Synthèse d'Images

– SYNT/IG3D –

Jonathan Fabrizio
LRDE-EPITA

Rappels

Optique et image

Mathématiques : géométrie euclidienne et projective

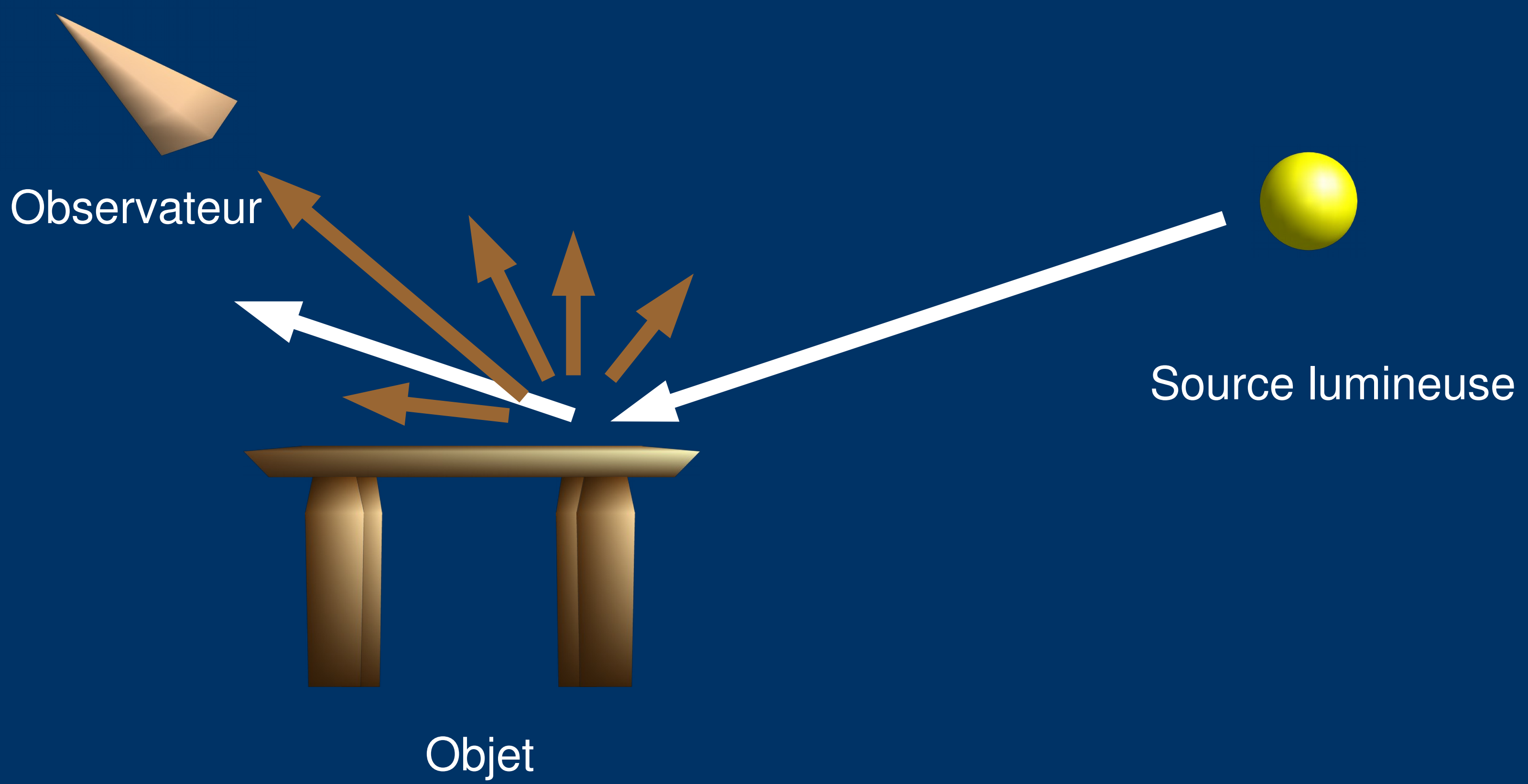
Informatique Graphique

Rappels

Optique et image

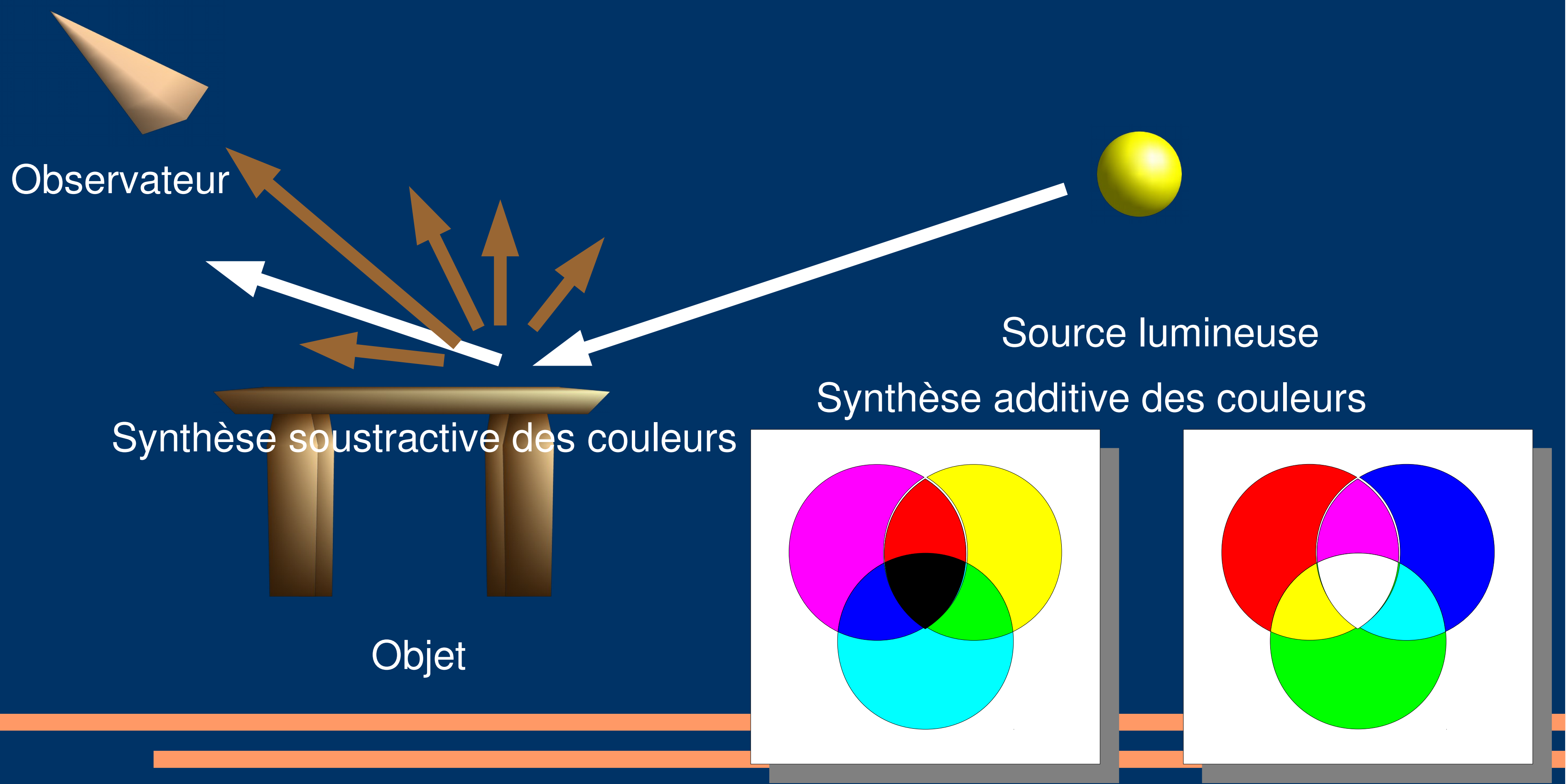
Formation de l'image

- Principe général :



