

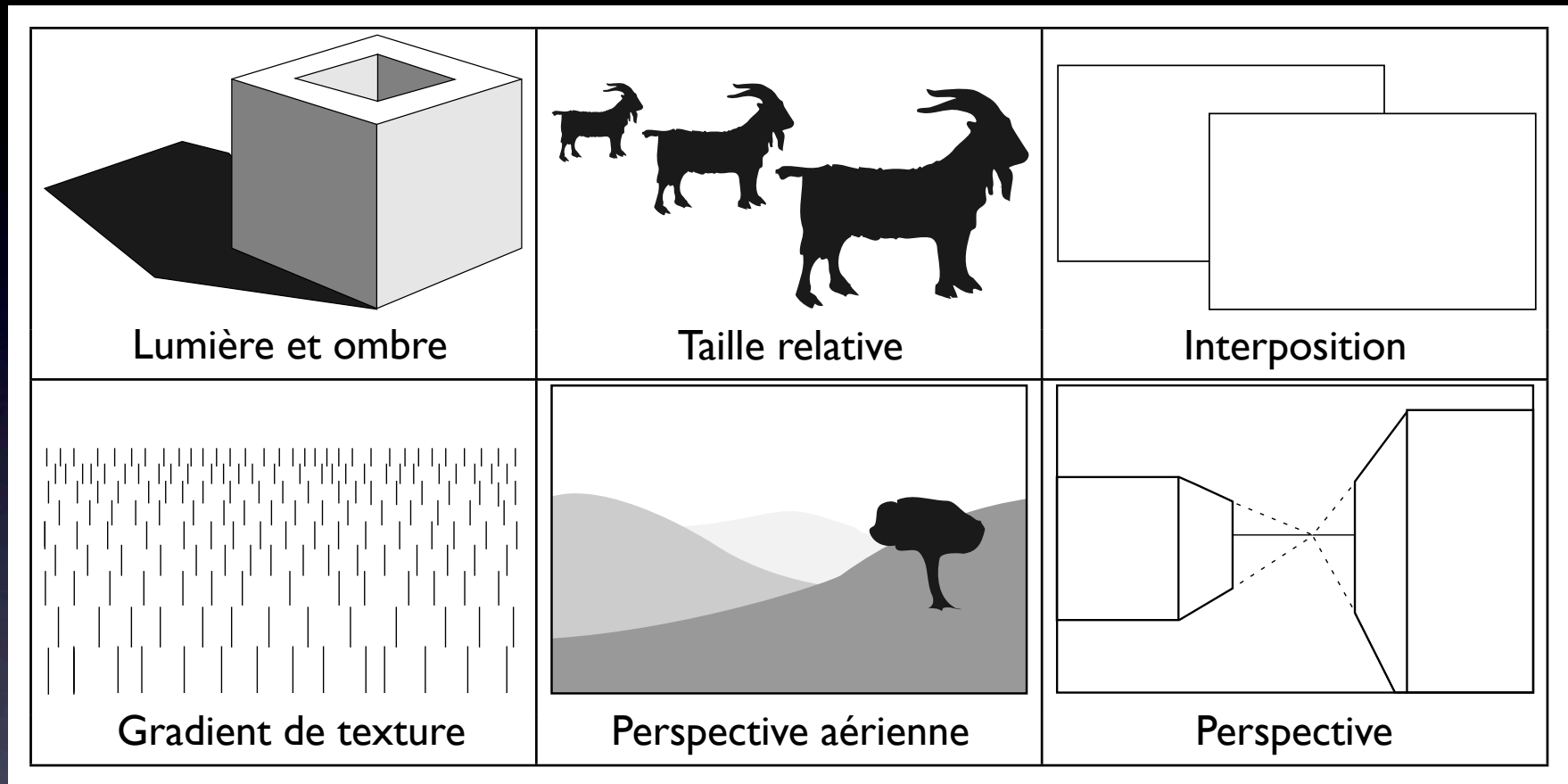


# Cinéma 3D et géométrie

Frédéric Devernay, INRIA Grenoble - Rhône-Alpes

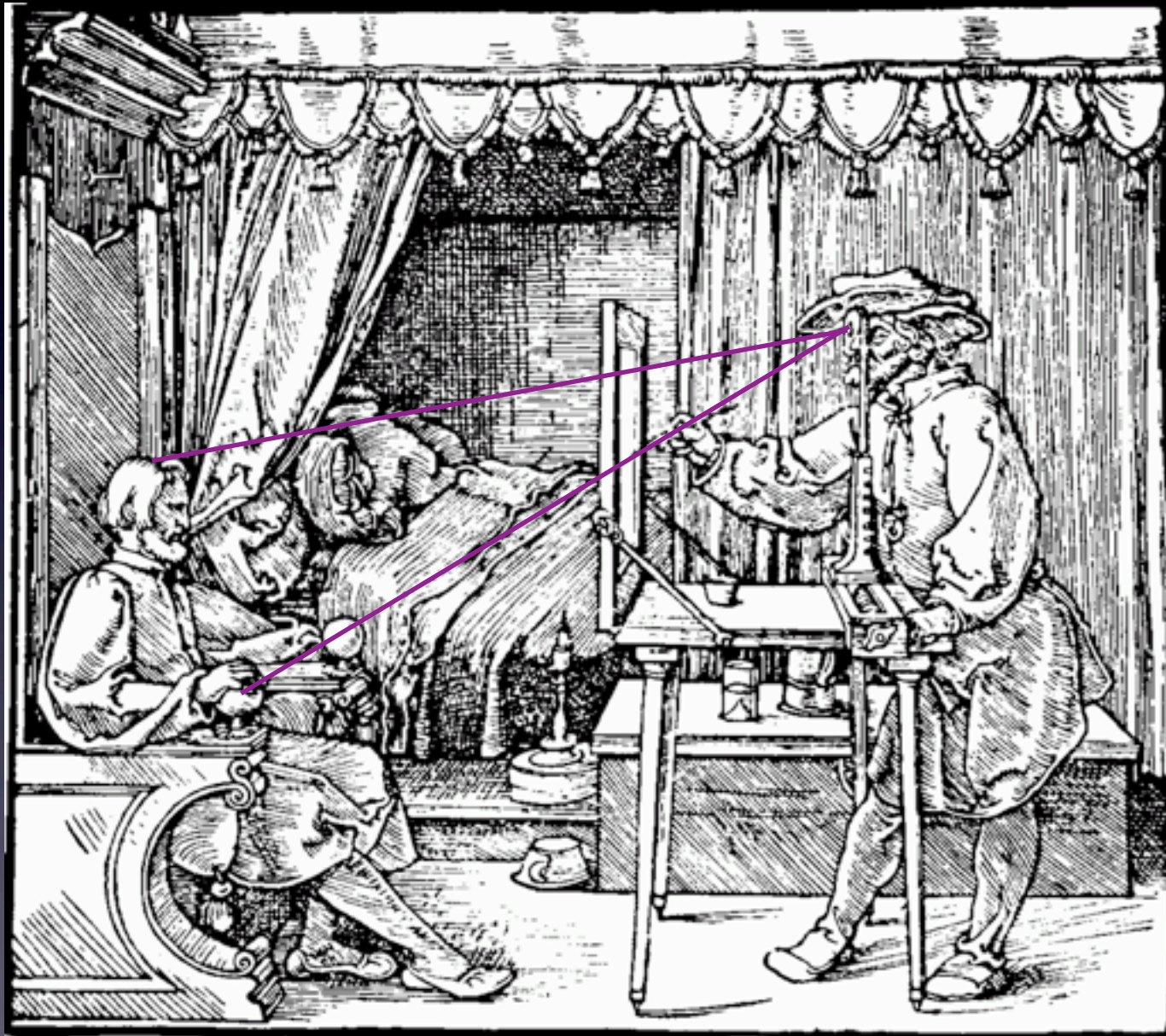
Montbonnot, 24 octobre 2011

# Les indices de profondeur 3D



Mais aussi la **parallaxe de mouvement**, la **profondeur de champ**, et... la **stéréoscopie**

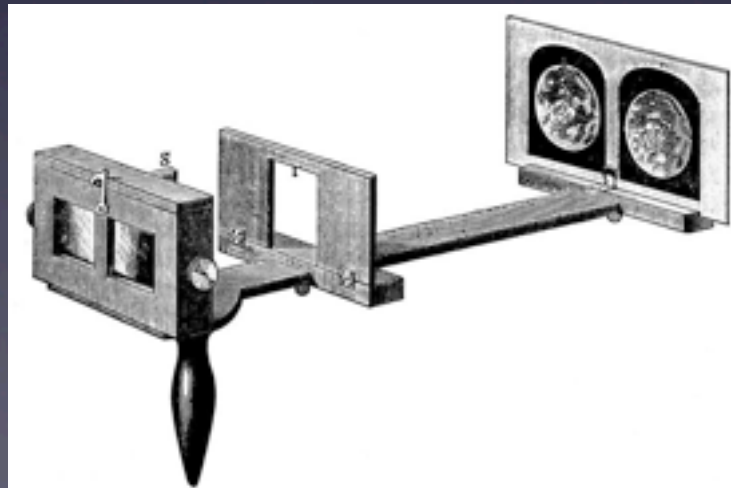
# La projection perspective



Albrecht Dürer

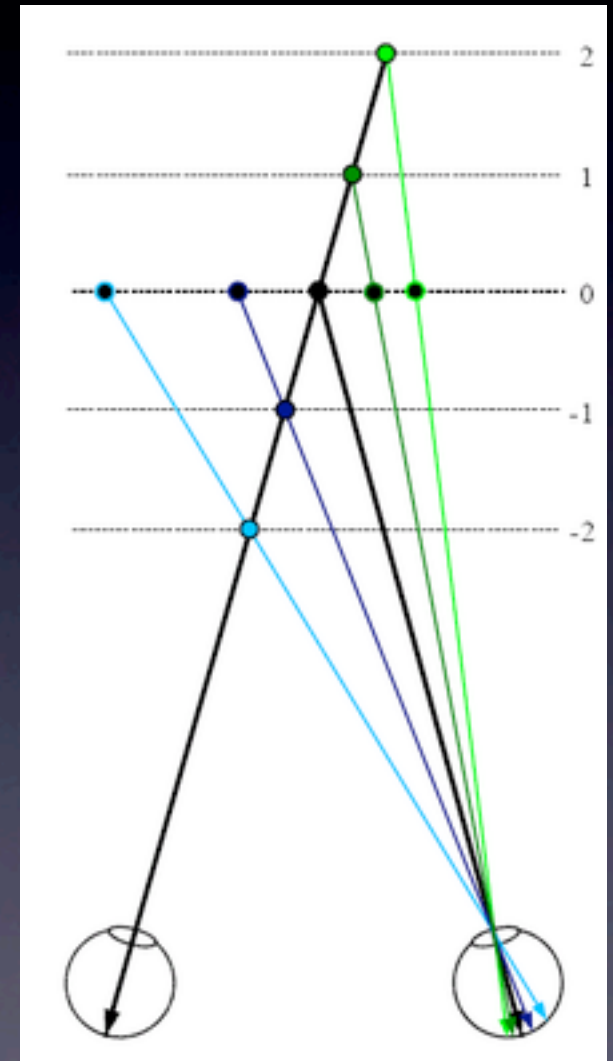
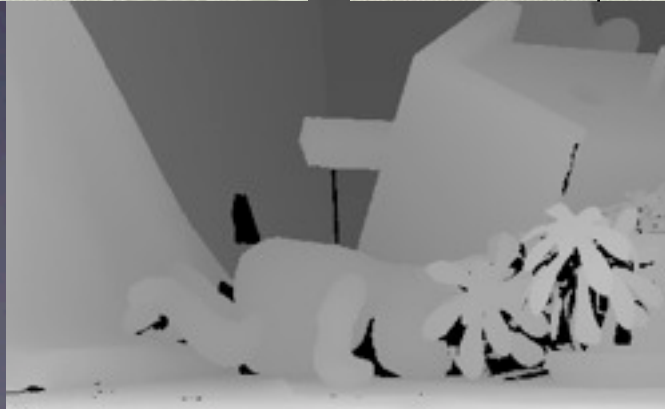
# Perception 3D et perspective

