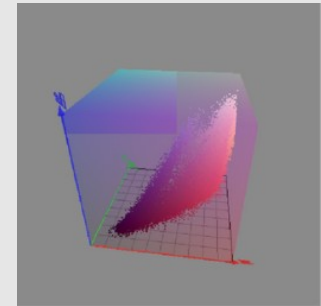
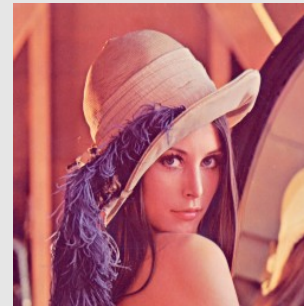


# BCC5 – Vision Industrielle perspectives et projections



# Plan du cours

## 1 – Projection perspective

**principe, propriétés**

**indices visuels de perspective, illusions d'optique**

**points de fuite, ligne d'horizon**

## 2 – Formulation analytique

**repères : scène, image**

**modèle direct pour la projection perspective**

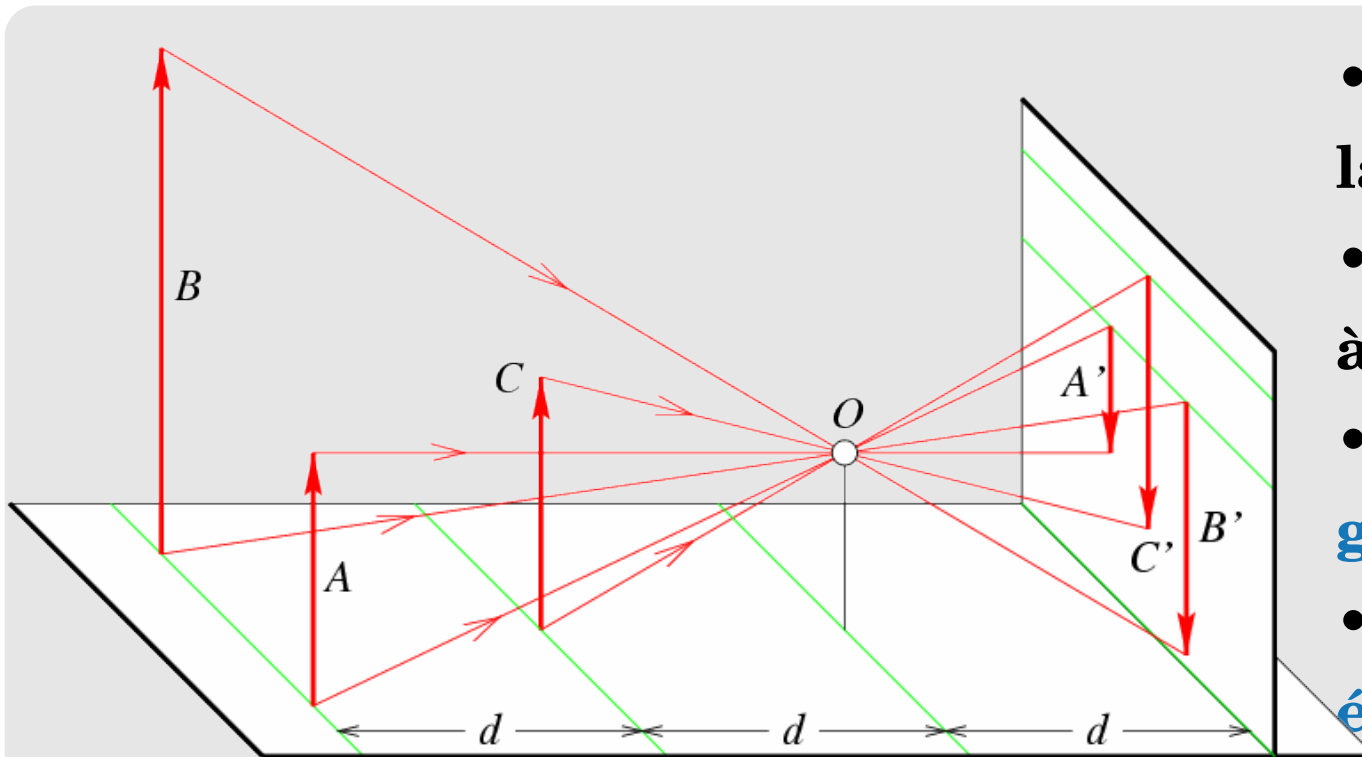
**équations de la projection perspective**

## 3 – Autres projections

**sur un plan image : projection orthographique**

**sur une surface non plane : sphère ou cylindre**

# Sténopé : projection perspective



- les objets A et C ont la même **taille** ;
- les objets A et B sont à la même **distance** ;
- B est deux fois plus **grand** que C ;
- B est deux fois plus **éloigné** que C.