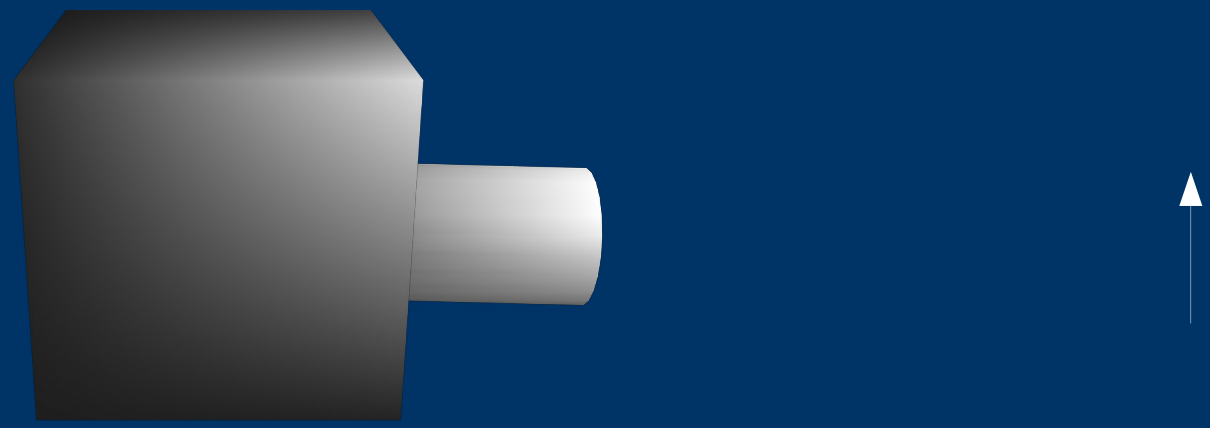
Formation de l'image

- Principe général :



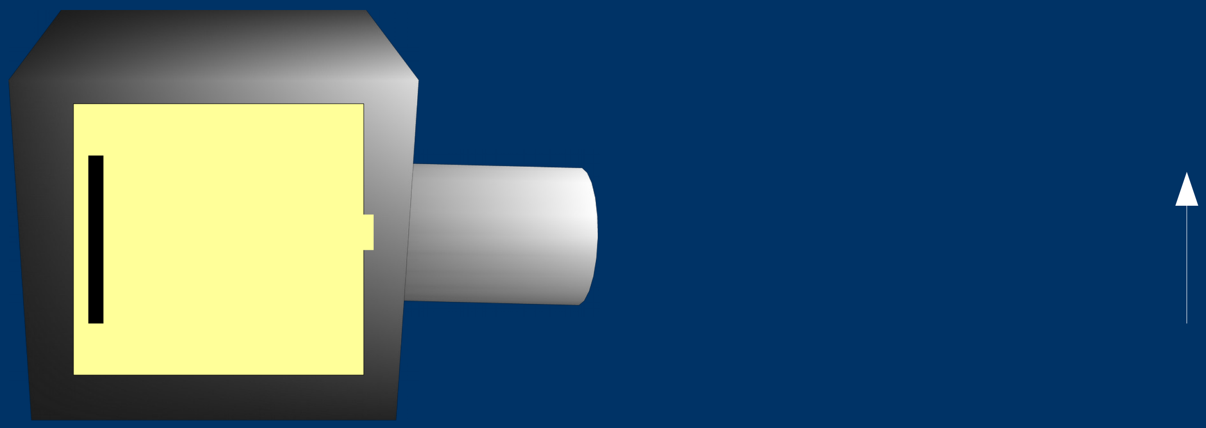
Formation de l'image

- Principe général :



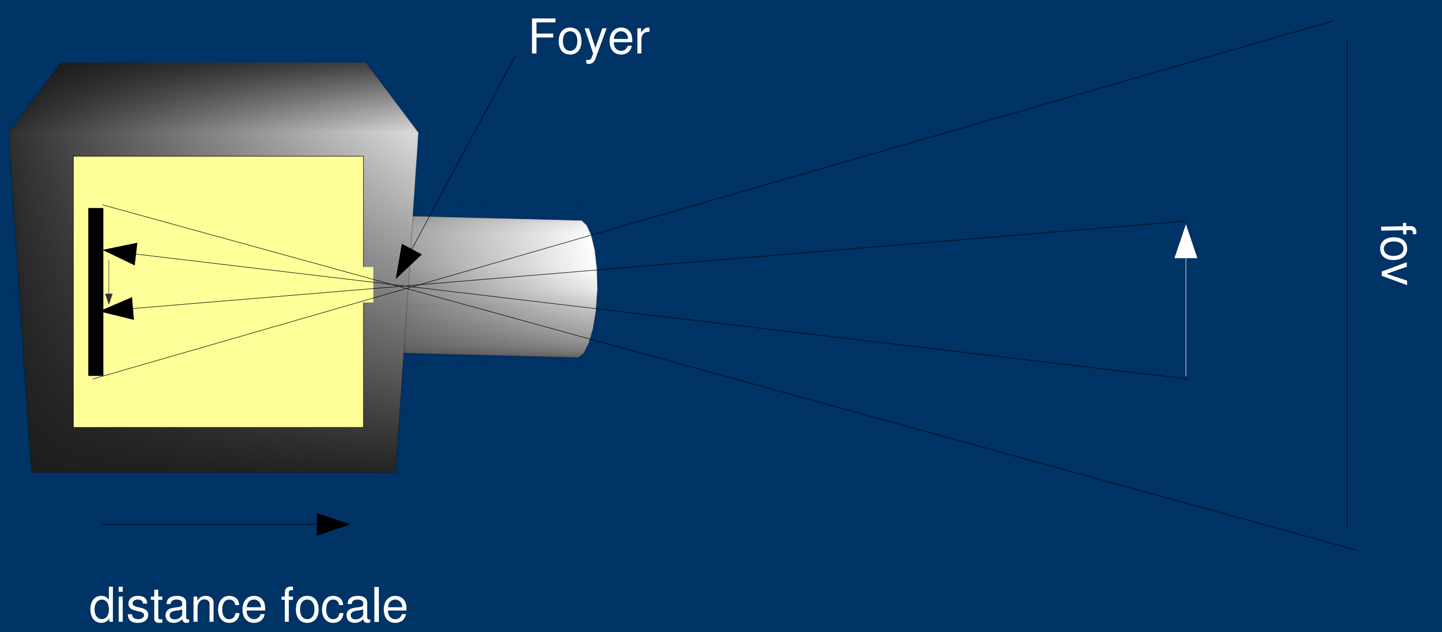
Formation de l'image

- Principe général :



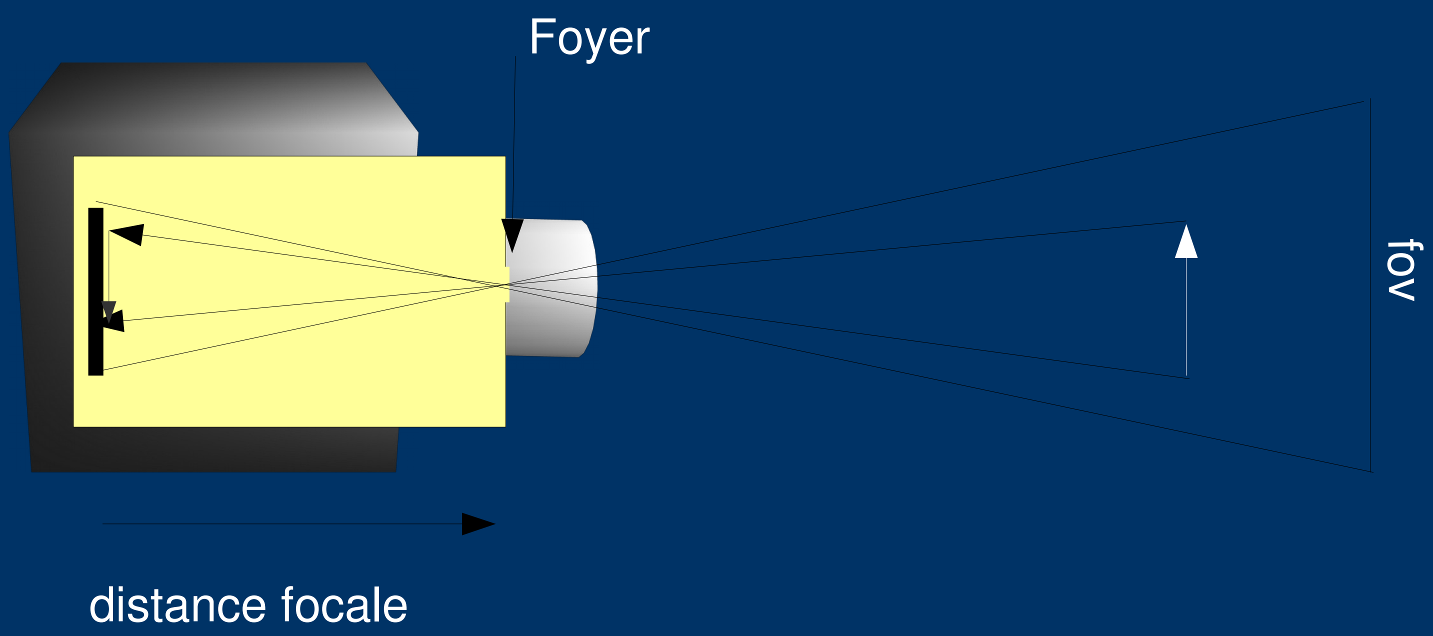
Formation de l'image

- Principe général :



