Plan

Principe

Principe

1. création de la scène :

Principe

1. création de la scène :
   - création d'objets de base à l'aide de maillages,

Principe

1. création de la scène :
   - création d'objets de base à l'aide de maillages,
   - composition d'une scène complexe à l'aide des objets de base, et de transformations géométriques.

Principe

1. création de la scène :
   - création d'objets de base à l'aide de maillages,
   - composition d'une scène complexe à l'aide des objets de base, et de transformations géométriques.
2. définition de la caméra :

Principe

1. création de la scène :
   - création d'objets de base à l'aide de maillages,
   - composition d'une scène complexe à l'aide des objets de base, et de transformations géométriques.
2. définition de la caméra :
   - positionnement de celle-ci par rapport à la scène,

Principe

1. création de la scène :
   - création d'objets de base à l'aide de maillages,
   - composition d'une scène complexe à l'aide des objets de base, et de transformations géométriques.
2. définition de la caméra :
   - positionnement de celle-ci par rapport à la scène,
   - choix de la projection et limitation de la profondeur.

Principe

1. création de la scène :
   - création d'objets de base à l'aide de maillages,
   - composition d'une scène complexe à l'aide des objets de base, et de transformations géométriques.
2. définition de la caméra :
   - positionnement de celle-ci par rapport à la scène,
   - choix de la projection et limitation de la profondeur.
3. définition de la taille de l'image finale

Objets de base

Objets de base

Vertex (point ou sommet)

Exemple : définir le point de coordonnées $(2, 3, 0)$

```
glVertex3d(2.0,3.0,0.0);
```

ou bien

```
GLdouble S[3] = {2.0,3.0,0.0};
glVertex3dv(S);
```

Objets de base

Line (segment de droite)

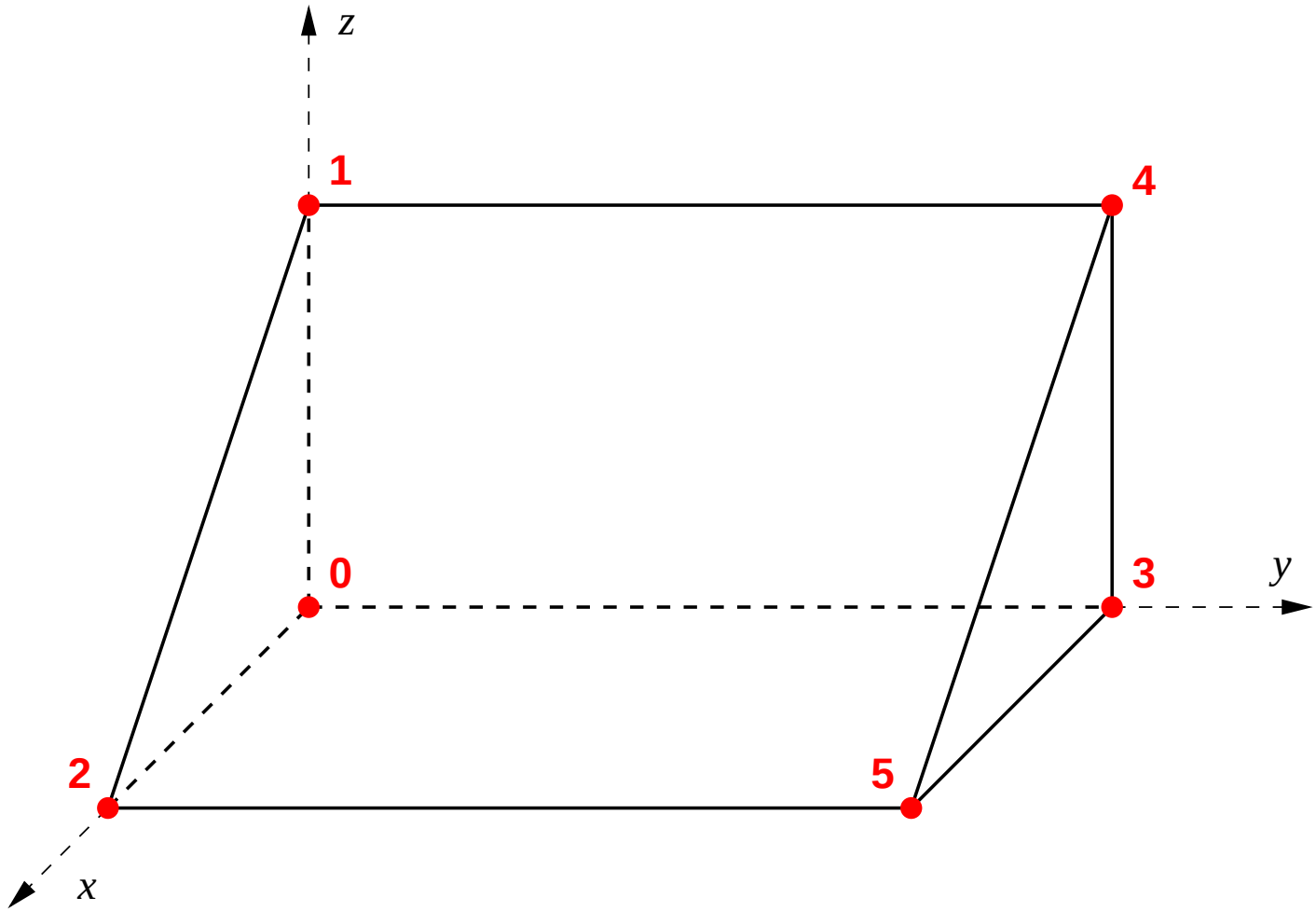
Exemple : définir le segment du point $(-1, 2, 5)$ au point $(0, 4, 1)$

```
glBegin(GL_LINES);
  glVertex3d(-1.0,2.0,5.0);
  glVertex3d( 0.0,4.0,1.0);
glEnd();
```

Objets de base

Triangle / quadrangle

Exemple 1 : prisme



Objets de base

Triangle / quadrangle

Exemple 1 : prisme

Sommet	x	y	z
0	0	0	0
1	0	0	2
2	2	0	0
3	0	3	0
4	0	3	2
5	2	3	0

Face	nS	sommets
0	3	**2 1 0**
1	3	**3 4 5**
2	4	**4 1 2 5**
3	4	**5 2 0 3**
4	4	**3 0 1 4**

Objets de base

Triangle / quadrangle

Exemple 1 : prisme

```
void prisme()
{
  GLdouble S[6][3] = {
   {0.0,0.0,0.0},{0.0,0.0,2.0},{2.0,0.0,0.0},
   {0.0,3.0,0.0},{0.0,3.0,2.0},{2.0,3.0,0.0}};

  /* les deux triangles */
  glBegin(GL_TRIANGLES);
    glVertex3dv(S[2]); glVertex3dv(S[1]); glVertex3dv(S[0]);
    glVertex3dv(S[3]); glVertex3dv(S[4]); glVertex3dv(S[5]);
  glEnd();

  ...
}
```

Objets de base

Triangle / quadrangle

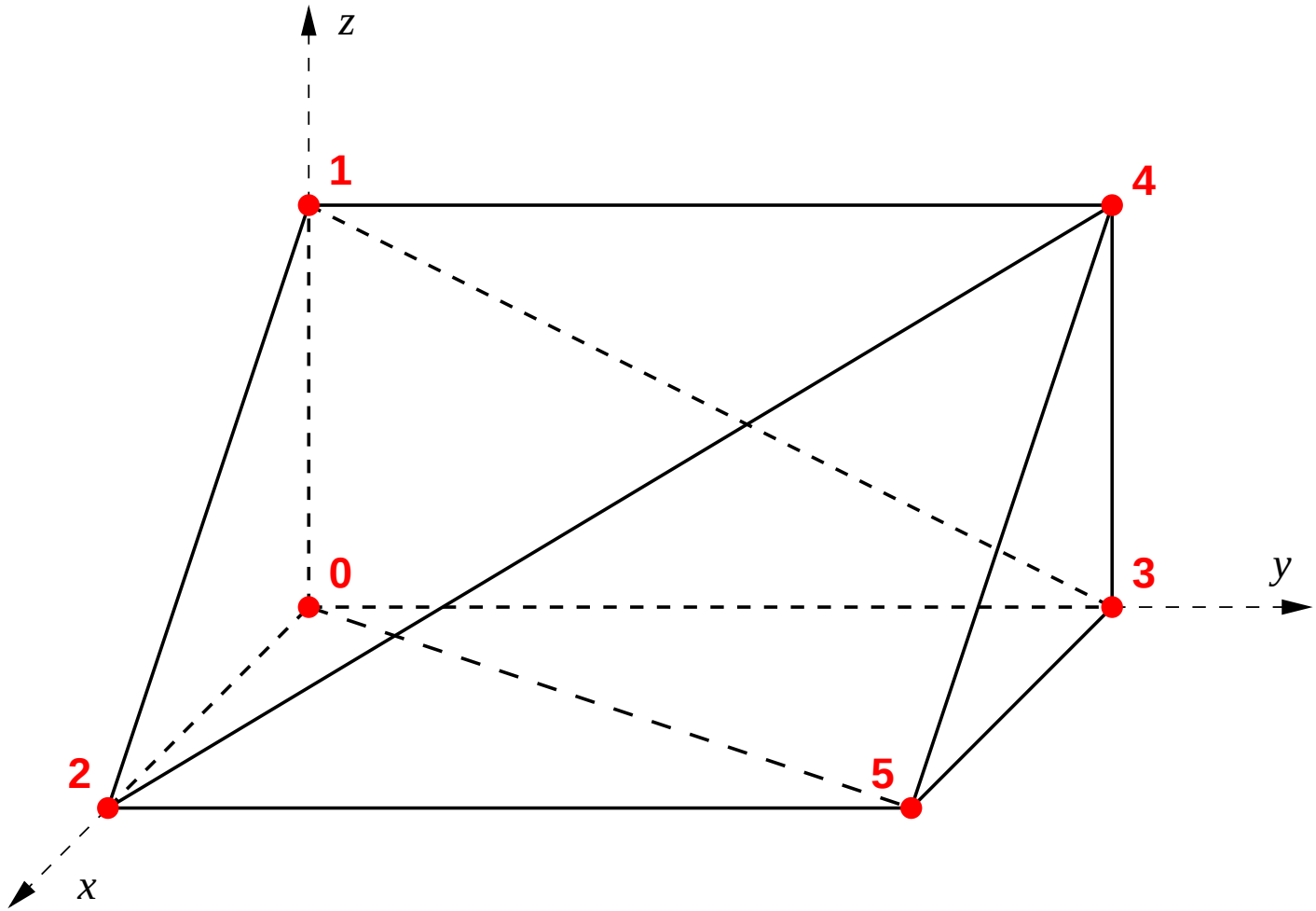
Exemple 1 : prisme

```
void prisme()
{
  ...

  /* les trois quadrangles */
  glBegin(GL_QUADS);
    glVertex3dv(S[4]); glVertex3dv(S[1]);
      glVertex3dv(S[2]); glVertex3dv(S[5]);
    glVertex3dv(S[5]); glVertex3dv(S[2]);
      glVertex3dv(S[0]); glVertex3dv(S[3]);
    glVertex3dv(S[3]); glVertex3dv(S[0]);
      glVertex3dv(S[1]); glVertex3dv(S[4]);
  glEnd();
}
```

Objets de base

Triangle / quadrangle

Exemple 2 : prisme triangulé



Objets de base

Triangle / quadrangle

Exemple 2 : prisme triangulé

Sommet	x	y	z
0	0	0	0
1	0	0	2
2	2	0	0
3	0	3	0
4	0	3	2
5	2	3	0

Face	sommets
0	**2 1 0**
1	**3 4 5**
2	**4 1 2**
3	**4 2 5**
4	**5 2 0**
5	**5 0 3**
6	**3 0 1**
7	**3 1 4**

Objets de base

Triangle / quadrangle

Exemple 2 : prisme triangulé

```
void prisme_triangule()
{
  GLdouble S[6][3] = {
   {0.0,0.0,0.0},{0.0,0.0,2.0},{2.0,0.0,0.0},
   {0.0,3.0,0.0},{0.0,3.0,2.0},{2.0,3.0,0.0}};
  int T[8][3] = {{2,1,0},{3,4,5},{4,1,2},{4,2,5},
                 {5,2,0},{5,0,3},{3,0,1},{3,1,4}};

  // les différents triangles
  glBegin(GL_TRIANGLES);
  for (int i=0; i<8; i++)
    // un triangle
    for (int j=0; j<3; j++)
      glVertex3dv(S[T[i][j]]);
  glEnd();
}
```

Transformations géométriques

Transformations géométriques

Opérations de base - exemple dans le plan

Transformations géométriques

Opérations de base - exemple dans le plan

Homothétie de facteur r

$$\text{point} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \longrightarrow \text{point} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} rx \\ ry \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r & 0 \\ 0 & r \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\text{opération linéaire : } \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Transformations géométriques

Opérations de base - exemple dans le plan

Rotation d'angle a

$$\text{point} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \longrightarrow \text{point} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x\cos(a) - y\sin(a) \\ x\sin(a) + y\cos(a) \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \cos(a) & -\sin(a) \\ \sin(a) & \cos(a) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\text{opération linéaire : } \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Transformations géométriques

Opérations de base - exemple dans le plan

Translation du vecteur $\begin{pmatrix} x_T \\ y_T \end{pmatrix}$

$$\text{point} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \longrightarrow \text{point} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + x_T \\ y + y_T \end{pmatrix}$$

opération non linéaire car impossible d'écrire $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$

