  - leur construction est identique à celle de la construction des sommets du cylindres,
  - on construit des faces trapézoïdales entre les méridiens,



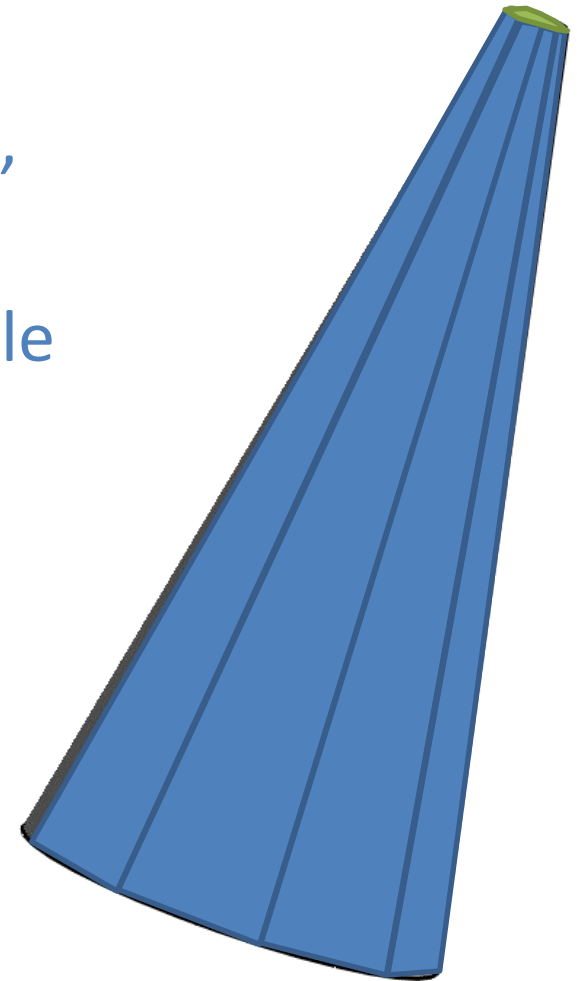
# Quadriques : cônes

- Facettisation d'un cône :
  - À partir des méridiens définis par  $\Theta_i$ ,
  - $2m$  sommets sont nécessaires,
  - leur construction est identique à celle de la construction des sommets du cylindres,
  - on construit des faces trapézoïdales entre les méridiens,



# Quadriques : cônes

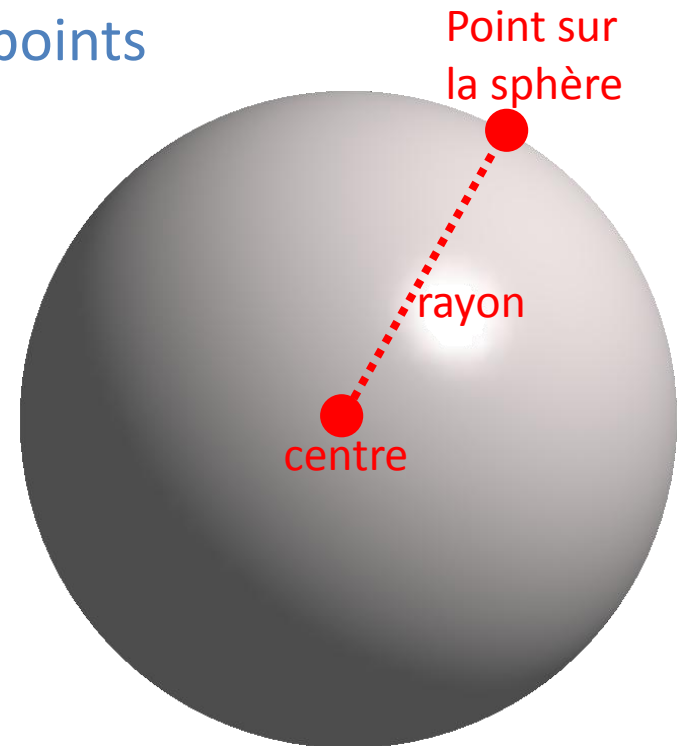
- Facettisation d'un cône :
  - À partir des méridiens définis par  $\Theta_i$ ,
  - $2m$  sommets sont nécessaires,
  - leur construction est identique à celle de la construction des sommets du cylindres,
  - on construit des faces trapézoïdales entre les méridiens,
  - construction de 2 faces pour les plans limites.