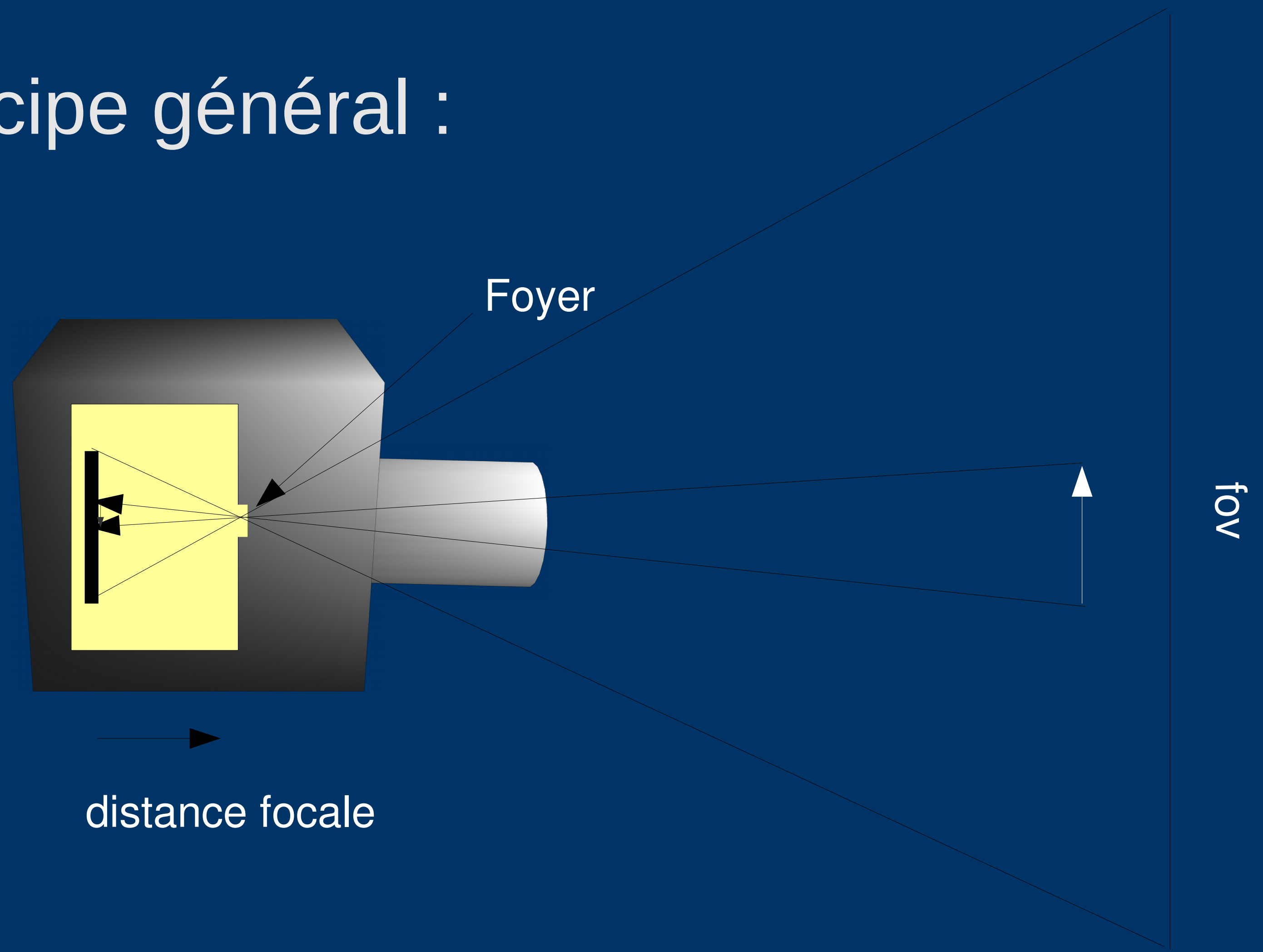
Formation de l'image

- Principe général :



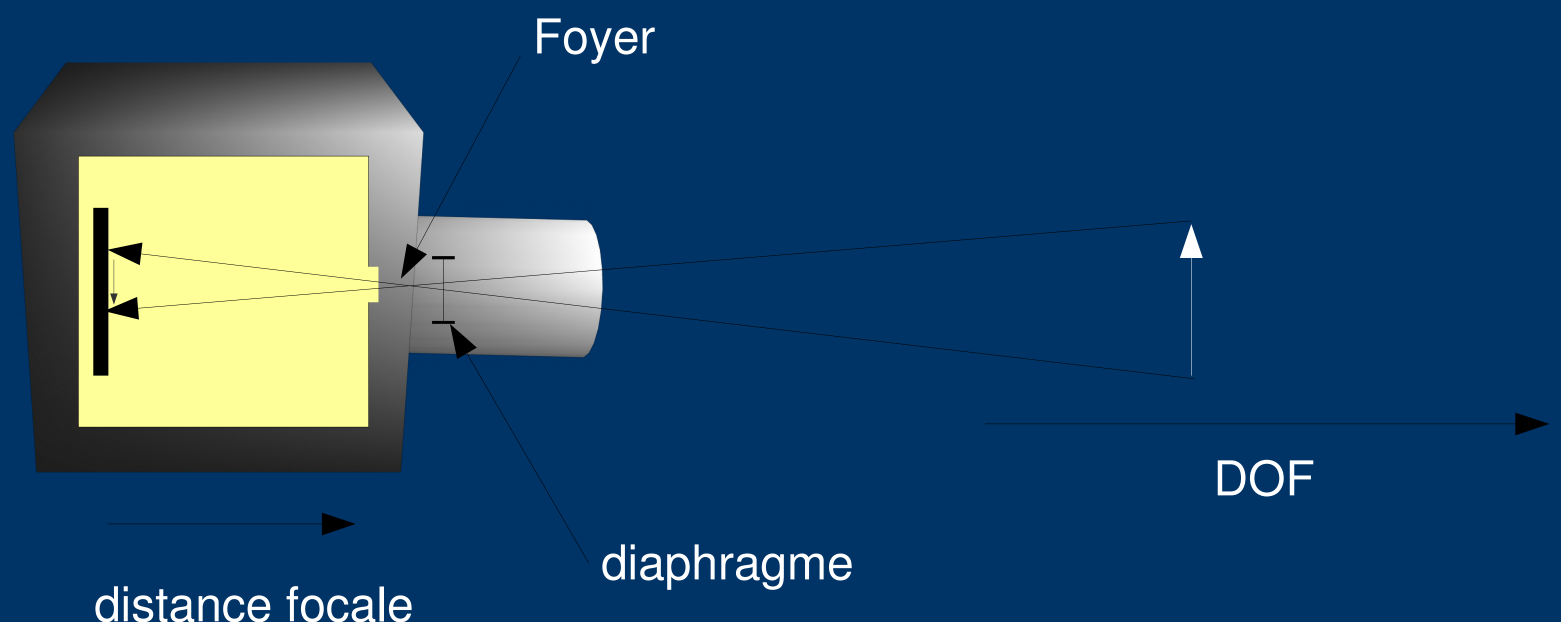
Formation de l'image

- Principe général :



