République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d'Informatique
Département d'Informatique

La vision par ordinateur

Chapitre 3 :Géométrie, Calibration et Mathématique Projective

Master 2 : Systèmes Informatique Intelligents

Lyes_sii@yahoo.fr lyes_abada@yahoo.fr

Par. L.ABADA Basant sur le cours de Pr. Saliha AOUAT

Transformation 2D

Transformation 2D

Une transformation 2D consiste à change un graphique (positions de pixels) en appliquant certaines règles

1- Symétrie

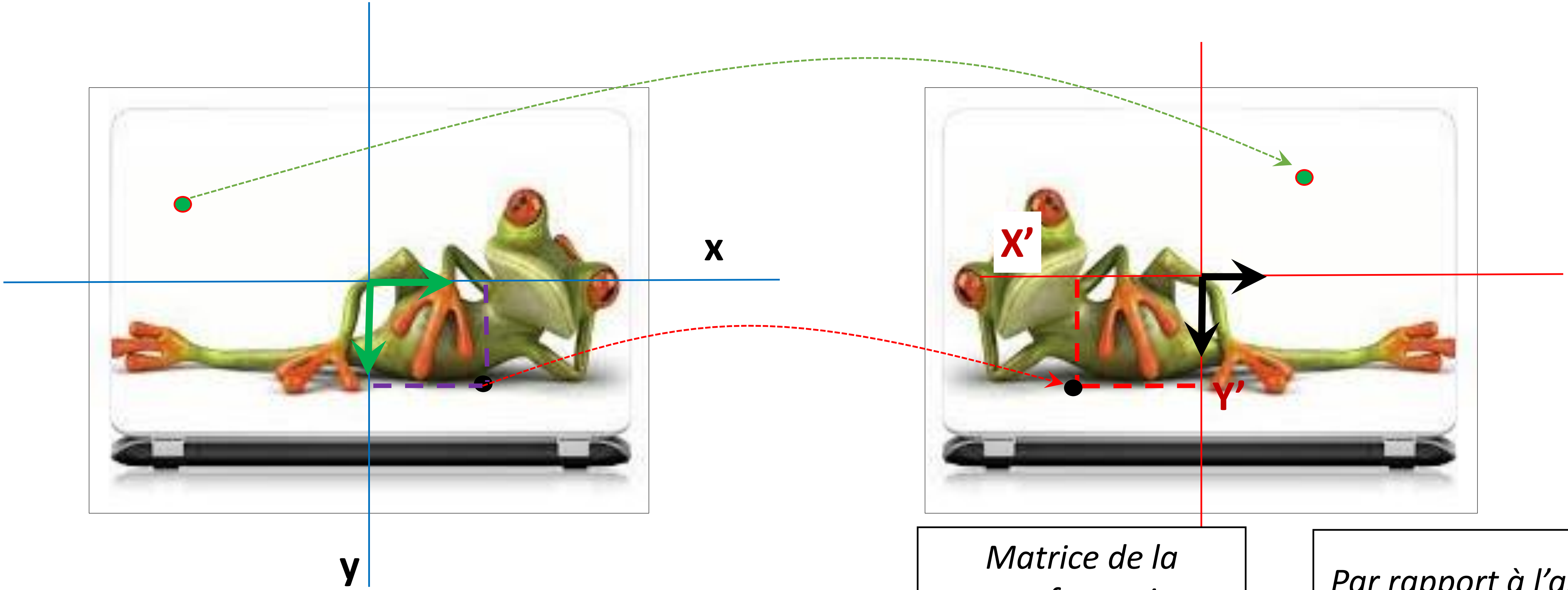
2- Translation

3- Changement d’échelle

4- Rotation

5- Autres

Symétrie



Matrice de la transformation

Par rapport à l’axe X

$X' = -X$
$Y' = Y$

$\rightarrow$

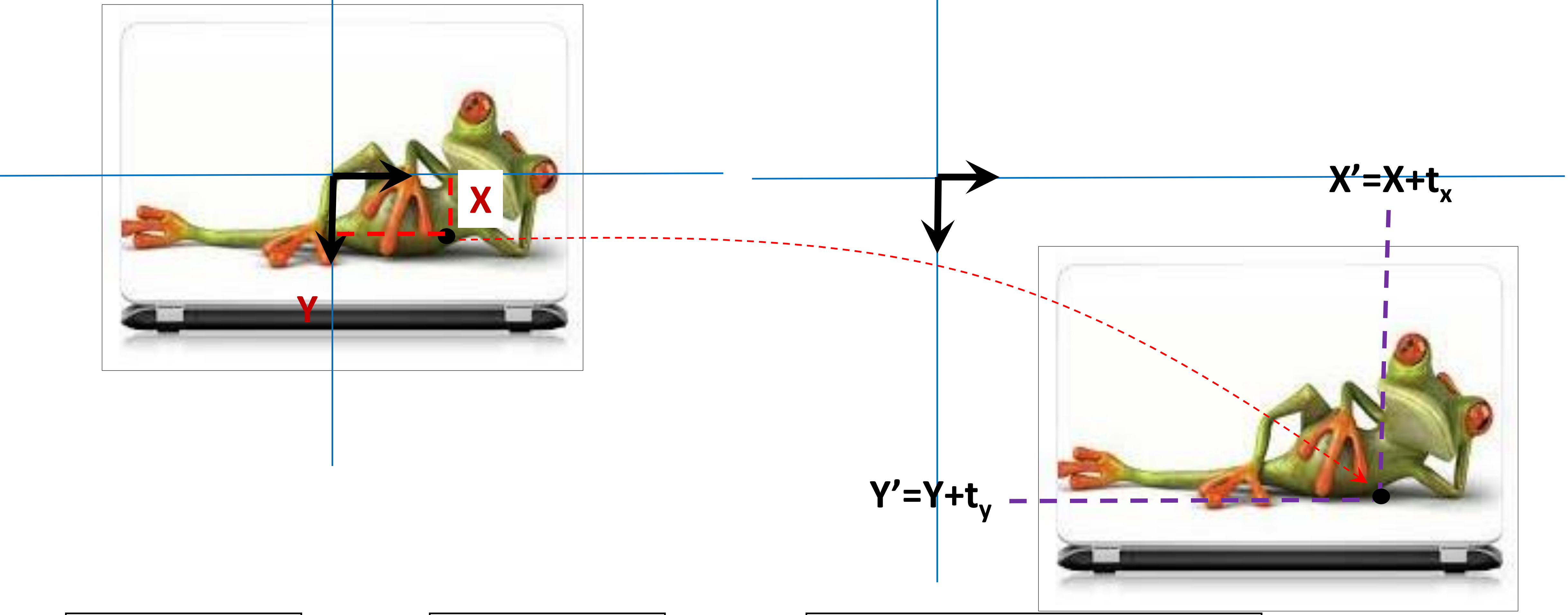
$X' = -1X + 0y$
$Y' = 0X + 1Y$

$\rightarrow$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Translation/système de coordonnées



$$X' = X + t_x$$
$$Y' = Y + t_y$$

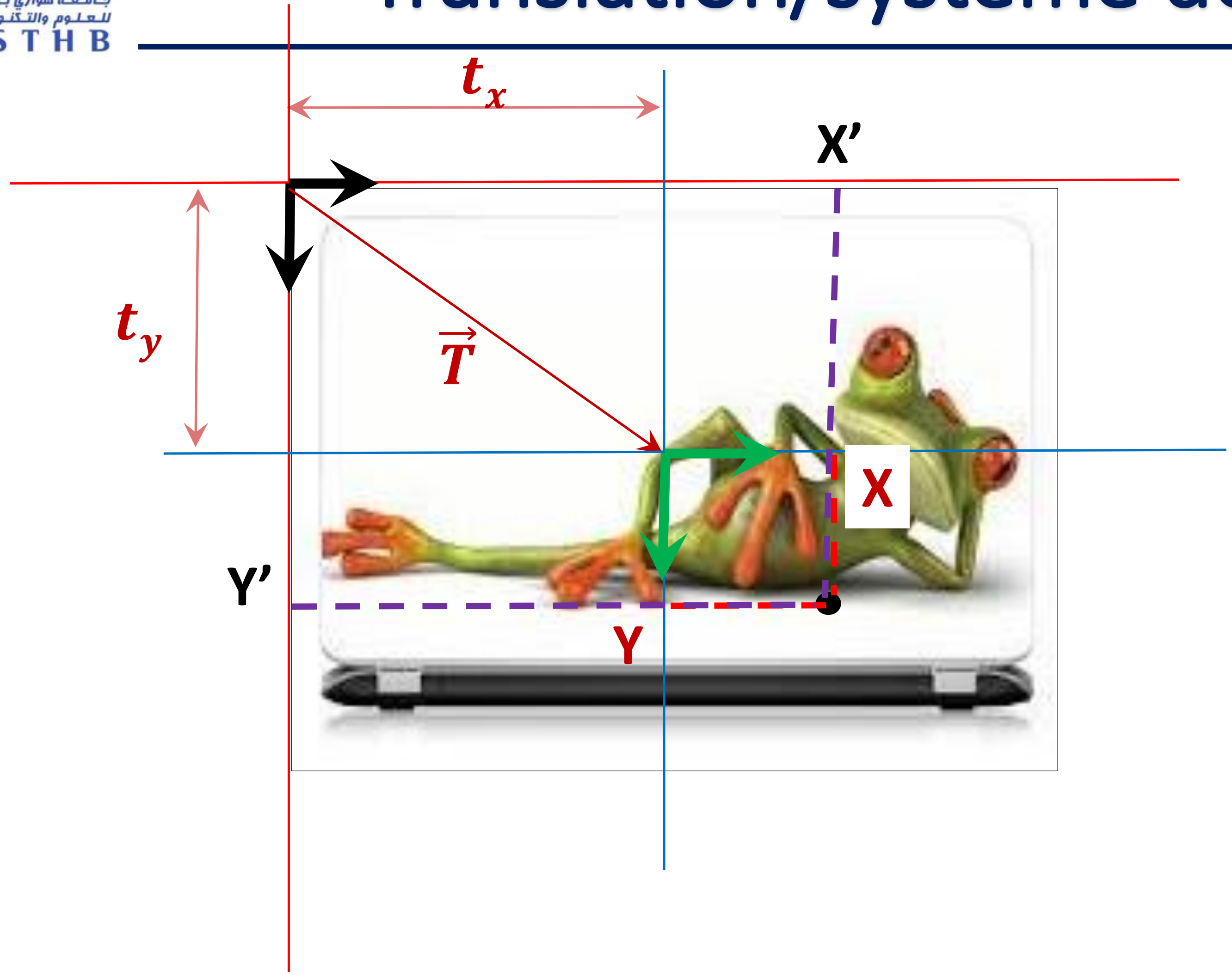
→

$$X' = 1X + 0y + t_x$$
$$Y' = 0X + 1Y + t_y$$

→

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Translation/système de coordonnées