- A partir d'une photographie ou d'un film représentant un point de vue, le cerveau imagine la 3ème dimension à partir des indices de profondeur
- Si on montre à chaque oeil un point de vue différent (stéréoscope, cinéma 3D), le cerveau utilise en plus la vision binoculaire



# La disparité binoculaire : l'essence de la stéréoscopie

- profondeur et disparité sont liées

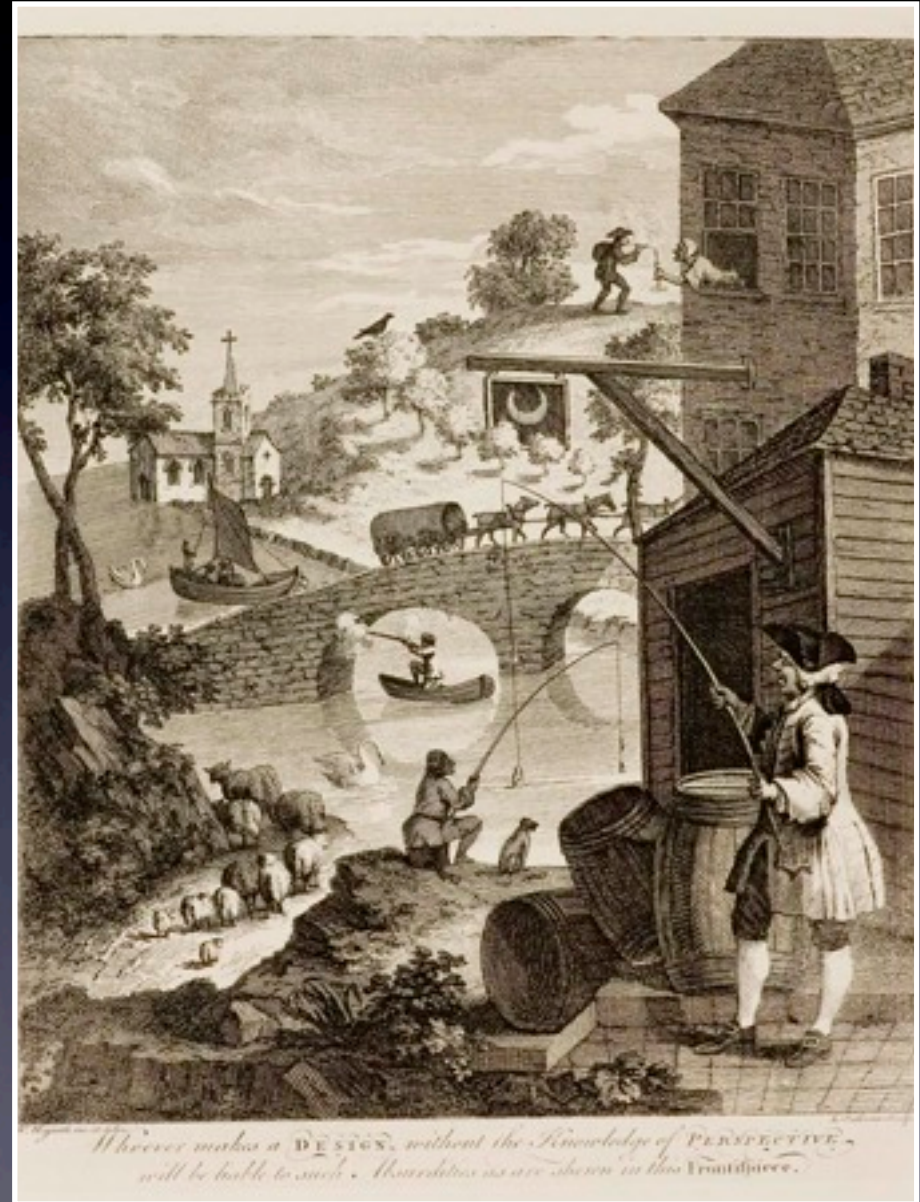




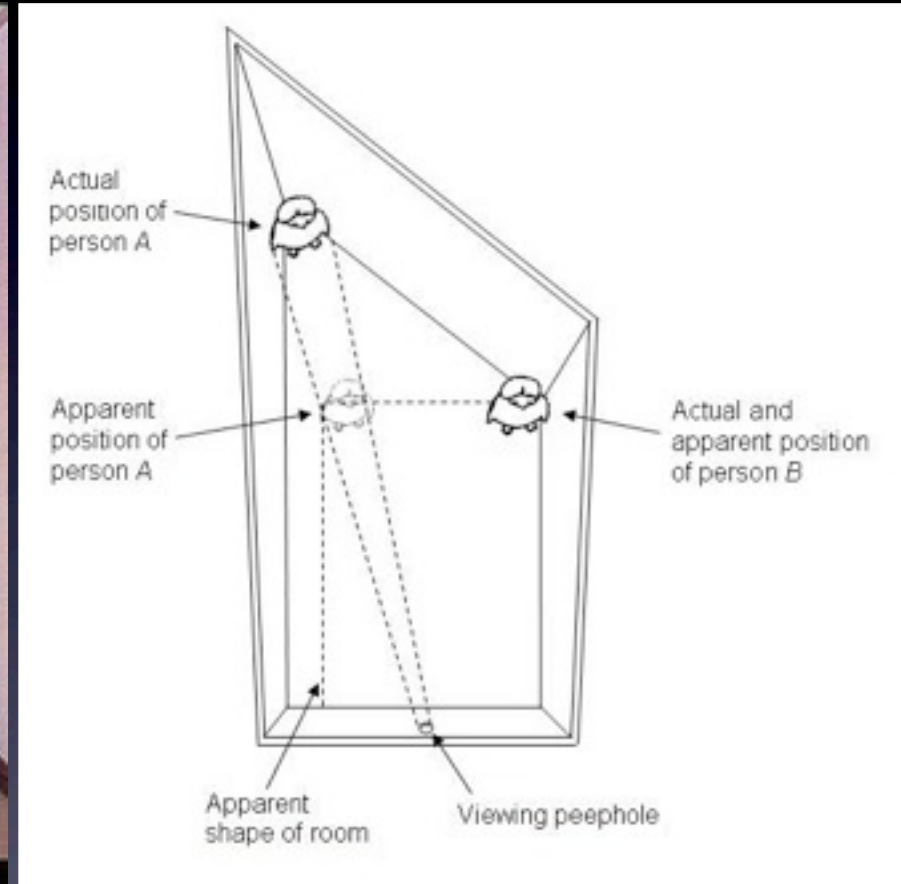
La profondeur de champ comme indice de profondeur :  
Maquette ou taille réelle ?

# Conflit d'indices de profondeur

- Les 9 indices peuvent donner des indications opposés sur la géométrie de la scène
- Avec le **pseudoscope** qui inverse l'oeil droit et l'oeil gauche, les objets *proches* ont l'air encore plus *grands* :
  - grands dans l'image
  - la profondeur perçue par stéréoscopie est inversée et indique qu'ils sont loins
  - grands + loins = très grands !

