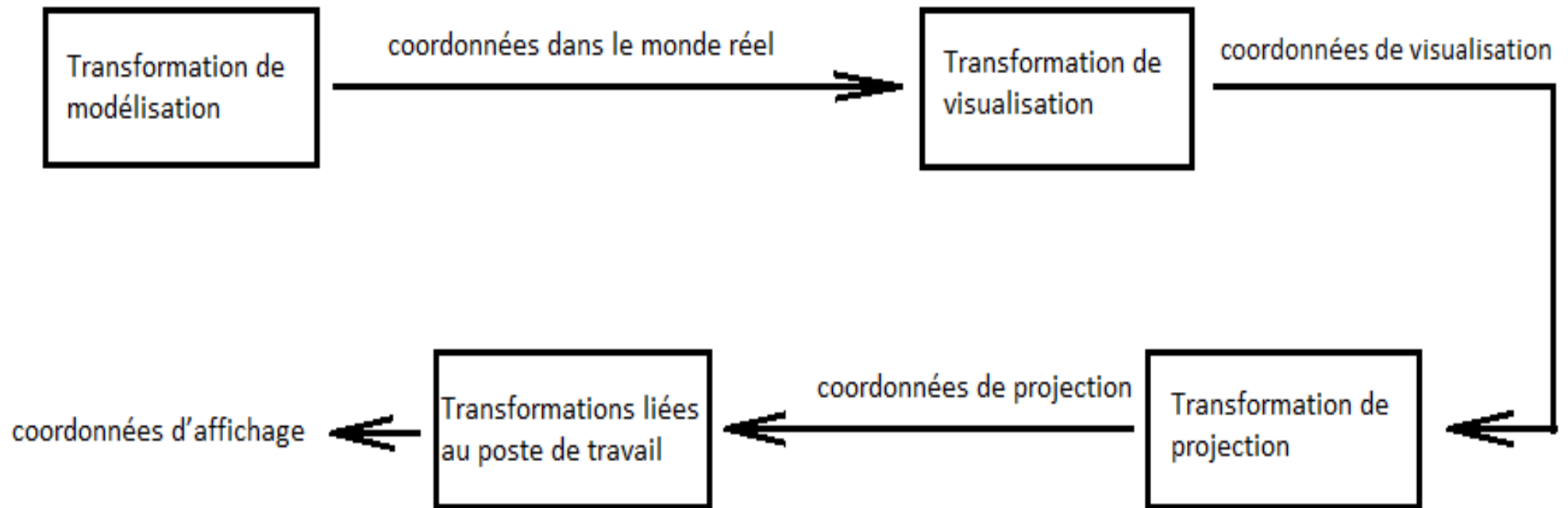


# La visualisation

USTHB - M2 IV

Dr A. DAHMANE

# Le pipeline de visualisation



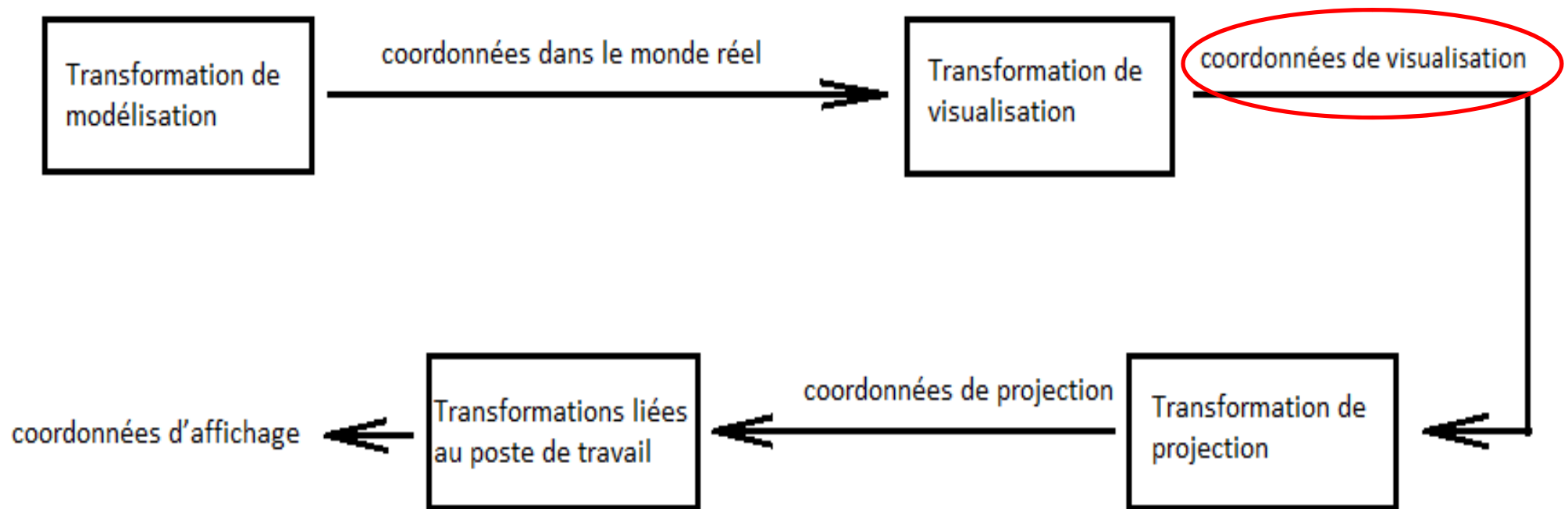
# Le pipeline de visualisation

Les étapes pour créer une vue à partir d'une scène 3D est analogue à la prise de photos.

- Positionner la caméra dans l'espace
- Choisir l'orientation de la caméra
- La surface visible est rognée selon la taille de l'image.