$$X' = X + t_x$$
$$Y' = Y + t_y$$

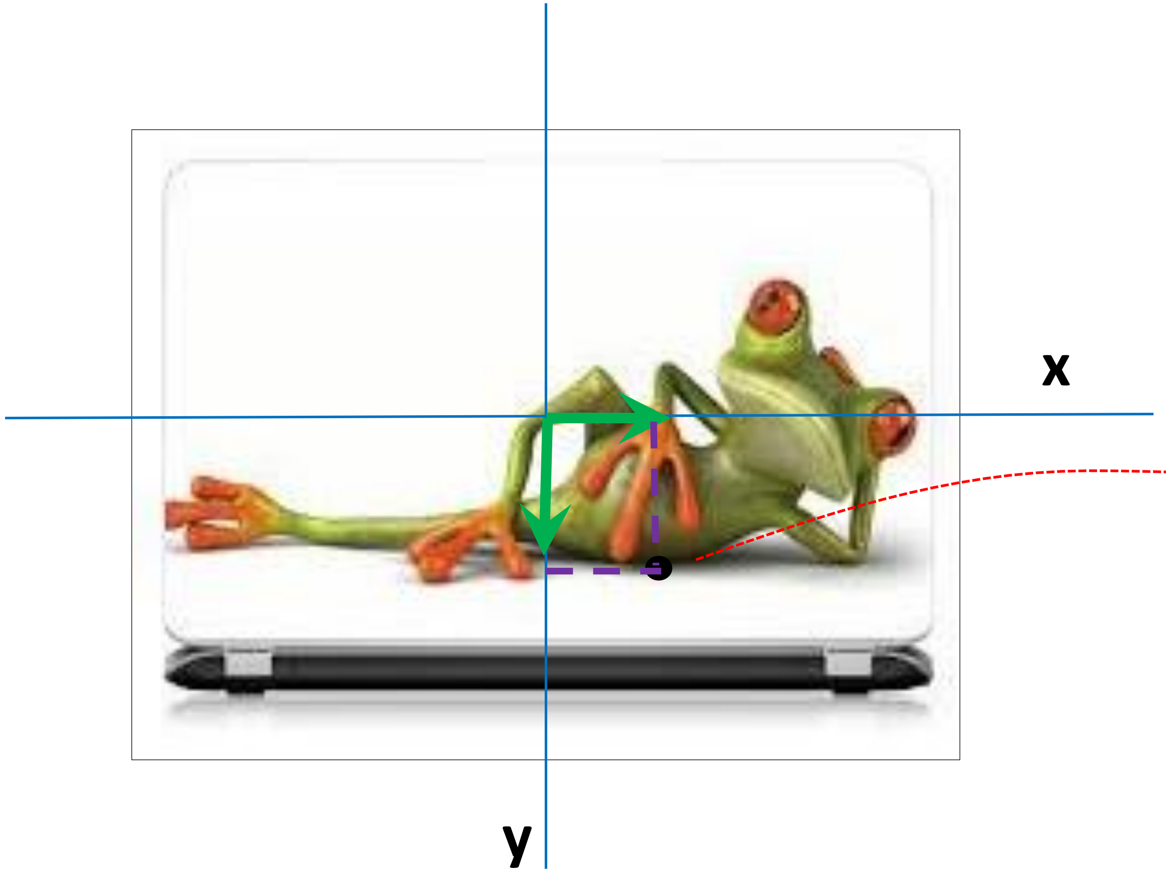
→

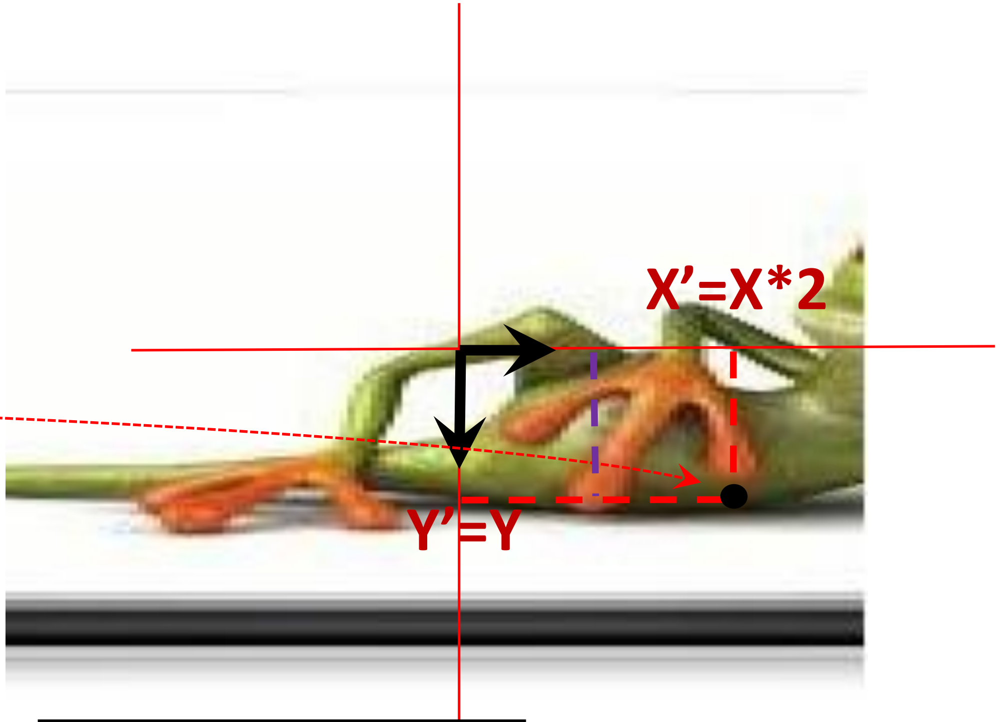
$$X' = 1X + 0y + t_x$$
$$Y' = 0X + 1Y + t_y$$

→

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Changement d'échelle(agrandissement :S>1)





Matrice de la transformation

$$X' = X*2 \qquad Y' = Y$$

$\rightarrow$

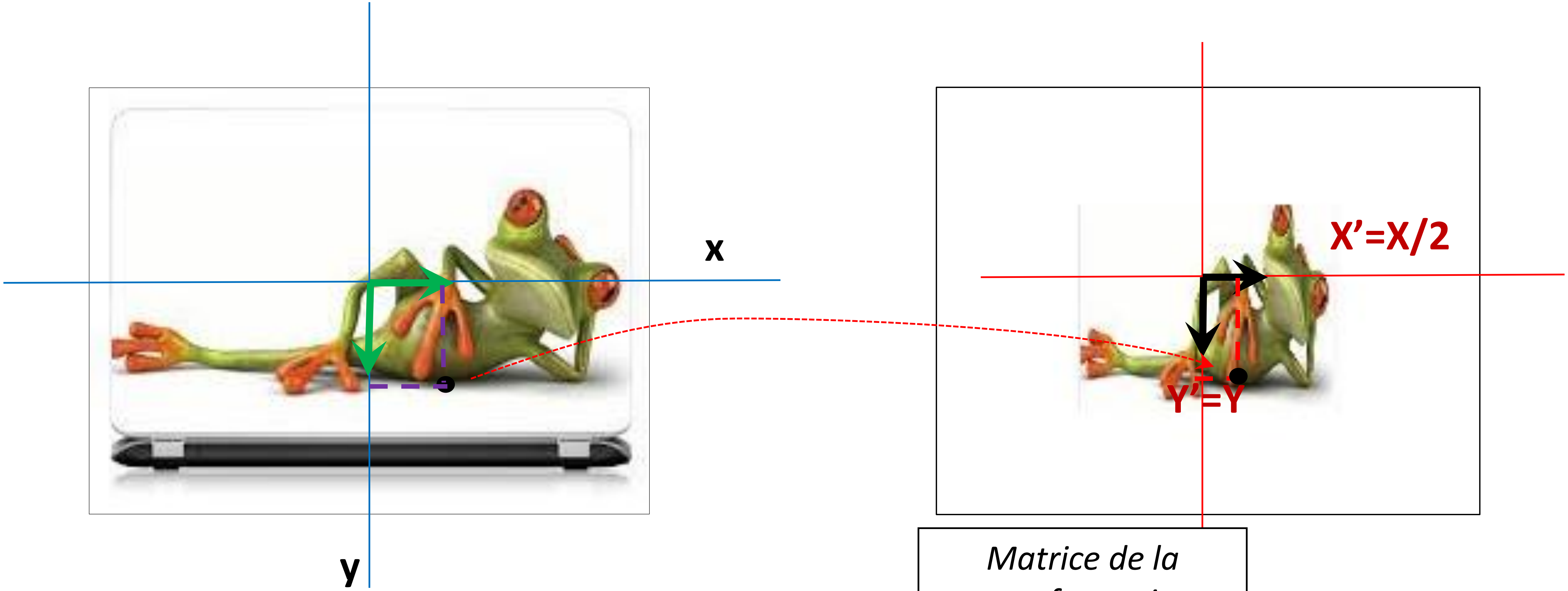
$$X' = 2X + 0y \qquad Y' = 0X + 1Y$$

$\rightarrow$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Changement d’échelle (réduction :S<1)



Matrice de la transformation

$$X' = X*\frac{1}{2}$$
$$Y' = Y$$

$\rightarrow$

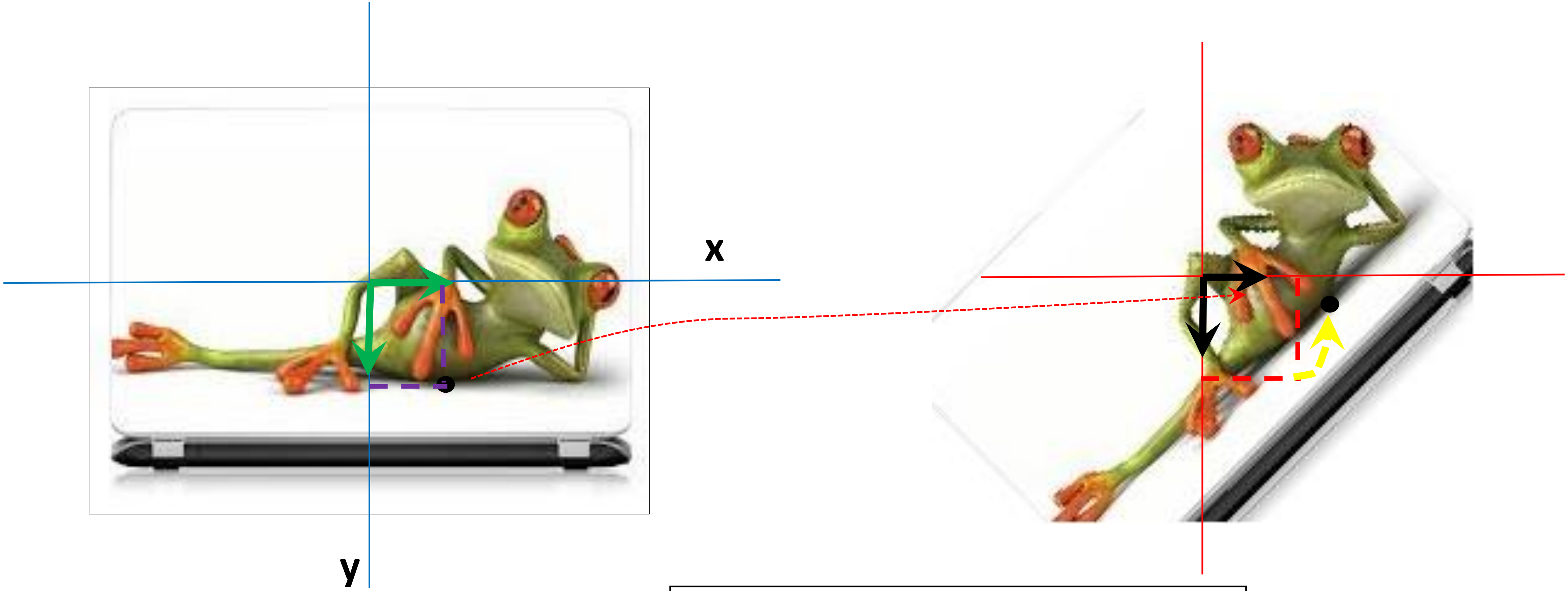
$$X' = \frac{1}{2}*X + 0y$$
$$Y' = 0X + 1Y$$

$\rightarrow$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Rotation



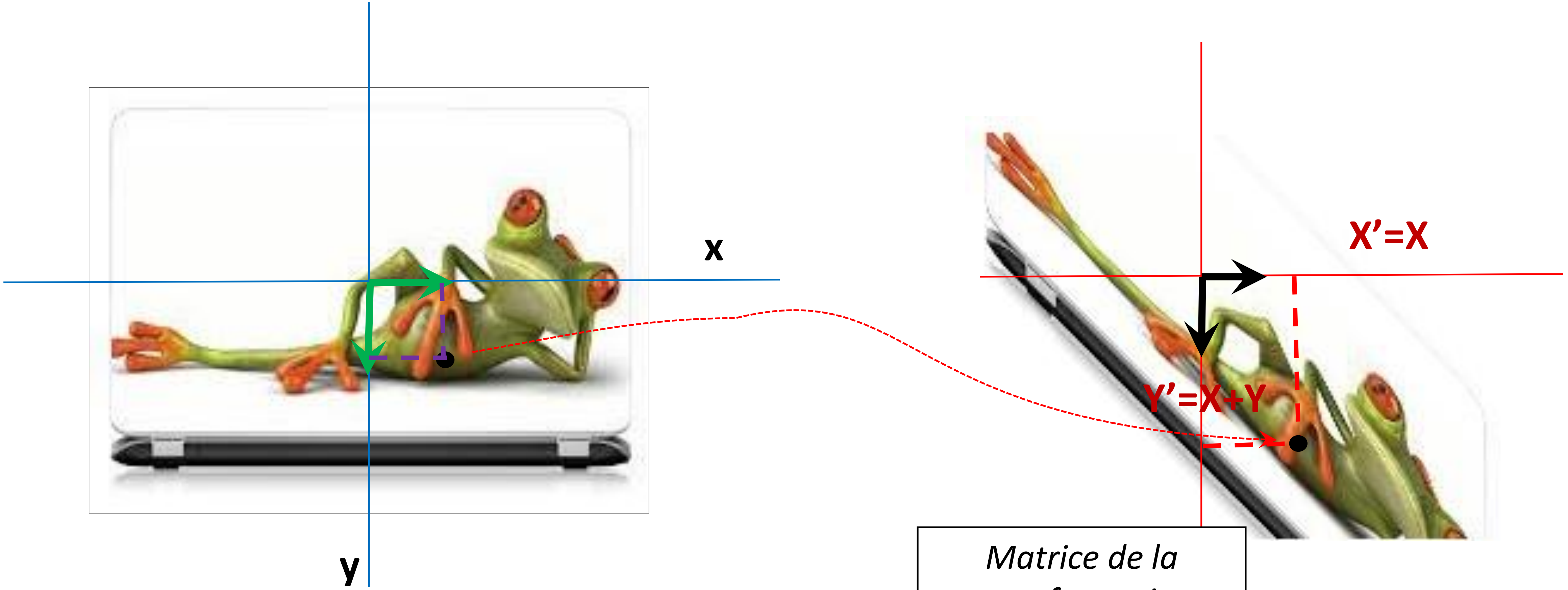
$$x' = \cos\theta\ X - \sin\theta Y$$
$$y' = \sin\theta\ X + \cos\ \theta Y$$