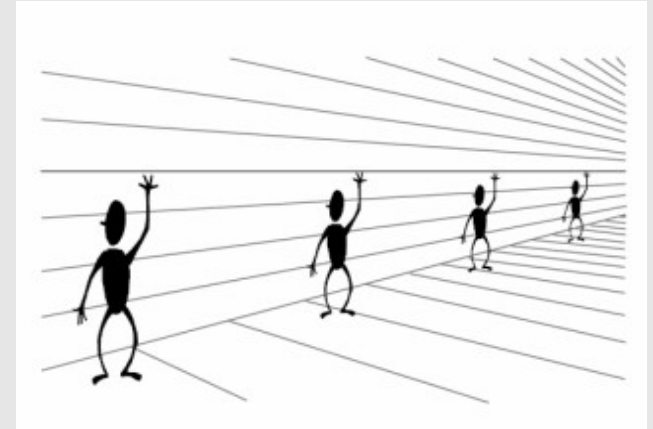
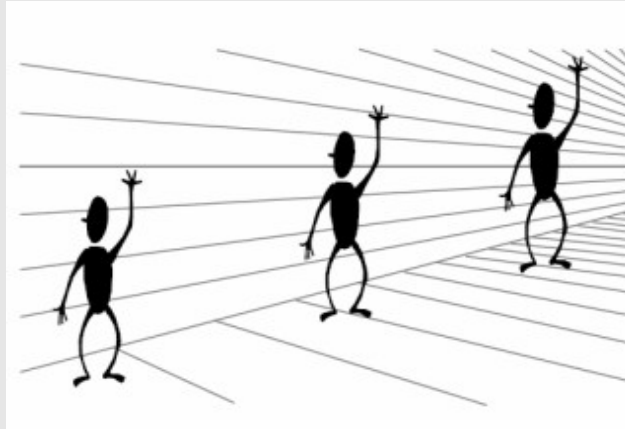
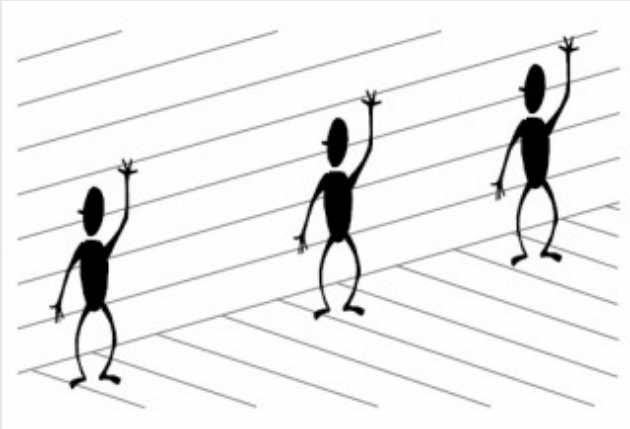
L'image d'un objet est d'autant **plus petite** qu'il est **éloigné**.

Les proportions sont respectées :

- même distance : taille image **proportionnelle** à taille objet ;
- même taille : taille image **inversement prop.** à la distance.

# Indices visuels de perspective

## Relations entre les images d'objets de tailles connues



Dans une image, nous **percevons** des indices de perspective par le fait que nous avons des **connaissances a priori** sur les objets. Notre perception tient compte des règles de la **projection perspective** : c'est le mode de formation d'image de notre oeil. Quand les **proportions** concernant des objets connus ne sont pas respectées, notre vision **se trompe** sur la taille ou la distance.