**Les coordonnées réelles sont transformées en coordonnées de visualisation qui sont projetées sur le plan de visualisation.**

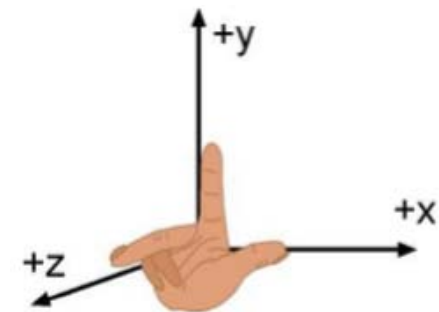
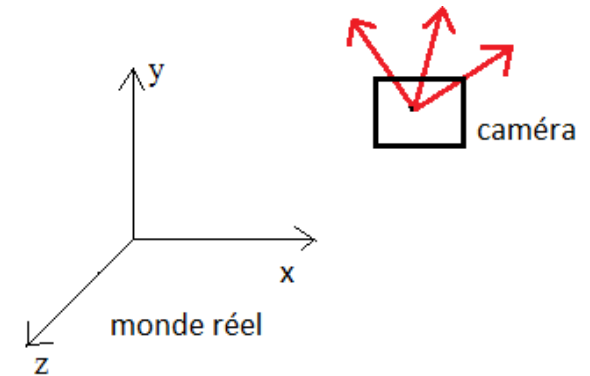
# Le pipeline de visualisation



# Coordonnées de visualisation

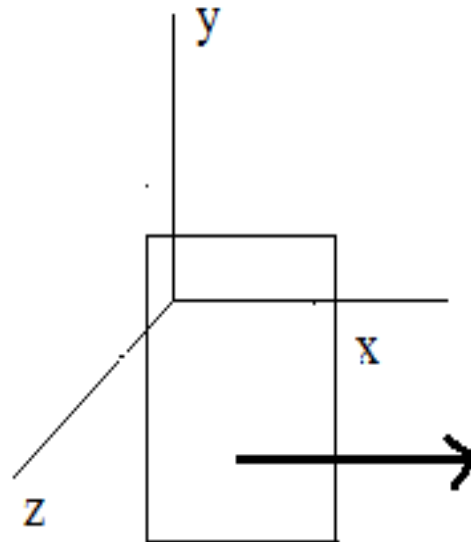
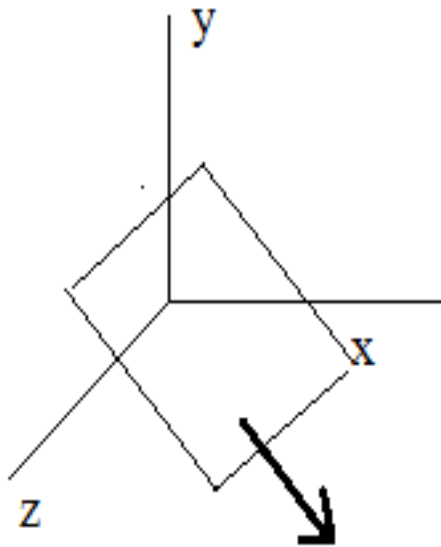
## Orientation du repère de visualisation

- Point de référence de visualisation
- Vecteur normal au plan de visualisation
- Vecteur *view-up*
- Distance du plan de visualisation



# Coordonnées de visualisation

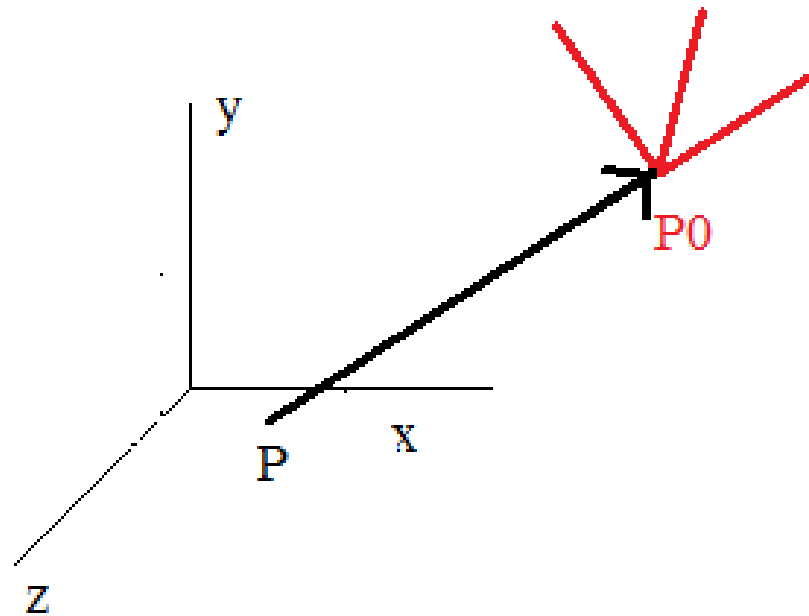
Le vecteur normal au plan de visualisation peut être défini par **le point de référence et l'origine du repère du monde réel**



Points de référence :  
 $(1,0,1)$  et  $(1,0,0)$

# Coordonnées de visualisation

Le vecteur normal au plan de visualisation peut être défini par le point de référence et l'origine du repère du monde réel ou **celui du repère de visualisation**.