Transformations géométriques

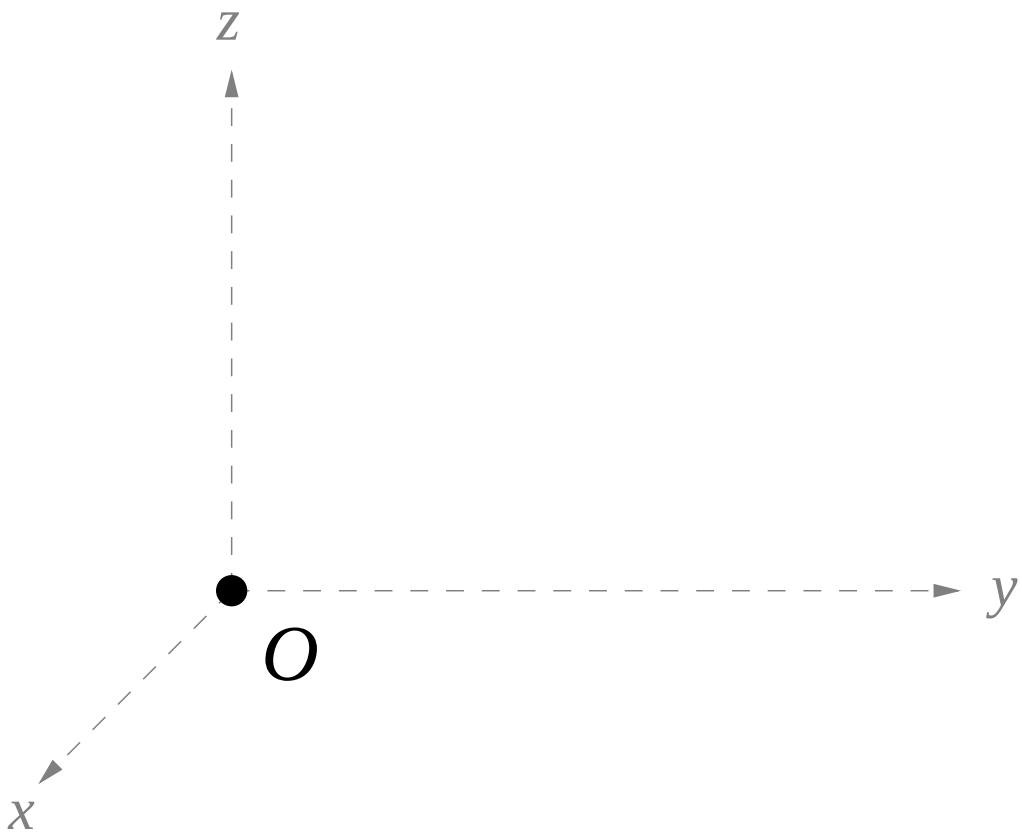
Utilisation des coordonnées homogènes

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

Transformations géométriques

Utilisation des coordonnées homogènes

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

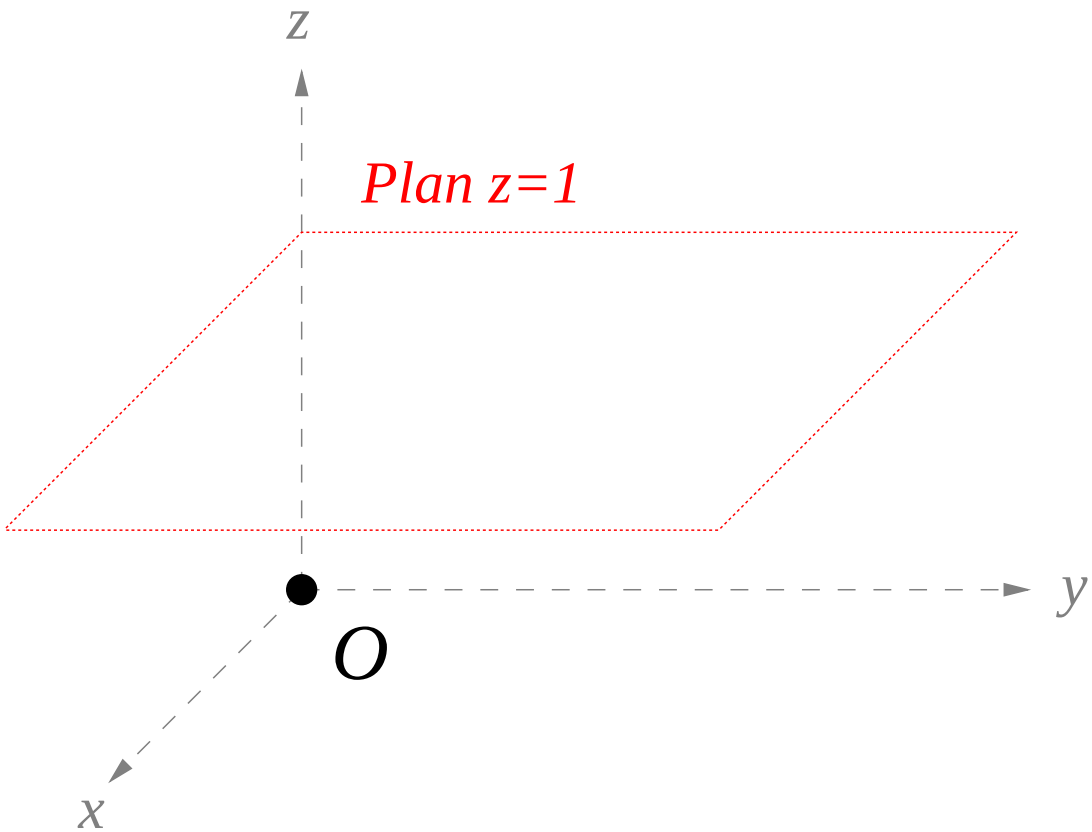


Espace des coordonnées homogènes $\mathbb{R}^3$

Transformations géométriques

Utilisation des coordonnées homogènes

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

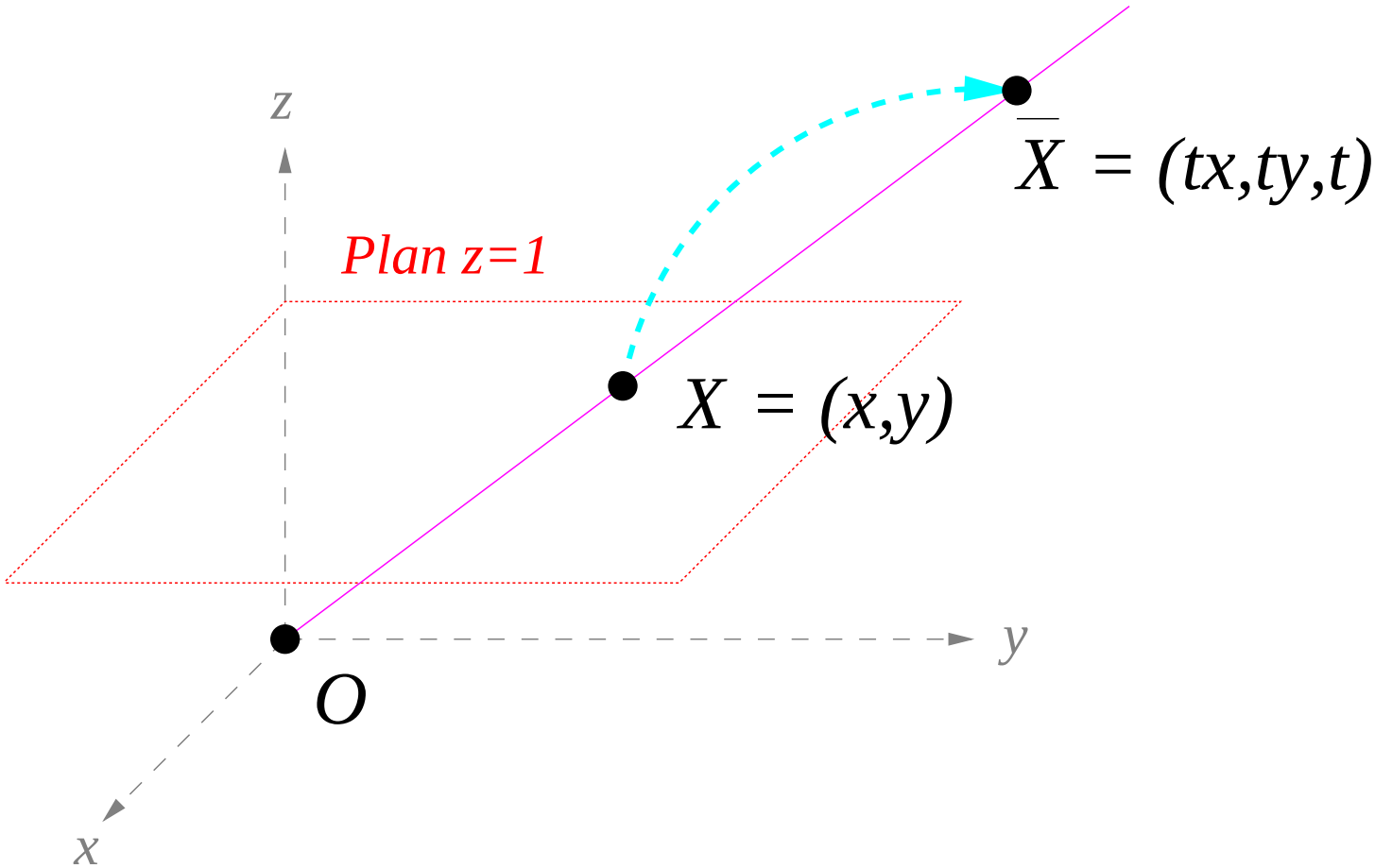


Espace réel $\mathbb{R}^2$: plan $\{(x, y)\} \equiv$ plan $\{(x, y, z), z = 1\} \subset \mathbb{R}^3$

Transformations géométriques

Utilisation des coordonnées homogènes

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

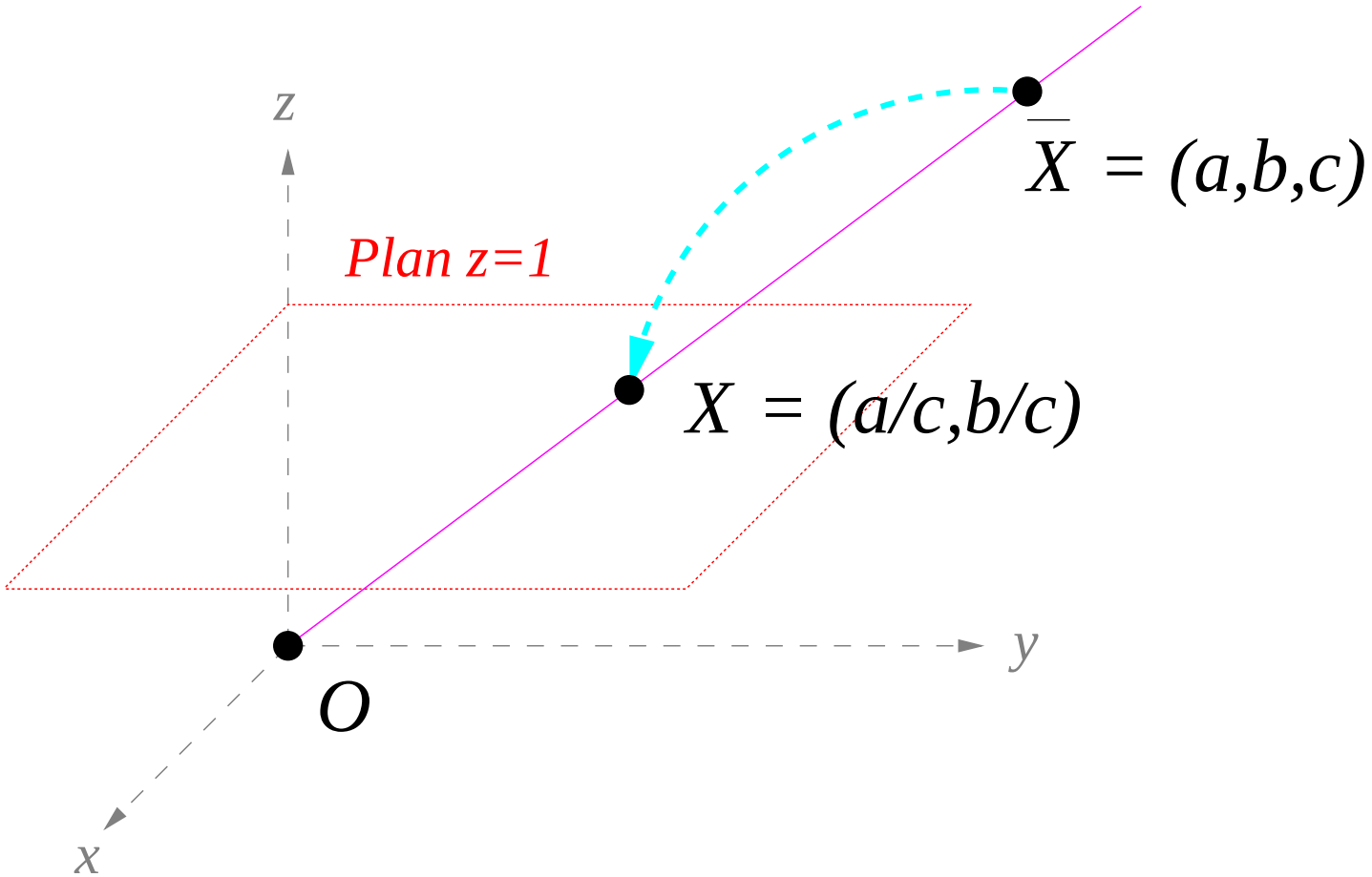


$$X = (x, y) \in \mathbb{R}^2 \rightarrow \bar{X} = (t\,x, t\,y, t) \in \mathbb{R}^3 \text{ (avec } t > 0)$$

Transformations géométriques

Utilisation des coordonnées homogènes

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$



$$\bar{X} = (a, b, c) \in \mathbb{R}^3 \rightarrow X = (a/c, b/c) \in \mathbb{R}^2$$

Utilisation des coordonnées homogènes

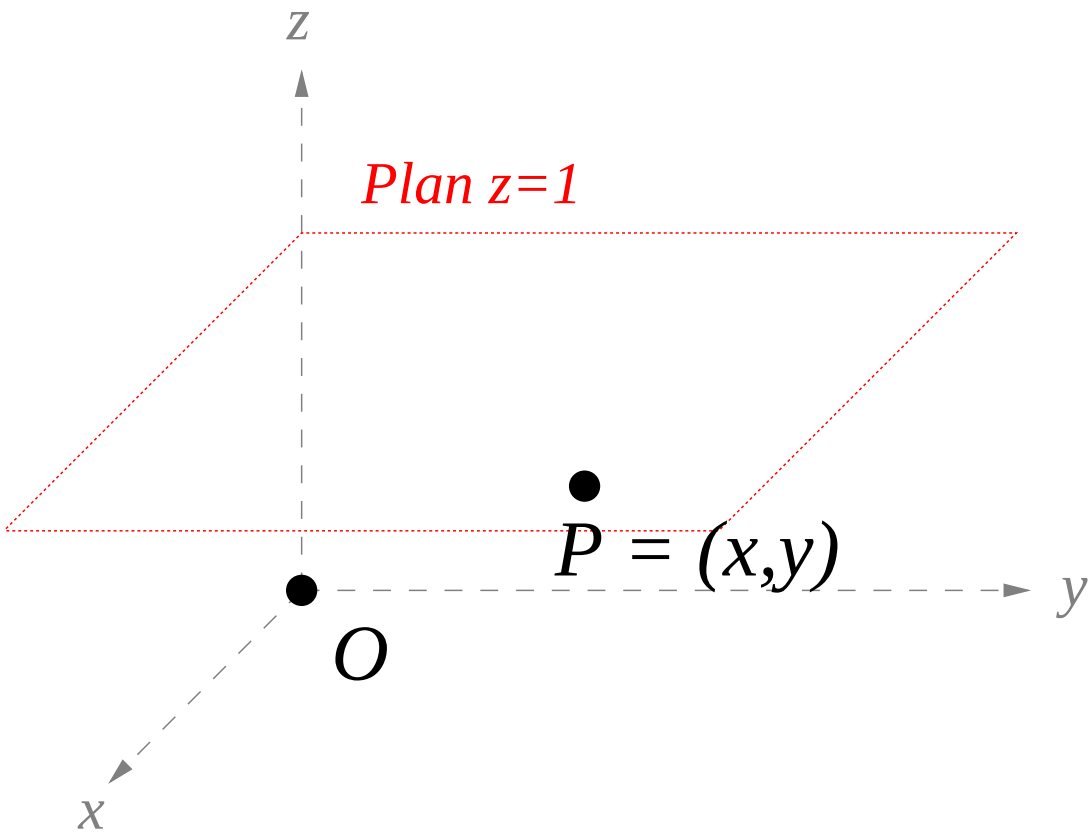
Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