# Illusions d'optique dues à la perspective

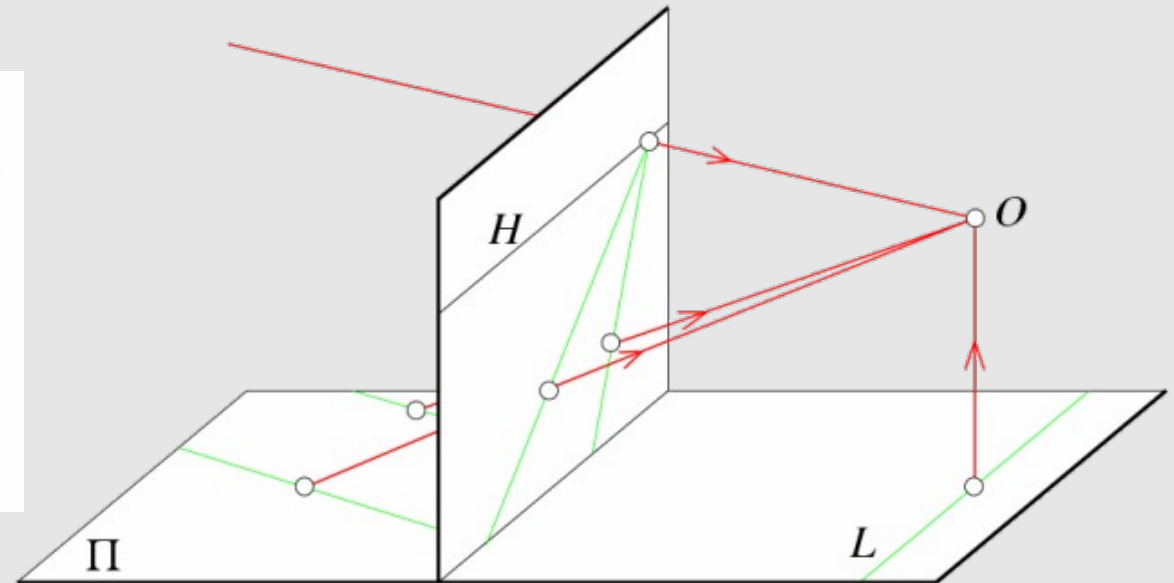
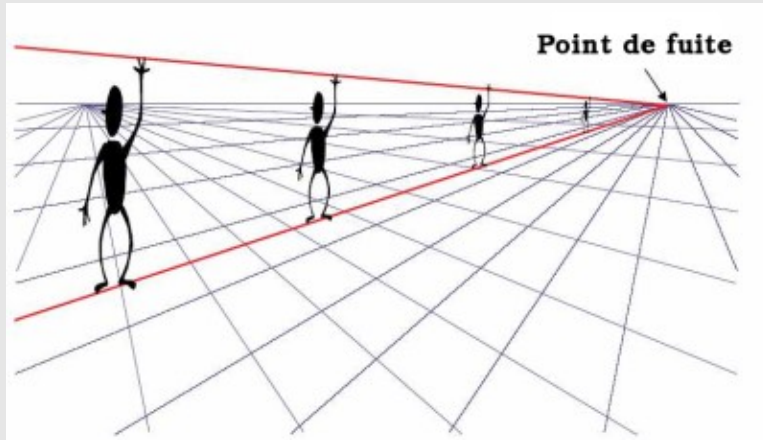
## Relations entre taille de l'image et taille de l'objet



Toutes les **images** des voitures ont exactement la même taille. Leurs tailles en tant qu'objets dans une scène nous **semblent différentes** car nous tenons compte de l'**effet de perspective**.



# Projection de droites et points de fuite



Une **droite** de la scène est projetée comme une **demi-droite**.  
Des **droites parallèles** dans la scène sont projetées comme des **demi-droites concourantes** dans l'image.  
Le **point d'intersection** entre les demi-droites correspondant à l'image d'un faisceau de droites parallèles dans la scène est appelé **point de fuite**.

## Points de fuites et ligne d'horizon

### Point de fuite = direction dans la scène

Un faisceau de droites parallèles définit une **direction** dans l'**espace 3D** constituant la scène.

Une direction est définie par **deux paramètres** (2 angles par ex.)

La projection perspective associe un **point de fuite** à chaque **direction** de l'espace 3D.

### Ligne d'horizon = ensemble de points de fuite

Dans une scène **naturelle**, il existe une direction privilégiée correspondant à la **gravité** : la direction **verticale**.

Tous les plans ou droites **orthogonaux** à cette direction sont qualifiés d'**horizontaux**.