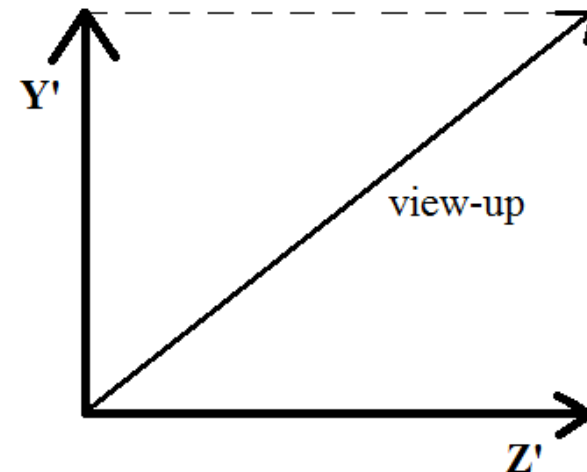


# Coordonnées de visualisation

Soit le repère de visualisation  $P0(X',Y',Z')$

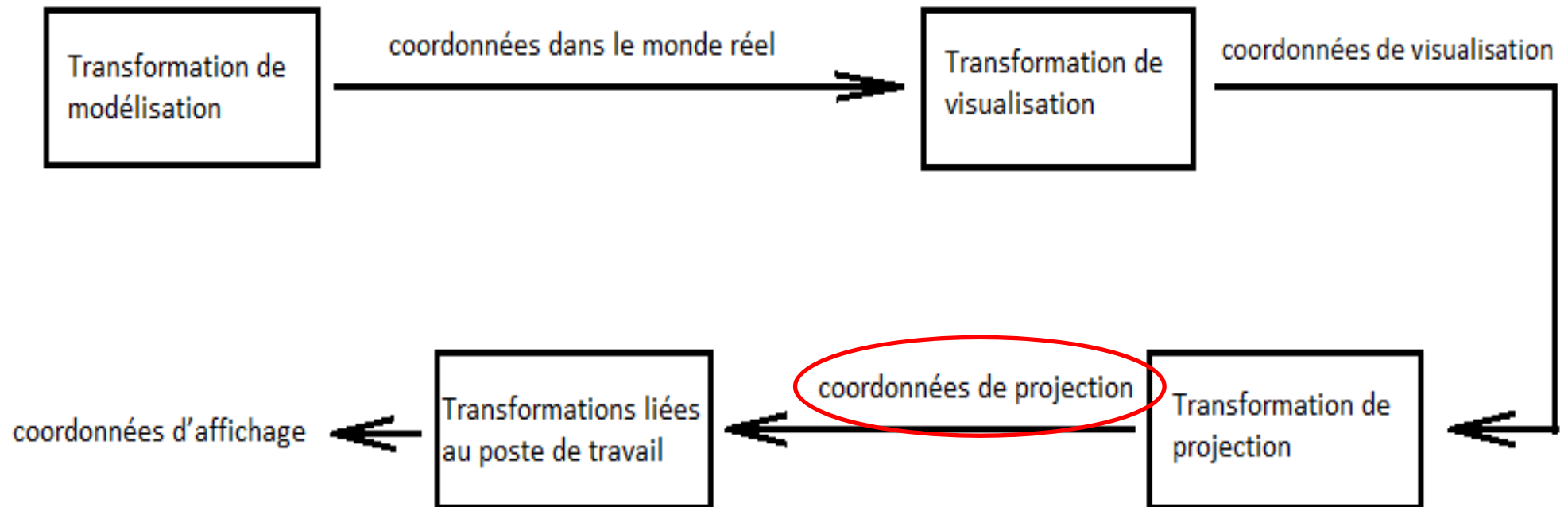
- Le vecteur normal au plan de visualisation définit l'axe  $Z'$
- L'orientation de l'axe  $Y'$  est la projection du vecteur *view-up* sur le plan perpendiculaire à  $Z'$

- $X'$  est perpendiculaire à  $Z'$  et  $Y'$





# Le pipeline de visualisation



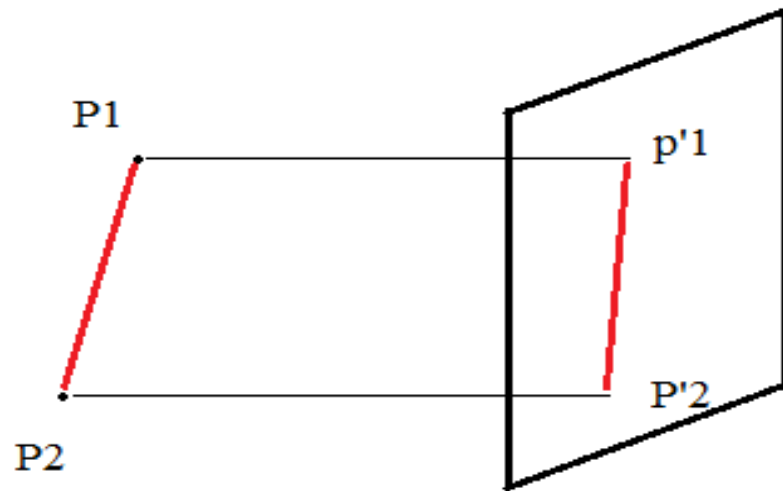
# La projection

Une fois les coordonnées transformées du monde réel en coordonnées de visualisation via la transformation de changement de repère, on peut les projeter du repère 3D de visualisation au plan 2D de visualisation.

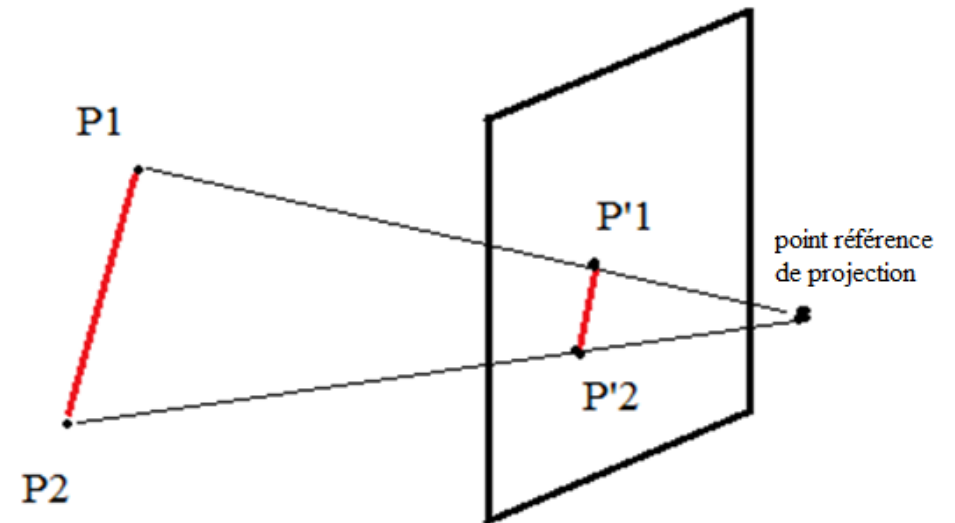
Il existe deux méthodes de base de projection :