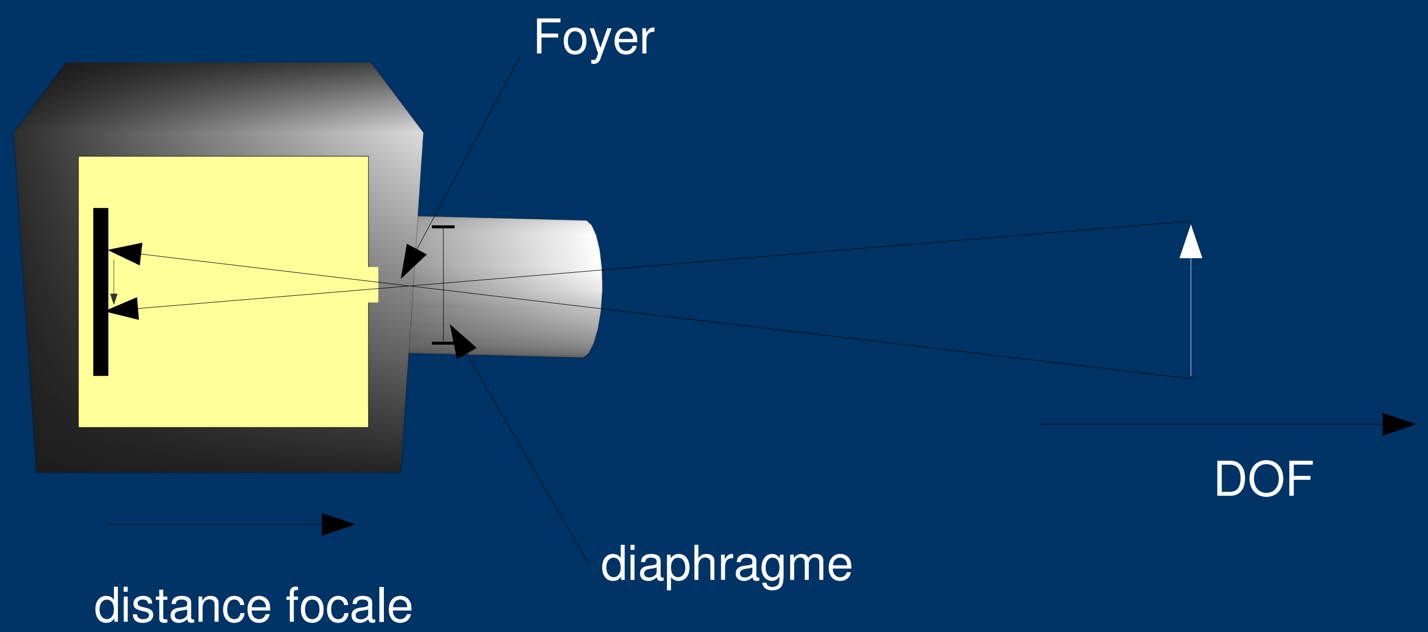
Formation de l'image

- Principe général :



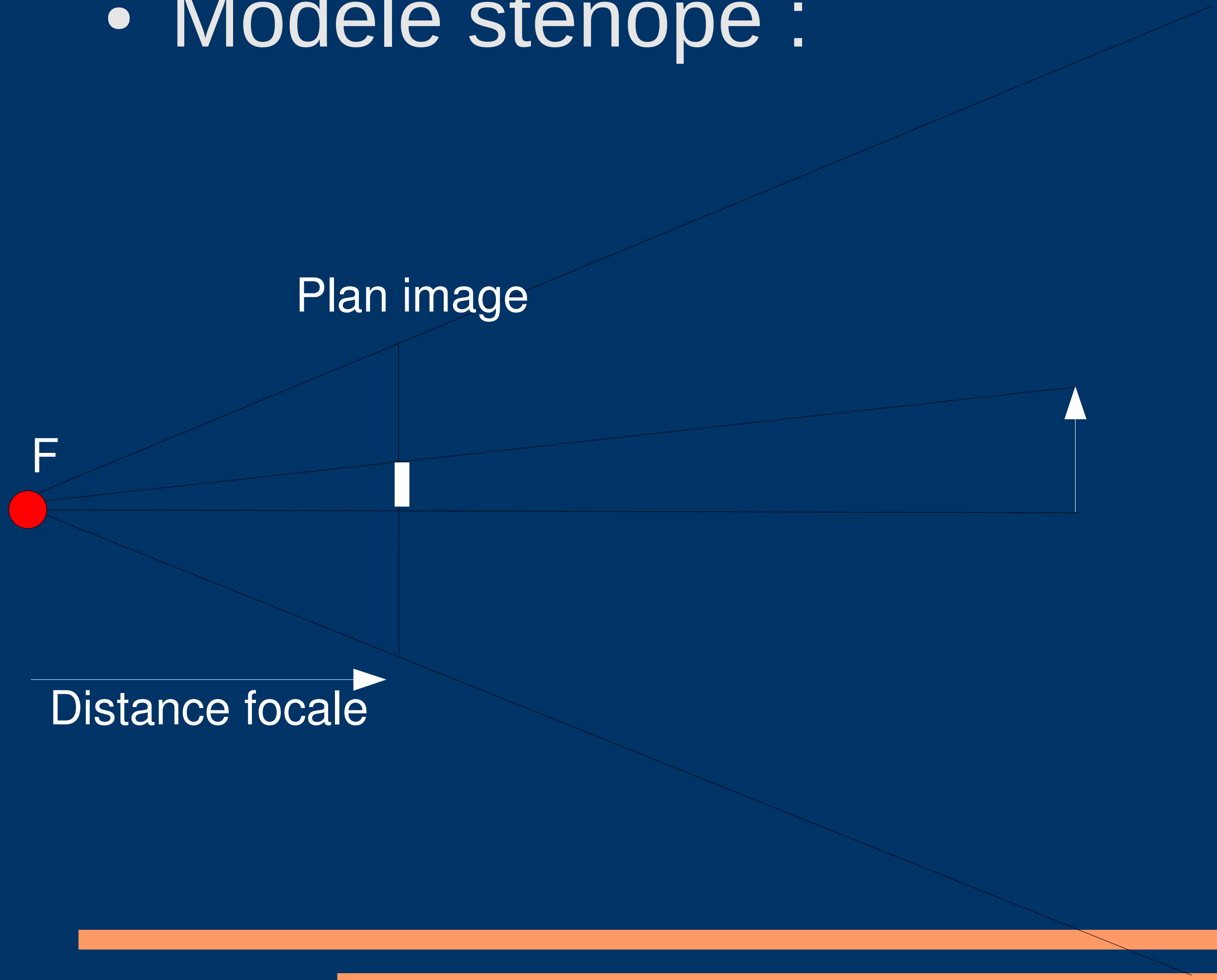
Formation de l'image

- Principe général :



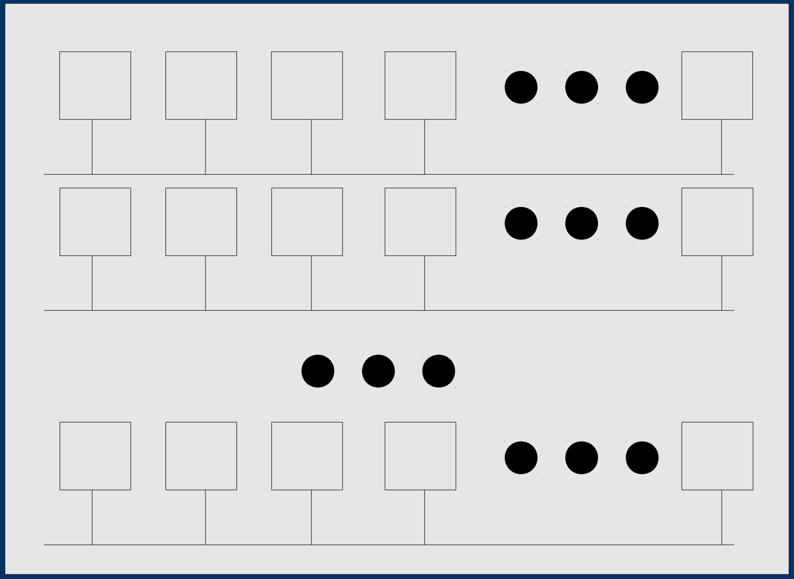
Formation de l'image

- Modèle sténopé :

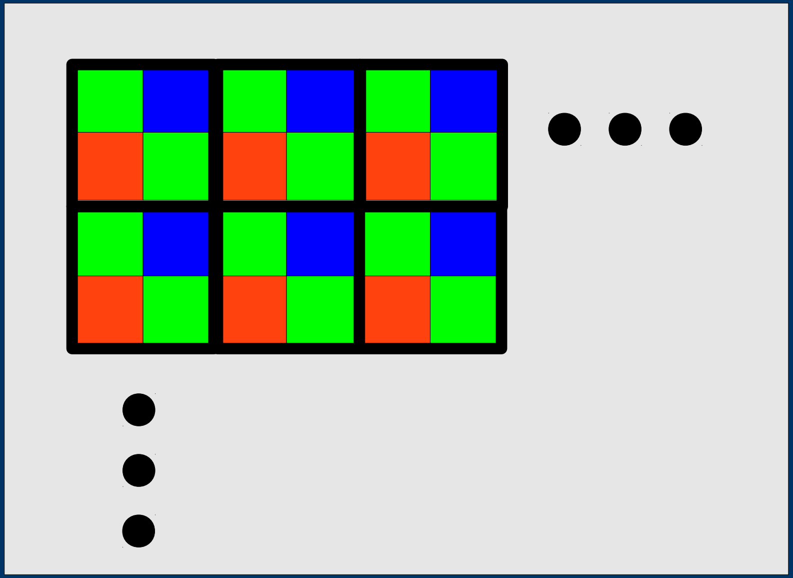


Formation de l'image

- Capteurs : CCD, CMOS...