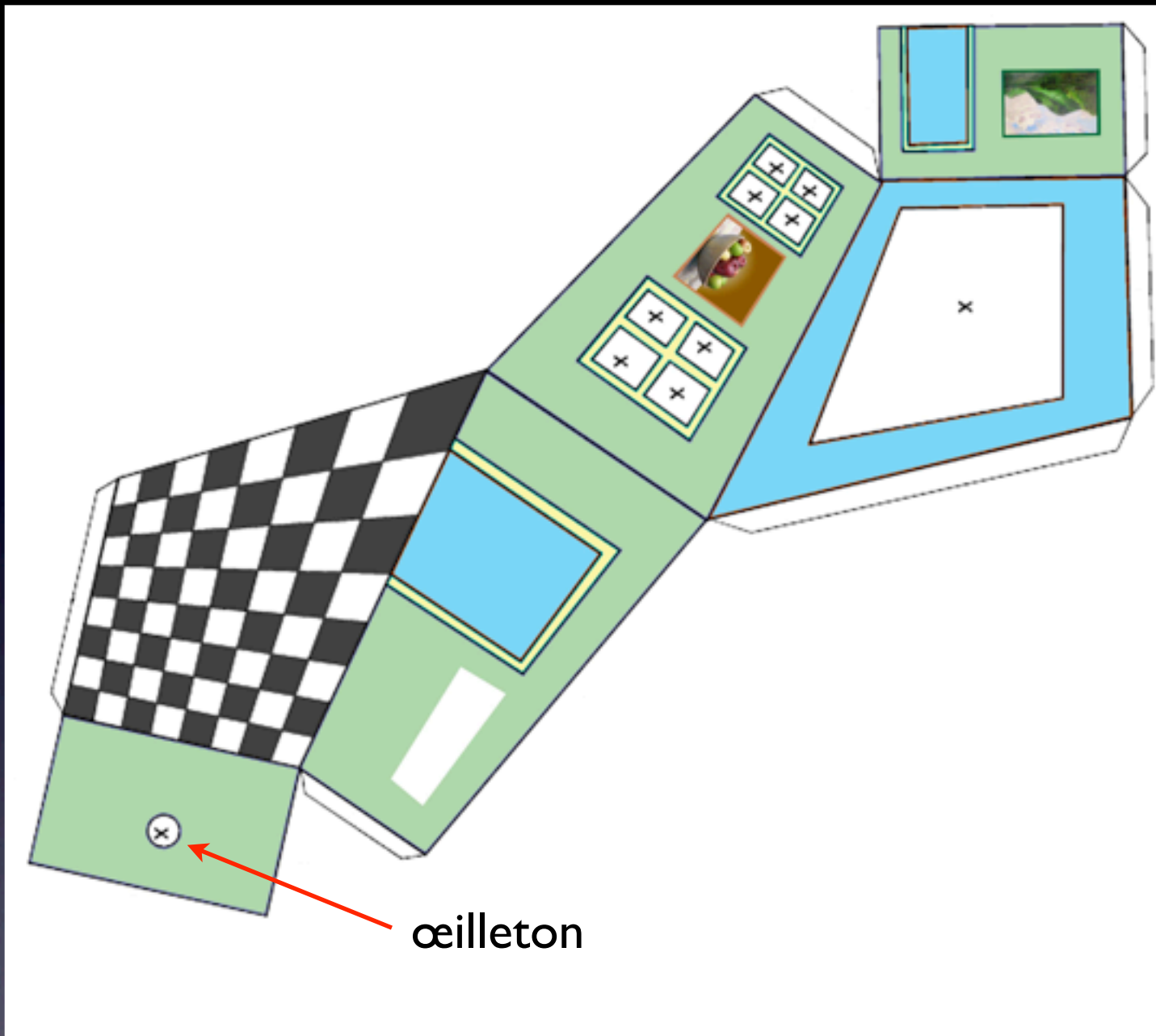


# Conflit avec la perspective : la chambre d'Ames



Utilisée dans *Le seigneur des anneaux*,  
*Eternal Sunshine of the Spotless Mind*...





Une chambre d'Ames portable  
*comment calculer les dimensions ? (un exercice pour les vacances ?)*