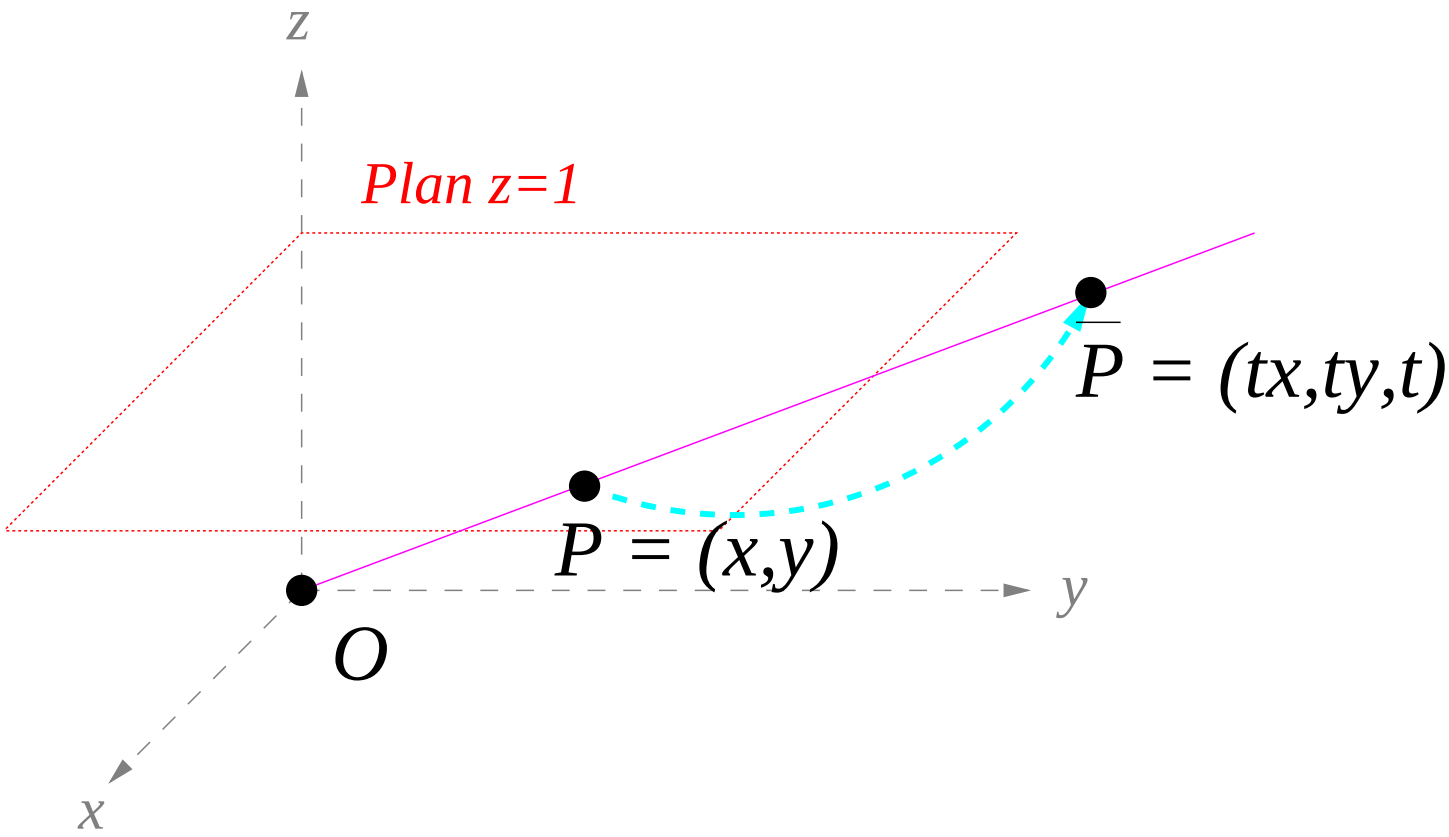


$$P = (x, y) \in \mathbb{R}^2$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

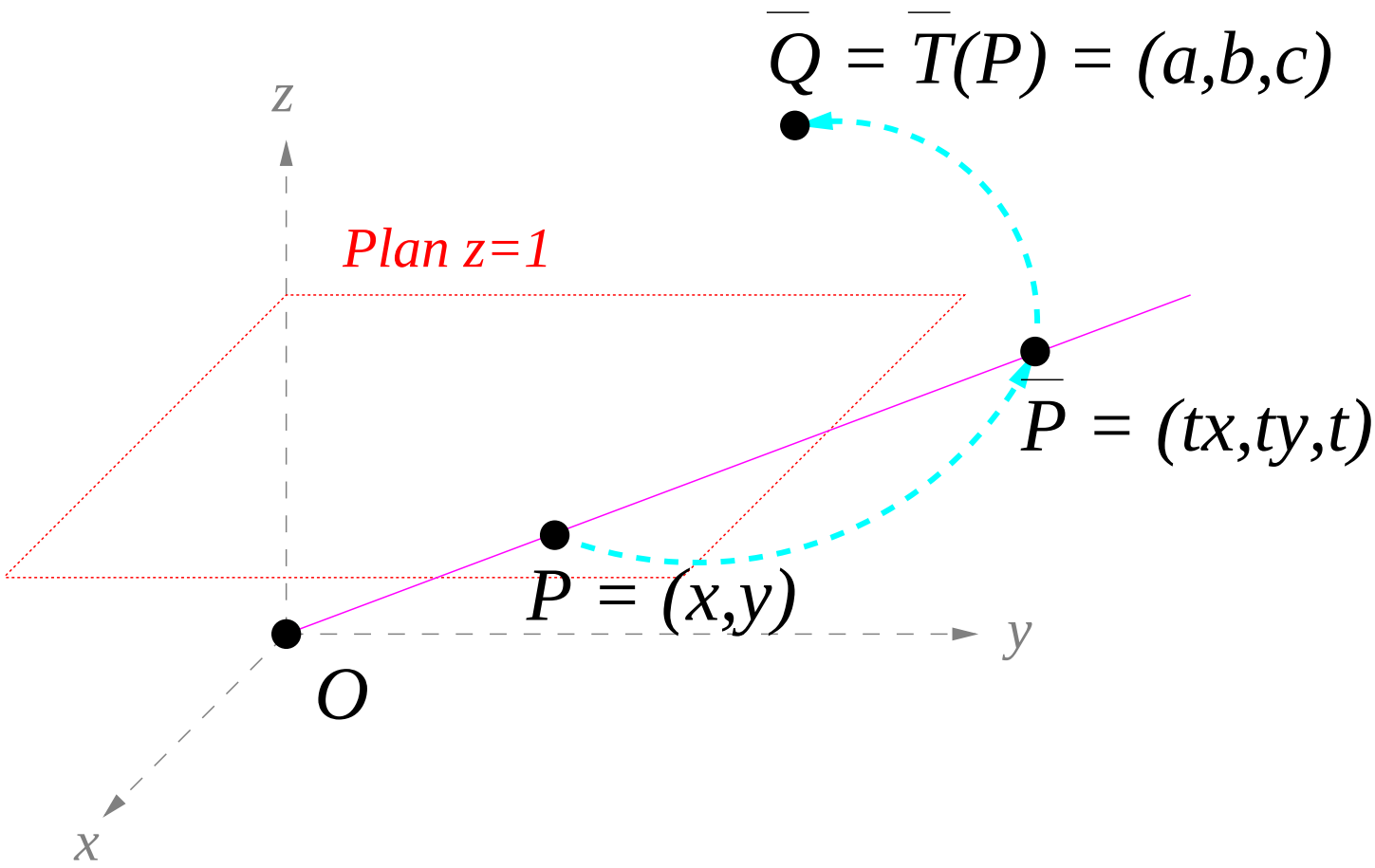


$$P \equiv \bar{P} = (t\,x, t\,y, t) \in \mathbb{R}^3$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$

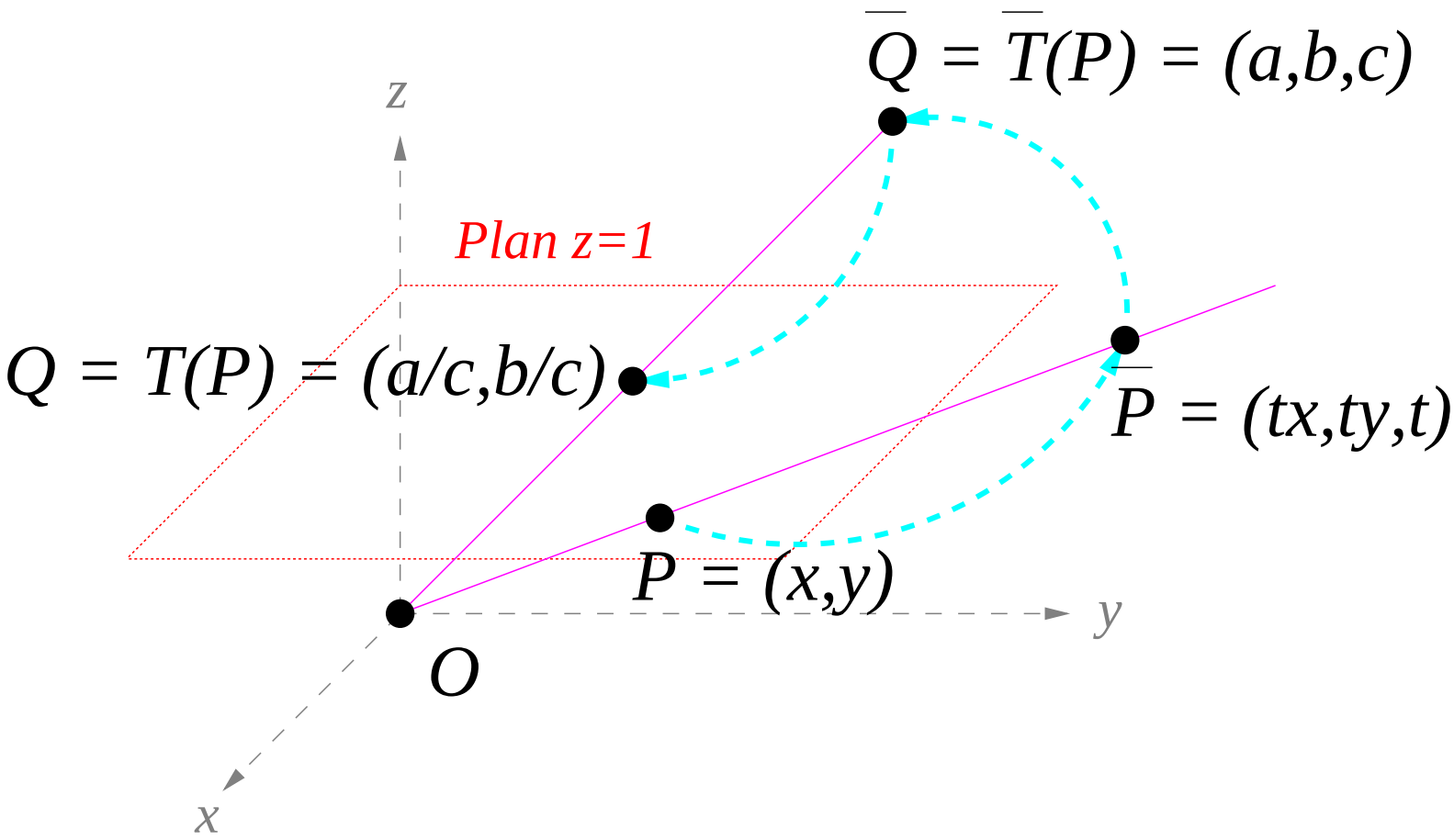


$$\rightarrow \bar{Q} = \bar{T}(\bar{P}) = (a, b, c) \in \mathbb{R}^3$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Principe dans le plan $\mathbb{R}^2$



$$\bar{Q} \equiv Q = (a/c, b/c) \in \mathbb{R}^2,\ Q = T(P)$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Homothétie de rapports r_x en x et r_y en y

$$P = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \rightarrow \quad \bar{P} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\downarrow$$

$$Q = \begin{pmatrix} r_x x \\ r_y y \end{pmatrix} \quad \leftarrow \quad \bar{Q} = \begin{pmatrix} r_x & 0 & 0 \\ 0 & r_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_x x \\ r_y y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Rotation d'angle a

$$P = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \rightarrow \bar{P} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\downarrow$$

$$\bar{Q} = \begin{pmatrix} \cos(a) & -\sin(a) & 0 \\ \sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Rotation d'angle a

$$P = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \rightarrow \quad \bar{P} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\downarrow$$

$$Q = \begin{pmatrix} x\cos(a) - y\sin(a) \\ x\sin(a) + y\cos(a) \end{pmatrix} \quad \leftarrow \quad \bar{Q} = \begin{pmatrix} x\cos(a) - y\sin(a) \\ x\sin(a) + y\cos(a) \\ 1 \end{pmatrix}$$

Utilisation des coordonnées homogènes

Opération géométrique T dans $\mathbb{R}^2$

Translation de vecteur $\begin{pmatrix} x_T \\ y_T \end{pmatrix}$

$$P = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \rightarrow \quad \bar{P} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\downarrow$$

$$Q = \begin{pmatrix} x + x_T \\ y + y_T \end{pmatrix} \quad \leftarrow \quad \bar{Q} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & x_T \\ 0 & 1 & y_T \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + x_T \\ y + y_T \\ 1 \end{pmatrix}$$

Opérations géométriques dans $\mathbb{R}^3$

Opérations géométriques dans $\mathbb{R}^3$

Opération géométrique dans $\mathbb{R}^3$

Opérations géométriques dans $\mathbb{R}^3$

Opération géométrique dans $\mathbb{R}^3$

équivalent à

Opérations géométriques dans $\mathbb{R}^3$

Opération géométrique dans $\mathbb{R}^3$

équivalent à

Opération linéaire dans $\mathbb{R}^4$ en coordonnées homogènes

Matrice carrée associée $\bar{M}$ de dimension 4

Opérations géométriques dans $\mathbb{R}^3$

Homothétie de rapports r_x en x, r_y en y et r_z en z

$$\bar{M} = \begin{pmatrix} r_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & r_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opérations géométriques en 3D

Rotation d'angle a autour de l'axe Ox

$$\bar{M} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(a) & -\sin(a) & 0 \\ 0 & \sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opérations géométriques en 3D

Rotation d'angle a autour de l'axe Oy

$$\bar{M} = \begin{pmatrix} \cos(a) & 0 & \sin(a) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(a) & 0 & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opérations géométriques en 3D

Rotation d'angle a autour de l'axe Oz

$$\bar{M} = \begin{pmatrix} \cos(a) & -\sin(a) & 0 & 0 \\ \sin(a) & \cos(a) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Opérations géométriques en 3D

Opération linéaire de matrice associée $M = \begin{pmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} \\ m_{3,1} & m_{3,2} & m_{3,3} \end{pmatrix}$

(exemples : changement de base, projection sur un plan, symétrie, ...)

$$\bar{M} = \begin{pmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} & 0 \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} & 0 \\ m_{3,1} & m_{3,2} & m_{3,3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

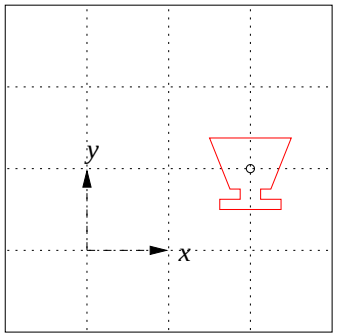
Opérations géométriques en 3D

Translation de vecteur $\begin{pmatrix} x_T \\ y_T \\ z_T \end{pmatrix}$

$$\bar{M} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & x_T \\ 0 & 1 & 0 & y_T \\ 0 & 0 & 1 & z_T \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

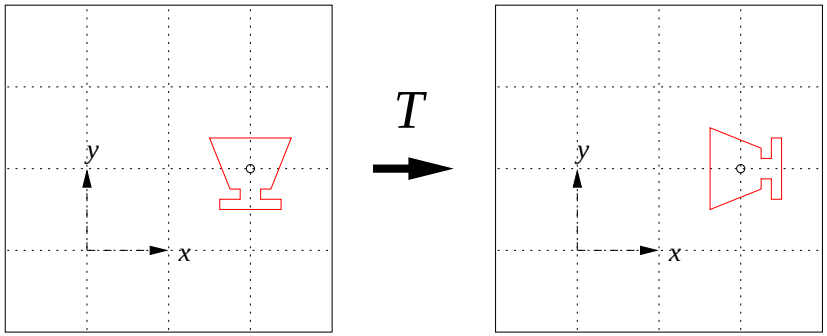
Exemple de composition d'opérations géométriques