CCD niveaux de gris

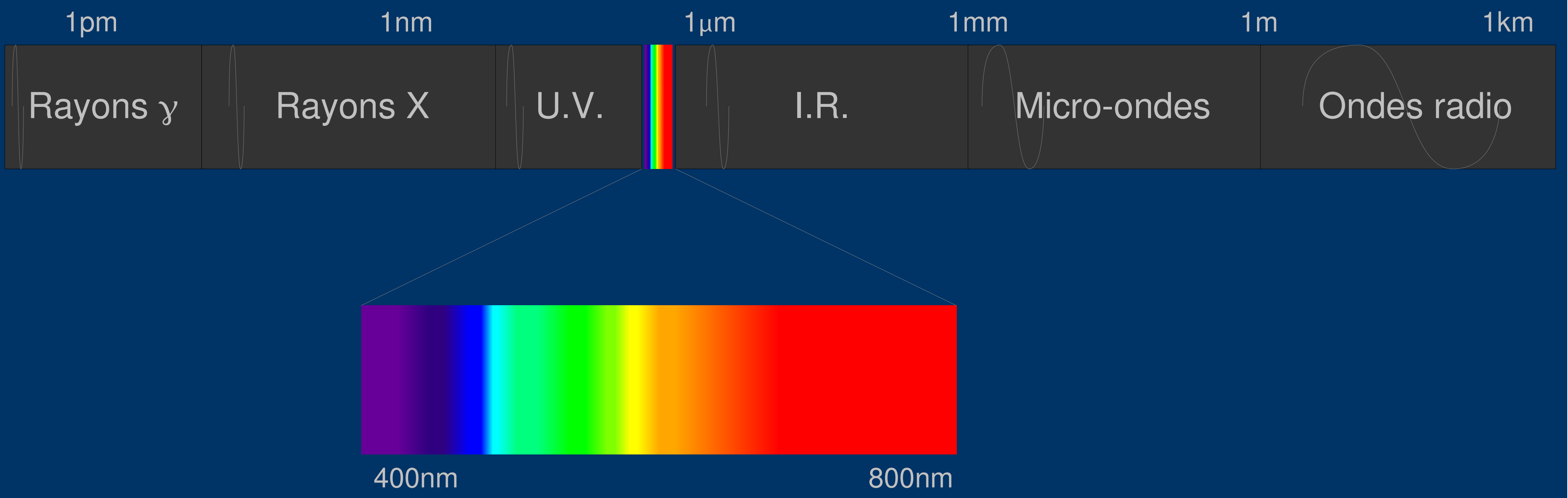


CCD couleur avec « bayer patterns »

Pourquoi du rouge du vert et du bleu ?
Pourquoi deux fois plus de vert ?

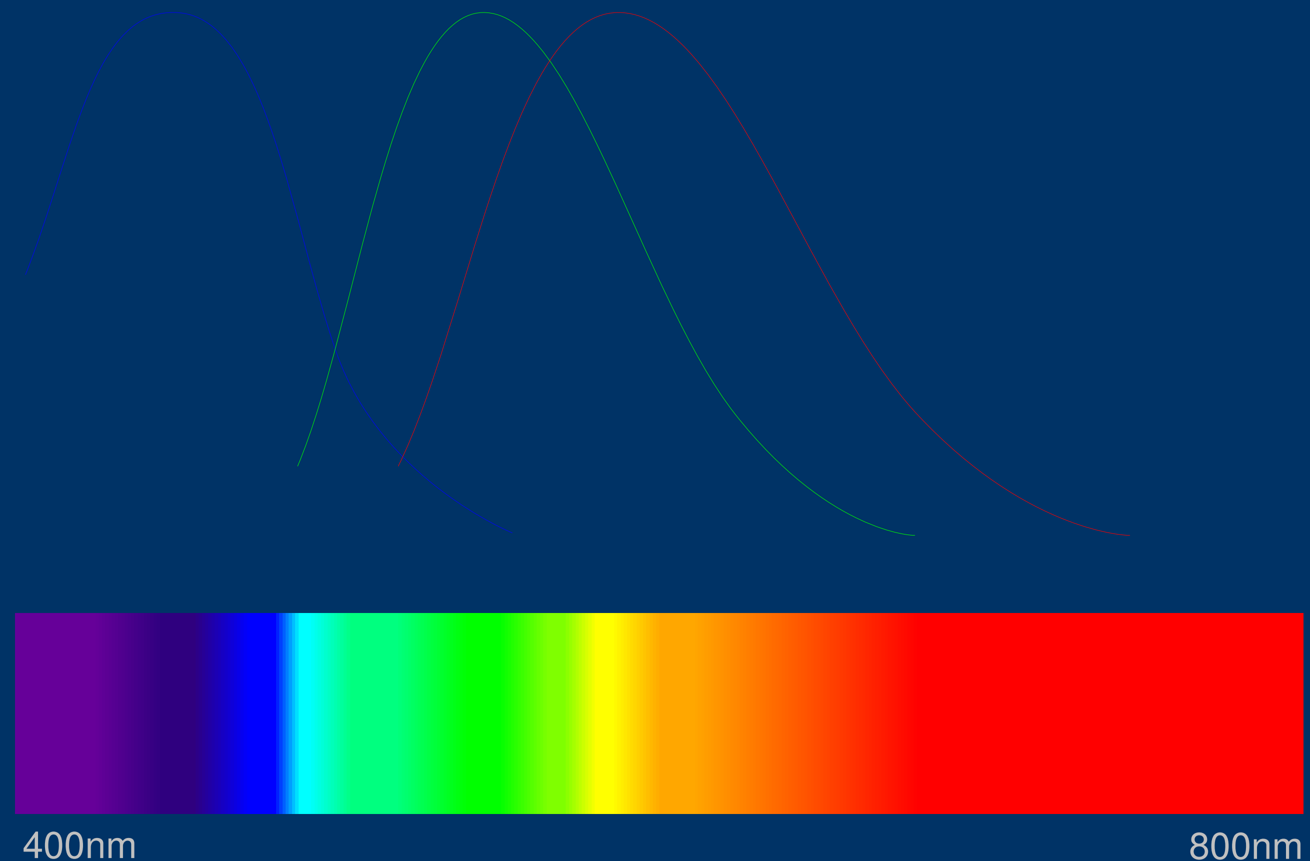
Formation de l'image

- Le spectre :