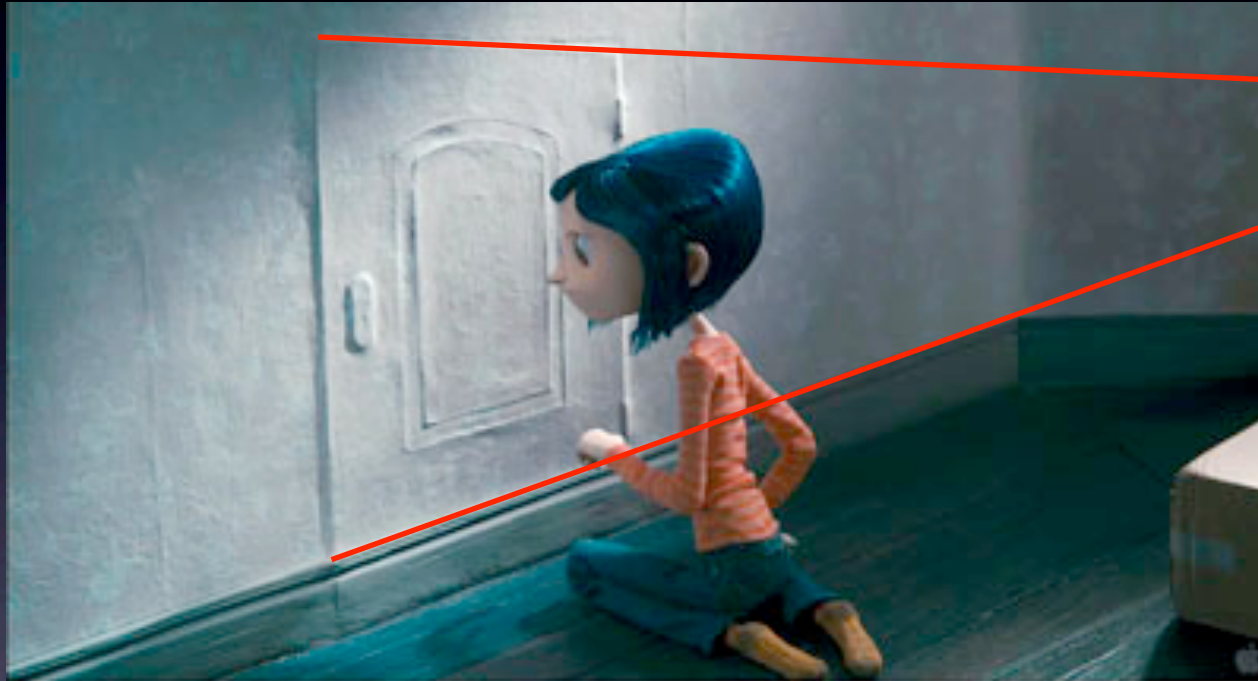
# Conflit perspective/stéréoscopie: Coraline 3D



Coraline (H. Selick & P. Kozachik)

2 points de fuite dans la même scène 3D

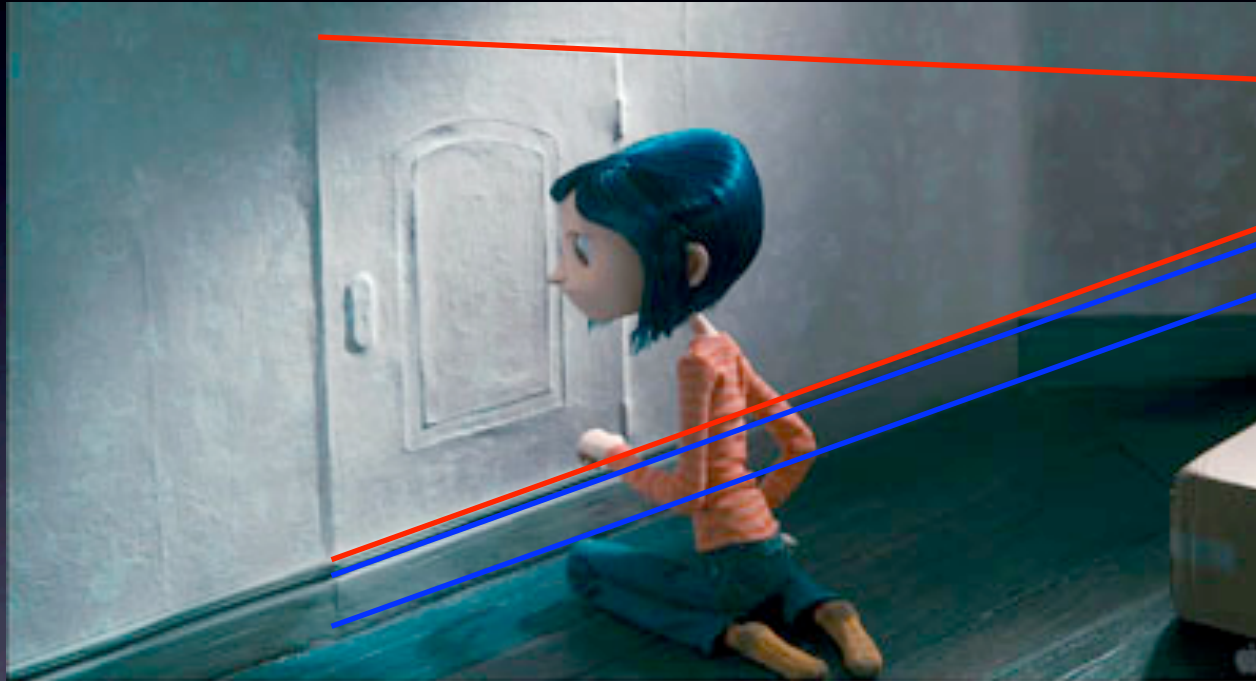
# Conflit perspective/stéréoscopie: Coraline 3D