Exemple de composition d'opérations géométriques



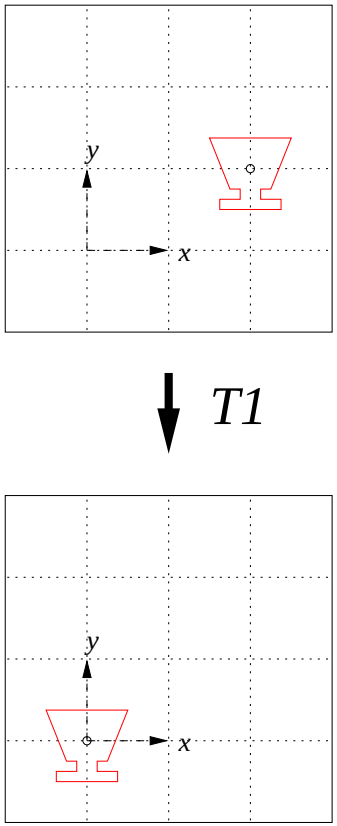
Objet initial

Exemple de composition d'opérations géométriques



Opération T : rotation de $90°$ autour du point $(2, 1)$

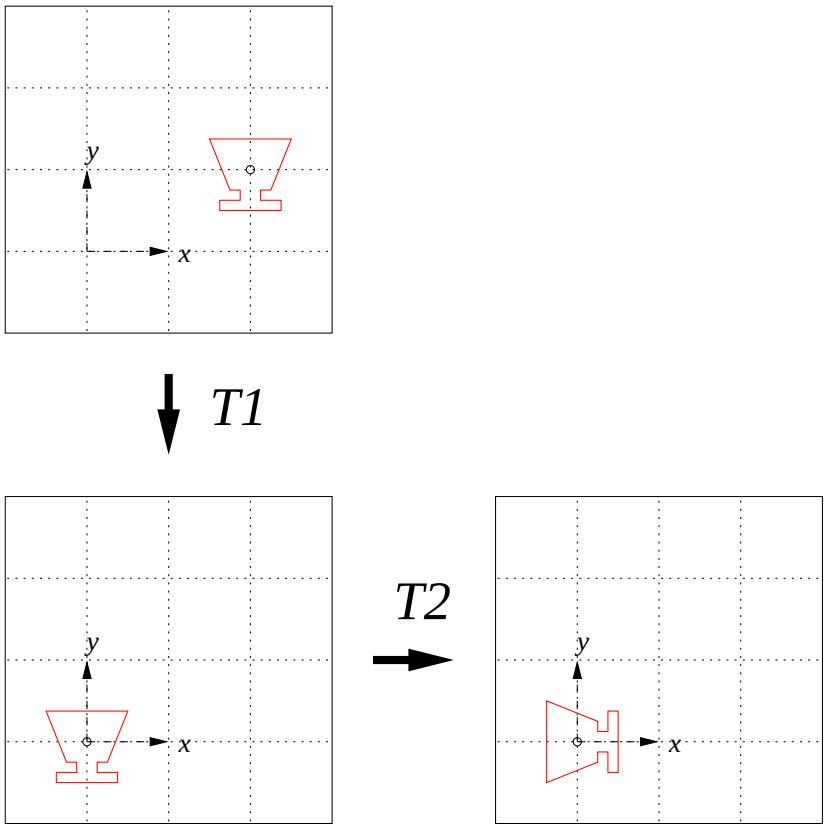
Exemple de composition d'opérations géométriques



T composition des opérations

T_1 : translation de vecteur $(-2, -1)$: matrice associée $\bar{M}_1$

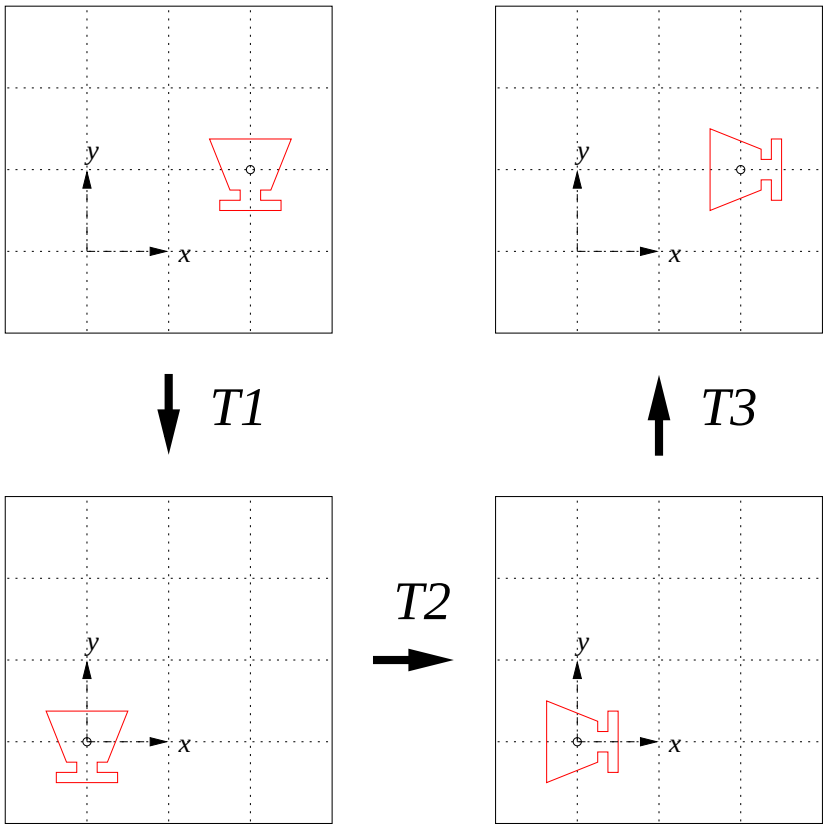
Exemple de composition d'opérations géométriques



T composition des opérations

T_2 : rotation de 90° : matrice associée $\bar{M}_2$

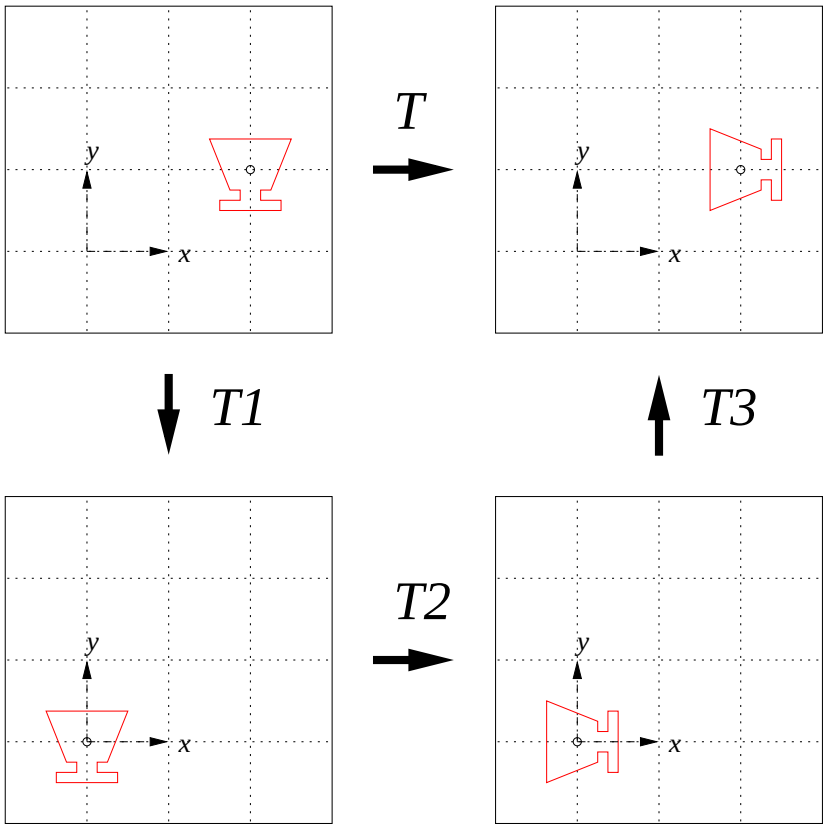
Exemple de composition d'opérations géométriques



T composition des opérations

T_3 : translation de vecteur $(2, 1)$: matrice associée $\bar{M}_3$

Exemple de composition d'opérations géométriques



T composition des opérations

$T = T_3 \circ T_2 \circ T_1$: matrice associée, produit $\bar{M}_3\ \bar{M}_2\ \bar{M}_1$

Exemple de composition d'opérations géométriques

Opération T_1 : matrice associée $\bar{M}_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Opération T_2 : matrice associée $\bar{M}_2 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Opération T_3 : matrice associée $\bar{M}_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

$\Rightarrow$ Opération $T = T_3 \circ T_2 \circ T_1$:

matrice associée $\bar{M} = \bar{M}_3\ \bar{M}_2\ \bar{M}_1 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 3 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Exemple de composition d'opérations géométriques

La traduction algorithmique :

```
debut_transformation()
    translation(2,1)  // transformation T3

    rotation(90)  // transformation T2

    translation(-2,-1)  // transformation T1

    dessin_objet()
fin_transformation()
```

Exemple de composition d'opérations géométriques

Le code OpenGL correspondant :

```
glPushMatrix();
  glTranslated(2.0,1.0,0.0);    // transformation T3
    // translation de (2,1,0)

  glRotated(90.0,0.0,0.0,1.0); // transformation T2
    // rotation de 90° autour de l'axe (0,0,1)

  glTranslated(-2.0,-1.0,0.0); // transformation T1
    // translation de (-2,-1,0)

  dessin_objet();
glPopMatrix();
```

Exemple de composition d'opérations géométriques

OpenGL : utilisation de piles de matrices afin de mémoriser les différentes opérations géométriques, en particulier :

- une pile de matrices pour la scène 3D (`GL_MODELVIEW`)
- une pile de matrices pour la projection utilisée par la caméra (`GL_PROJECTION`)

Exemple de composition d'opérations géométriques

Spécification d'une pile de matrices :
`glMatrixMode(GL_MODELVIEW)` ou `glMatrixMode(GL_PROJECTION)`

Exemple de composition d'opérations géométriques

Initialiser la pile avec la matrice identité :

`glLoadIdentity()`

($\rightarrow$ la matrice courante de la pile devient la matrice identité

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

Exemple de composition d'opérations géométriques

Commencer une opération géométrique :
`glPushMatrix()`
($\rightarrow$ la matrice courante de la pile est dupliquée en haut de la pile)

Terminer une opération géométrique :
`glPopMatrix()`
($\rightarrow$ la matrice en haut de la pile est supprimée)

Exemple de composition d'opérations géométriques

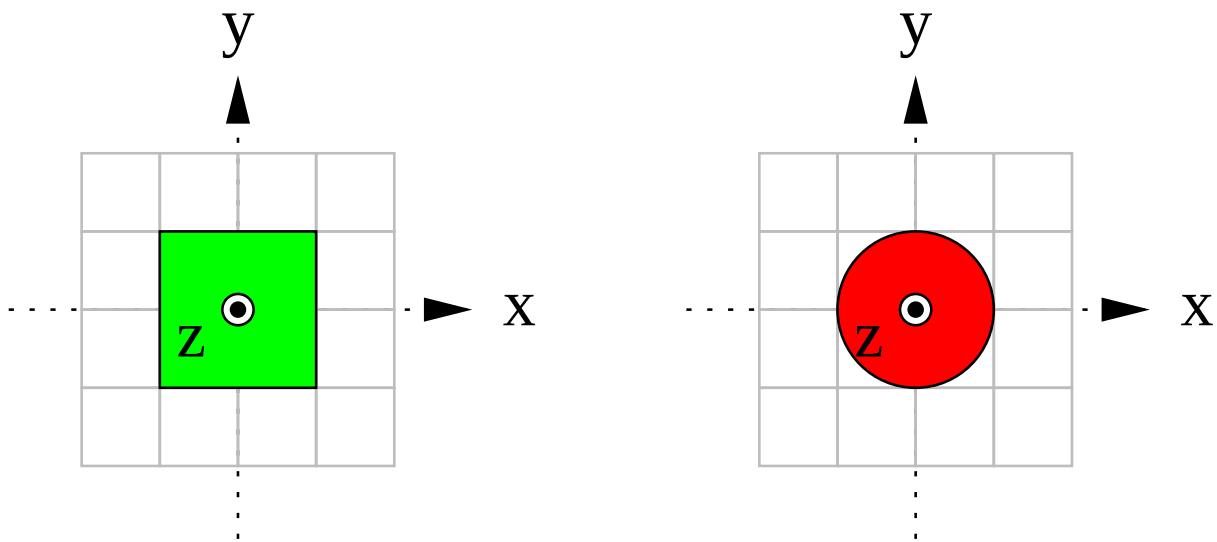
Effectuer une opération géométrique : par ex. `glRotate`, `glTranslate`, `glScale`, ...
($\rightarrow$ la matrice courante $\bar{M}_C$ de la pile devient $\bar{M}_C\ \bar{M}$ avec $\bar{M}$ matrice de l'opération géométrique)