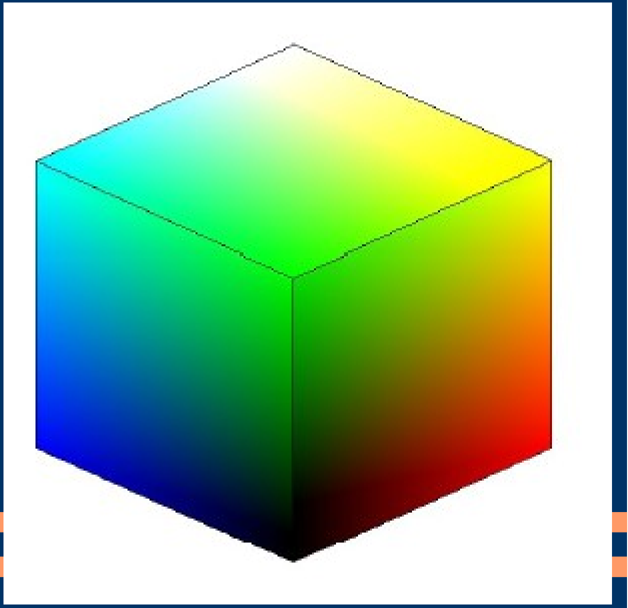
Formation de l'image

- La perception humaine

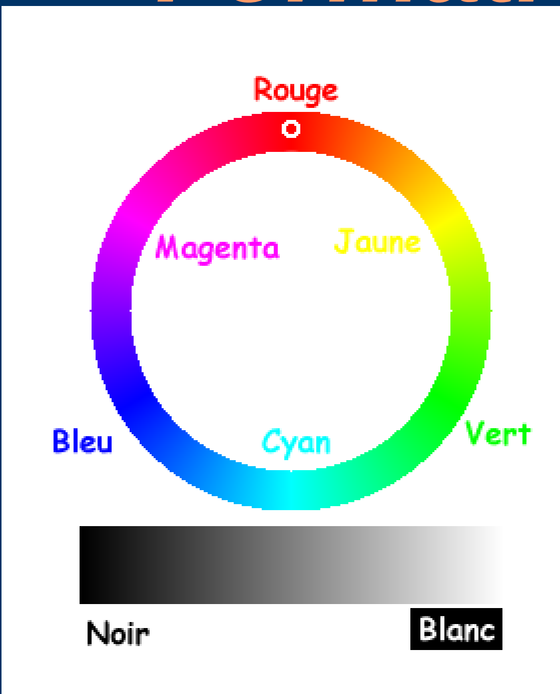


Formation de l'image

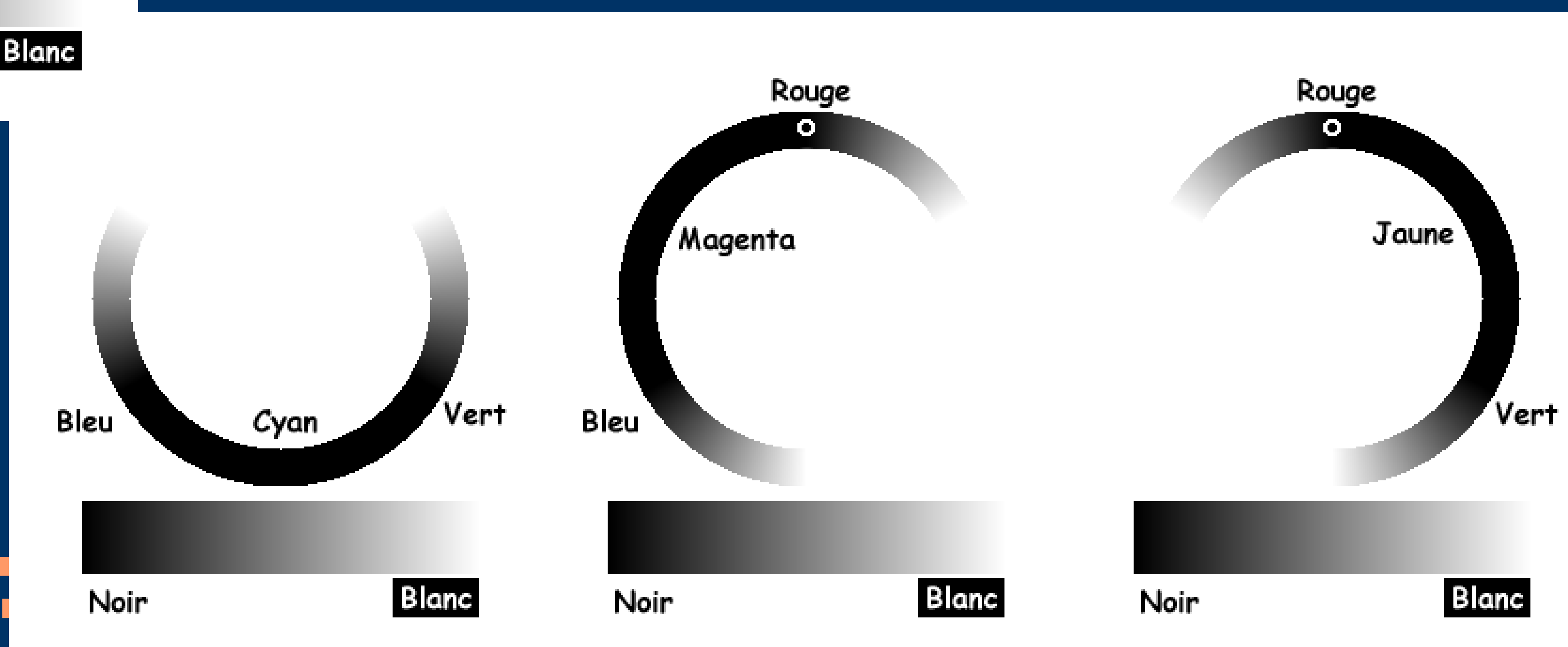
- Codage de la couleur
  - Modèle RGB
    - On code une couleur par la quantité de rouge, de vert et de bleu que contient cette couleur
      - Une couleur est alors un point du cube :
    - Modèle directement lié à notre perception



Formation de l'image



R V B



La synthèse d'images

- Génération d'une image synthétique
  - Simuler les phénomènes optiques qui conduisent à la formation de l'image

Rappels Maths

Géométrie Euclidienne

Rappels Maths

- Produit scalaire : forme bilinéaire, symétrique, définie positive

- Espace pré-hilbertien (E, |) réel
  - E : **R**-espace vectoriel
  - | : produit scalaire

- Espace euclidien
  - Espace pré-hilbertien réel de dimension finie

Rappels Maths

- Espace affine $\mathbb{F}$ de E (e.v) :
  - F sev de E
  - Soit A $\in$E, $\forall$ x $\in$F ; A + x $\in\mathbb{F}$
- Cas particuliers :
  - Dim 0 => un point
  - Dim 1 => une droite affine
  - Dim 2 => un plan affine
- Repère cartésien de F :
  - (O, B) O un point de F et B une famille de vecteurs de F formant une base de F.

Rappels Maths

- Soit E un **R** espace vectoriel, un norme sur E est une application de E dans **R** tel que :
  - $\forall\ u \in E\ N(u) \geq 0$
  - $\forall\ u \in E\ N(u) = 0 \Leftrightarrow u=0$
  - $\forall\ (u,\lambda) \in (E\times\mathbf{R})\ N(\lambda\ u) = |\ \lambda\ |\ N(u)$
  - $\forall\ (u,v) \in E^2\ N(u+v) \leq N(u) + N(v)$

- Définition associée au produit scalaire
  - N(u) = sqrt(u|u) : norme euclidienne

Rappels Maths

- Produit Mixte :
  - [u, v, w] = det (u, v, w)
  - = (u^v) . w
  - Donne le volume du parallélépipède
- Produit vectoriel : x tq [u,v,w] = x . w (x = u^v)
  - || u^v || aire du rectangle
  - ½ || u^v || aire du triangle

Rappels Maths

- Vecteurs et angles en euclidien
  - Produit scalaire : u.v = ||u|| ||v|| cos (u,v)
  - Produit vectoriel : u^v = ||u|| ||v|| sin (u,v)
  - u.v = 0 <=> u et v ortho
  - (u.v)^2 + (u^v)^2 = ||u||^2 ||v||^2

Rappels Maths

- Équation de droites
  - 2D
    - Cartésienne
    - Implicite
    - Paramétrique
  - 3D
    - Cartésienne
    - Implicite
    - Paramétrique
- Définitions

Rappels Maths

- Equation de droites
  - 2D
    - Cartésienne
    - Implicite
    - Paramétrique
  - 3D
    - Cartésienne
    - Implicite
    - Paramétrique
- Définitions
  - 1 point, 1 vecteur
  - 2 points
  - 2 plans
  - ...

Rappels Maths

- Équation d'un plan en 3D
  - Paramétrique
  - Implicite

Rappels Maths

- Equation d'un plan en 3D
  - Paramétrique
  - Implicite (det)
- Définition
  - 3 points
  - 1 point, 2 vecteurs

Rappels Maths

- Cercle/Sphere
  - Cartésienne
  - Implicite
  - Polaire

Rappels Maths

- Utilité du déterminant :
  - Équation de droite passant par (x1,y1) et u (a,b)

$$\begin{vmatrix} x-x1 & a \\ y-y1 & b \end{vmatrix} = 0$$

  - Équation de droite passant par (x1, y1) et (x2, y2)

$$\begin{vmatrix} x-x1 & x-x2 \\ y-y1 & y-y2 \end{vmatrix} = 0$$

  - Idem pour l'équation d'un plan dans un espace 3D

Rappels Maths

- Intersection droite/plan
- Intersection droite/sphere

Rappels Maths

- Intersection droite/plan
- Intersection droite/sphere
  - Calcul de l'intersection dans le repère local ou global ?

Rappels Maths

- Intersection droite/plan
  - Droite : P + t v
  - Plan ax+by+cz = d ou N.X = d

  - N.(P+t v) = d
  - ti = (d – N.P) / N.v
    - Cas particulier si d parallèle au plan (N.v=0).

  - I = P + ti v

Rappels Maths

- Intersection droite/plan → droite/triangle
  - Vérifier que I est dans le triangle ABC

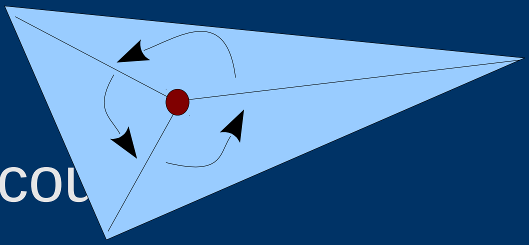
    - Exprimer I en fonction de A, B et C.
      - Les coordonnées barycentriques doivent être toutes positives

    - Déterminer les équations de chaque coté du triangle
      - Déterminer la position de I vis à vis de chaque coté

        i.e. $ax+by+c < 0$ ou $ax+by+c > 0$

    - Avec l'algorithme de Cyrus-Beck

    - En regardant l'orientation du sens de parcou



Rappels Maths

- Intersection droite/sphère
  - Idem que pour le plan mais avec l'équation de la sphère. 3 cas possibles :
    - Pas de solution (pas d'intersection)
    - Solution double (la droite touche la surface de la sphère)
    - Deux solutions distinctes (la droite traverse la sphère)