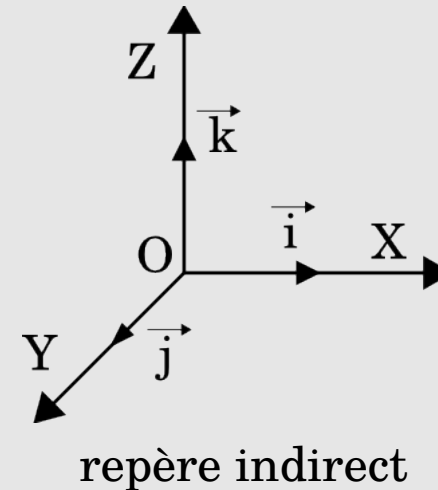
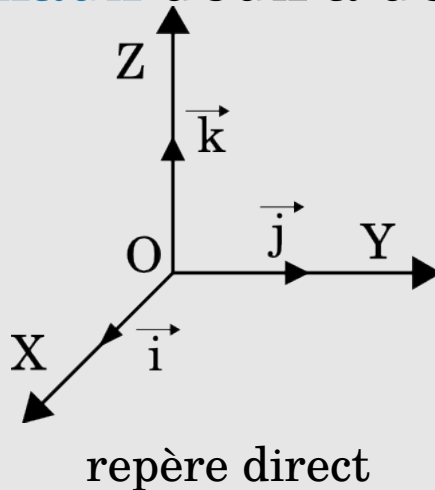
Les points de fuites correspondant à **toutes les directions** de **droites horizontales** constituent la **ligne d'horizon**.

# Repère cartésien attaché à la scène

## Repère 3D

défini par une **origine** et trois **vecteurs directeurs** ;  
**orthonormé** si les vecteurs directeurs sont :

- **unitaires**, c'est à dire de modules égaux à 1 ;
- **orthogonaux** deux à deux.



## Coordonnées d'un point

P de **coordonnées**  $(x, y, z)$  signifie que  $\vec{OP} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}$



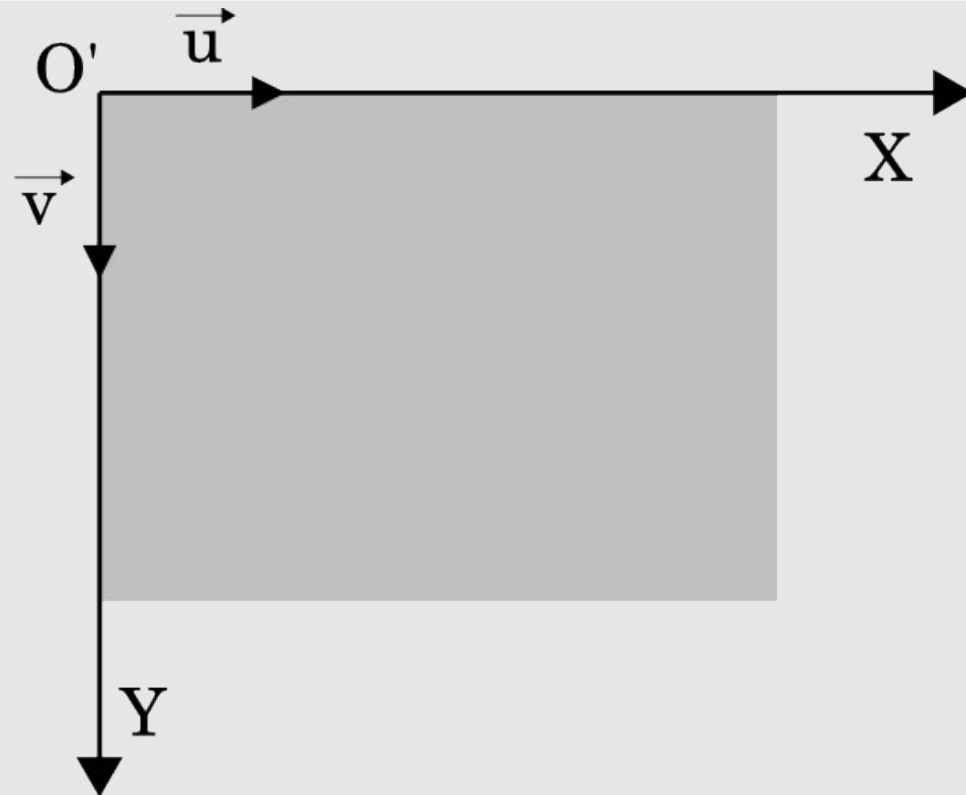
# Repère cartésien attaché à l'image

## Repère 2D

origine et deux vecteurs pour définir le **plan image**.

un point de l'image est positionné par ses deux **coordonnées image** :

- **colonne (c)** selon X ;
- **ligne (l)** selon Y.