Coraline (H. Selick & P. Kozachik)

2 points de fuite dans la même scène 3D

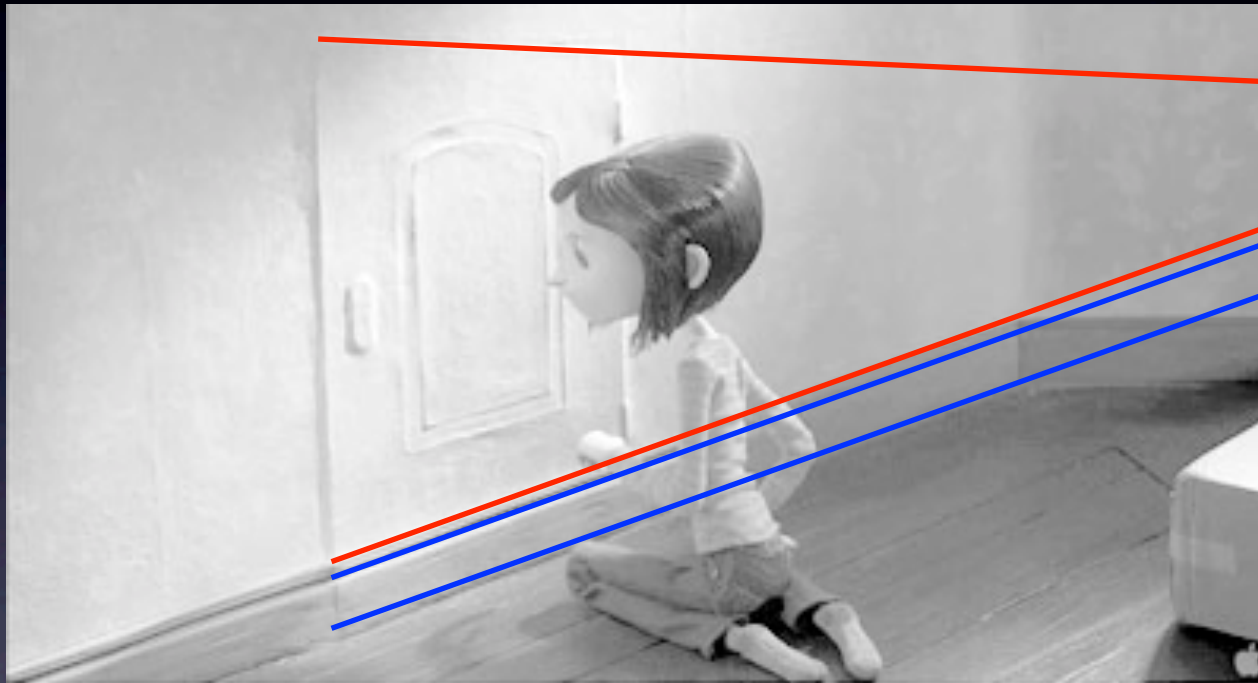
# Conflit perspective/stéréoscopie: Coraline 3D



Coraline (H. Selick & P. Kozachik)

2 points de fuite dans la même scène 3D

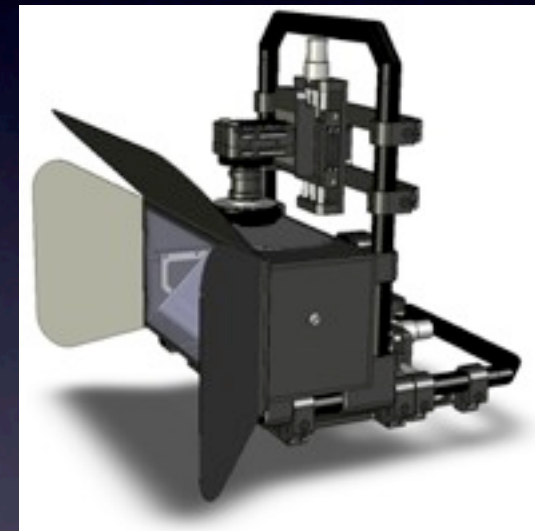
# Conflit perspective/stéréoscopie: Coraline 3D



Coraline (H. Selick & P. Kozachik)