Rappels Maths

- Distance point/droite
  - d(p, D)= | axp + byp + c|/ sqrt(a*a+b*b)
  - d(p, D)= |AM.n|/||n||
- Distance point/plan
  - d(p, P)= | axp + byp + czp +d|/ sqrt(a*a+b*b+c*c)
  - d(p, P)= |AM.n|/||n||
- Distance droite/droite
  - d(D1,D2) = [A1A2, u1, u2] / || u1^u2 ||
- Distance sphere/sphere

Rappels Maths

Géométrie projective

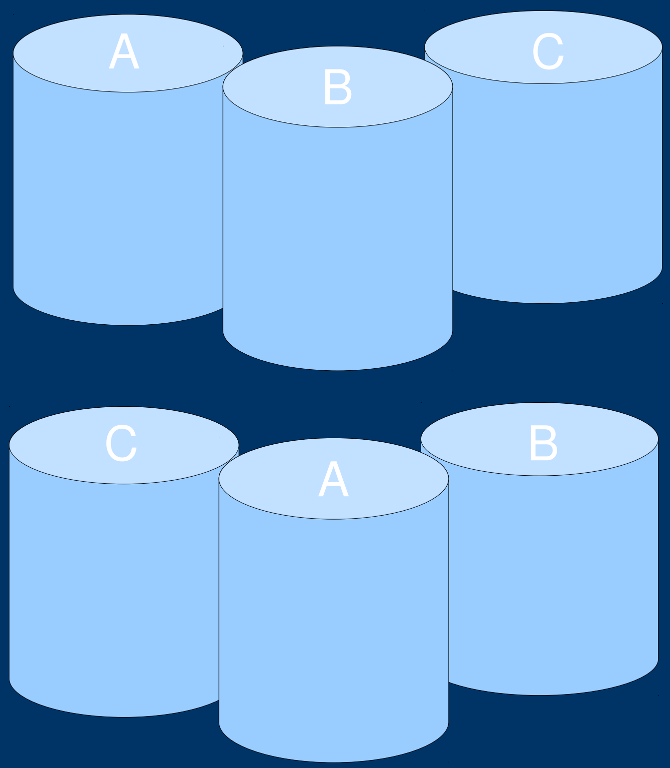
Rappels Maths

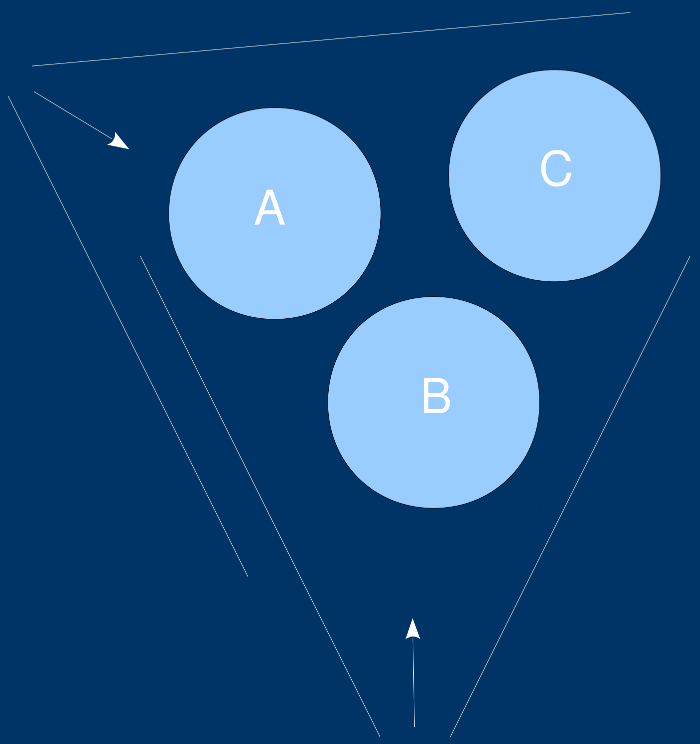
- Géométrie euclidienne :
  - Étude des formes des « objets »
    - Invariance par rotation, translation, réflexion

- Géométrie projective :
  - Étude des objets tel qu'ils sont vus
    - Perception des angles, des distances, du parallélisme distordue