Composition d'une scène à partir de primitives

Le wagon

Composition d'une scène à partir de primitives

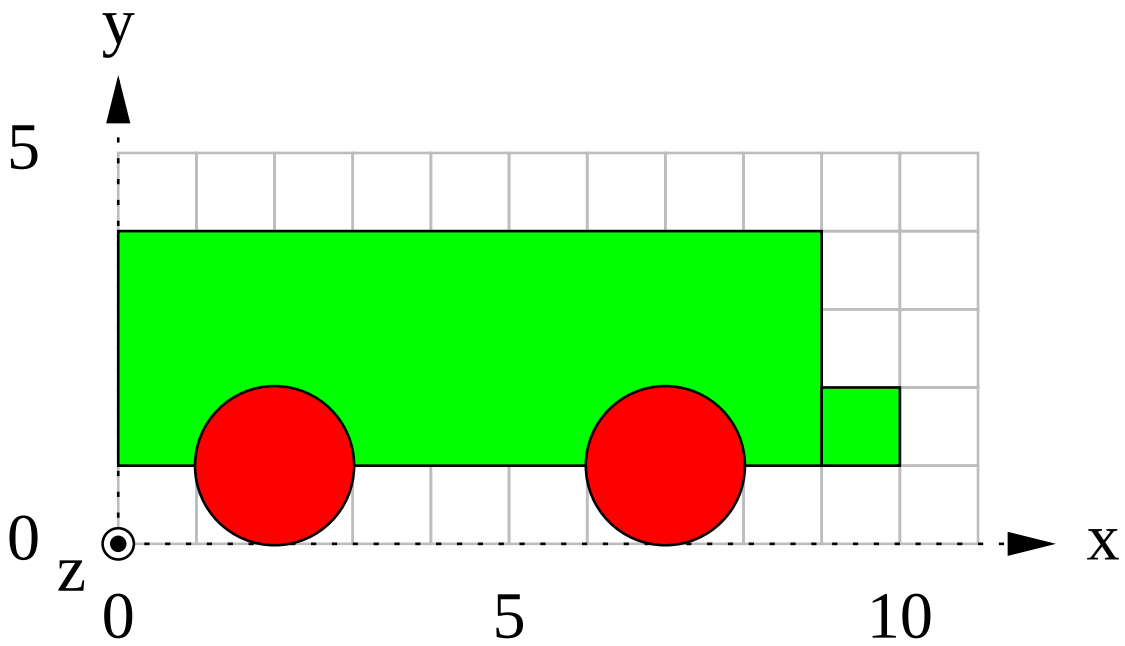
Le wagon



Les objets de base

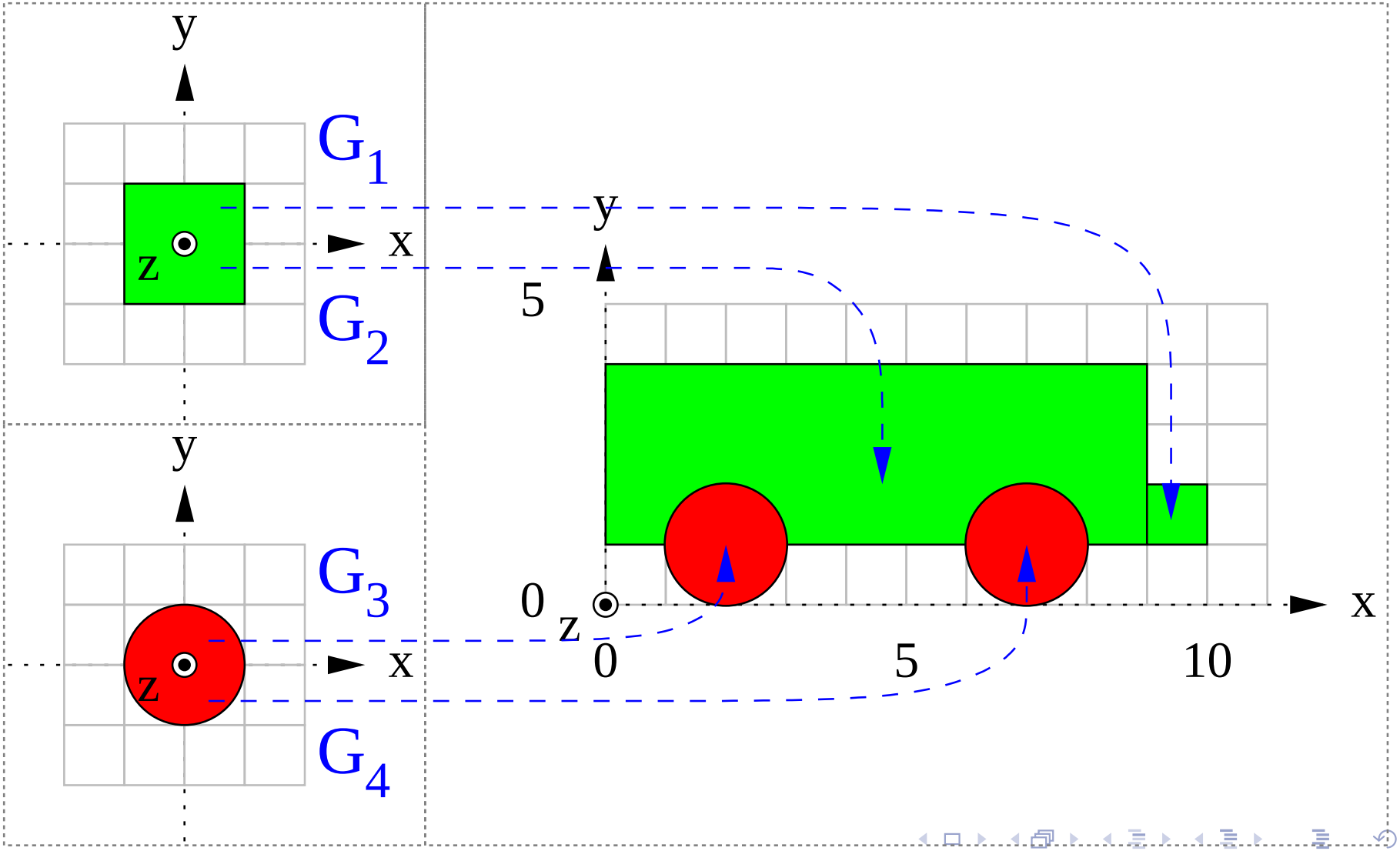
Composition d'une scène à partir de primitives

Le wagon



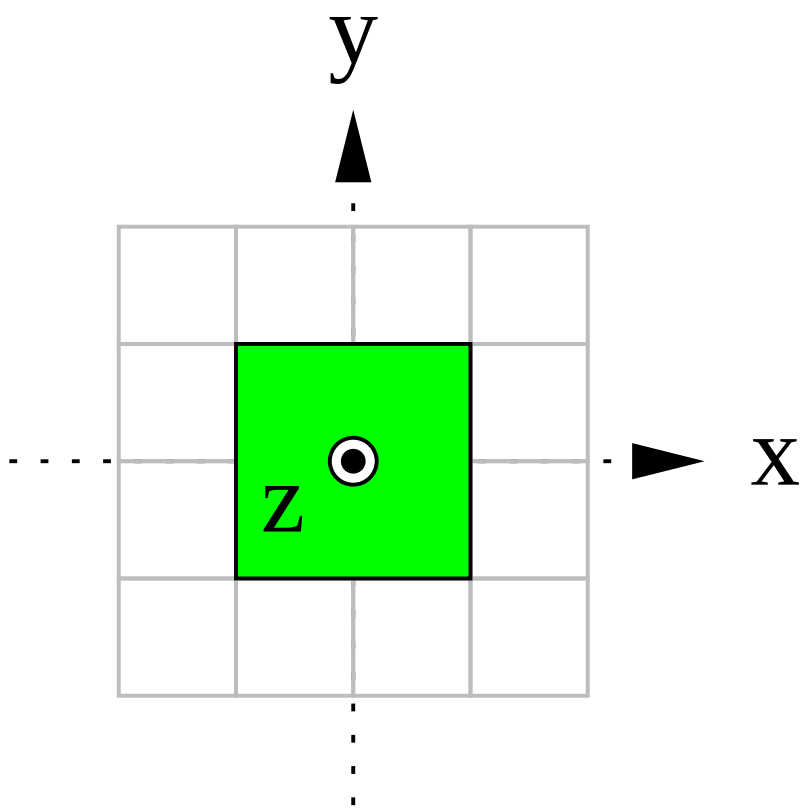
Composition d'une scène à partir de primitives

Le wagon



Composition d'une scène à partir de primitives

Le carré unité



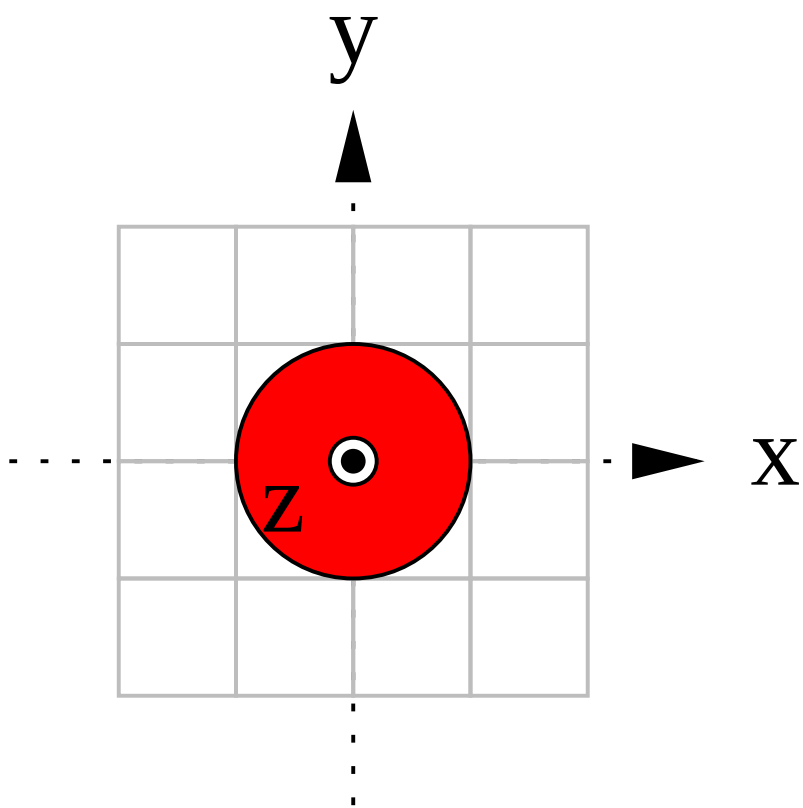
Composition d'une scène à partir de primitives

Le carré unité

```
void carre()
{
  // remplissage du carre
  glColor3d(0,1,0); // vert
  glBegin(GL_QUADS);
    glVertex3d(-1.0,-1.0,0.0); glVertex3d(-1.0, 1.0,0.0);
    glVertex3d( 1.0, 1.0,0.0); glVertex3d( 1.0,-1.0,0.0);
  glEnd();

  // tracé du bord du carre
  glColor3d(0,0,0); // noir
  glBegin(GL_LINE_LOOP);
    glVertex3d(-1.0,-1.0,0.0); glVertex3d(-1.0, 1.0,0.0);
    glVertex3d( 1.0, 1.0,0.0); glVertex3d( 1.0,-1.0,0.0);
  glEnd();
}
```

Composition d'une scène à partir de primitives

Le cercle unité



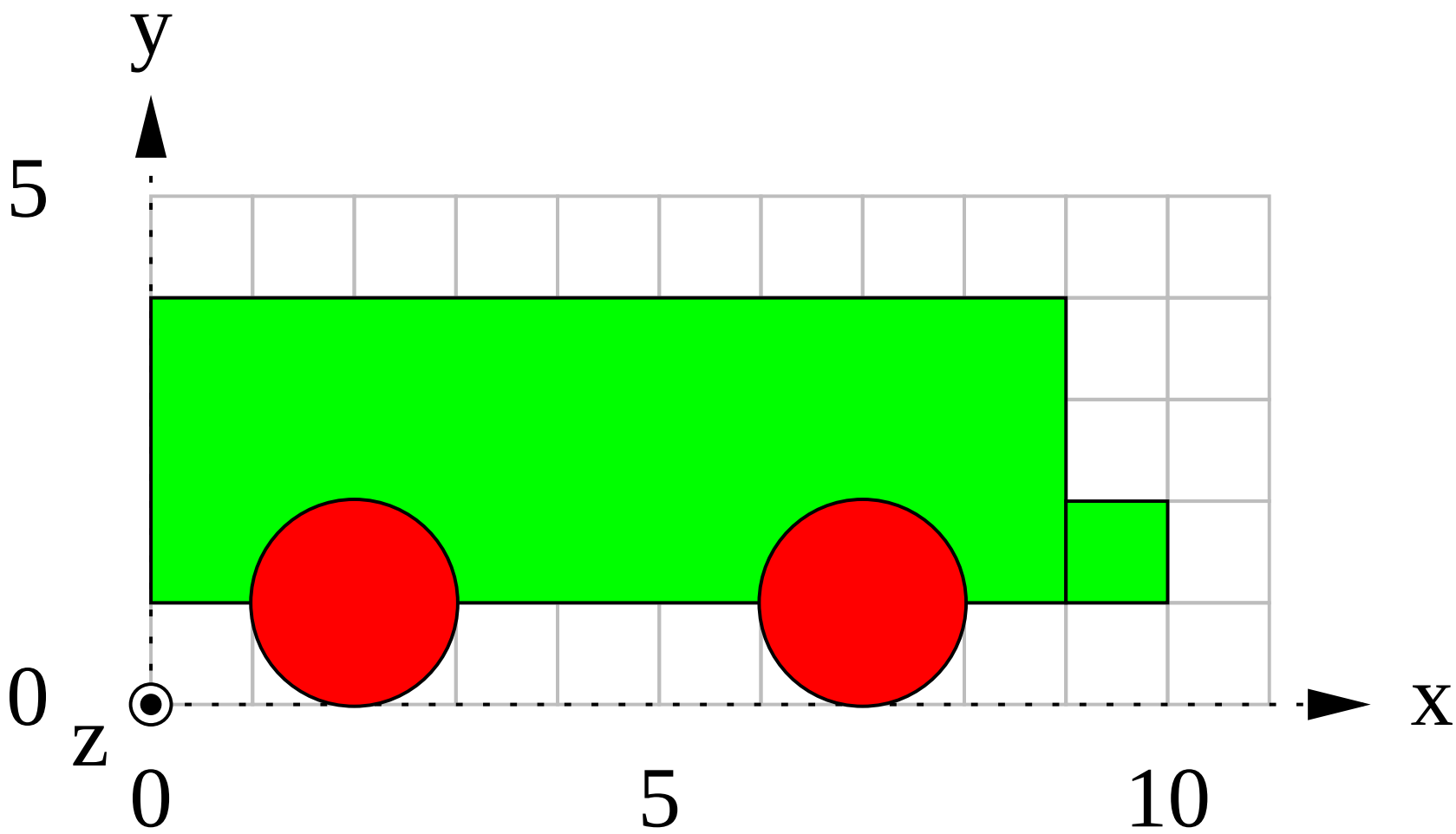
Composition d'une scène à partir de primitives

Le cercle unité

```
void cercle()
{
  // remplissage du cercle
  glColor3d(1,0,0); // rouge
  glBegin(GL_POLYGON);
    for (int i=0; i<100; i++)
      glVertex3d(cos(0.02*i*M_PI),sin(0.02*i*M_PI),0.01);
  glEnd();

  // tracé du bord du cercle
  glColor3d(0,0,0); // noir
  glBegin(GL_LINE_LOOP);
    for (int i=0; i<100; i++)
      glVertex3d(cos(0.02*i*M_PI),sin(0.02*i*M_PI),0.01);
  glEnd();
}
```

Composition d'une scène à partir de primitives

Le wagon



Composition d'une scène à partir de primitives

Le wagon

```
void wagon()
{
  glPushMatrix(); // la partie 1
    glTranslated(9.5,1.5,0.0);
    glScaled(0.5,0.5,1.0);
    carre();
  glPopMatrix();

  glPushMatrix(); // la partie 2
    glTranslated(4.5,2.5,0.0);
    glScaled(4.5,1.5,1.0);
    carre();
  glPopMatrix();

  // ...
```

Composition d'une scène à partir de primitives

Le wagon

```
    // ...

    glPushMatrix(); // la partie 3
        glTranslated(2.0,1.0,0.0);
        cercle();
    glPopMatrix();

    glPushMatrix(); // la partie 4
        glTranslated(7.0,1.0,0.0);
        cercle();
    glPopMatrix();
}
```

Composition d'une scène à partir de primitives

La scène complète

```
void dessin_scene()
{
   // ...

   // placement d'un wagon en position (X,Y,Z)
   glPushMatrix();
      glTranslated(X,Y,Z);
      wagon();
   glPopMatrix();

   // ...
}
```

L'affichage de la scène en OpenGL

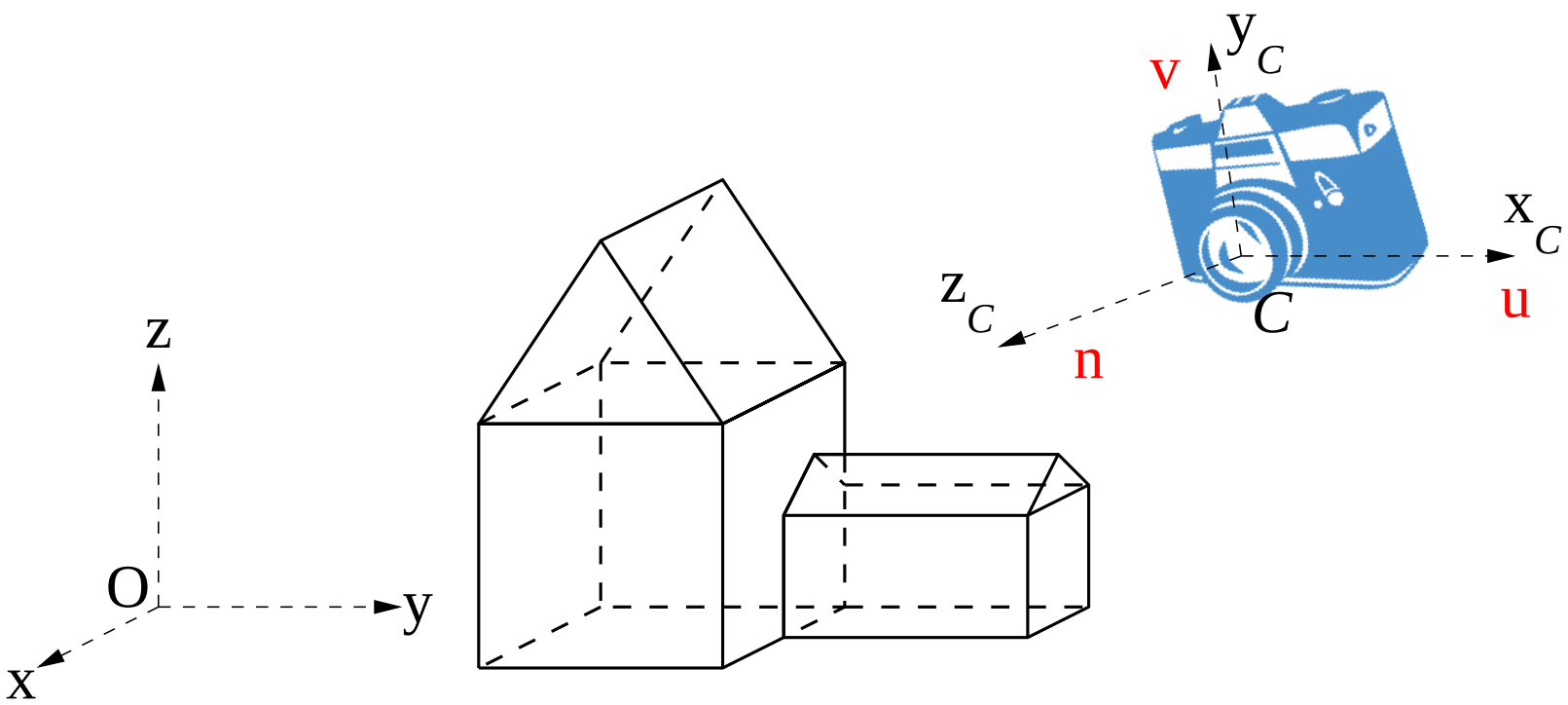
```
void dessin()
{
  // effacer le buffer-image en le remplissant en blanc
  glClearColor(1.0,1.0,1.0,1.0);
  glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

  // initialiser les transformations pour la scène
  glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
  glLoadIdentity();

  // dessiner la scène
  dessin_scene();

  // afficher le buffer - mode simple buffer
  glFlush();
}
```