$\rightarrow$

Matrice de la transformation

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

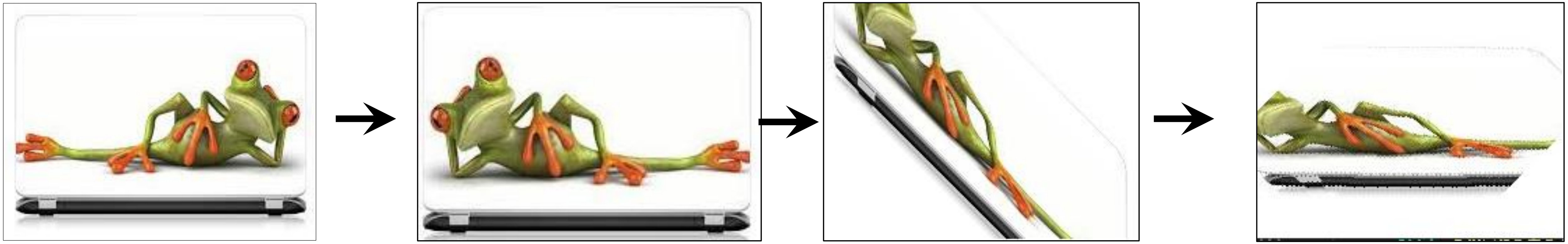
Autres transformations



Matrice de la transformation

$X' = X$ $Y' = X+Y$	→ $X' = 1X + 0y$ $Y' = 1X + 1Y$	→ $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$

Composition de transformations



$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Transformation 3D

Changement d'échelle 3D

$X' = S_x * X$
$Y' = S_y * Y$
$Z' = S_z * Z$

→

$X' = -S_x X + 0y + 0Z$
$Y' = 0X + S_y Y + 0Z$
$Z' = 0X + 0Y + S_z Z$

→

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & S_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Translation 3D

$X' = X+a$
$Y' = Y+b$
$Z' = Z+c$

→

$X' = 1X + 0y + 0Z+a$
$Y' = 0X + 1Y + 0Z+b$
$Z' = 0X + 0Y + 1Z+c$

→

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Transformation 3D

Rotation 3D

$R_{\theta,\,\mathbf{z}}$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

$R_{\theta,\,\mathbf{y}}$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

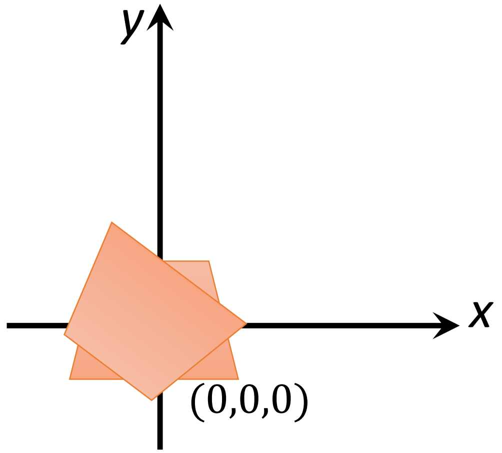
$R_{\theta,\,\mathbf{x}}$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ 0 & \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Composition de transformations

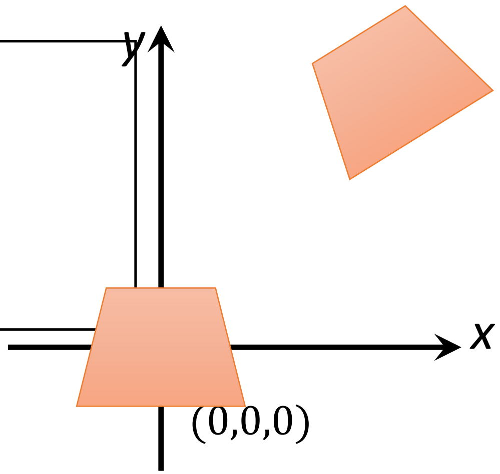
Rotation R ensuite Translation T

$$[T].[R] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} cos(\theta) & -sin(\theta) & 0 & 0 \\ sin(\theta) & cos(\theta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} cos(\theta) & -sin(\theta) & 0 & a \\ sin(\theta) & cos(\theta) & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$



Translation T ensuite rotation R

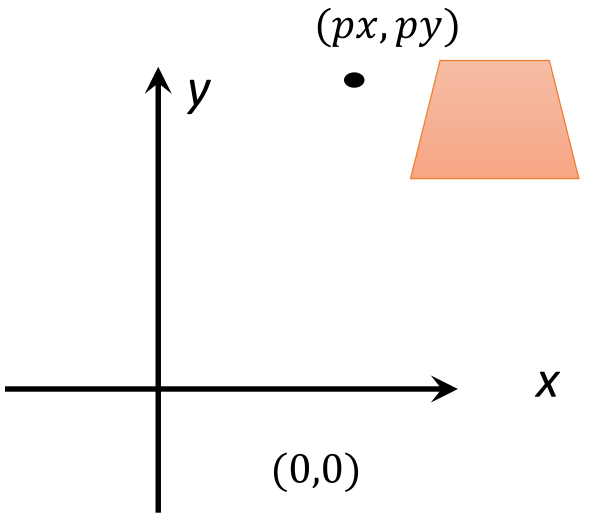
$$[R].[T] \begin{pmatrix} cos(\theta) & -sin(\theta) & 0 & 0 \\ sin(\theta) & cos(\theta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} cos(\theta) & -sin(\theta) & 0 & a\,cos(\theta) - b\,sin(\theta) \\ sin(\theta) & cos(\theta) & 0 & a\,sin(\theta) + b\,cos(\theta) \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

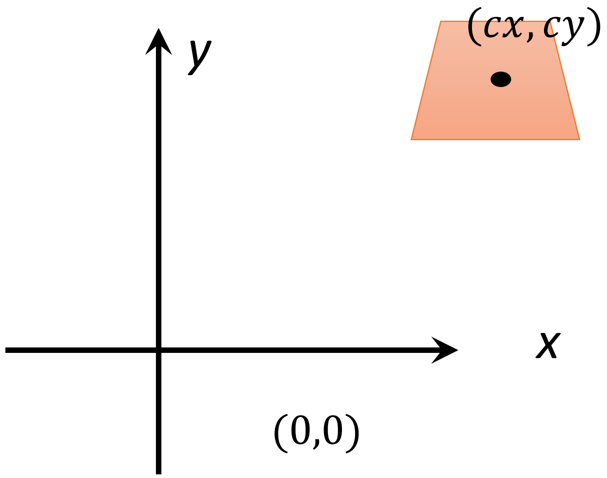


Composition de transformations

Rotation par rapport à un point $P(p_x,p_y)$?!

Agrandissement d'un objet sans changer son centre ?!





Transformation 2D

Coordonnées Homogènes P^2

Changement d'échelle 2D

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Translation 2D

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Rotation 2D

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Transformation 3D

Coordonnées Homogènes P^3

Changement d'échelle 3D

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 1 & S_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

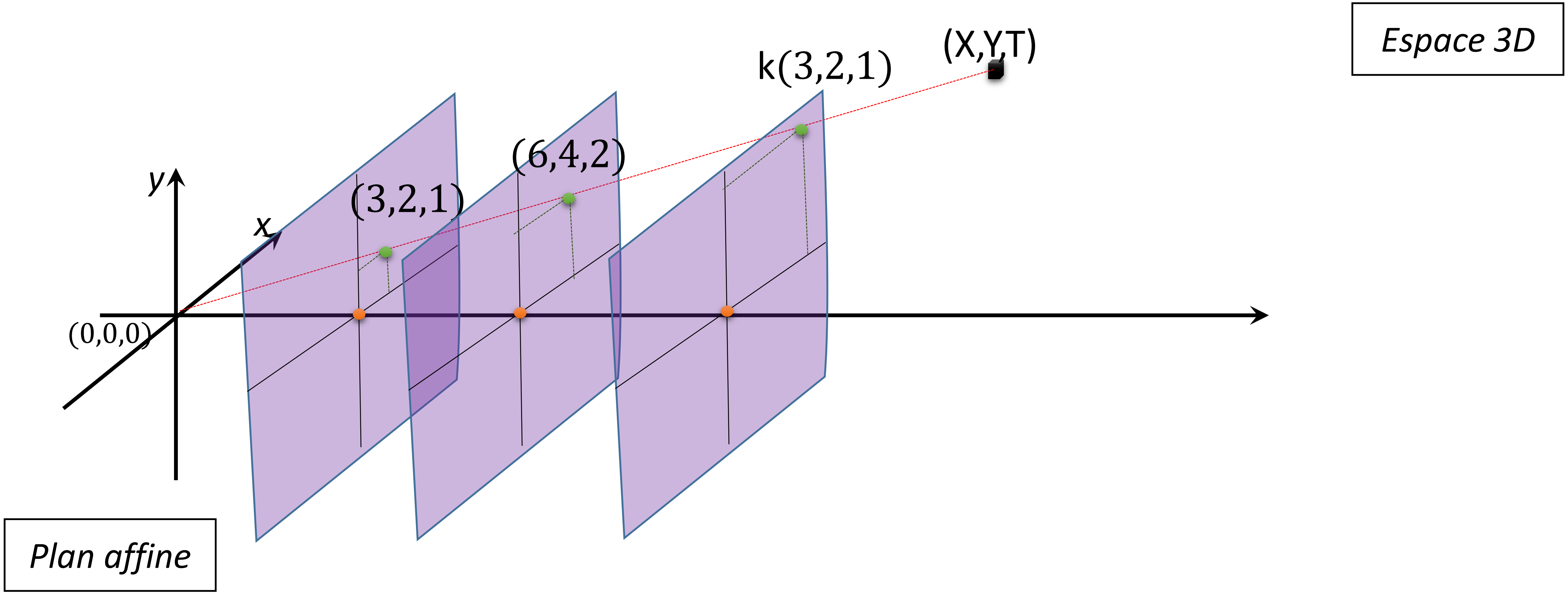
Translation 3D

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

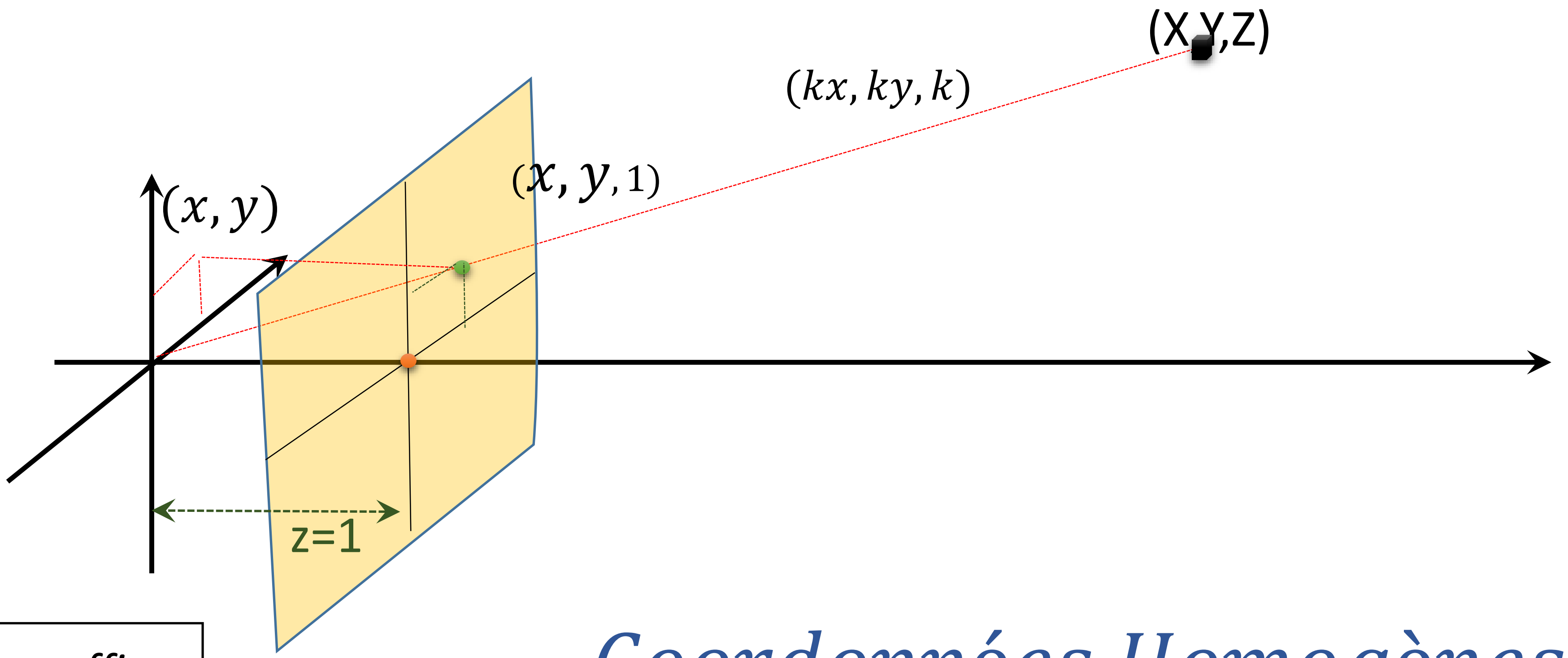
Rotation 3D

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

Coordonnées Homogènes



Coordonnées Homogènes P^2



Plan affine

$$Coordonnées\ Homogènes :$$

$$(x, y, 1) = \left(\frac{X}{Z}, \frac{Y}{Z}, \frac{Z}{Z}\right) \sim k(x, y, 1)$$