2 points de fuite dans la même scène 3D

# Des caméras 3D : petites...



# ...et grandes !



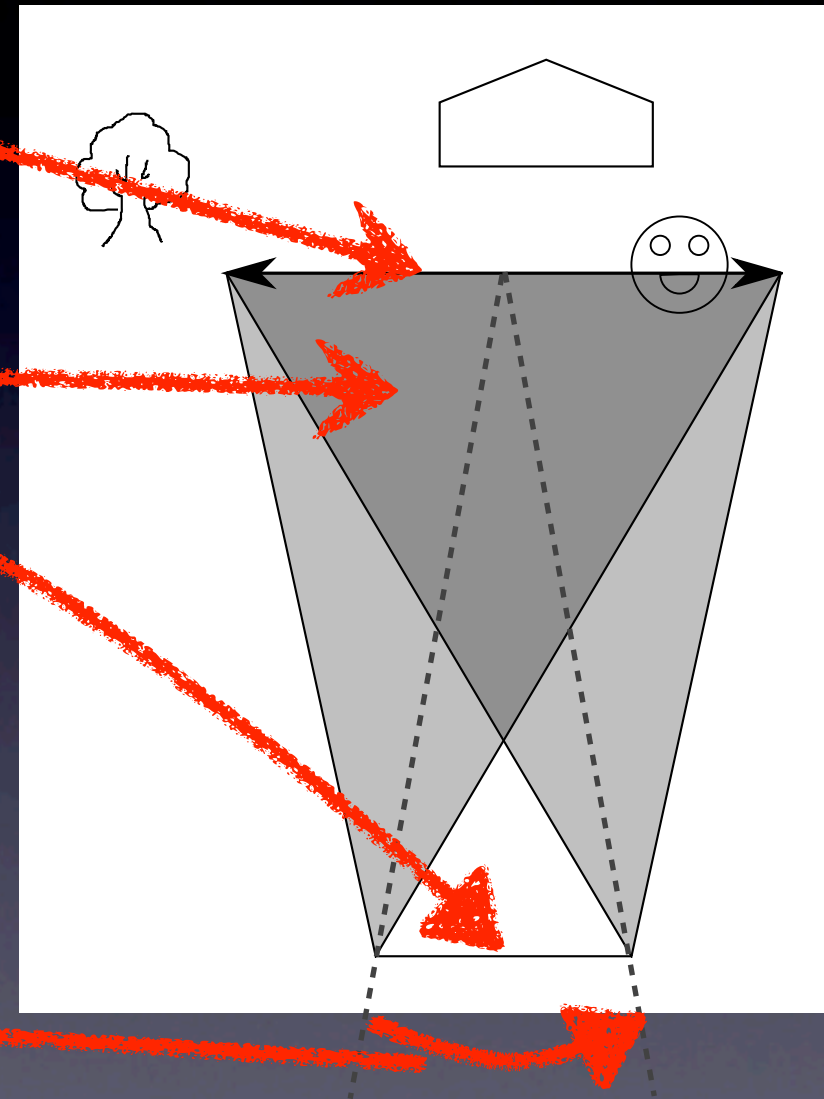
# Utilisation d'un miroir semi-transparent pour « rapprocher » les caméras





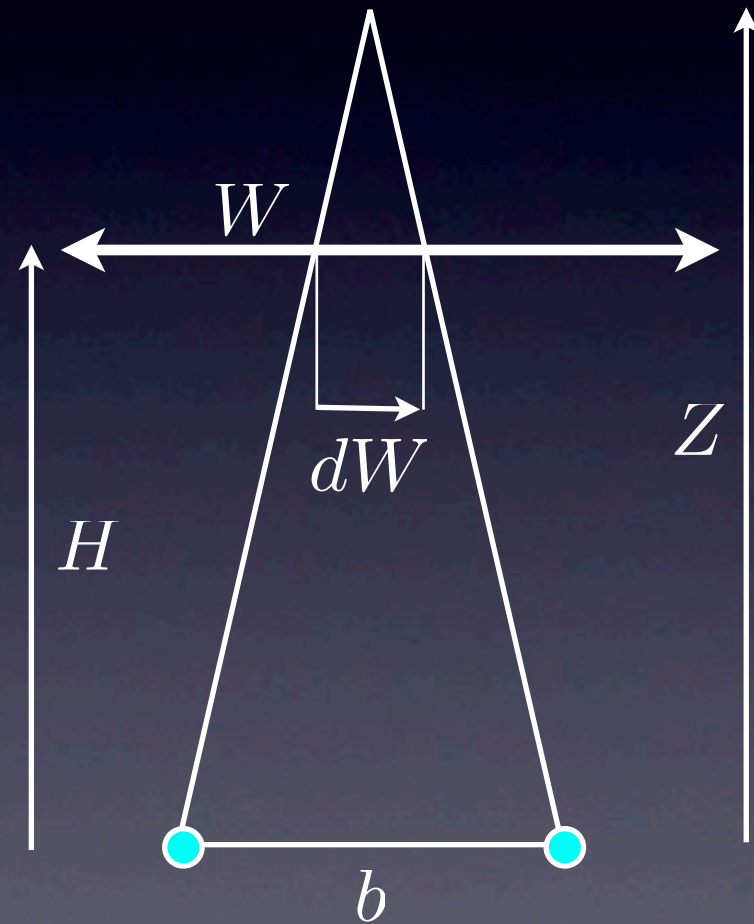
# Quelques définitions

- Plan de l'écran ... pour le spectateur
- Plan de convergence ... pour les caméras
- Cone 3-D
- Interoculaire
  - 65mm en moyenne pour les yeux
  - >65mm : hyperstereo / miniaturisme
  - <65mm : hypostéréo / gigantisme
- Convergence



# Paramètres géométriques

	caméra	écran
$b$	interoculaire caméras	interoculaire yeux
$H$	distance de convergence	distance de l'écran
$W$	largeur du plan de convergence	largeur de l'écran
$Z$	prof. réelle	prof. perçue
$d$	disparité (fraction de $W$ )	