Rappels Maths

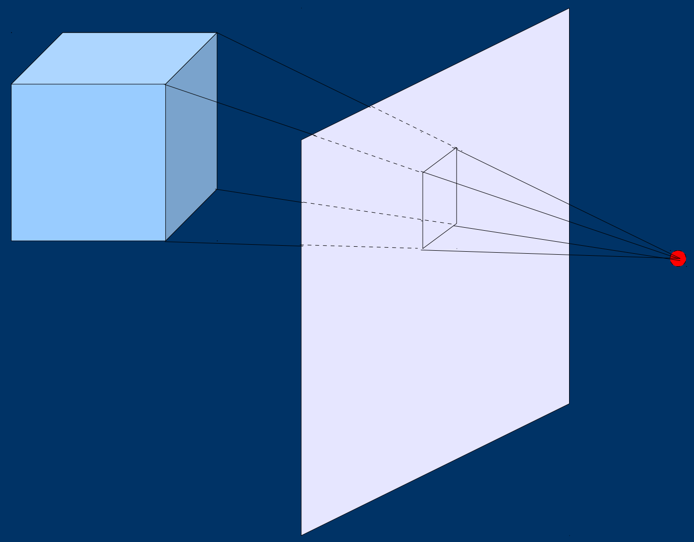
- Géométrie projective





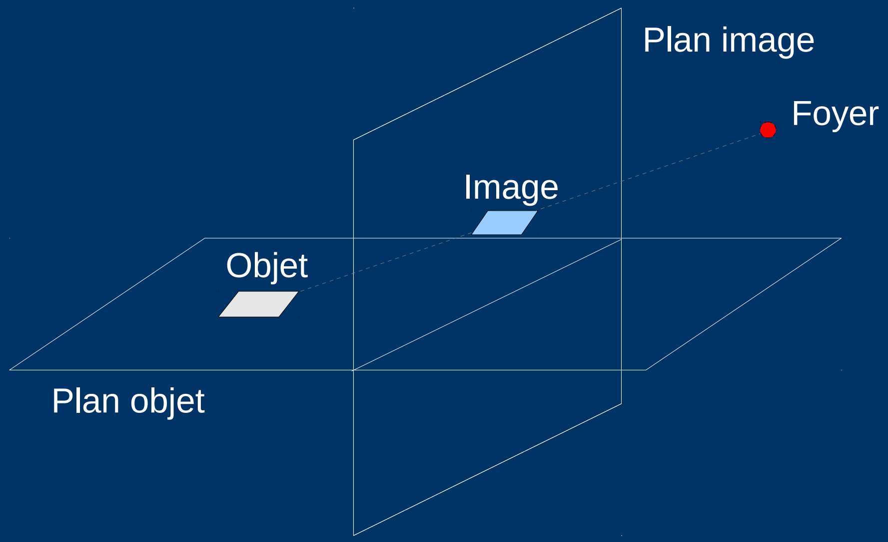
Rappels Maths

- Projection sur le pan image



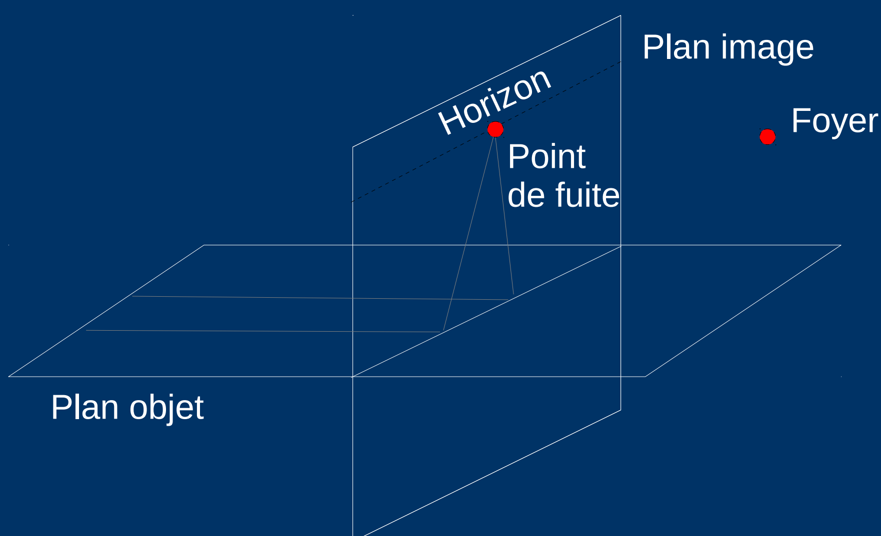
Rappels Maths

- Projection sur le pan image



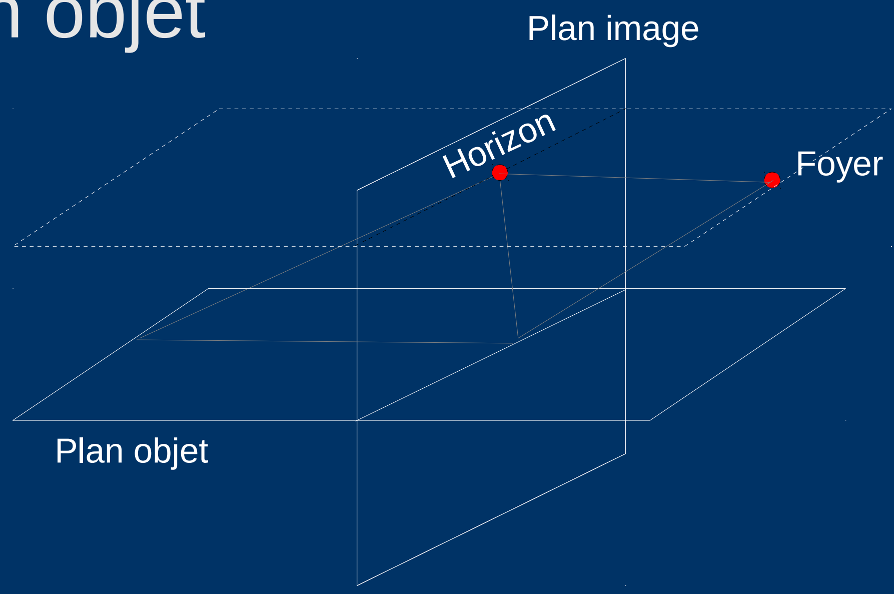
Rappels Maths

- Point de fuite



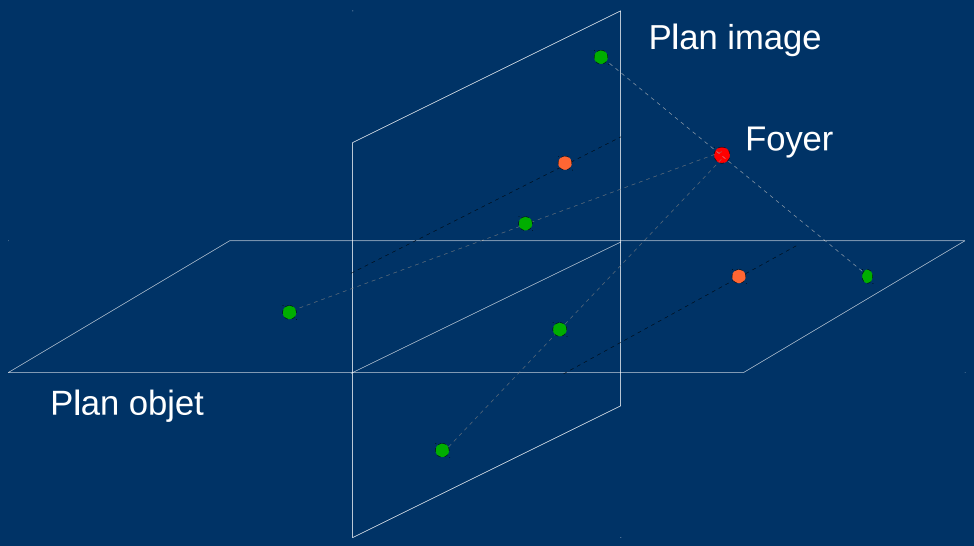
Rappels Maths

- Horizon
  - Intersection du plan passant par le foyer et parallèle au plan objet



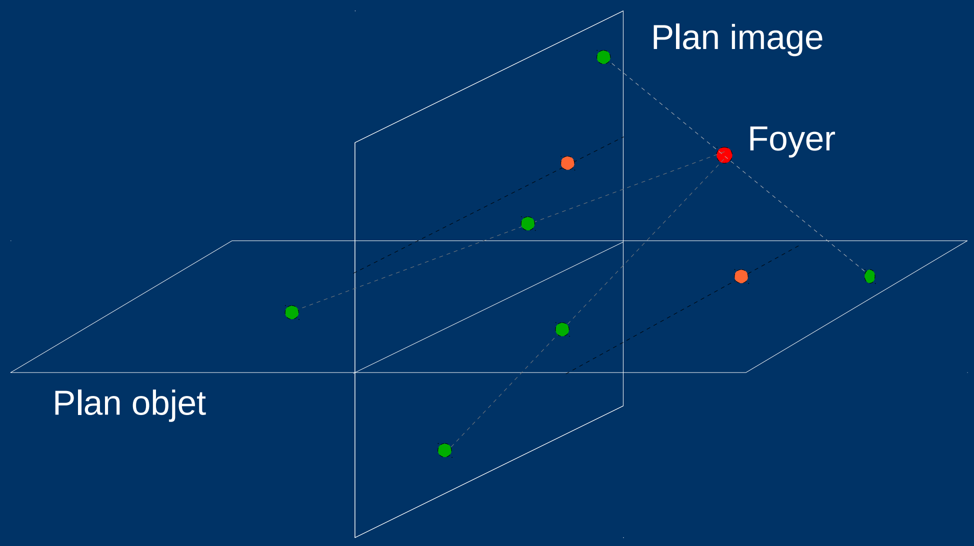
Rappels Maths

- Points à l'infini



Rappels Maths

- Points à l'infini
  - On ajoute aux plans des points à l'infini
  - Un ensemble de droites parallèles convergent vers ce point à l'infini



Rappels Maths

- Coordonnées homogènes
  - Dans le plan
    - $\mathbf{RP}^2$ est l'ensemble des triplets $[p] = [p_1, p_2, p_3]$ avec (p_1, p_2, p_3) dans $\mathbf{R}^3$ privé de (0,0,0)
    - Deux points p et q sont égaux si et seulement si il existe un k dans $\mathbf{R}^*$ tel que
      - $p_1 = kq_1$ et $p_2 = kq_2$ et $p_3 = kq_3$

Rappels Maths

- Coordonnées homogènes
  - $[p] = [p_1, p_2, p_3]$
    - Deux cas :
    - $p_3 = 0$
      - $[p_1, p_2, p_3] = [p_1, p_2, 0] \in \mathbf{RP}^2$
    - $p_3 \neq 0$
      - $[p_1, p_2, p_3] = [p_1/p_3, p_2/p_3, 1] \in \mathbf{RP}^2$

Rappels Maths

- Coordonnées homogènes
  - Homogènes : peut représenter les points euclidiens et les points idéaux
    - [a,b,0] : (a,b) donne la direction des droites associées

Rappels Maths

- Idem pour une droite projective et pour l'espace 3D

Rappels Maths

- Représentation des transformations usuelles dans l'espace projectif
  - Translation
  - Echelle
  - Rotation
  - Projection

- Combinaison des transformations

Rappels Maths

- Translation

Rappels Maths

- Translation

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & tx \\ 0 & 1 & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Rappels Maths

- Translation

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & tx \\ 0 & 1 & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Scale

Rappels Maths

- Translation

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & tx \\ 0 & 1 & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Scale

$$\begin{pmatrix} sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Rappels Maths

- Translation

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & tx \\ 0 & 1 & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Scale

$$\begin{pmatrix} sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Rotation

Rappels Maths

- Translation

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & tx \\ 0 & 1 & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Scale

$$\begin{pmatrix} sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Rotation

$$\begin{pmatrix} \cos & -\sin & 0 & 0 \\ \sin & \cos & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} x^2(1-\cos)+\cos & xy(1-\cos)-z\sin & xz(1-\cos)+y\sin & 0 \\ yx(1-\cos)+z\sin & y^2(1-\cos)+\cos & yz(1-\cos)-x\sin & 0 \\ xz(1-\cos)-y\sin & yz(1-\cos)+x\sin & z^2(1-\cos)+\cos & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Rappels Maths

- Projection perspective

Rappels Maths

- Projection perspective

Rappels Maths

- Combinaison des transformations

Informatique Graphique

Informatique Graphique

- Chaine de l'informatique graphique
  - Numerisation/Acquisition du modèle
  - Traitement/Edition
  - Synthèse
    - → Applications

Informatique Graphique

- Numérisation/Acquisition
  - Capture de forme
    - Scan
    - Basée images
    - ...
  - Capture d'apparence
  - Capture du mouvement

Informatique Graphique

- Traitement/Analyse
  - Représentation
    - Maillages
    - Surface implicite
  - Traitement
    - Simplification
    - Filtrage
  - Apparence
    - Texture
  - Animation
    - Mouvement
    - Déformation

Informatique Graphique

- Rendu
  - Rendu réaliste
  - Rendu temps réel
  - Rendu cartoon…
  - Impression 3D
  - Réalité augmenté