Coordonnées Homogènes P^2

$Coordonnées\ affines \Rightarrow\ Coordonnées\ Homogènes$:

$$(x, y) \Rightarrow (x, y, 1)$$

$Coordonnées\ Homogènes \Rightarrow Coordonnées\ affines\ 2D$:

$$(\tilde{x}, \tilde{y}, t) \sim \left(\frac{\tilde{x}}{t}, \frac{\tilde{y}}{t}, 1\right) \Rightarrow (x, y) = \left(\frac{\tilde{x}}{t}, \frac{\tilde{y}}{t}\right)$$

Coordonnées Homogènes P^3

$Coordonnées\ affines \Rightarrow\ Coordonnées\ Homogènes\ \ 3D$:

$$(x, y, z) \Rightarrow (x, y, z, 1)$$

$Coordonnées\ Homogènes \Rightarrow Coordonnées\ affines\ 3D$:

$$(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}, t) \sim \left(\frac{\tilde{x}}{t}, \frac{\tilde{y}}{t}, \frac{\tilde{z}}{t}, 1\right) \Rightarrow (x, y, z) = \left(\frac{\tilde{x}}{t}, \frac{\tilde{y}}{t}, \frac{\tilde{z}}{t}\right)$$

Coordonnées Homogènes

Dans le plan affine un point P est représenté par ses coordonnées (x, y).

Le principe des coordonnées homogènes est de représenter ce point par le triplet ($\tilde{x}$, $\tilde{y}$, t) avec t ≠ 0 et tel que $(x, y) = \left(\frac{\tilde{x}}{t}, \frac{\tilde{y}}{t}\right)$

Pour tout scalaire k ≠ 0, k (x, y, t) = (kx, ky, kt) représente le même point que (x, y, t)

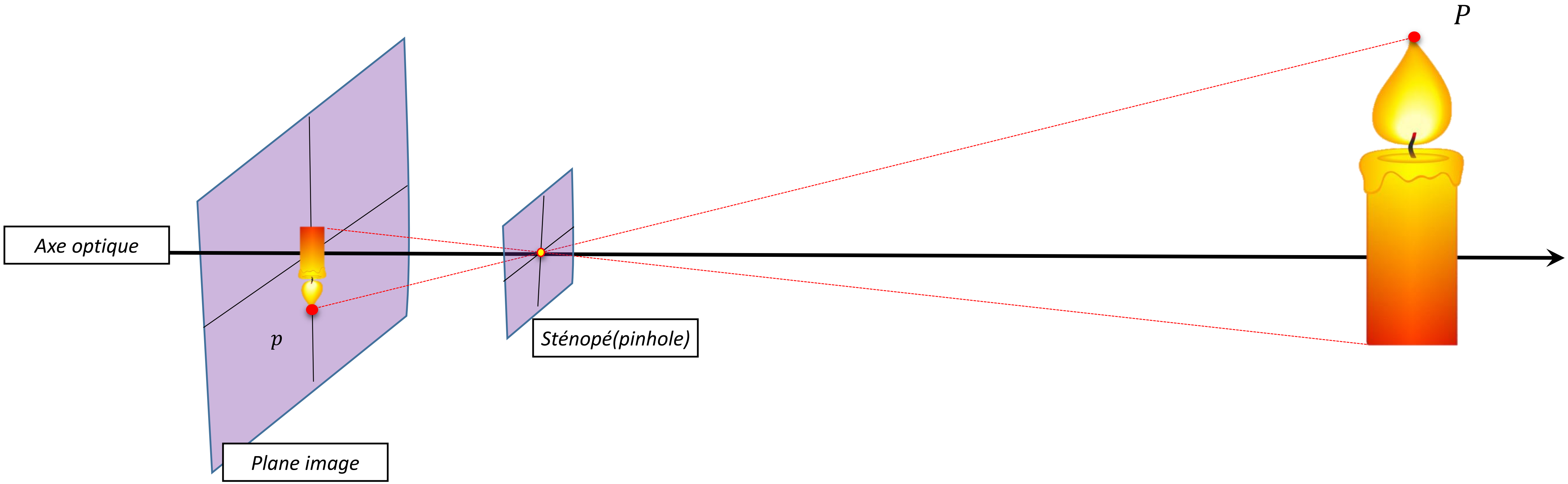
Les coordonnées homogènes sont donc définies à un facteur multiplicatif près.

En particulier si t=1, les coordonnées homogènes sont ($\tilde{x}$, $\tilde{y}$, 1) .

Composition de transformations

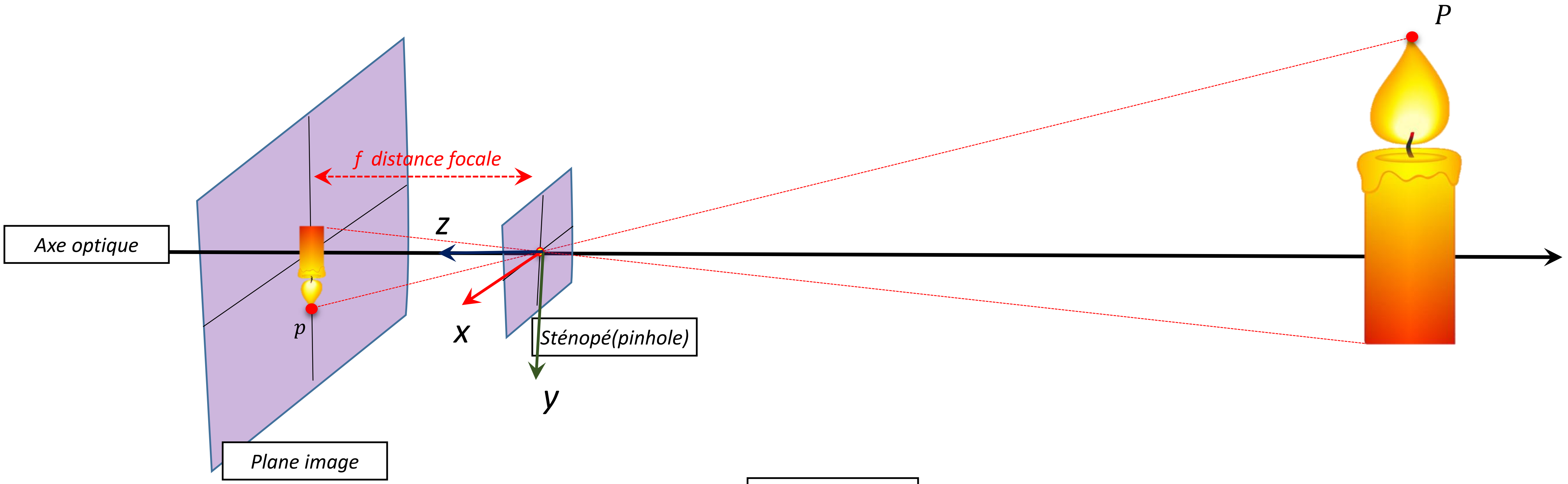
1 - Le modèle géométrique d'une caméra

Modèle de sténopé (pinhole)



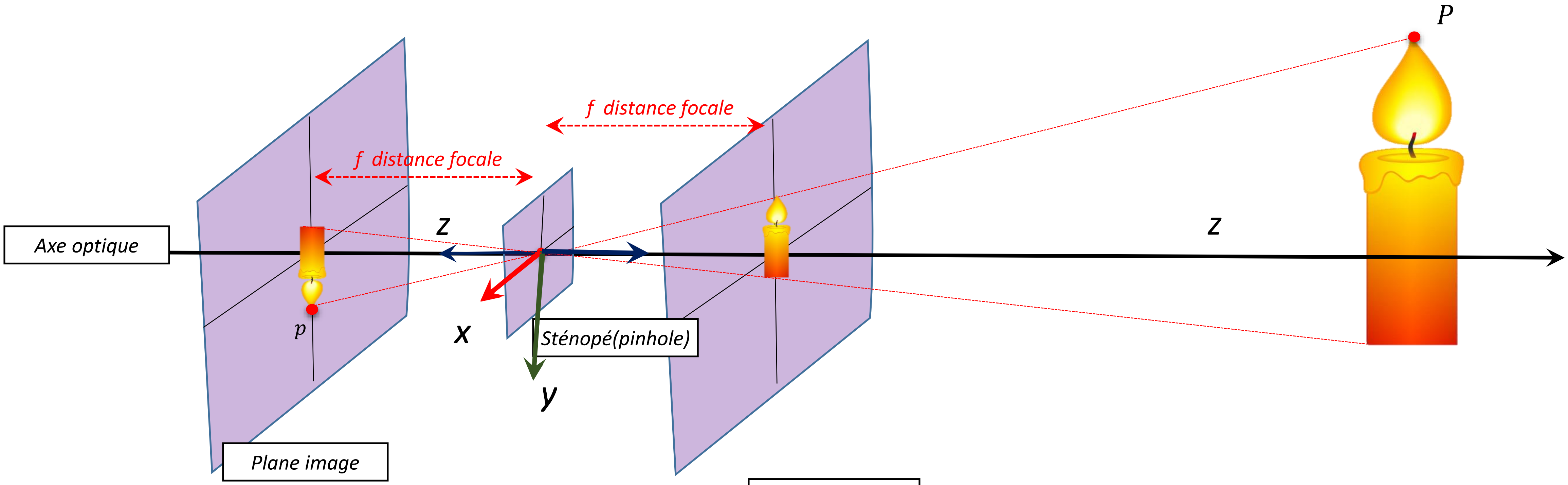
Relation entre P(X,Y,Z) et p(x,y,z) ?