# Quadriques : sphère

- Une sphère est définie :
  - par un centre et un rayon,
  - elle est constituée d'un ensemble de points à distance  $r$  du centre.
- Equation de la sphère de centre  $O$  :
  - le sommet  $O (0, 0, 0)$ ,
  - il s'agit de l'ensemble des points  $M = (x_m, y_m, z_m)$  de l'espace, de coordonnées sphériques  $(r_m, \phi_m, \theta_m)$ ,
  - elle a pour équation :

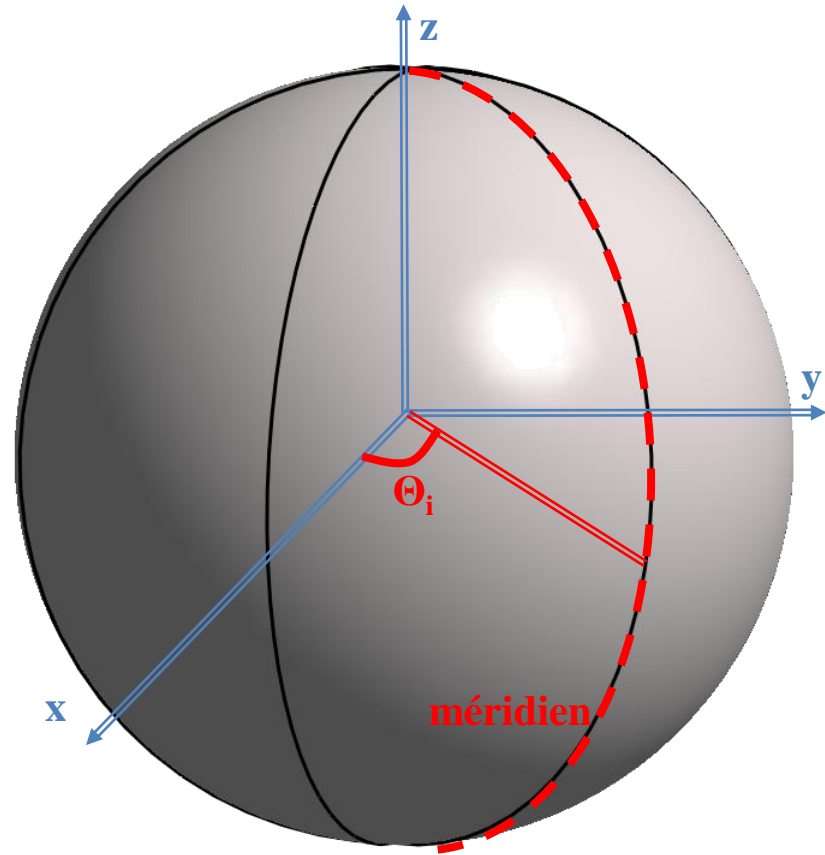
$$x_m^2 + y_m^2 + z_m^2 = r^2$$



# Quadriques : sphère

- Les méridiens :