Projection parallèle et projection Perspective

# La projection



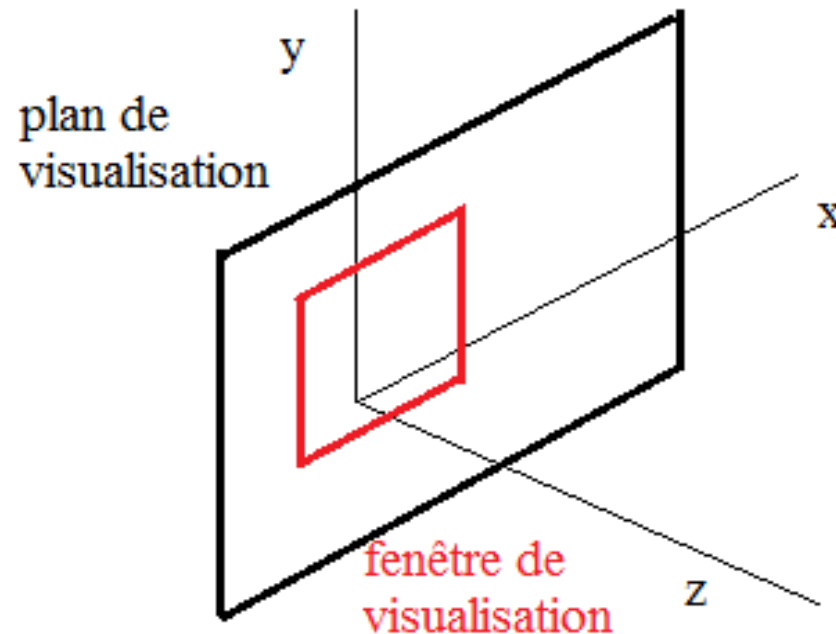
Projection parallèle



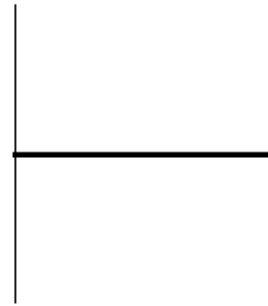
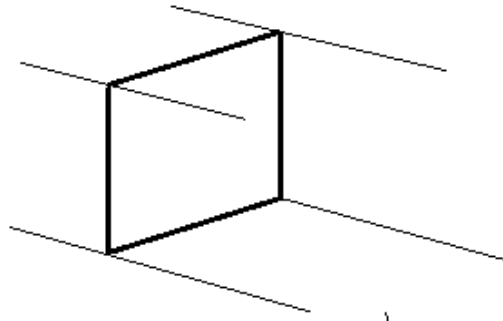
Projection perspective

# Le volume de visualisation

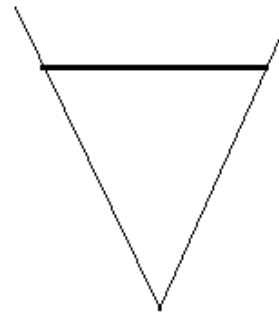
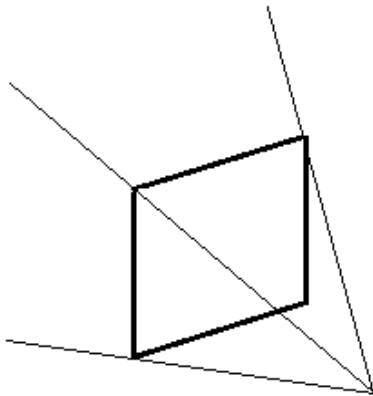
La fenêtre de visualisation ou de projection est utilisée pour définir quelle partie de la scène sera affichée.



# Le volume de visualisation



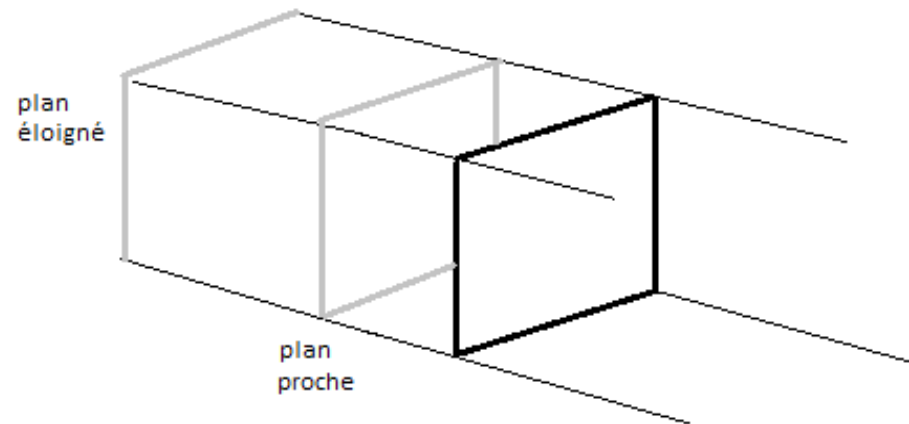
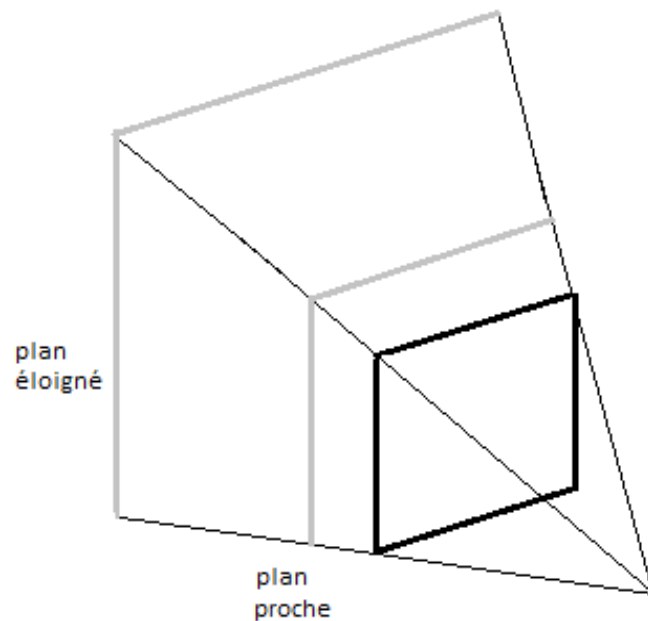
Projection parallèle



Projection perspective

# Le volume de visualisation

Le volume est limité sur l'axe Z par deux plans.



# La projection parallèle

Peut être définie avec un vecteur de projection car toutes les lignes ont la même direction.

- La projection parallèle est **orthogonale** lorsque le vecteur de projection est perpendiculaire au plan de visualisation.
- Sinon elle est **oblique**.