## Conventions

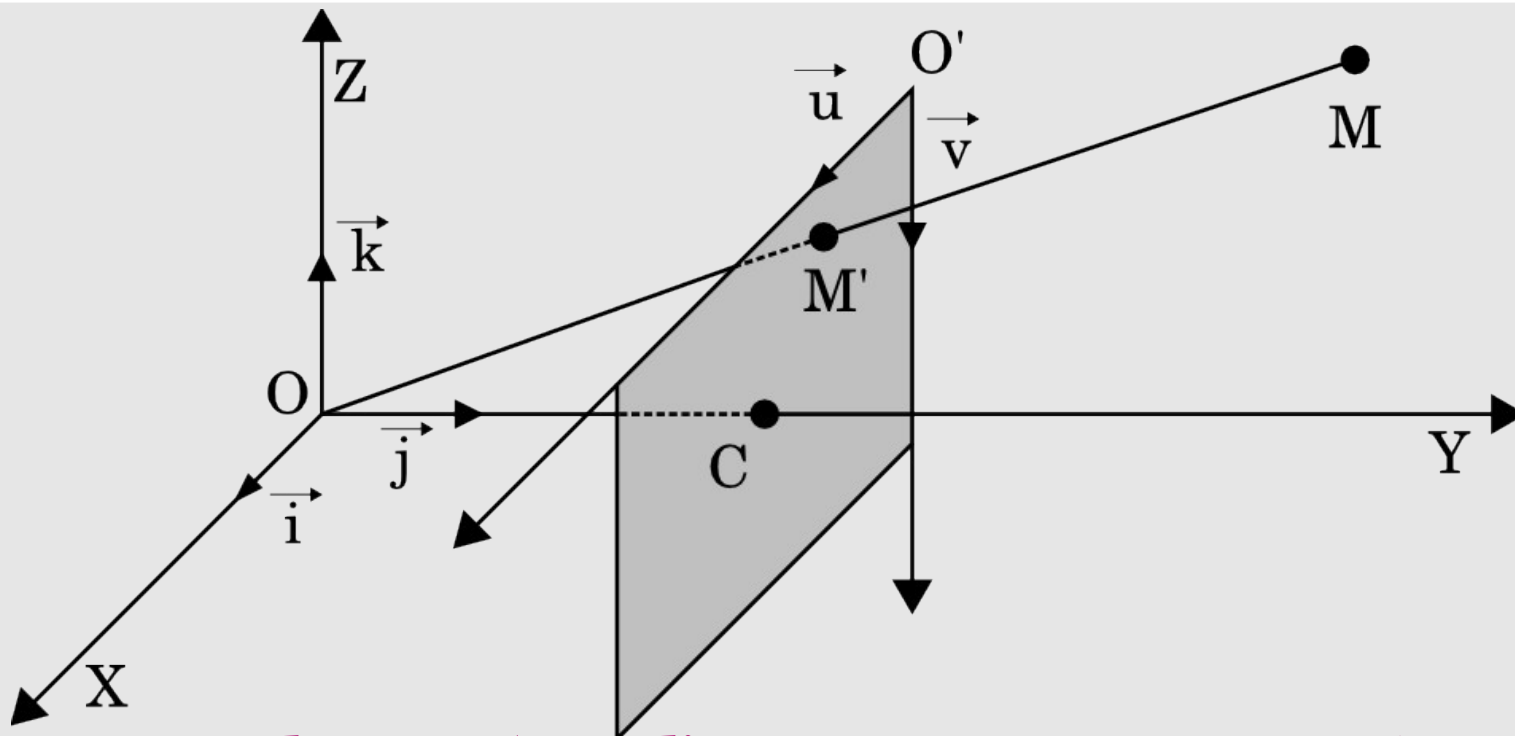
en pratique l'image est de taille **limitée** par celle du capteur ;

les coordonnées sont donc **bornées** par  $T_x$  et  $T_y$  ;

l'origine est placée dans le **coin supérieur gauche** ;

l'axe vertical est orienté **vers le bas**.