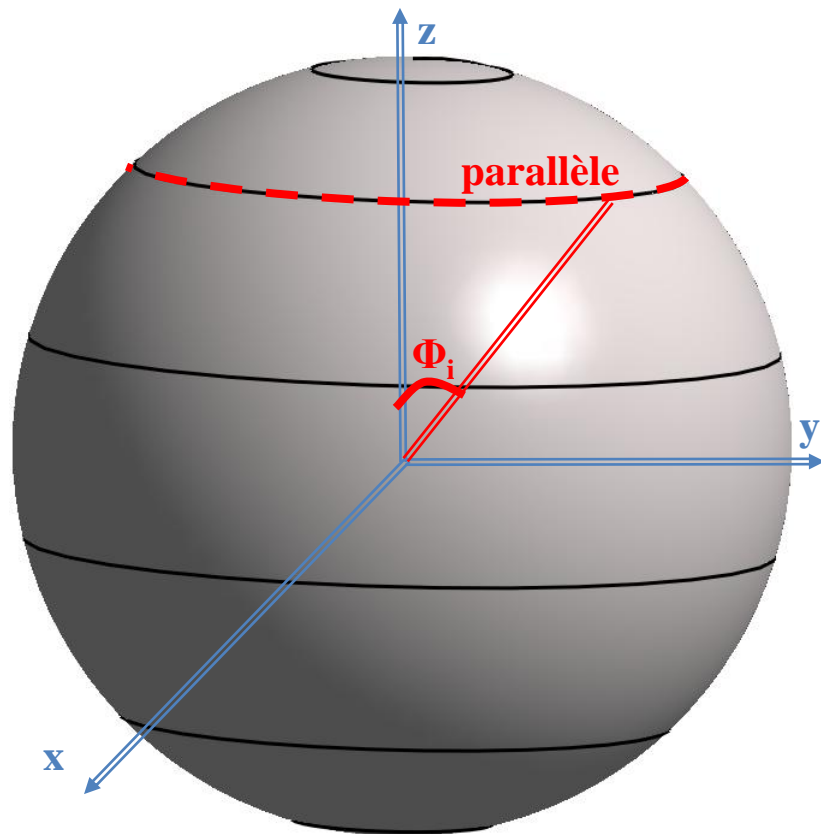
- Un *méridien* sur la sphère  $S_r$  est un demi-cercle formé de l'ensemble des points  $M$  de coordonnées sphériques  $(r, \phi_m, \theta_m)$  tels que l'angle  $\theta_m$  soit fixé égal à une certaine valeur.
- Soit  $\theta_i \in [0, 2\pi[$ , le méridien  $i$  de  $S_r$  d'angle  $\theta_i$  est constitué de l'ensemble des points  $M$  tels que  $\theta_m = \theta_i$ .



# Quadriques : sphère

- Les parallèles :

- Etant donné  $\phi_i \in ]0, \pi[$ , le *parallèle* d'angle  $\phi_i$  de la sphère  $S_r$  est le cercle constitué de l'ensemble des points  $M(r, \phi_m, \theta_m)$  de  $S_r$  tels que  $\phi_m = \phi_i$ .



# Quadriques : sphère

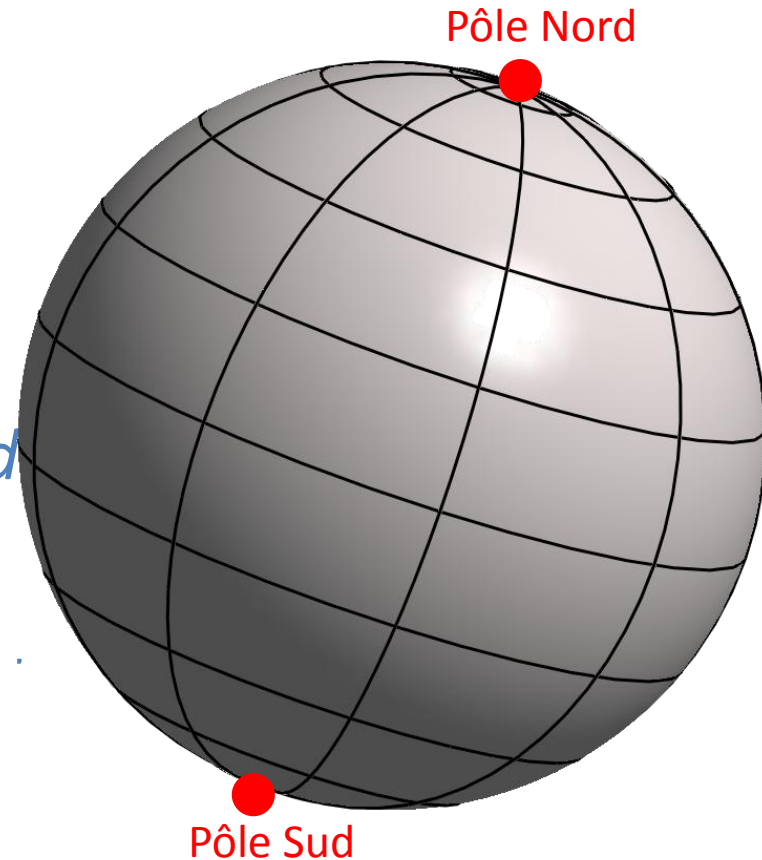
- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$