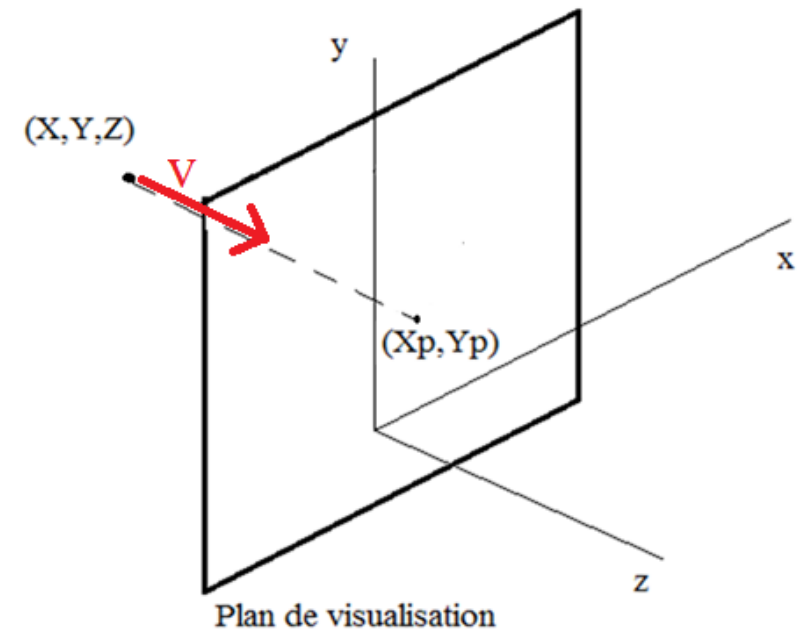
# La projection parallèle orthogonale

La transformation de la projection parallèle orthogonale donne pour un point  $(x, y, z)$ :

$$x_p = x \quad y_p = y$$

La matrice de transformation:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$





# La projection parallèle oblique

$$x_p = x + L \cos \theta$$

$$y_p = y + L \sin \theta$$

$$L = z / \tan \alpha$$

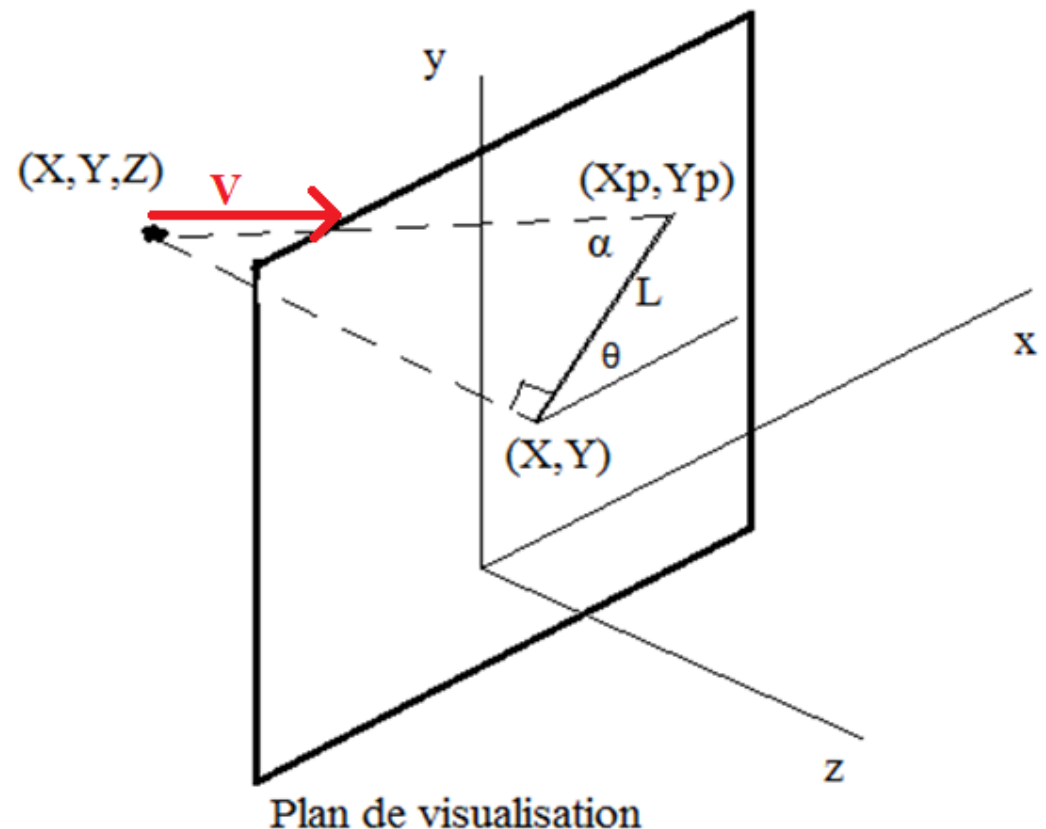
On fixe  $L_1$ :

$$L_1 = 1 / \tan \alpha$$

Donc :