L'affichage de la scène en OpenGL

```
void dessin()
{
  // effacer le buffer-image en le remplissant en blanc
  glClearColor(1.0,1.0,1.0,1.0);
  glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);

  // initialiser les transformations pour la scène
  glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
  glLoadIdentity();

  // dessiner la scène
  dessin_scene();

  // afficher le buffer - mode double buffer
  glutSwapBuffers();
}
```

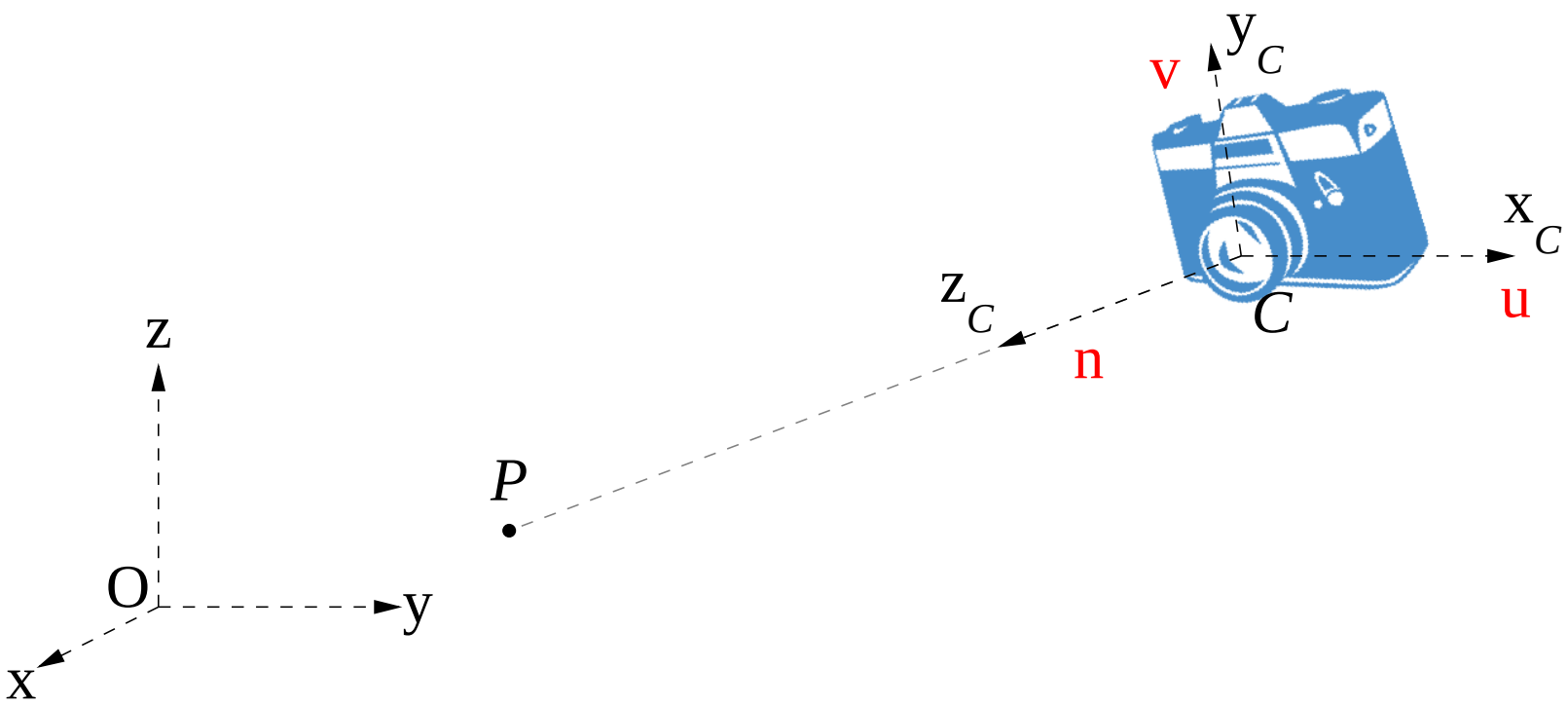
Placement de la caméra

Placement de la caméra



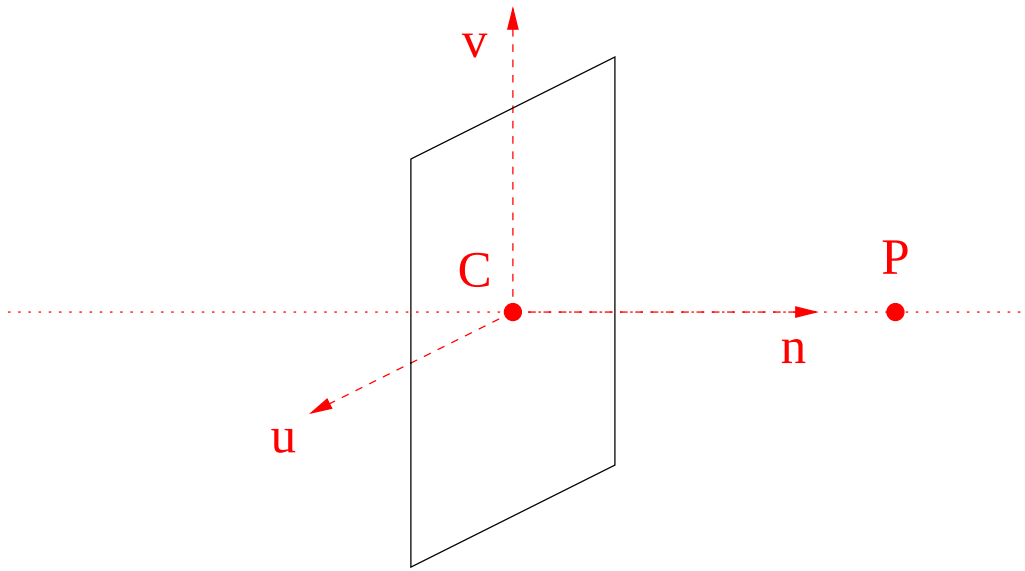

```
gluLookAt(Cx,Cy,Cz , Px,Py,Pz , vx,vy,vz)
```

Placement de la caméra




```
gluLookAt(Cx,Cy,Cz , Px,Py,Pz , vx,vy,vz)
```

Placement de la caméra



Plan de projection de l'image finale
Π défini par le point C et les vecteurs (u, v)

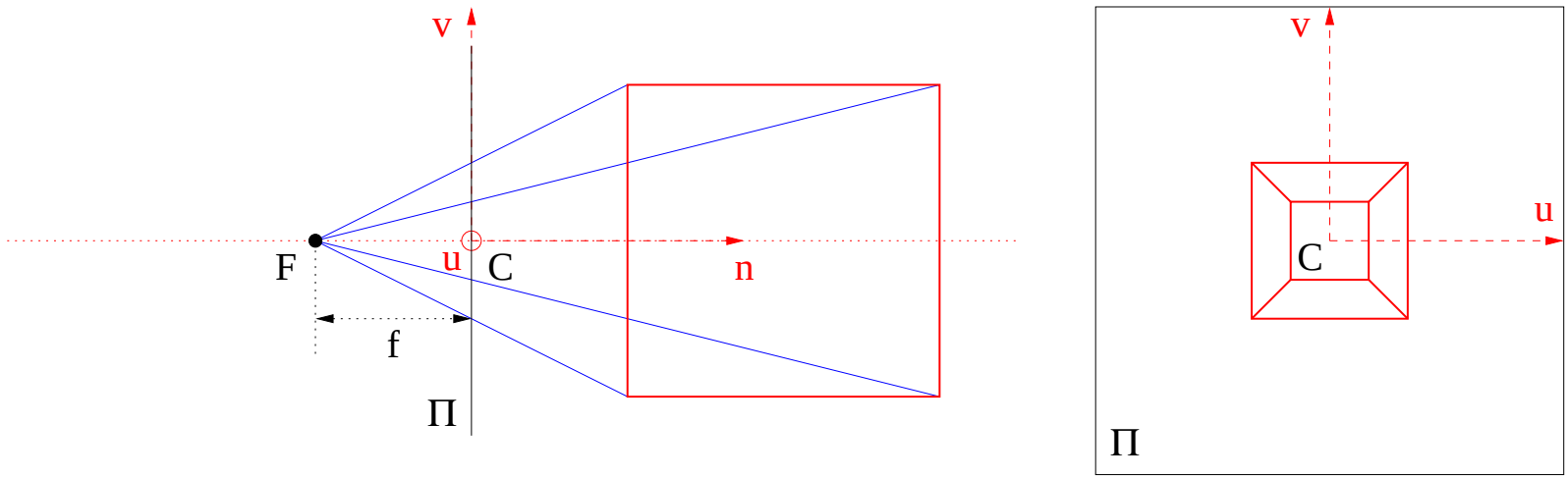
Choix de la projection

Choix de la projection

Projection perspective

Choix de la projection

Projection perspective

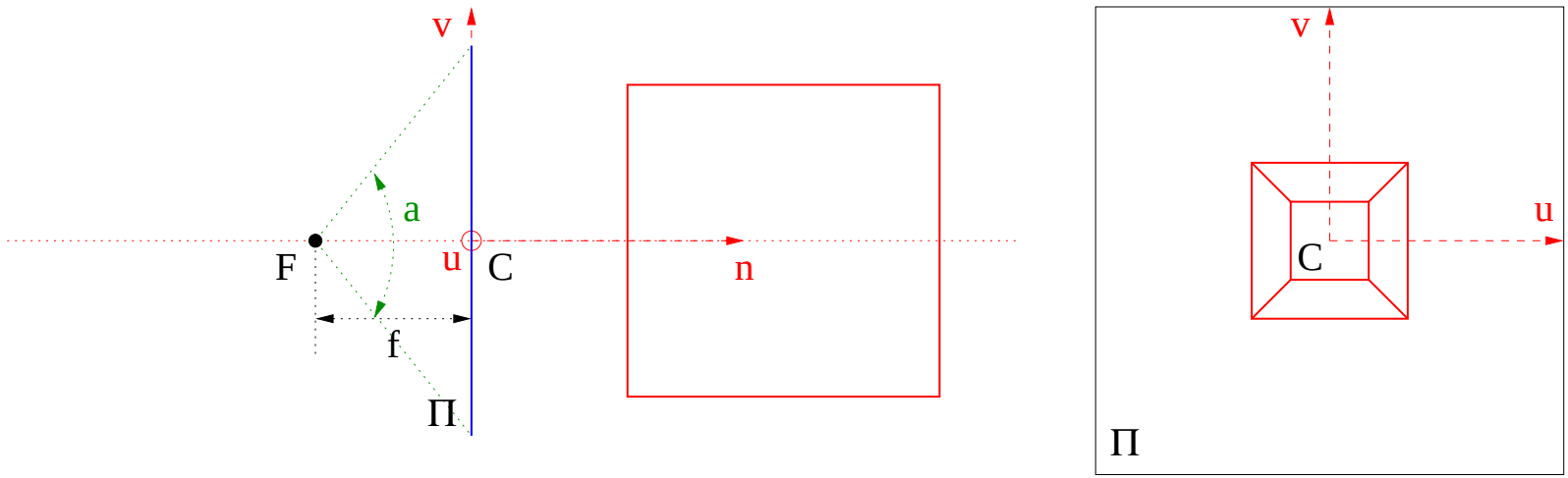


C : position de la caméra / F : point focal

Petite focale f / grand angle a

Choix de la projection

Projection perspective

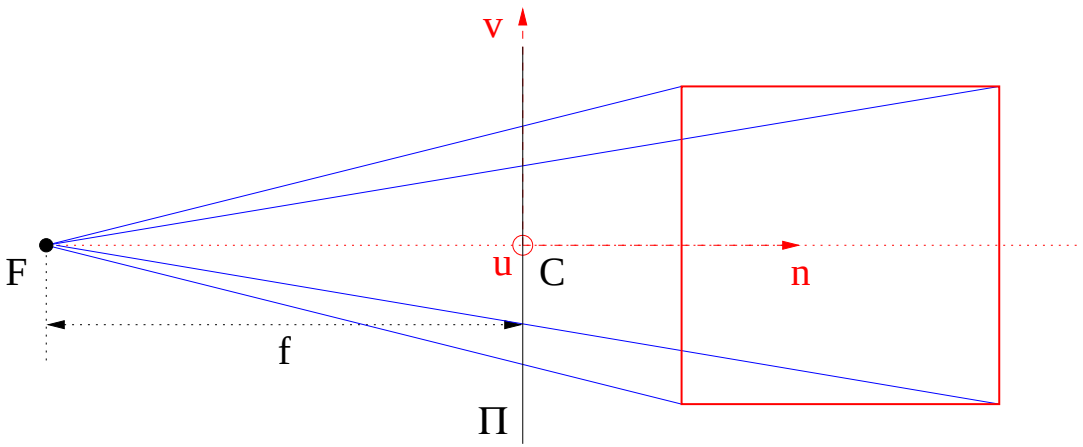


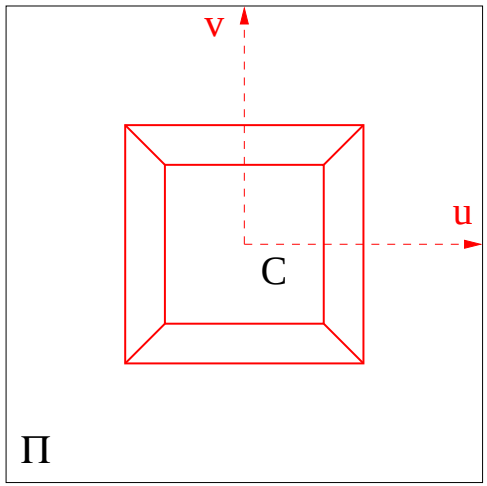
C : position de la caméra / F : point focal