Modèle de sténopé (pinhole)



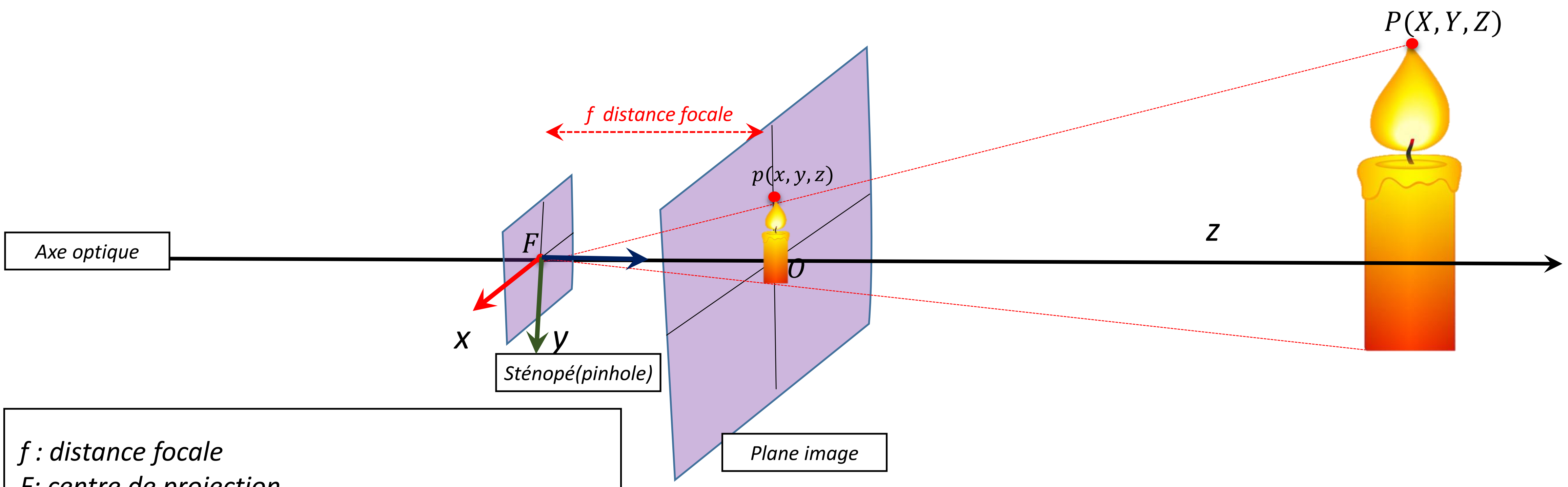
P=(X,Y,Z)
p=(x,y,f)

Modèle de sténopé (pinhole)



P=(X,Y,Z)
p=(x,y,f)

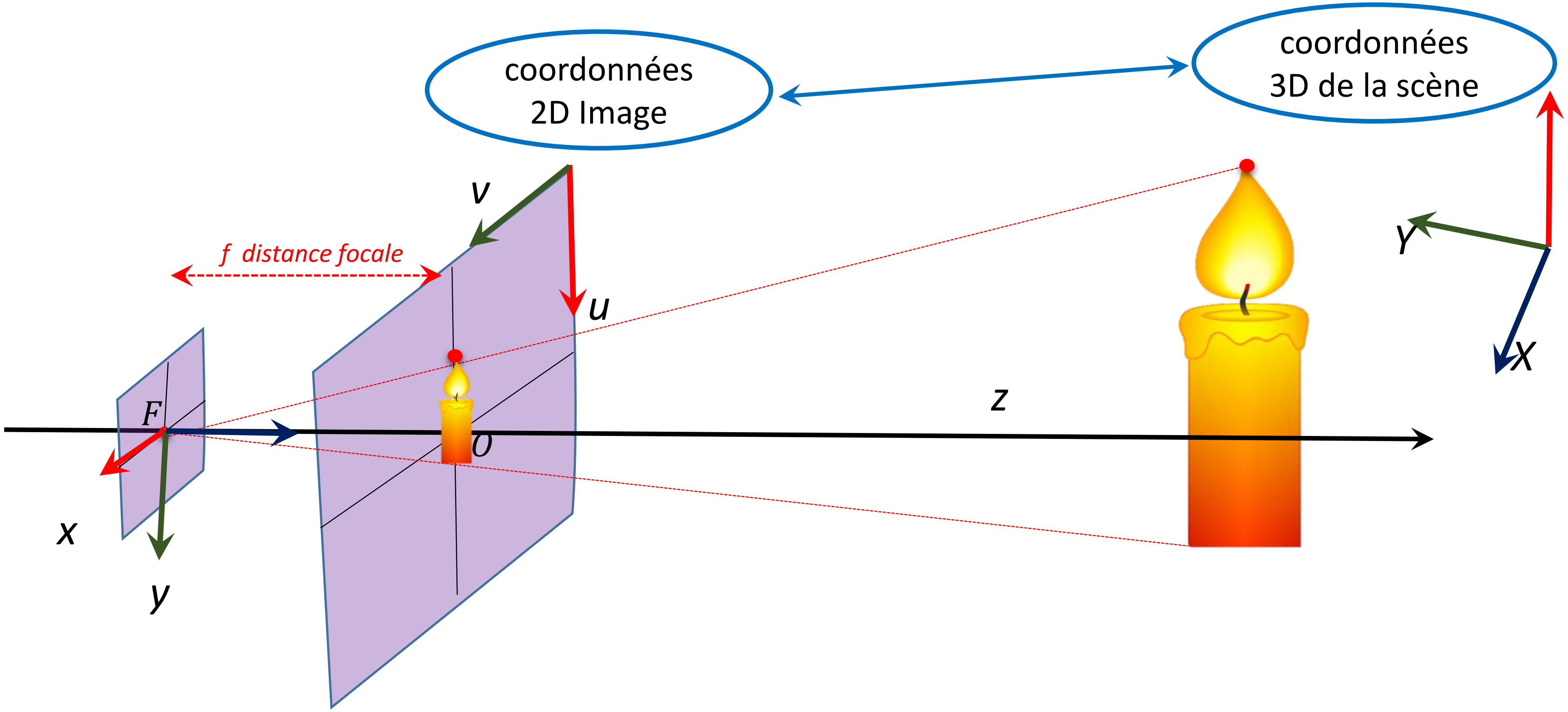
Modèle de sténopé (pinhole)



f : distance focale
F: centre de projection
O : le point principal (projeté de F)
Axe-Z : axe optique
P(X,Y,Z) : point de la scène (repère caméra)
p(x,y,f) : projeté de P sur le plan image (repère caméra)

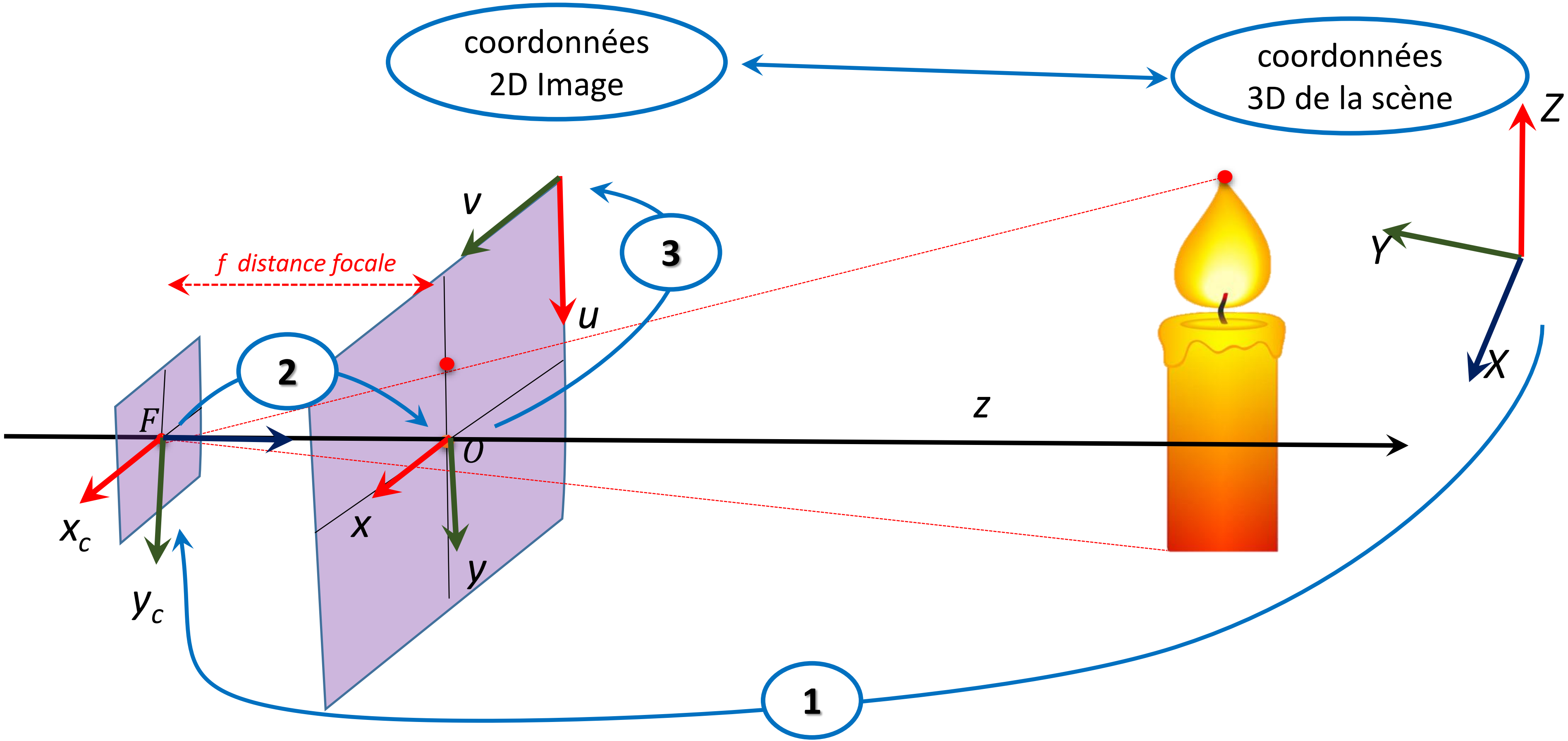
Calibration et Stéréovision

Le calibrage géométrique d'une caméra consiste à déterminer la relation mathématique existant entre les coordonnées des points 3D de la scène observée et les coordonnées 2D de leur projection dans l'image



Calibration et Stéréovision

Le calibrage géométrique d'une caméra consiste à déterminer la relation mathématique existant entre les coordonnées des points 3D de la scène observée et les coordonnées 2D de leur projection dans l'image



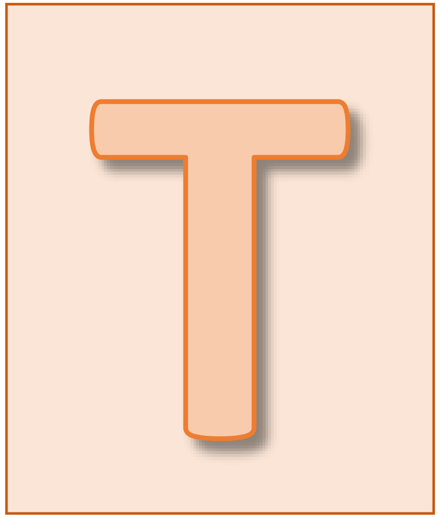
Calibration et Stéréovision

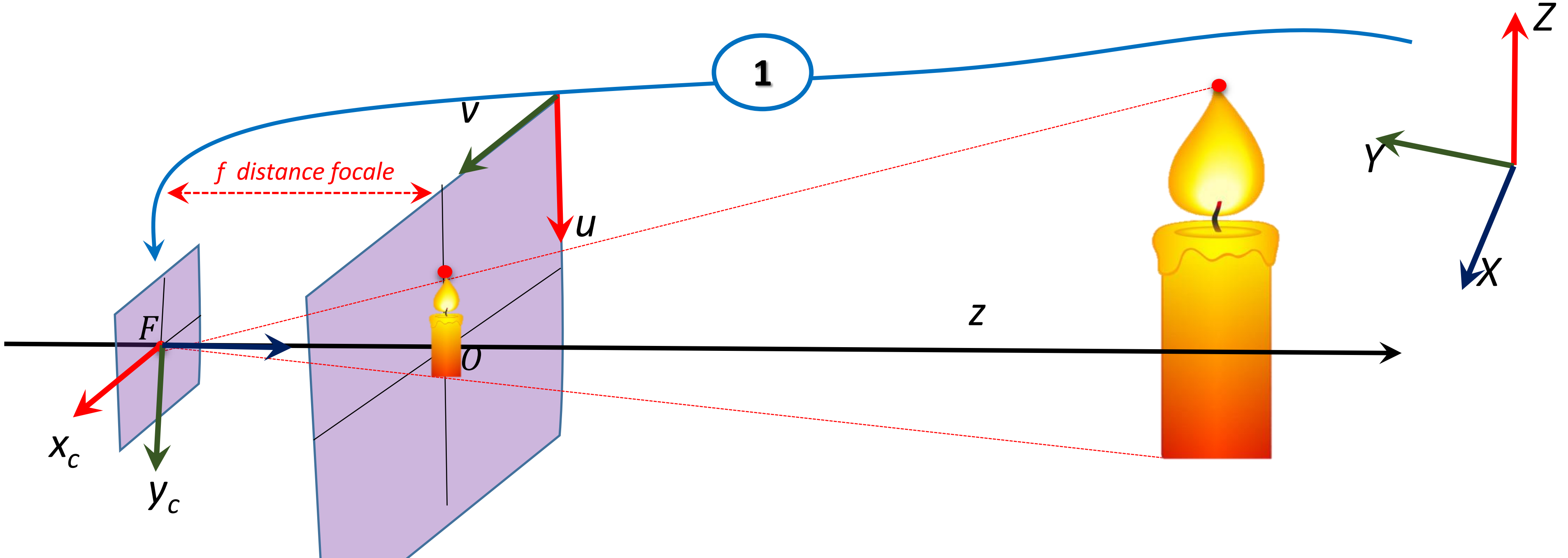
1- Transformation entre le repère du monde et le repère caméra:

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = [R] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} + t = \begin{bmatrix} R & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = [T] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$t = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix}$$

$$[R] = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

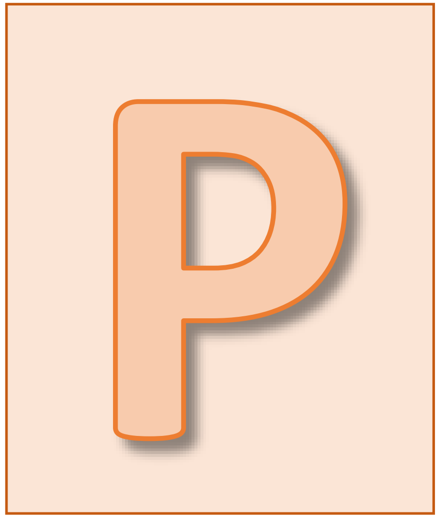


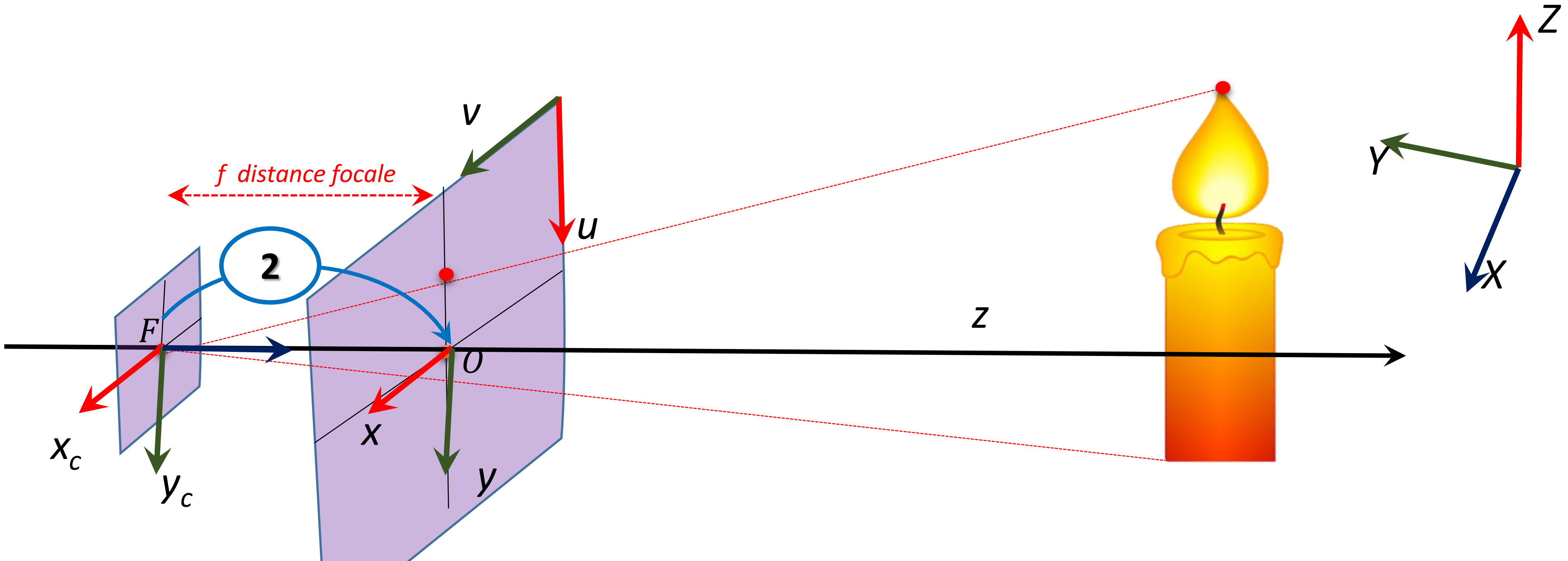


Calibration et Stéréovision

2- Transformation entre le repère caméra et le repère capteur

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = [P] \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix}$$





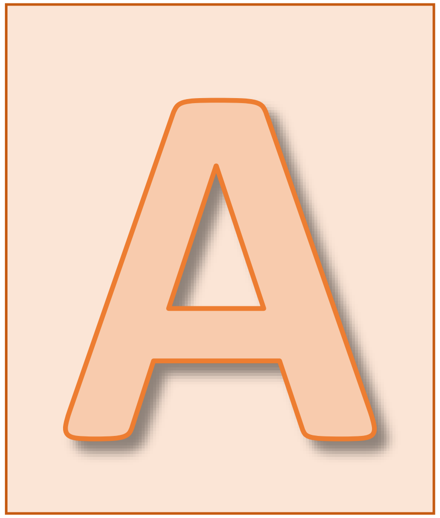
Calibration et Stéréovision

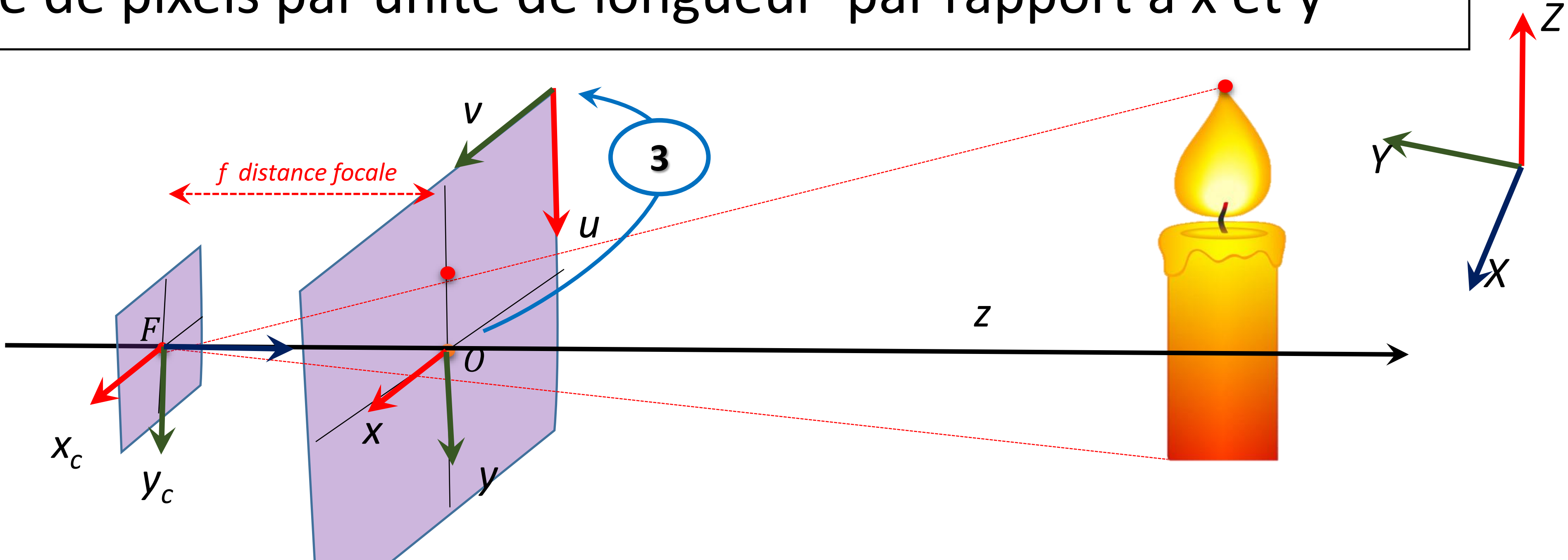
2- Transformation entre le repère caméra et le repère capteur

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_x & k_x cos(\theta) & o_x + oy\cos(\theta) & 0 \\ 0 & k_y/\sin(\theta) & o_y/\sin(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \underset{\text{Pour :}\theta=\pi/2}{=} \begin{bmatrix} k_x & 0 & o_x \\ 0 & k_y & o_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

o_x, o_y: les coordonnées de la projection de o.

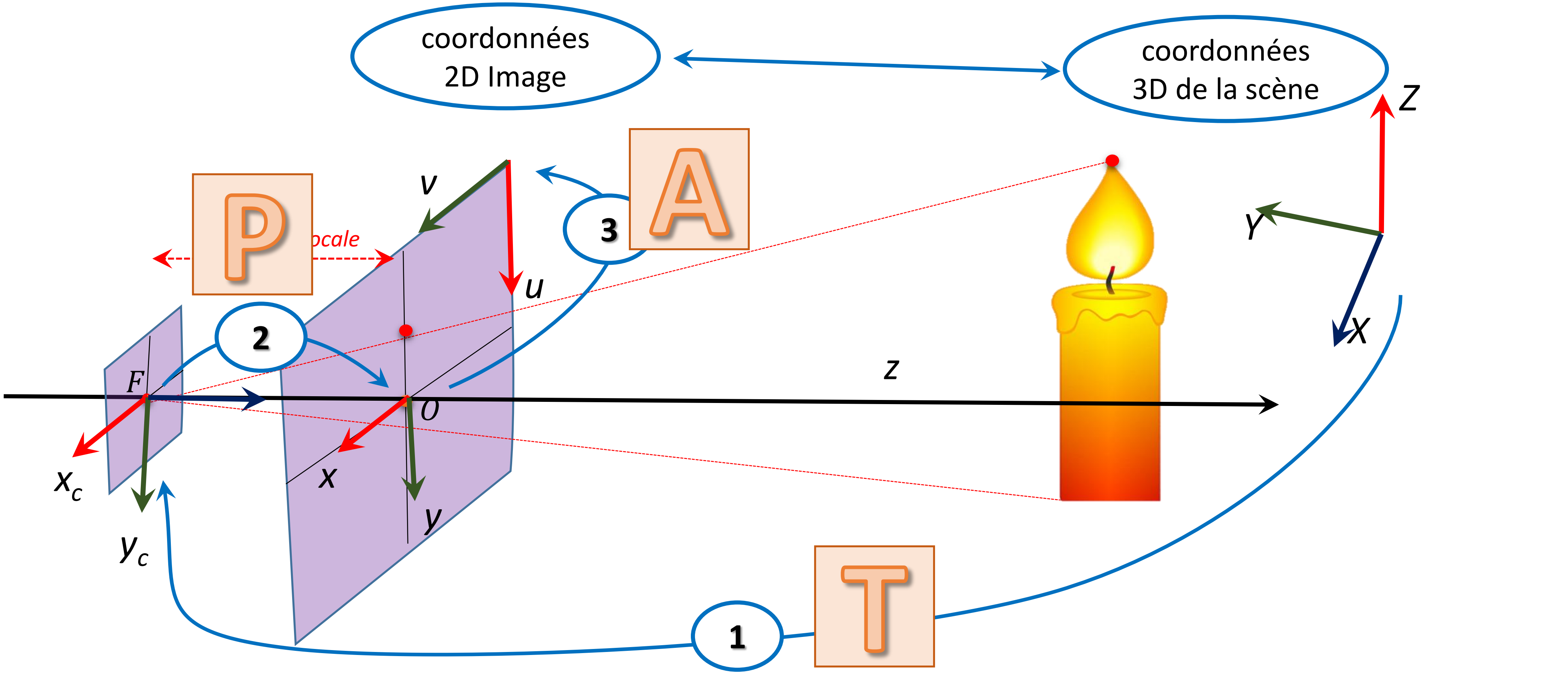
Kx,ky : le nombre de pixels par unité de longueur par rapport à x et y