# Projection perspective = transformation



**Configuration directe (pas d'inversion comme en sténopé)**

le plan image est **orthogonal** à l'axe Y, qui mesure la **profondeur**  
cet axe est confondu avec l'**axe optique** du système ;

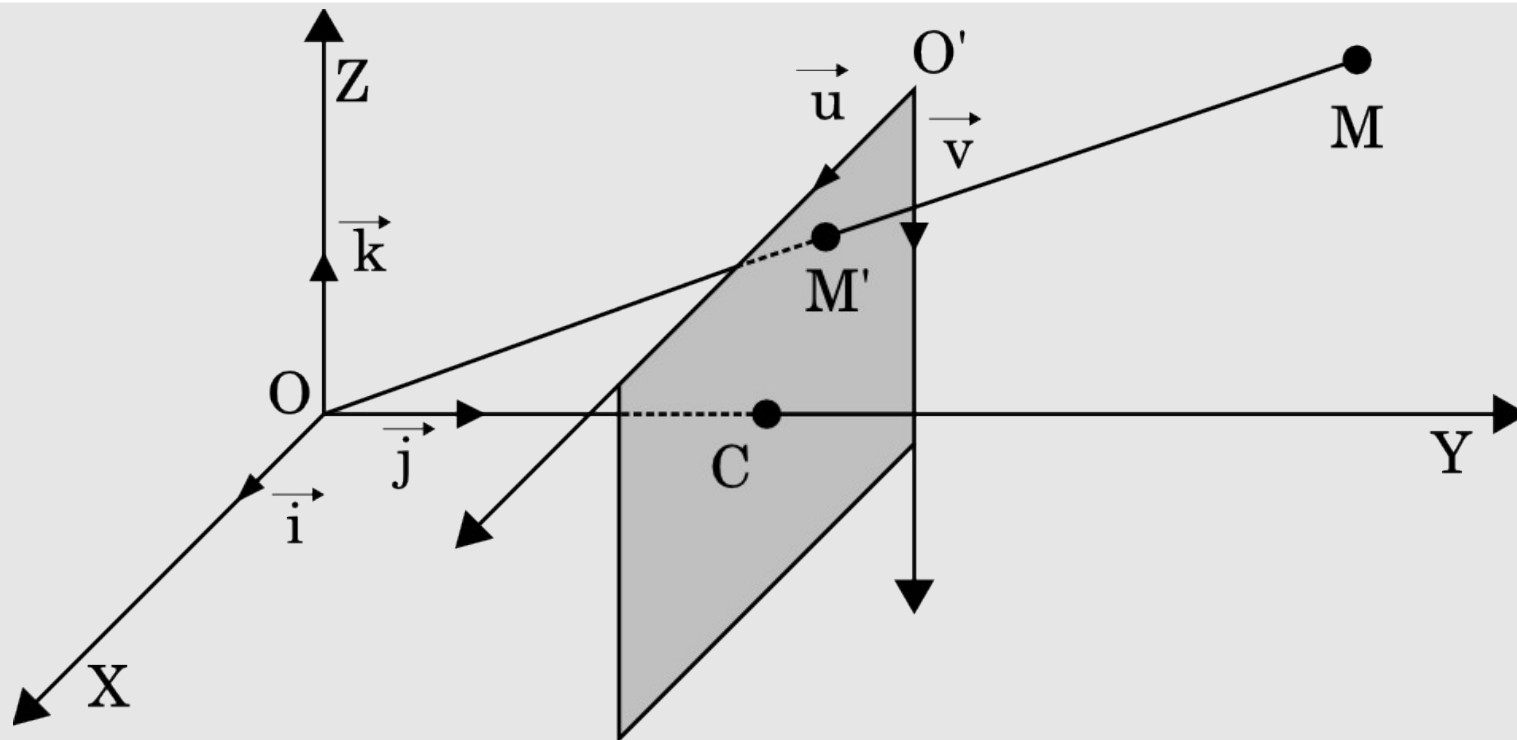
l'axe optique passe par le **centre** de l'image ;

le centre de l'image est situé à la **distance f** du centre du repère.