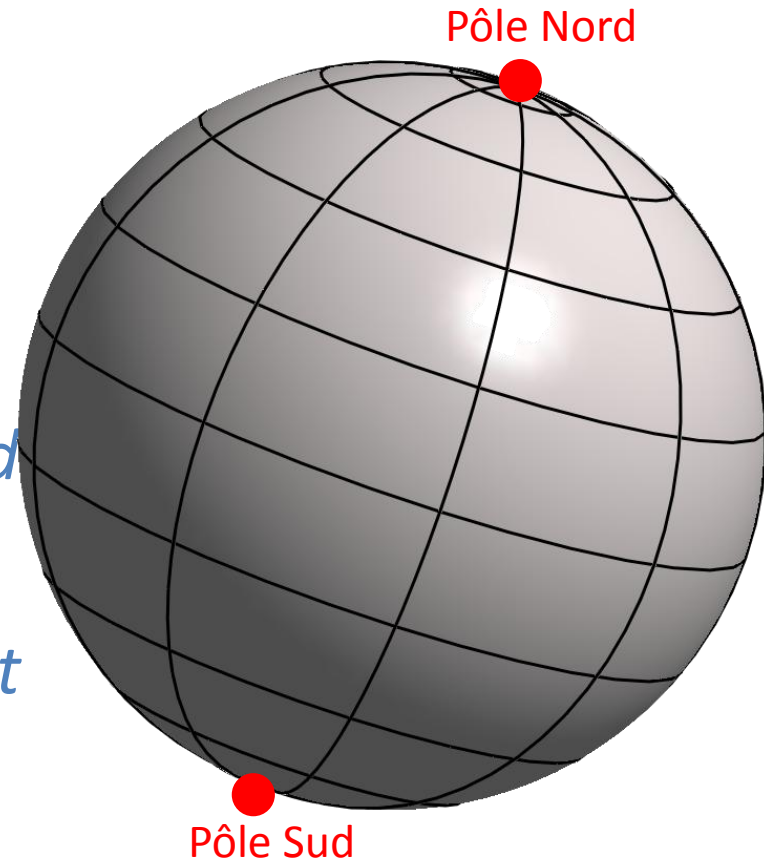
# Quadriques : sphère

- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$
  - $N=(0,0,r)$  est appelé le *pôle nord*
  - $S=(0,0,-r)$  est appelé le *pôle sud*