$$x_p = x + z \cdot L_1 \cdot \cos \theta$$

$$y_p = y + z \cdot L_1 \cdot \sin \theta$$



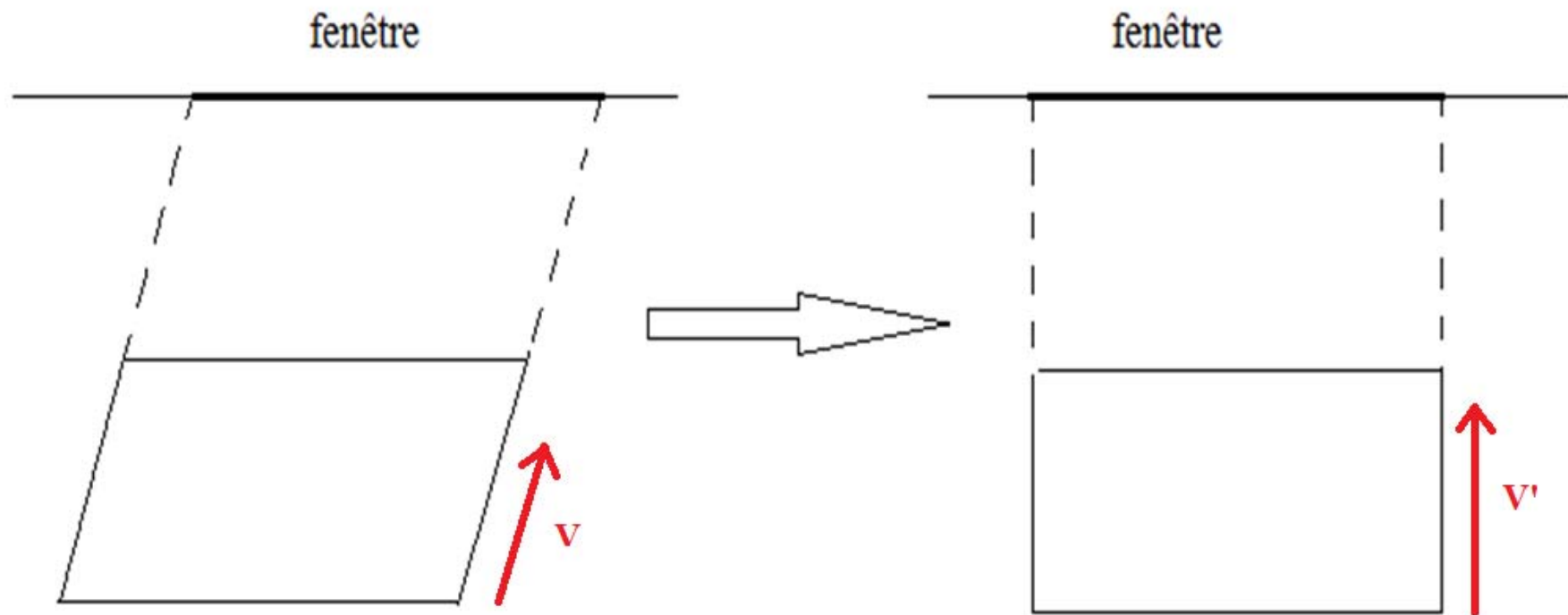
# La projection parallèle

Ce qui donne la matrice de transformation suivante :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & L_1 \cdot \cos\theta & 0 \\ 0 & 1 & L_1 \cdot \sin\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Correspond à un glissement !

# La projection parallèle

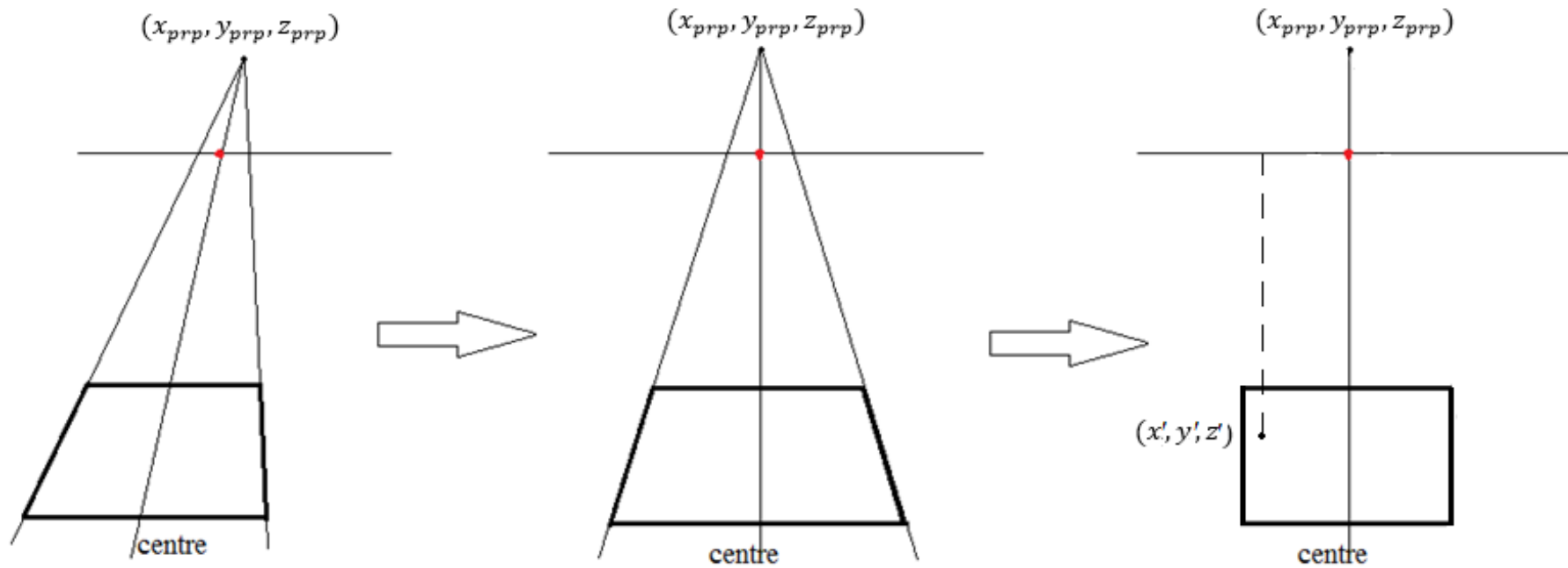


# La projection perspective

C'est une combinaison de trois transformations:

- un glissement et une translation afin d'aligner l'objet avec le plan de projection, la ligne qui passe par le centre du volume doit être perpendiculaire au plan de visualisation
- suivi d'un changement d'échelle d'un facteur  $1/z$ , afin de retrouver les coordonnées de projection  $(x', y', z')$

# La projection perspective



# La projection perspective

Le glissement :

$$\begin{aligned}x' &= x + a z \\ y' &= y + b z\end{aligned}$$

Avec :

$$\begin{aligned}a &= \frac{-x_{prp} + (xw_{min} + xw_{max})/2}{z_{prp}} \\ b &= \frac{-y_{prp} + (yw_{min} + yw_{max})/2}{z_{prp}}\end{aligned}$$

$$M_{shear} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & a & 0 \\ 0 & 1 & b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