# Et si je l'calculos mi-même ?



# Projection perspective = transformation

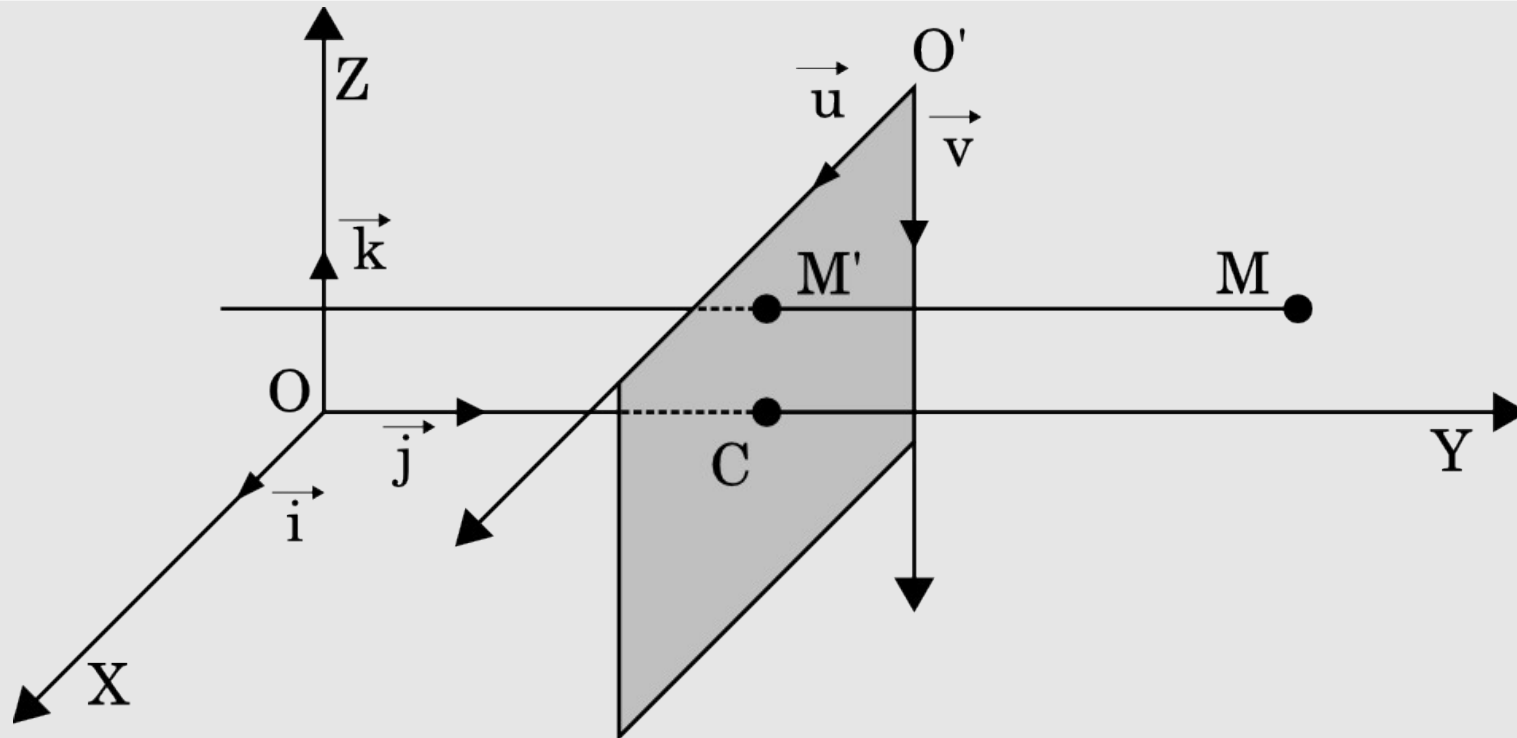


## Équations de la transformation

$M(x,y,z)$  dans le **repère scène**,  $M'(c,l)$  dans le **repère image**.

$$c = f \cdot x / y + T_x / 2 \quad \text{et} \quad l = -f \cdot z / y + T_y / 2$$