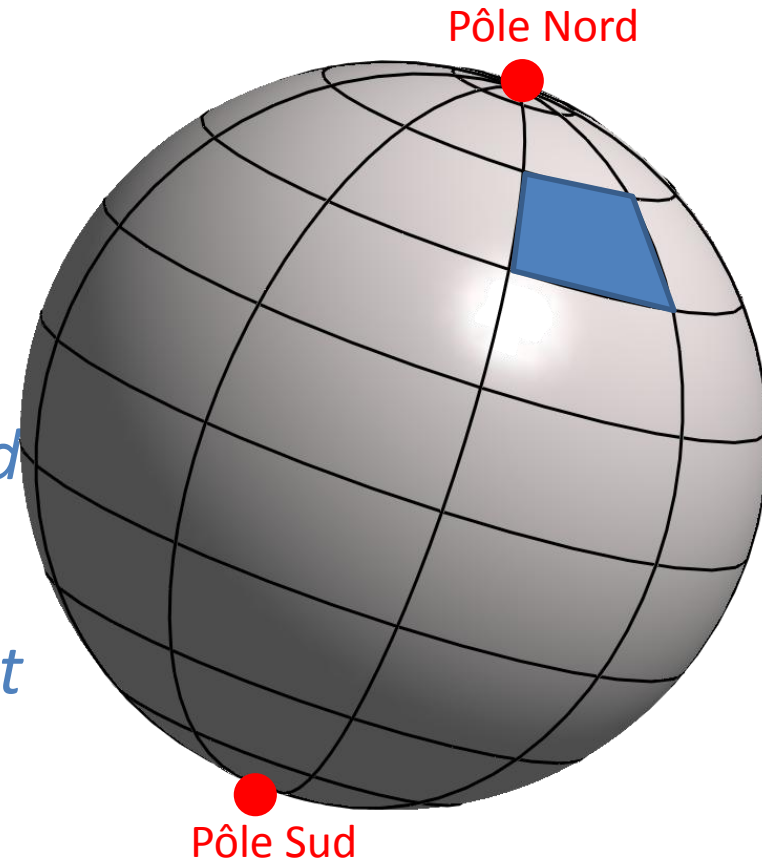
# Quadriques : sphère

- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$
  - $N=(0,0,r)$  est appelé le *pôle nord*
  - $S=(0,0,-r)$  est appelé le *pôle sud*
  - *des faces à 3 ou 4 sommets sont créées.*



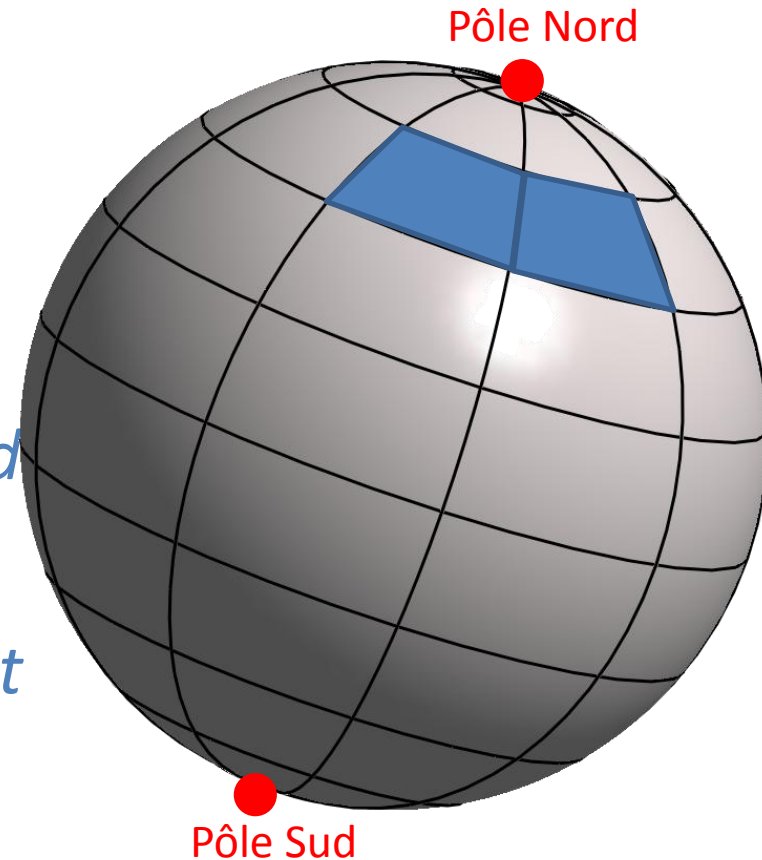
# Quadriques : sphère

- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$
  - $N=(0,0,r)$  est appelé le *pôle nord*
  - $S=(0,0,-r)$  est appelé le *pôle sud*
  - *des faces à 3 ou 4 sommets sont créées.*