# La projection perspective

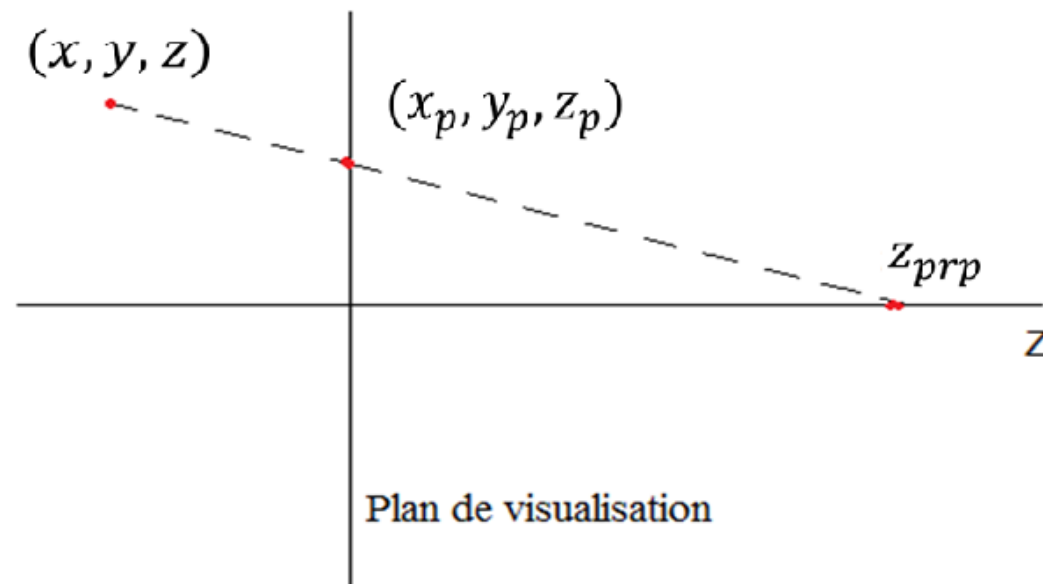
La translation:

$$\begin{aligned}x' &= x - (xw_{min} + xw_{max})/2 \\ y' &= y - (yw_{min} + yw_{max})/2\end{aligned}$$

$$M_{translate} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -xw_{centre} \\ 0 & 1 & 0 & -yw_{centre} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

# La projection perspective

Une fois le centre du volume de visualisation aligné avec le point de référence de la projection, on obtient cette configuration :





# La projection perspective

Pour des points  $x'$  et  $y'$  quelconques sur la ligne de projection, on a :

$$\begin{aligned}x' &= x - xu \\y' &= y - yu \\z' &= z - (z - z_{prp})u\end{aligned}$$

Le paramètre  $u$  prend ses valeurs entre 0 et 1.

Afin de trouver  $x_p$  et  $y_p$ , on peut résoudre l'équation  $z' = z_p$

On obtient  $u = \frac{z_p - z}{z_{prp} - z}$

# La projection perspective

On substitue  $u$  dans les équations précédentes:

$$x_p = x \left( \frac{z_{prp} - z_p}{z_{prp} - z} \right)$$
$$y_p = y \left( \frac{z_{prp} - z_p}{z_{prp} - z} \right)$$

# La projection perspective

La matrice de projection perspective est alors la combinaison des trois transformations précédentes:

$$M_{proj} = M_{scale} \cdot M_{translate} \cdot M_{shear}$$

# Le clipping

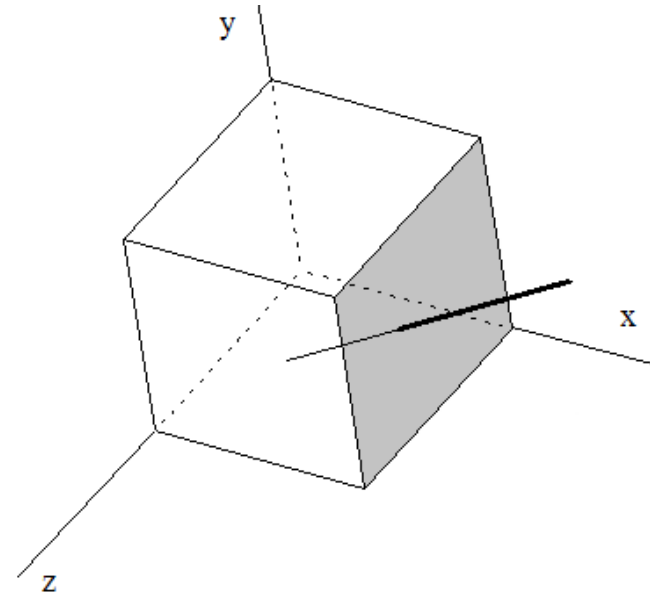
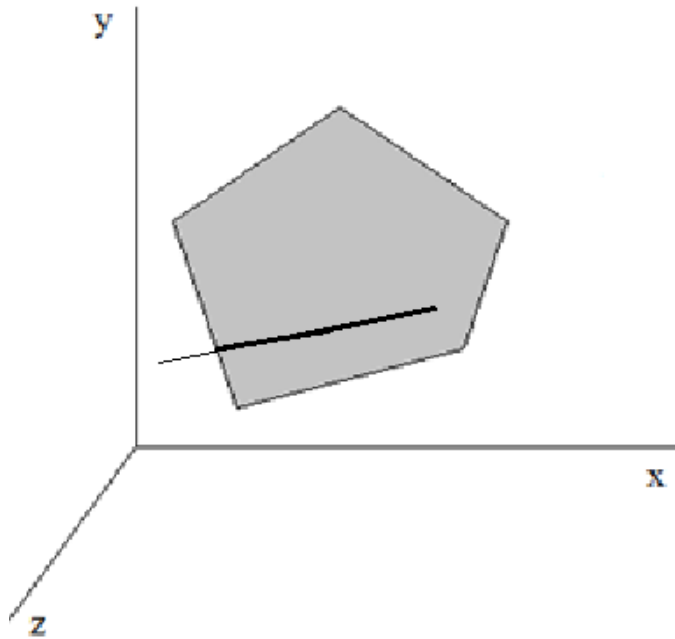
- Nous avons déjà vu que la zone de la scène sélectionnée à être visualisée est définie par une fenêtre. Cependant la zone de l'écran sur laquelle la fenêtre est projetée est appelée « **Viewport** ».
- Le clipping est l'opération d'identifier des portions de l'image comme étant à l'intérieur ou à l'extérieur d'une région. Plusieurs opérations nécessitent le clipping, telles que l'extraction de parties de scène pour être visualisées ou identifier les surfaces visibles dans un espace de visualisation 3D.