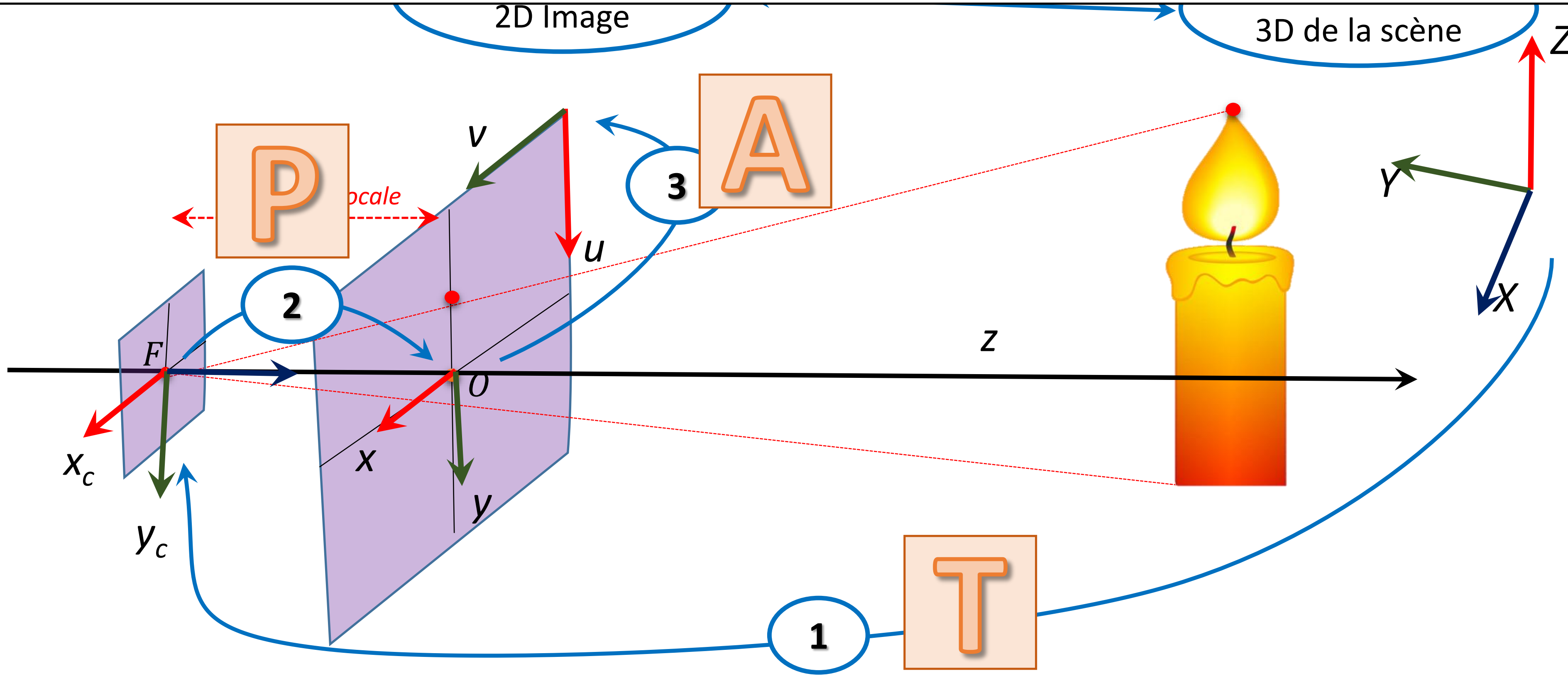
Calibration et Stéréovision

Modèle sténopé complet : la composition des trois transformations 1, 2 et 3
Donne la translation entre les coordonnées scène et les coordonnées image



Modèle sténopé complet

$$(X, Y, Z) \xrightarrow{T} (xc, yc, zc) \xrightarrow{P} (x, y, 1) \xrightarrow{A} (u, v, 1)$$



Calibration et Stéréovision

Modèle sténopé complet

$$(X,Y,Z) \xrightarrow{T} (xc,yc,zc) \xrightarrow{P} (x,y,1) \xrightarrow{A} (u,v,1)$$

$\Rightarrow$

$$M = AP\ T\ m$$

$$AP = \begin{bmatrix} f_x & f_x cos(\theta) & o_x + oy\cos(\theta) & 0 \\ 0 & f_y/\sin(\theta) & o_y/\sin(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad / \quad f_x = f * k_x,\ f_y = f * k_y$$

- ✓ f_x, f_y, ox, oy, θ de la matrice AP sont appelés **paramètres intrinsèques** de la caméra
- ✓ $les\ 3\ rotations\ et\ les\ 3\ translation$ de la matrice T sont appelés **paramètres extrinsèques**
- ✓ **le modèle sténopé est décrit par les 5 paramètres intrinsèques et les 6 paramètres extrinsèques**

Calibration et Stéréovision

Modèle sténopé complet

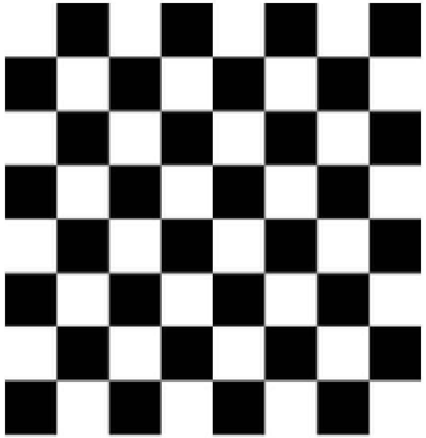
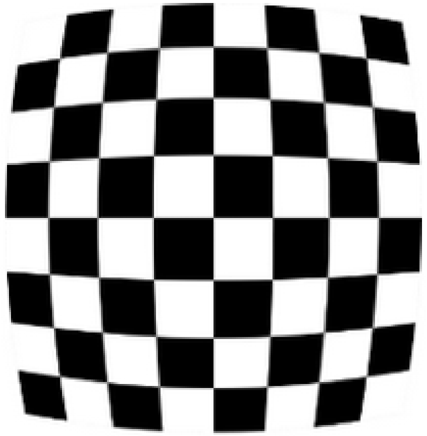
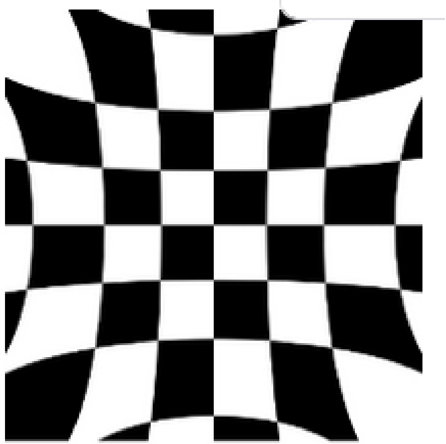
$$(X,Y,Z) \xrightarrow{T} (xc,yc,zc) \xrightarrow{P} (x,y,1) \xrightarrow{A} (u,v,1)$$

$\Rightarrow$ M = AP T m

$$AP = \begin{bmatrix} f_x & f_x cos(\theta) & o_x + oy\cos(\theta) & 0 \\ 0 & f_y/\sin(\theta) & o_y/\sin(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad / \quad f_x=f*k_x,\ f_y=f*k_y$$

- ✓ f_x, f_y, ox, oy, θ de ma matrice AP sont appelés **paramètres intrinsèques** de la caméra
- ✓ *les 3 rotations et les 3 translation* de la matrice T sont appelés **paramètres extrinsèques**
- ✓ **le modèle sténopé est décrit par les 5 paramètres intrinsèques et les 6 paramètres extrinsèques**
- ✓ *L'étalonnage (calibrage) d'une caméra consiste à déterminer les paramètres intrinsèques et extrinsèques de la caméra*

Calibration et Stéréovision

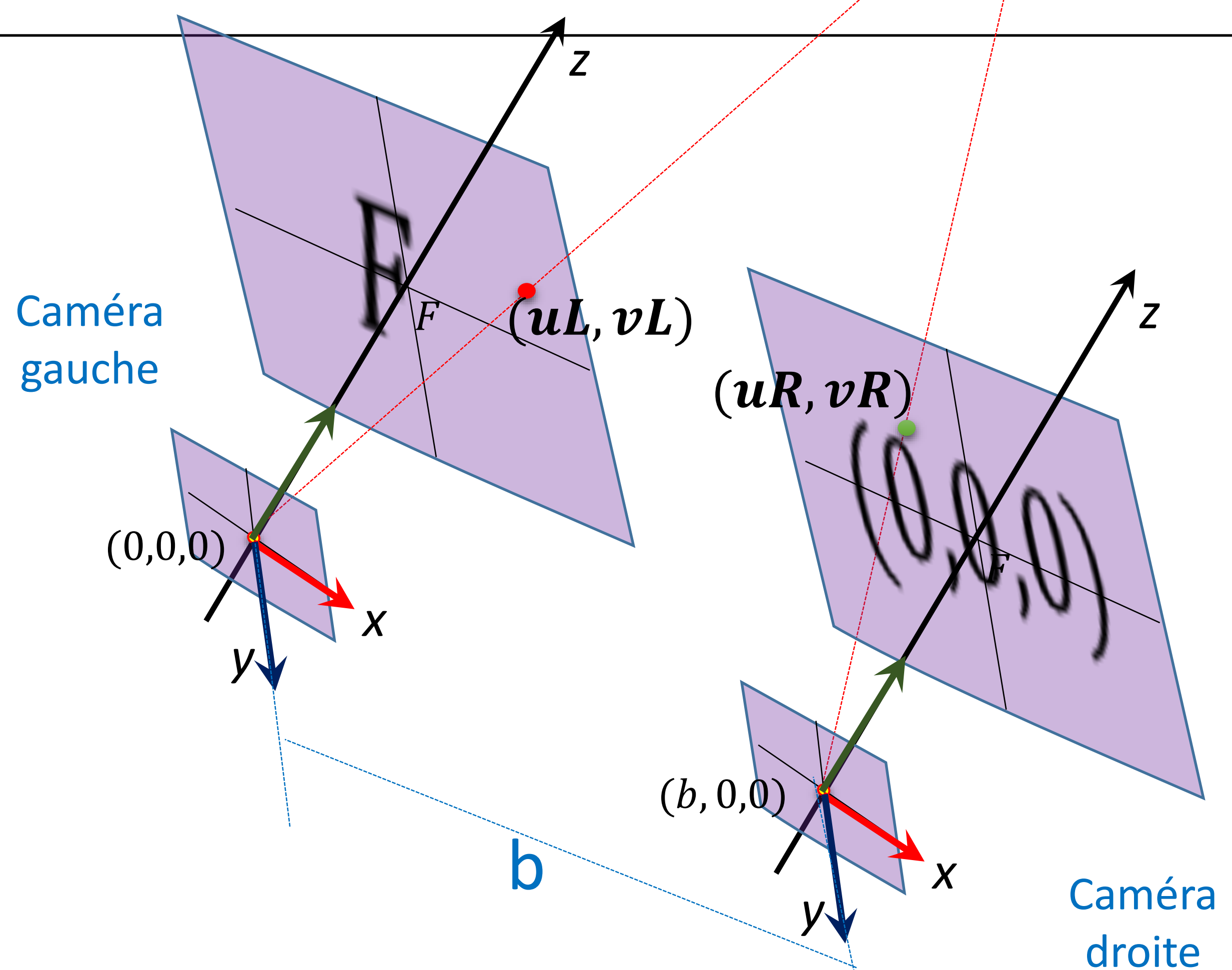





La matrice de distorsion (distortion matrix) (k1,k2,k3,p1,p2)

جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا
U S T H B

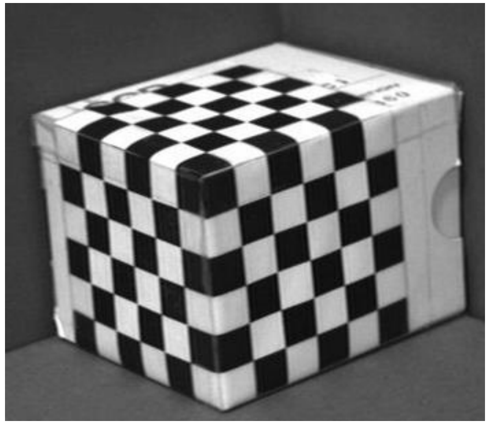
Calibration et Stéréovision

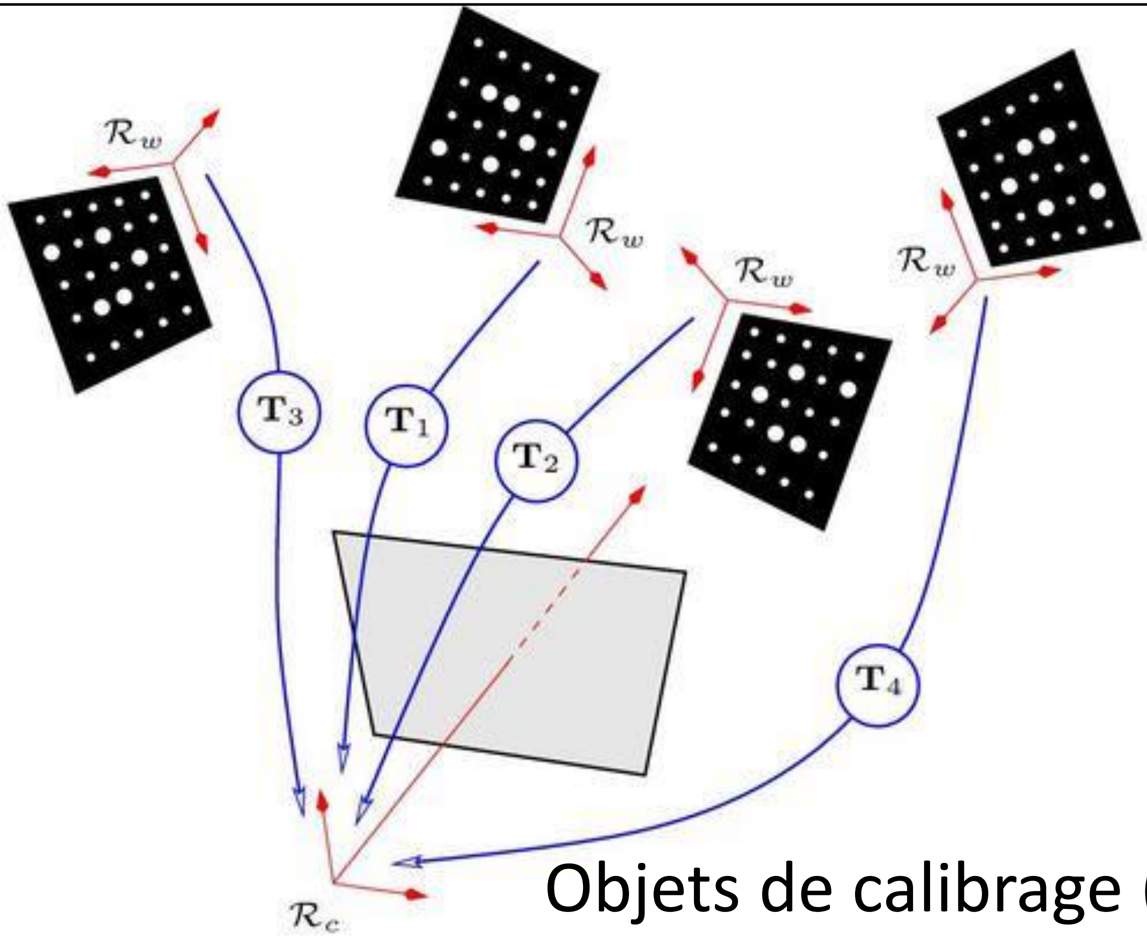
La stéréovision : Il s'agit de calculer les coordonnées 3D d'un point à partir de ses deux images, connaissant le modèle de projection de chaque caméra et la relation spatiale entre les deux caméras.