# Projection orthographique = perspective axonométrique

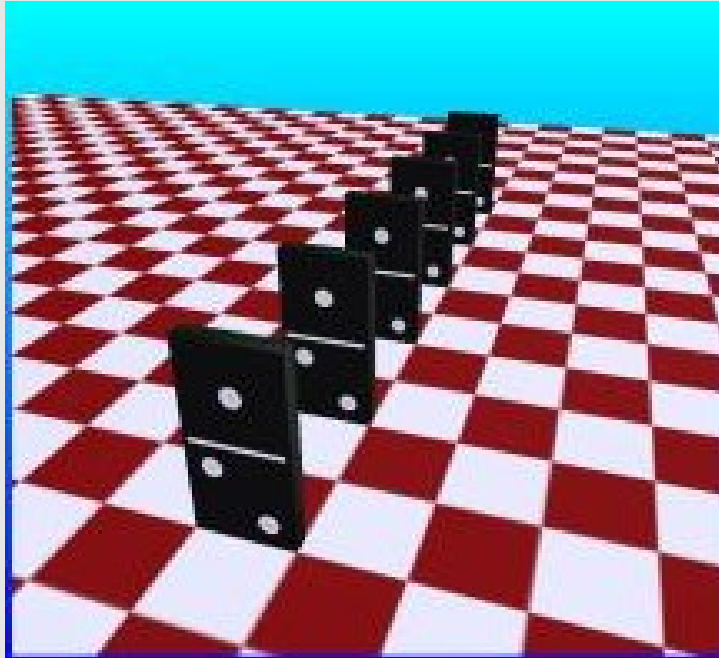


## Principe de la projection

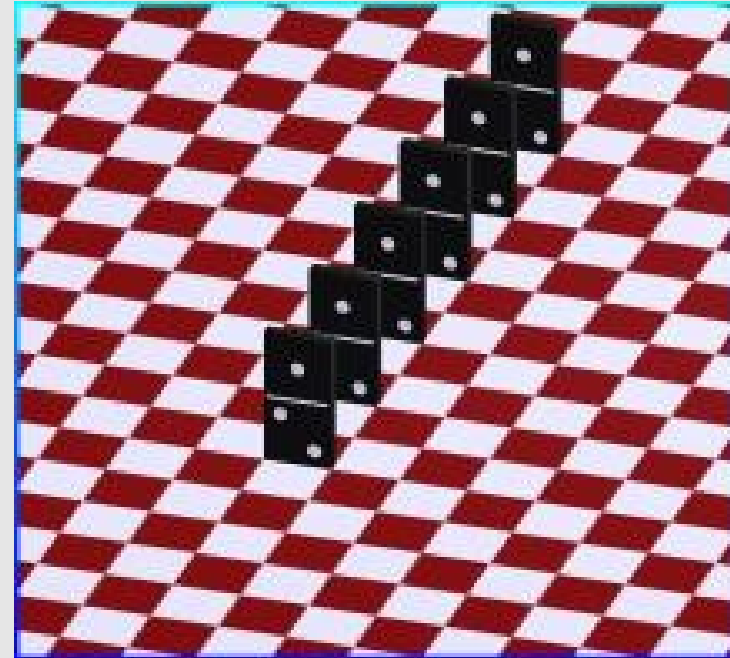
Un point  $M$  est projeté sur le plan image en  $M'$  tel que la droite  $MM'$  soit **parallèle** à l'axe  $Y$  (axe optique du système).

équations :  $\mathbf{c} = \mathbf{x} + T\mathbf{x}/2$  et  $l = -z + Ty/2$

## Comparaison des projections



projection perspective



projection orthographique

**inconvenient : la scène ne paraît pas naturelle.**

**intérêt : dans certaines applications de métrologie.**

**problème du coût des objectifs ou systèmes optiques.**



## Autres projections

### Principes généraux

l'image **apparaît** comme projetée sur une surface **non plane**.  
par exemple, projection **cylindrique** ou **sphérique**.  
utilisation pour obtenir une vue **panoramique** d'une scène.



## Projections

**cours de master « vision par ordinateur », Alain Boucher, IFI**

[http://www2.ifi.auf.org/personnel/Alain.Boucher/cours/vision\\_par\\_ordinateur/](http://www2.ifi.auf.org/personnel/Alain.Boucher/cours/vision_par_ordinateur/)