# Le clipping

Le clipping peut être appliqué :

- Dans le repère du monde réel, dans ce cas, seulement les objets à l'intérieur sont transformés vers le repère de visualisation.
- Ou alors, toutes les coordonnées sont transformées vers le repère de visualisation, puis clippées contre les bords de la fenêtre de visualisation.

# Le clipping

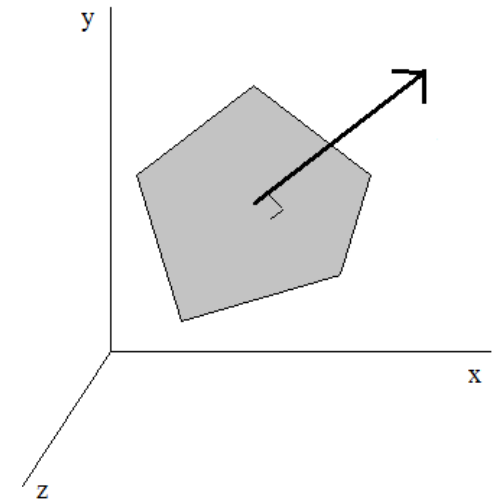


Le clipping en 3D peut se faire en utilisant une extension des méthodes de clipping 2D.

# Le clipping

Pour clipper un segment de ligne contre le volume de visualisation, on teste la position du segment relativement aux plans qui limitent le volume de visualisation en utilisant leurs équations.

- Un point  $(x, y, z)$  du segment est à l'extérieur du plan si  $Ax+By+Cz+D>0$ ,
- Si  $Ax+By+Cz+D<0$  alors le point est à l'intérieur du plan.



# Le clipping

- Les segments dont les deux points extrémités, sont à l'extérieur d'un plan délimitant le volume de visualisation, sont éliminés.
- Les segments dont les extrémités sont à l'intérieur de tous les plans délimitant le volume de visualisation, sont sauvegardés.
- L'intersection d'un segment avec un plan est définie en utilisant leurs équations, où  $Ax+By+Cz+D=0$ .



# Le clipping

- Les surfaces polygonales sont clippées de la même manière que les lignes.
- Les plans le plus proche et le plus loin sont parallèles au plan de visualisation, donc ils ont une coordonnées constante  $Z$ , et c'est à cette valeur qu'il y a intersection avec les lignes.
- Pour faciliter le calcul de l'intersection avec les 4 autres plans, le volume de visualisation est converti en parallélépipède.

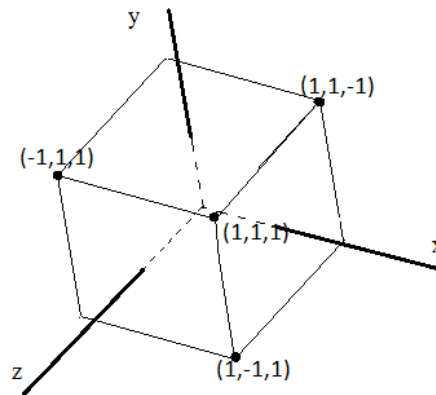
**On applique la projection qui transforme les coordonnées en coordonnées orthogonales parallèles, ensuite, on applique le clipping.**

# Normalisation du volume de visualisation

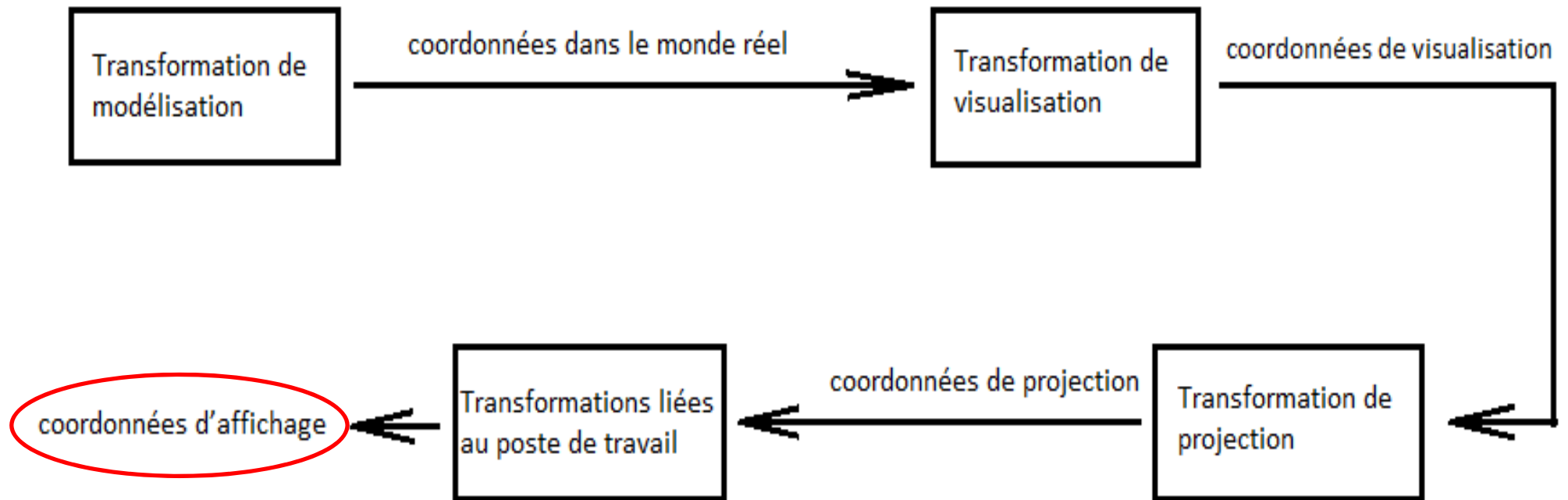
Le volume de visualisation en parallélépipède est transformé en cube unitaire.

**c'est le volume de visualisation normalisé**

Cette normalisation est effectuée afin que l'affichage puisse se faire sur n'importe quel écran indépendamment de sa taille.



# Le pipeline de visualisation



# Coordonnées d'affichage

Les valeurs  $(x, y, z)$  sont dans l'intervalle  $[-1,1]^3$

Afin d'avoir les coordonnées dans le viewport, on effectue un changement d'échelle puis une translation.