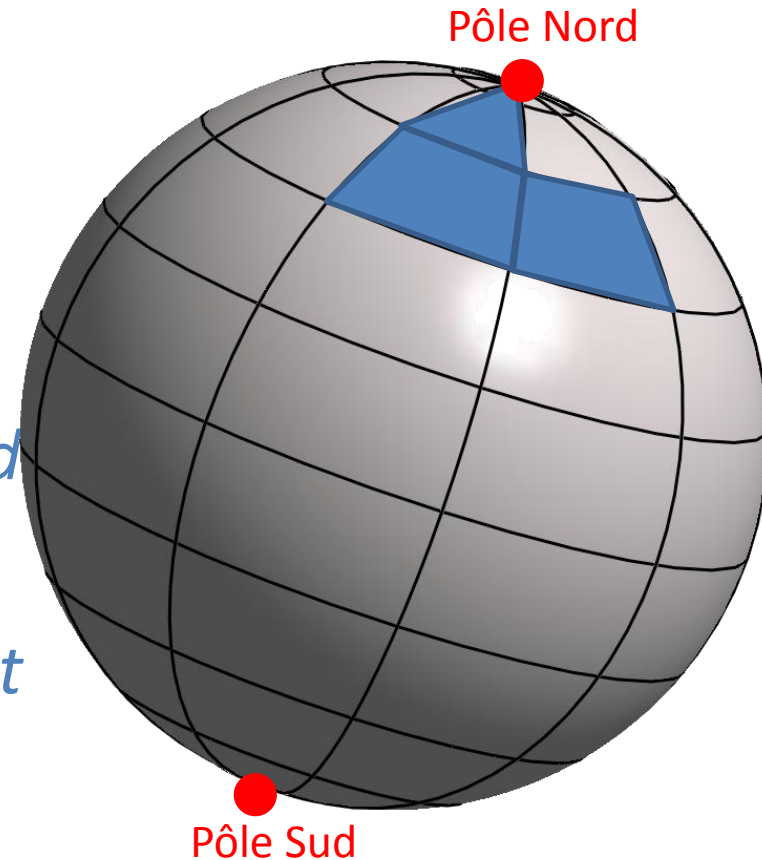
# Quadriques : sphère

- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$
  - $N=(0,0,r)$  est appelé le *pôle nord*
  - $S=(0,0,-r)$  est appelé le *pôle sud*
  - *des faces à 3 ou 4 sommets sont créées.*