Petite focale f / grand angle a

Choix de la projection

Projection perspective



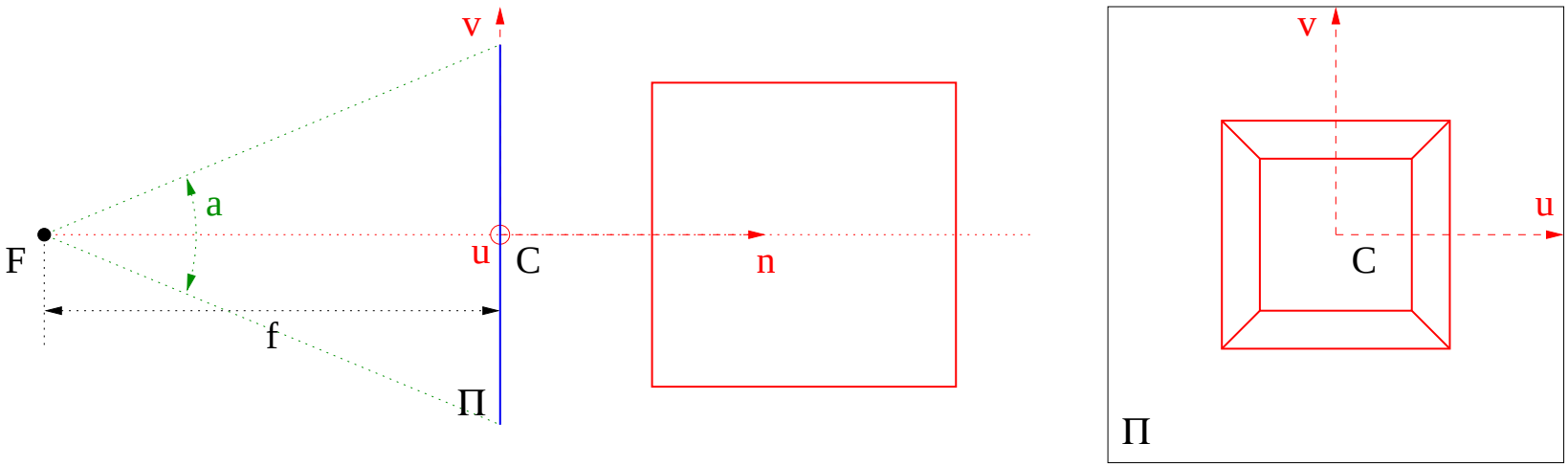


C : position de la caméra / F : point focal

Grande focale f / petit angle a

Choix de la projection

Projection perspective

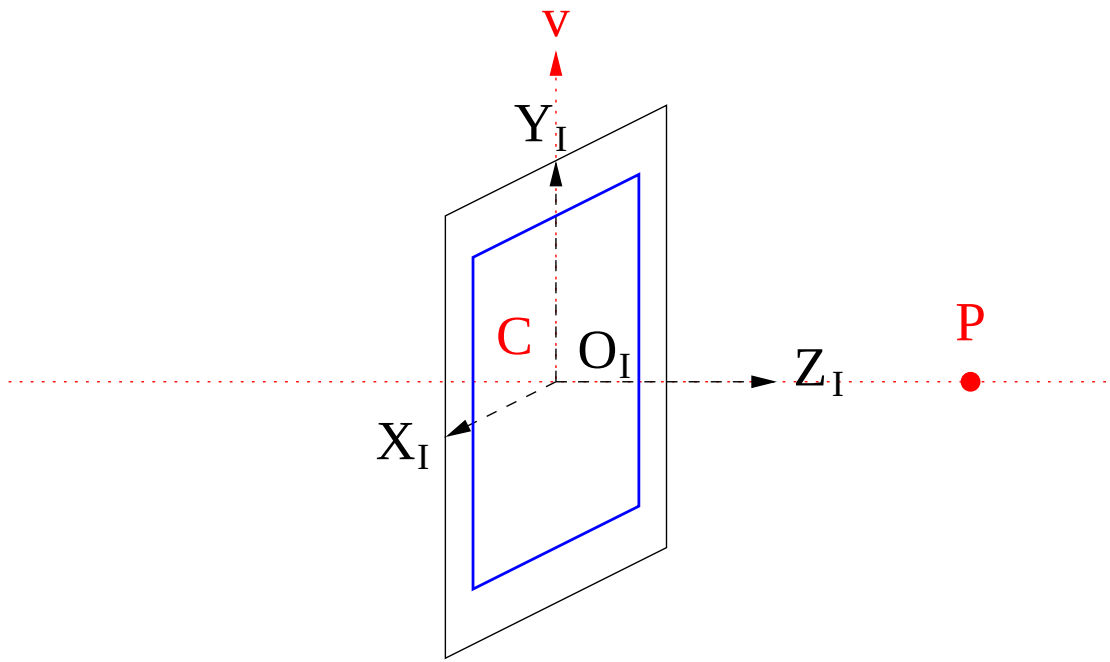


C : position de la caméra / F : point focal

Grande focale f / petit angle a

Choix de la projection

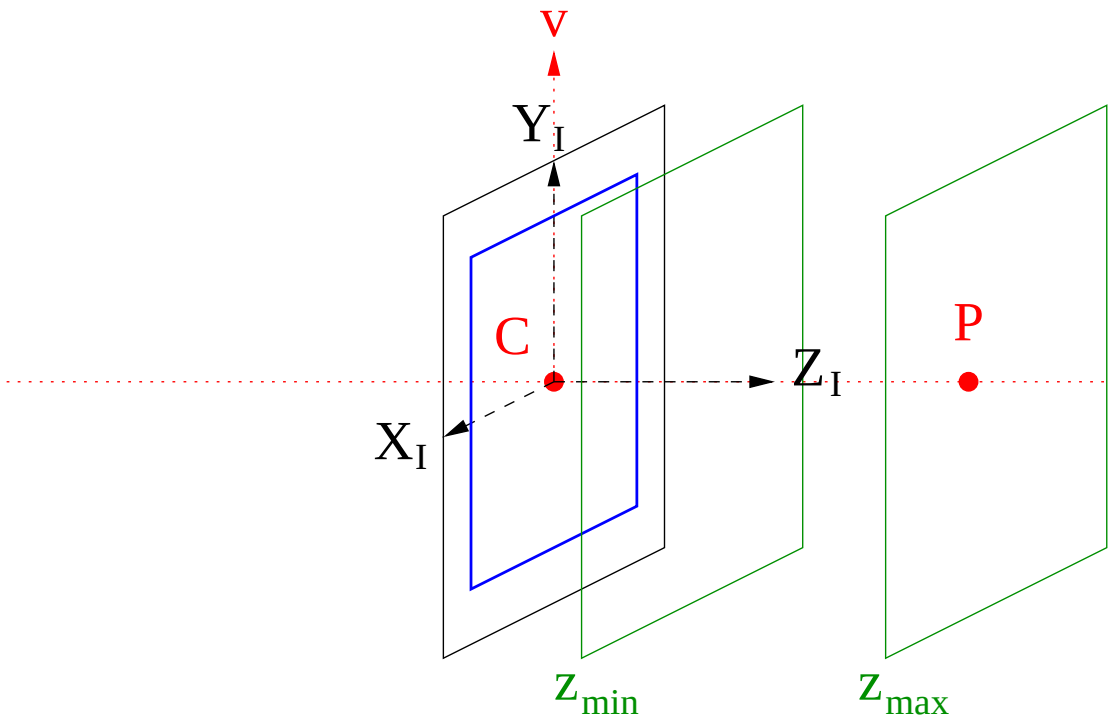
Projection perspective - limitation du volume vu



Plan de projection et image finale

Choix de la projection

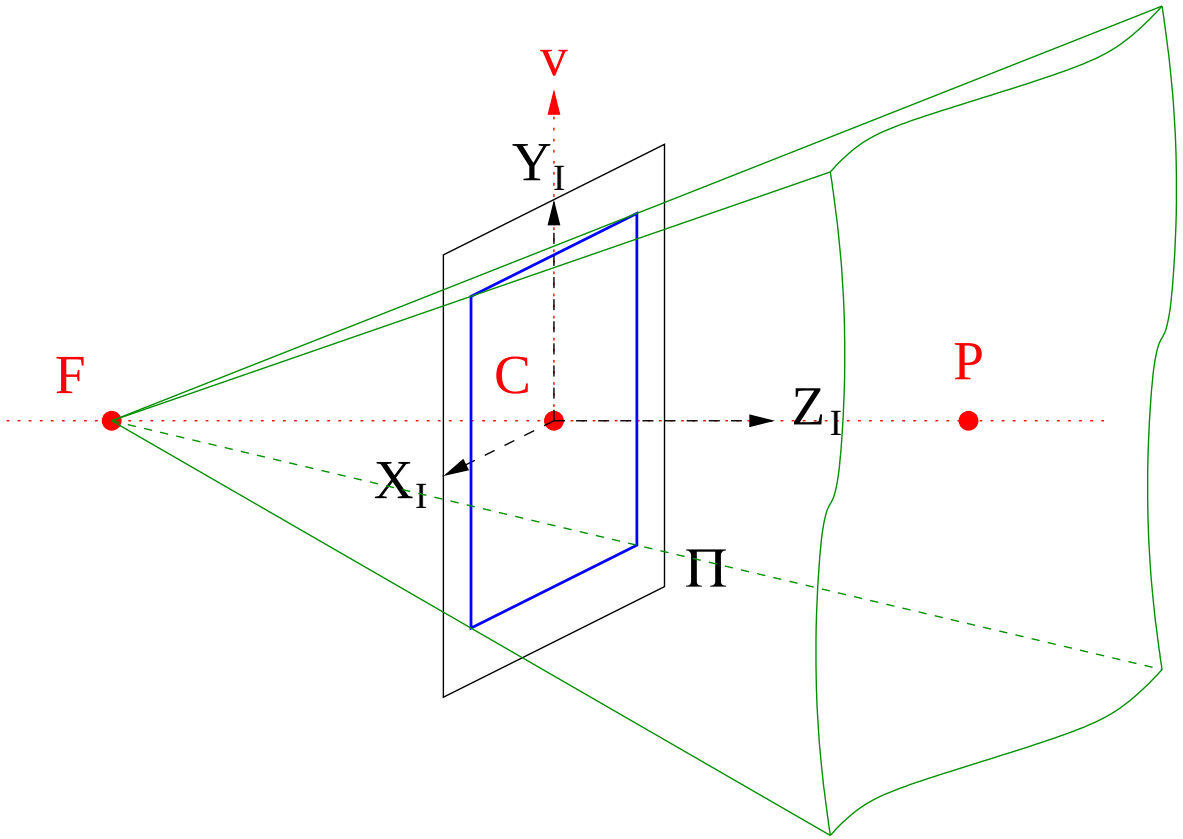
Projection perspective - limitation du volume vu



Plans de coupe

Choix de la projection

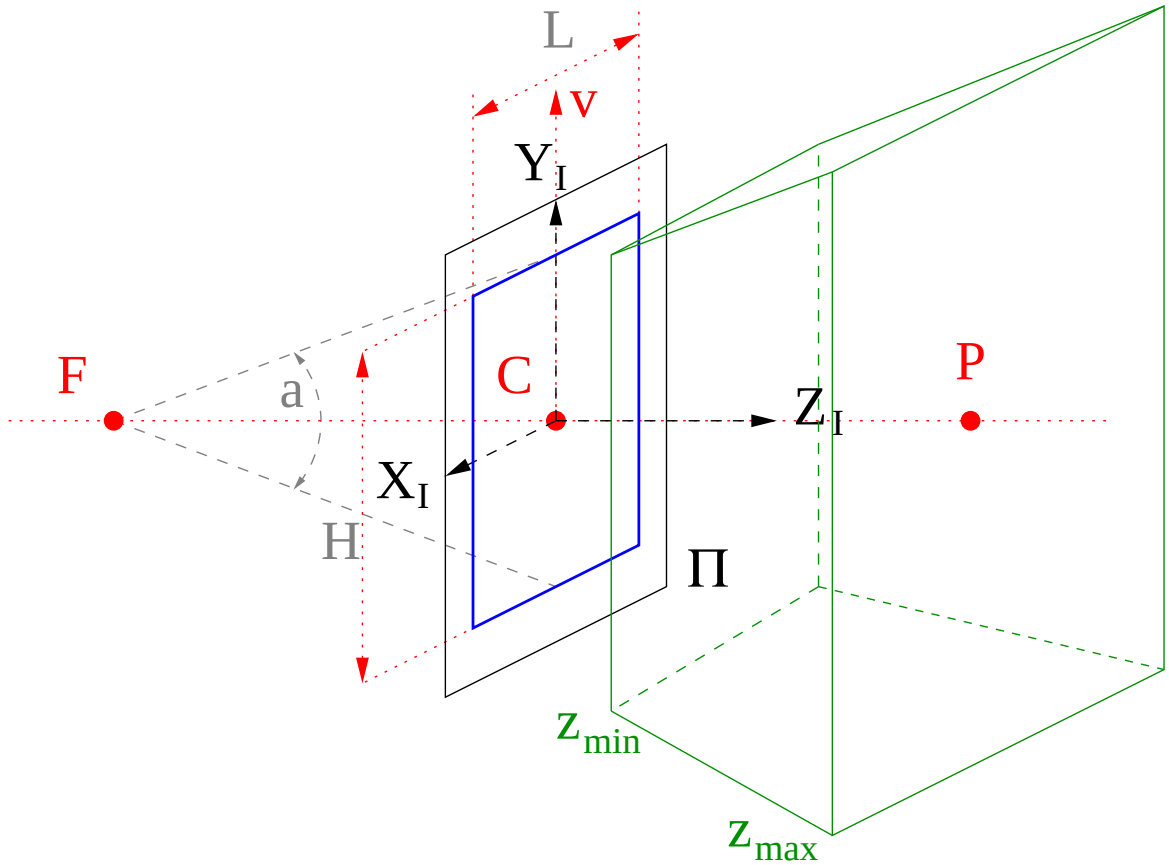
Projection perspective - limitation du volume vu



Projection perspective

Choix de la projection

Projection perspective - limitation du volume vu



Volume correspondant - projection perspective

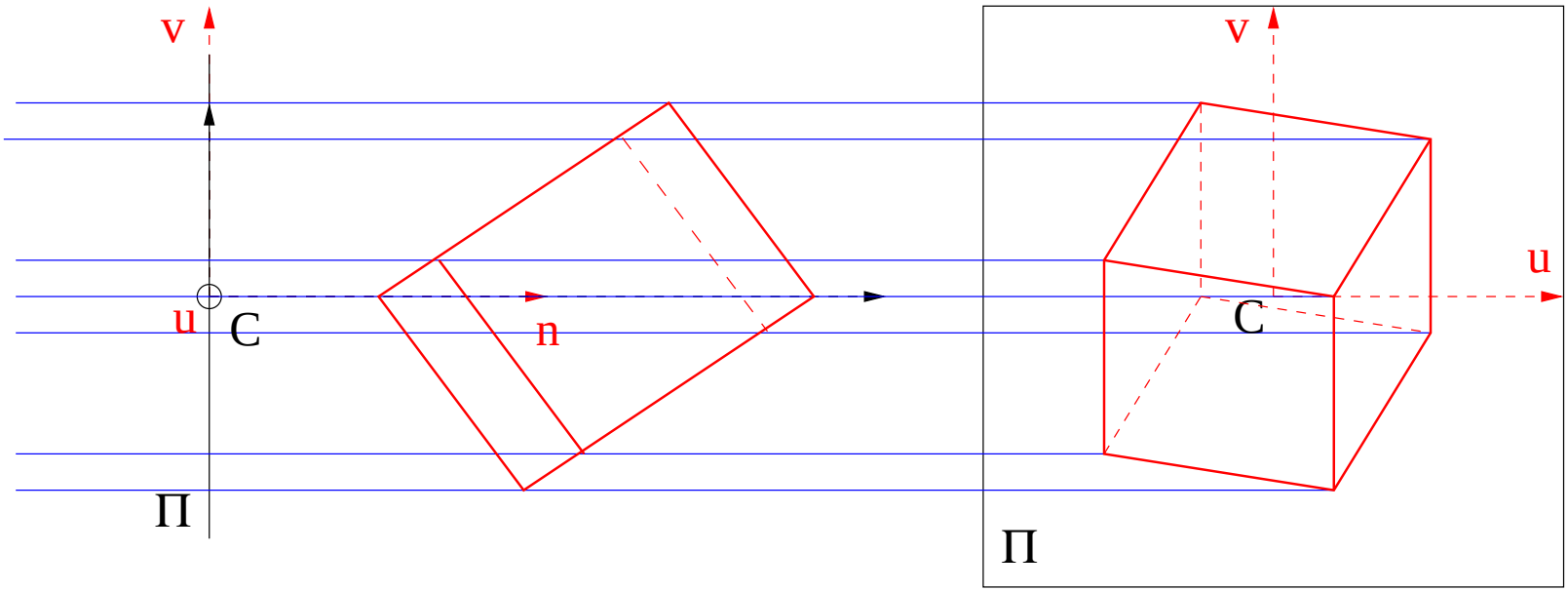
`gluPerspective(a , L/H , zmin,zmax)`

Choix de la projection

Projection orthographique (point focal à l'infini)