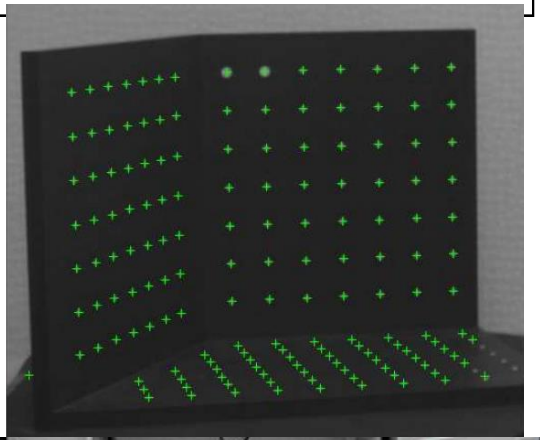


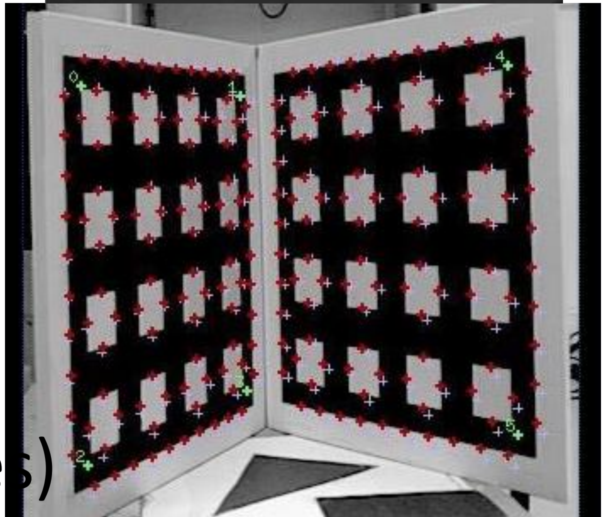
Calibration et Stéréovision

Le calibrage stéréoscopique : Consiste à déterminer la matrice de transformation entre les deux repères des deux caméras (gauche et droite).





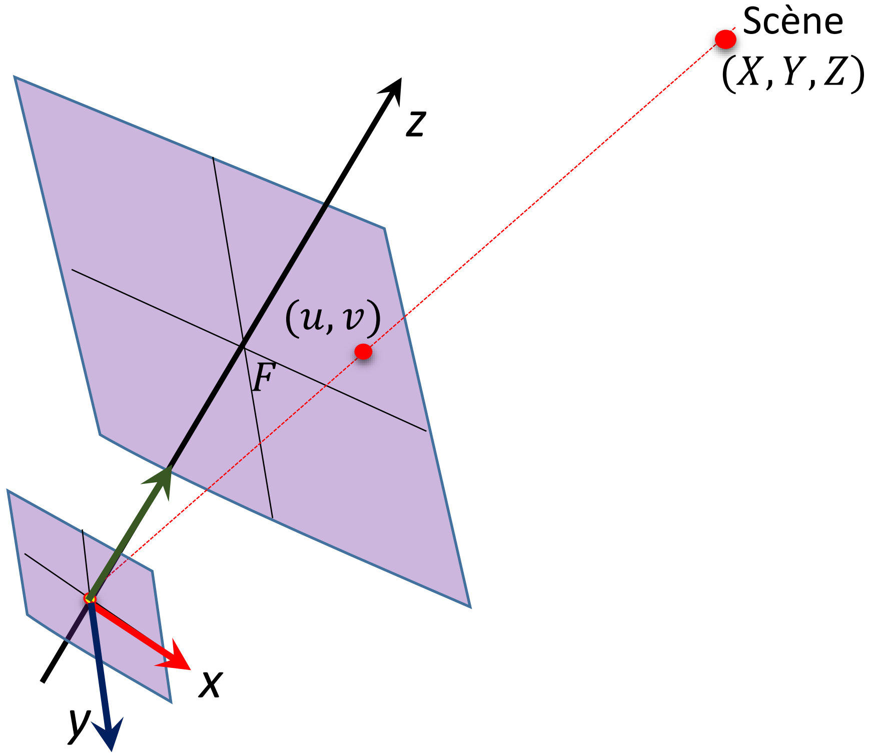




Objets de calibrage (mires)

Calibration et Stéréovision

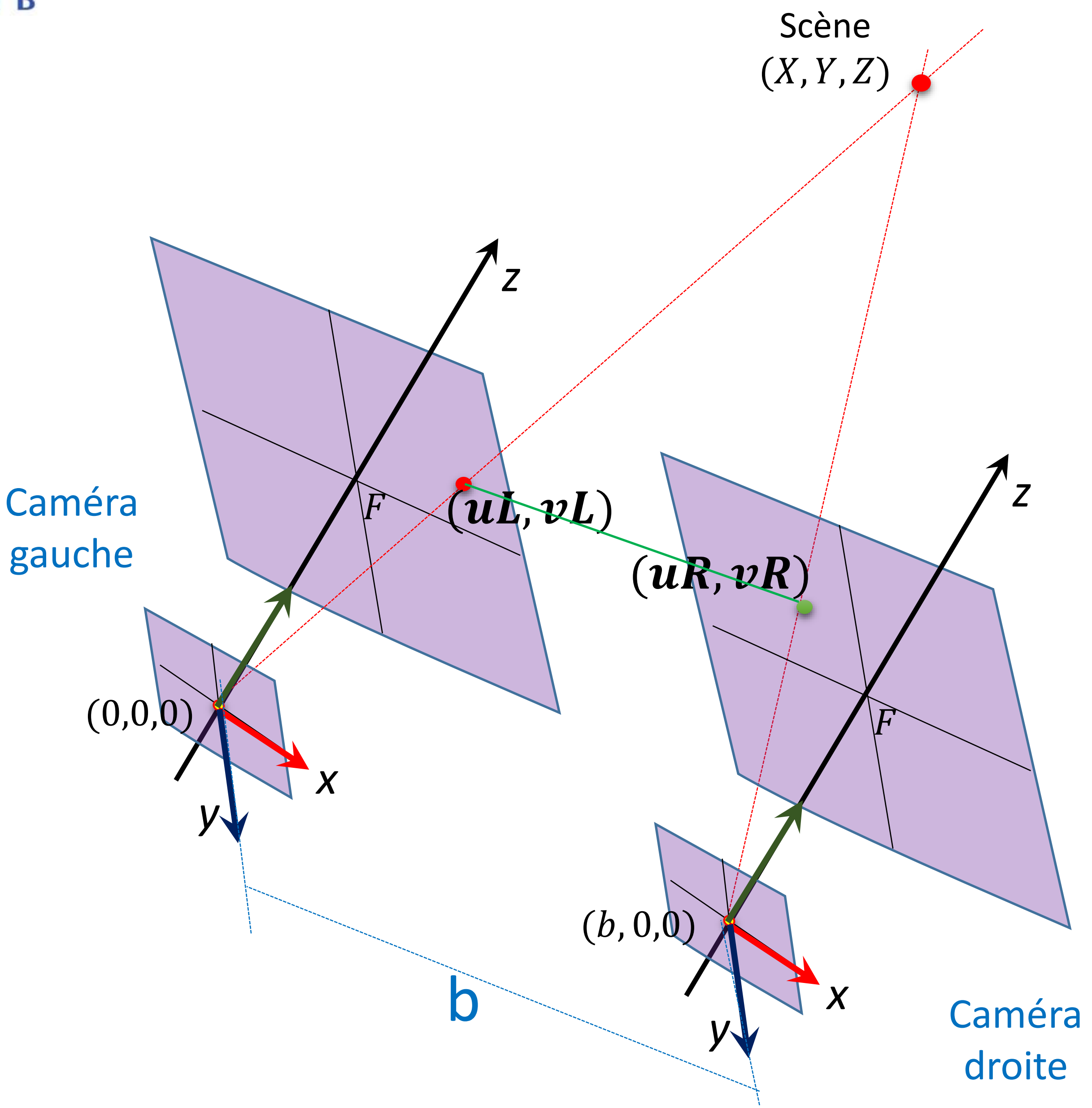
Le calibrage des caméras : Consiste à déterminer les paramètres intrinsèques et extrinsèque
Auto calibrage : il s'agit de calculer relativement les paramètres extrinsèques et intrinsèques aboutissant vers une structure 3D relative à la scène.



3D vers 2D
$$\begin{cases} u = fx\dfrac{x}{z} + ox \\ v = fy\dfrac{y}{z} + oy \end{cases}$$

2D vers 3D
$$\begin{cases} x = \dfrac{z}{f_x}(u - ox) \\ y = \dfrac{z}{f_y}(u - oy) \\ z > 0 \end{cases}$$

Calibration et Stéréovision



3D vers 2D

$$\begin{cases} u_L = f_x \dfrac{x}{z} + o_x \\ v_L = f_y \dfrac{y}{z} + o_y \end{cases}$$

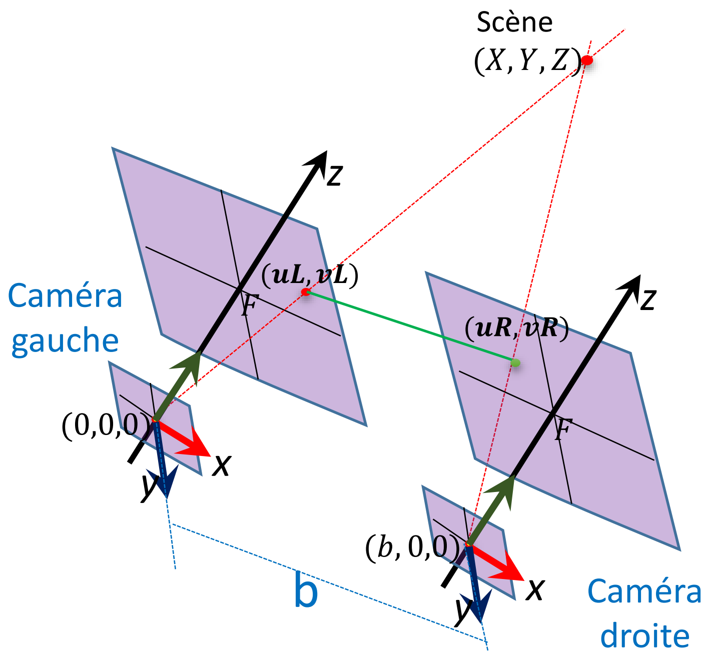
3D vers 2D

$$\begin{cases} u_R = f_x \dfrac{x-b}{z} + o_x \\ v_R = f_y \dfrac{y}{z} + o_y \end{cases}$$

Solution

$$\begin{cases} x = \dfrac{b(uL-o_x)}{(uL-uR)} \\ y = \dfrac{b f_x (vL-o_y)}{f_y (uL-uR)} \\ z = \dfrac{b f_x}{(uL-uR)} \end{cases}$$

Calibration et Stéréovision



Solution

$$\begin{cases} X = \dfrac{b(uL - ox)}{(uL - uR)} \\ Y = \dfrac{bf_x(vL - oy)}{f_y(uL - uR)} \\ Z = \dfrac{bf_x}{(uL - uR)} \end{cases}$$

- $(u_L - uR)$ la différence du même point de la scène sur les deux images.
- Cette différence s' appelle **disparité**
- Z est inversement proportionnel à la disparité
- Z est proportionnel à b (baseline)

Composition de transformations

2 - Le modèle photométrique d'une caméra