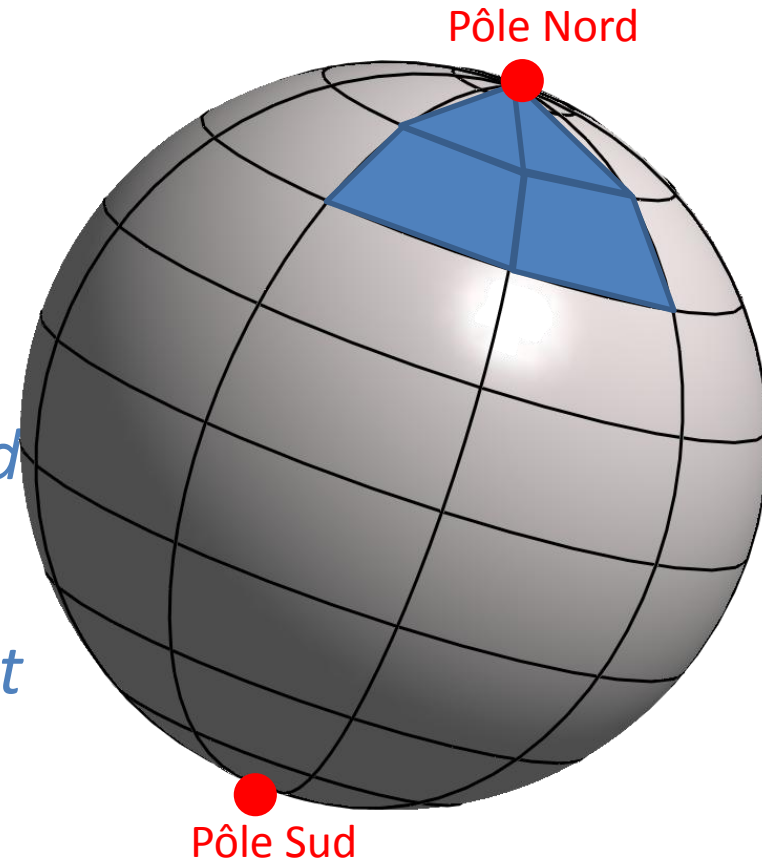
# Quadriques : sphère

- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$
  - $N=(0,0,r)$  est appelé le *pôle nord*
  - $S=(0,0,-r)$  est appelé le *pôle sud*
  - *des faces à 3 ou 4 sommets sont créées.*



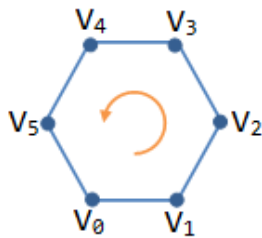
# Quadriques : sphère

- Facettisation de la sphère :
  - on découpe la sphère en  $m$  méridiens et  $p$  parallèles,
  - avec  $m \geq 3$  et  $p \geq 2$
  - $N=(0,0,r)$  est appelé le *pôle nord*
  - $S=(0,0,-r)$  est appelé le *pôle sud*
  - *des faces à 3 ou 4 sommets sont créées.*

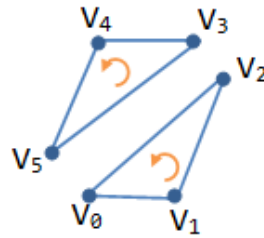


# Rappel OpenGL

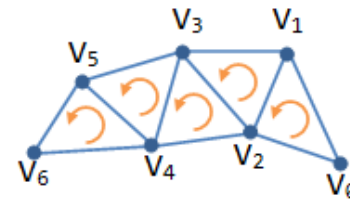
- Type de face :
  - triangle : *GL\_TRIANGLES*
  - quadrangles : *GL\_QUADS*
  - polygones : *GL\_POLYGON*



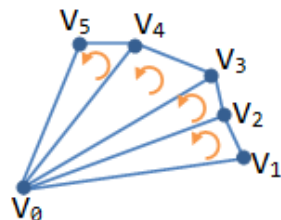
GL\_POLYGON



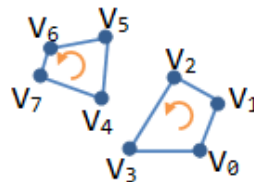
GL\_TRIANGLES



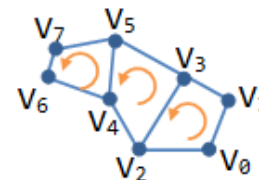
GL\_TRIANGLE\_STRIP



GL\_TRIANGLE\_FAN



GL\_QUADS



GL\_QUAD\_STRIP

# Rappel OpenGL

- On énonce les sommets à la suite les uns des autres:
    - glBegin(GL\_QUADS);
    - glColor3f(0.0F, 1.0F, 0.0F);
    - glVertex3f(x, y, z);
    - glVertex3f(x,y,z);
    - glVertex3f(x, y, z);
    - glVertex3f(x,y,z);
    - ...
    - glEnd();
- } face



# Conclusion

- **Représentation surfacique :**
  - soit de manière continue,
  - soit de manière polyédrique.

# Conclusion

- **Représentation surfacique :**
  - soit de manière continue,
  - soit de manière polyédrique.
- **Passage continue → facettisation :**
  - a partir de l'équation d'une surface, on peut construire une facettisation de la surface,
  - l'équation mathématique sous-jacente peut permettre de faire varier la résolution du modèle facettisé.

# FIN