Choix de la projection

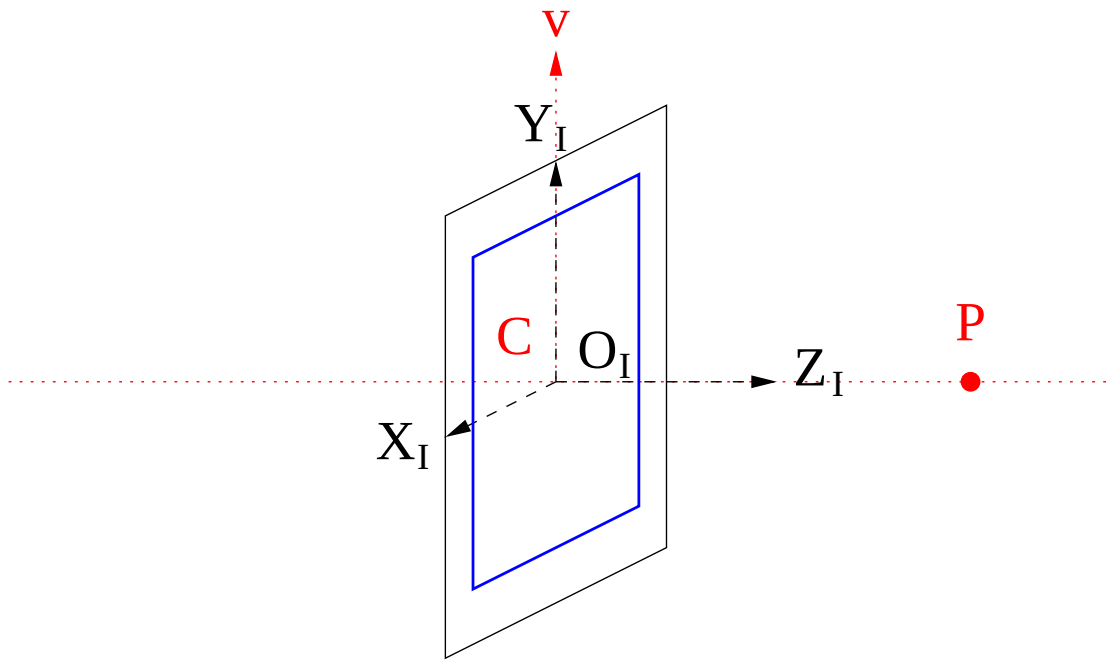
Projection orthographique (point focal à l'infini)



Point de fuite à l'infini : focale f infinie

Choix de la projection

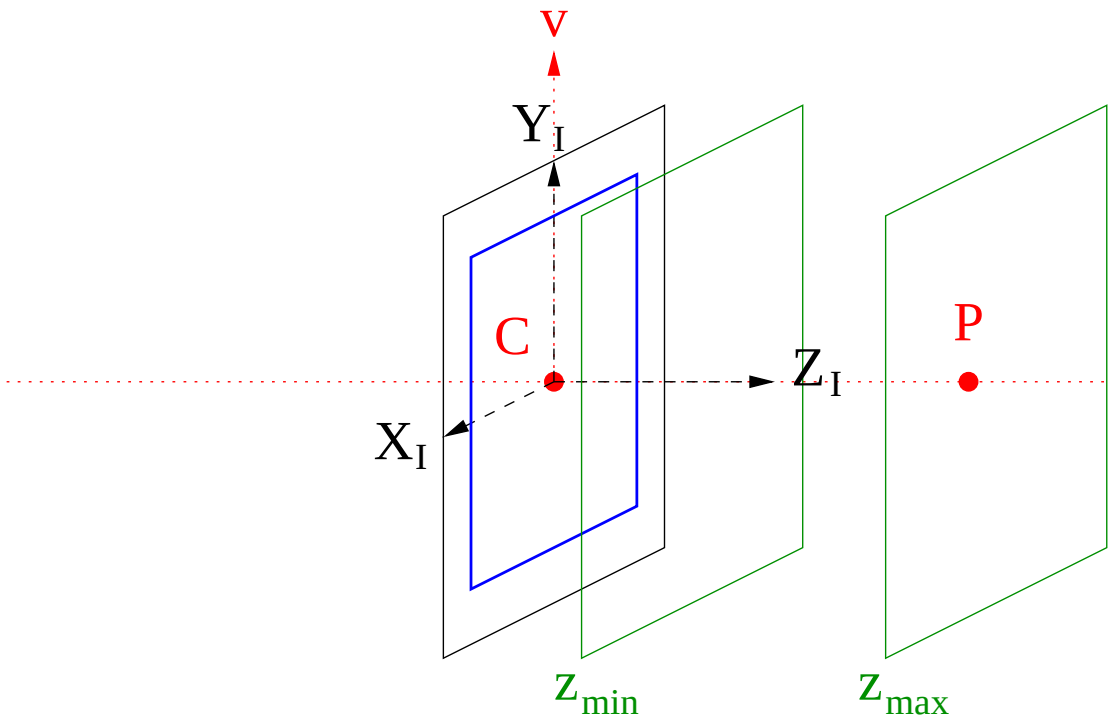
Projection orthographique - limitation du volume vu



Plan de projection et image finale

Choix de la projection

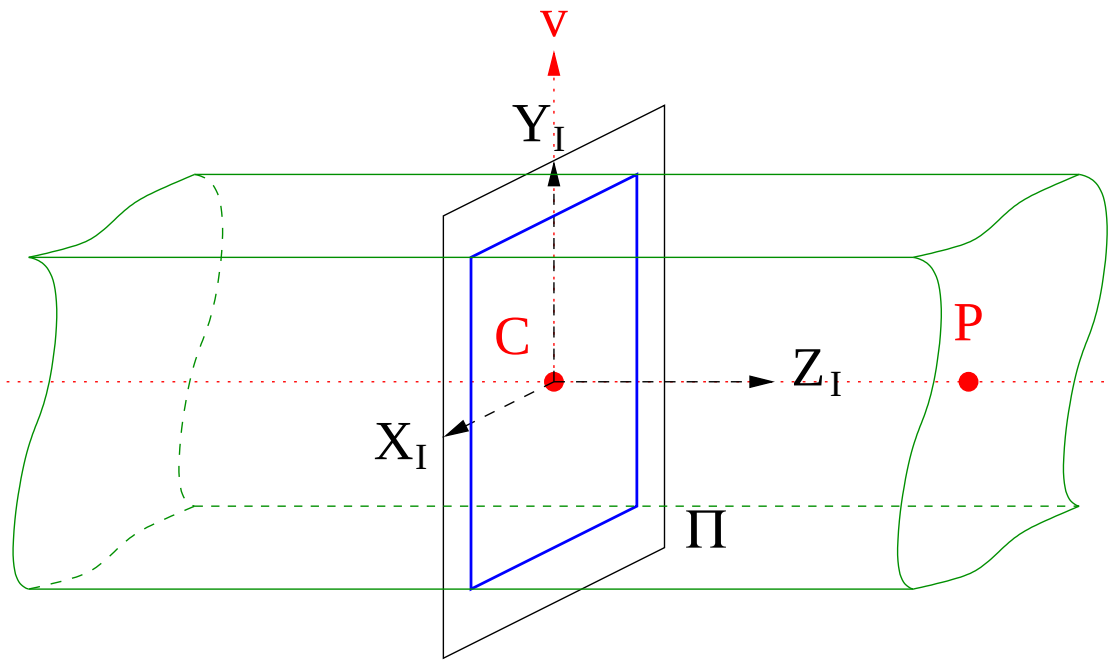
Projection orthographique - limitation du volume vu



Plans de coupe

Choix de la projection

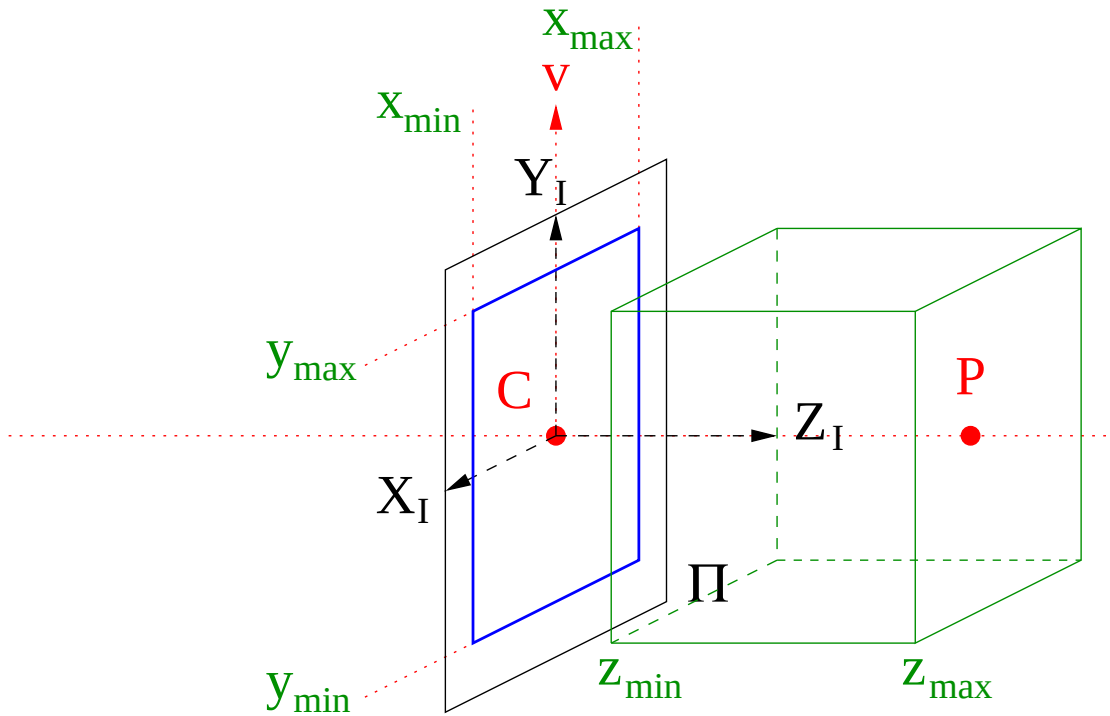
Projection orthographique - limitation du volume vu



Projection orthographique

Choix de la projection

Projection orthographique - limitation du volume vu

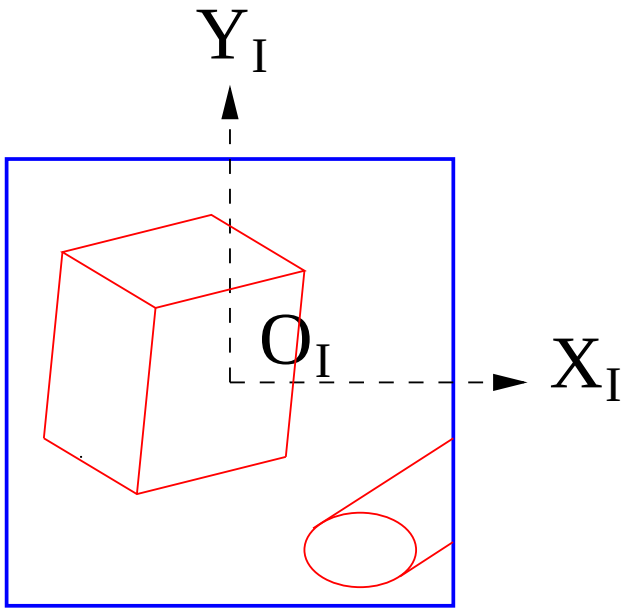


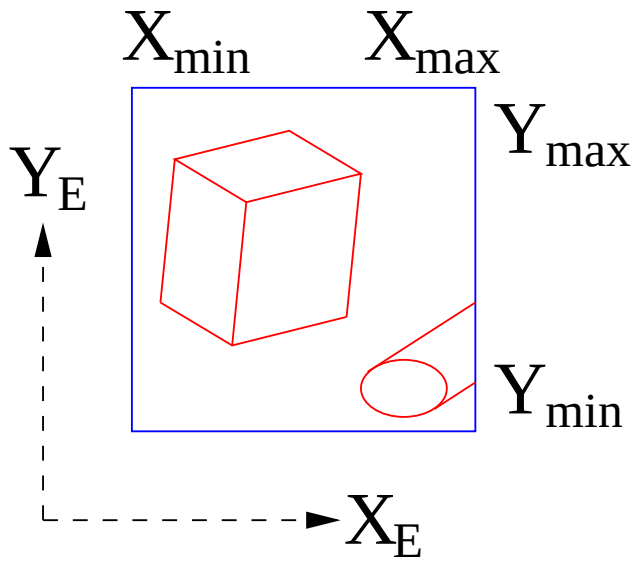
Volume correspondant - projection orthographique

`glOrtho(xmin,xmax , ymin,ymax , zmin,zmax)`

Affichage de l'image finale

Affichage de l'image finale





Plan de projection **Ecran**

```
glViewport(Xmin,Ymin,Xmax-Xmin,Ymax-Ymin)
```

Définition du système (caméra/projection/image finale)

cas projection perspective

```
void redimensionnement(int L_IMAGE, int H_IMAGE)
{
  // dimension de l'image finale
  glViewport (0, 0, L_IMAGE, H_IMAGE);
  double ratio_f = (double)L_IMAGE/(double)H_IMAGE;

  glMatrixMode(GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity();

  // choix de la projection perspective
  gluPerspective(angle_camera, ratio_f, z_min, z_max);

  // positionnement de la caméra
  gluLookAt(Cx, Cy, Cz,  Px, Py, Pz,  vx, vy, vz);
}
```

Définition du système (caméra/projection/image finale)

cas projection orthographique

```
void redimensionnement(int L_IMAGE, int H_IMAGE)
{
  // dimension de l'image finale
  glViewport (0, 0, L_IMAGE, H_IMAGE);


  glMatrixMode(GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity();

  // choix de la projection orthographique
  glOrtho(x_min, x_max, y_min, y_max, z_min, z_max);

  // positionnement de la caméra
  gluLookAt(Cx, Cy, Cz,  Px, Py, Pz,  vx, vy, vz);
}
```

Définition du système (caméra/projection/image finale)

Définition du système (caméra/projection/image finale)

- coordonnées dans le repère *scène* :
  `Cx`, `Cy`, `Cz`, `Px`, `Py`, `Pz`, `vx`, `vy`, `vz`

Définition du système (caméra/projection/image finale)

- coordonnées dans le repère *scène* :
  `Cx`, `Cy`, `Cz`, `Px`, `Py`, `Pz`, `vx`, `vy`, `vz`

- coordonnées dans le repère *caméra* :
  `x_min`, `x_max`, `y_min`, `y_max`, `z_min`, `z_max`

Définition du système (caméra/projection/image finale)

- coordonnées dans le repère *scène* :
  `Cx`, `Cy`, `Cz`, `Px`, `Py`, `Pz`, `vx`, `vy`, `vz`
- coordonnées dans le repère *caméra* :
  `x_min`, `x_max`, `y_min`, `y_max`, `z_min`, `z_max`
- coordonnées dans le repère *image* :
  `L_IMAGE`, `H_IMAGE`

Définition du système (caméra/projection/image finale)

- coordonnées dans le repère *scène* :
  `Cx`, `Cy`, `Cz`, `Px`, `Py`, `Pz`, `vx`, `vy`, `vz`
- coordonnées dans le repère *caméra* :
  `x_min`, `x_max`, `y_min`, `y_max`, `z_min`, `z_max`
- coordonnées dans le repère *image* :
  `L_IMAGE`, `H_IMAGE`

avec de préférence $\dfrac{\texttt{x\_max} - \texttt{x\_min}}{\texttt{y\_max} - \texttt{y\_min}} = \dfrac{\texttt{L\_IMAGE}}{\texttt{H\_IMAGE}}$