# Calcul de la relation entre $Z$ et $d$ : merci Thalès !

Les triangles ABC et ADE sont homothétiques, donc :

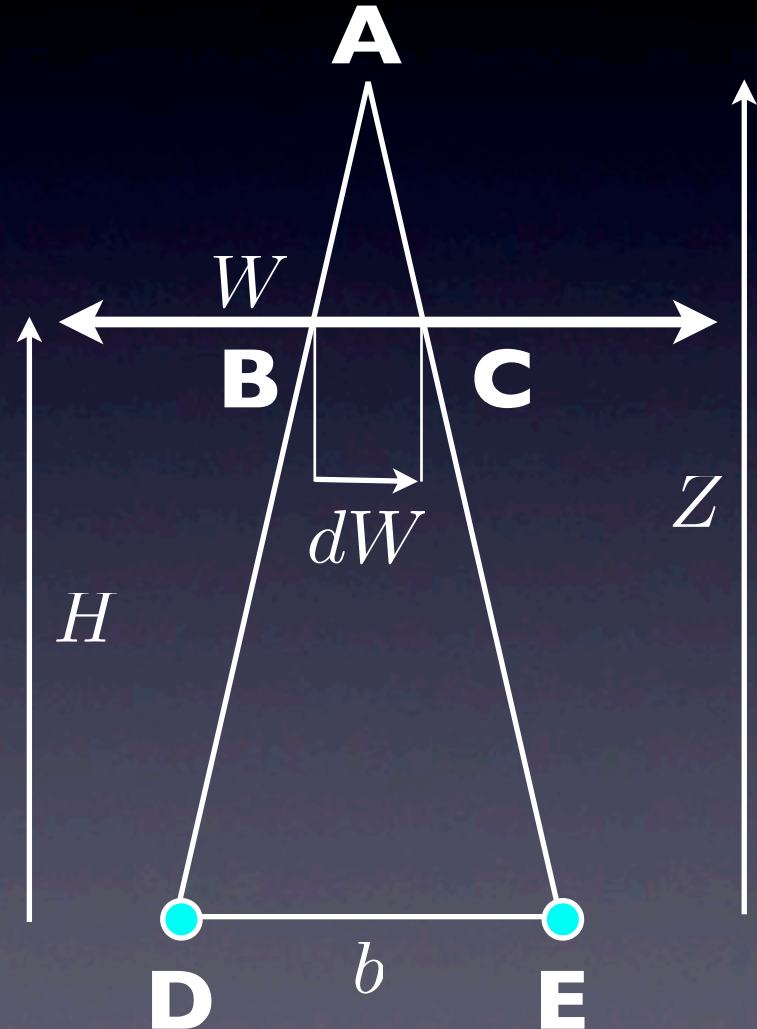
$$\frac{Z - H}{Z} = \frac{dW}{b}$$

qui peut être réécrit en

$$d = \frac{b}{W} \frac{Z - H}{Z}$$

ou

$$Z = \frac{H}{1 - \frac{W}{b} d}$$



# Profondeur réelle vers disparité

Exemple de configuration des caméras :

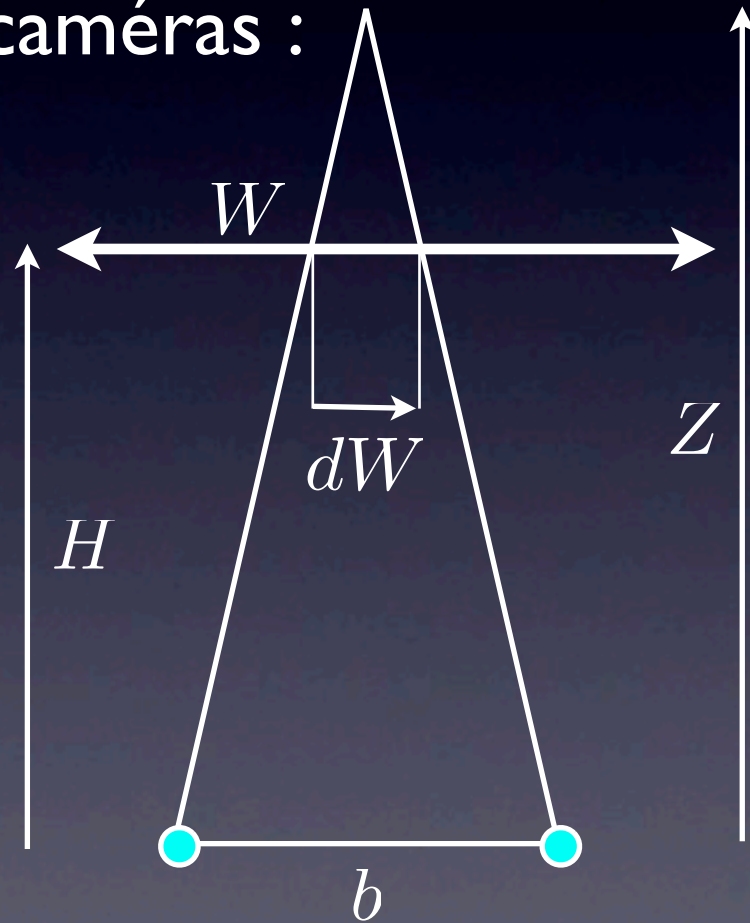
$$b = 15\text{cm},$$

$$W = 300\text{cm}, H = 600\text{cm}$$

$$d = \frac{b}{W} \frac{Z - H}{Z}$$

$$Z = 1000\text{cm}$$

$$\implies d = 0.02$$



# Disparité vers profondeur perçue

Exemple de configuration de l'écran :

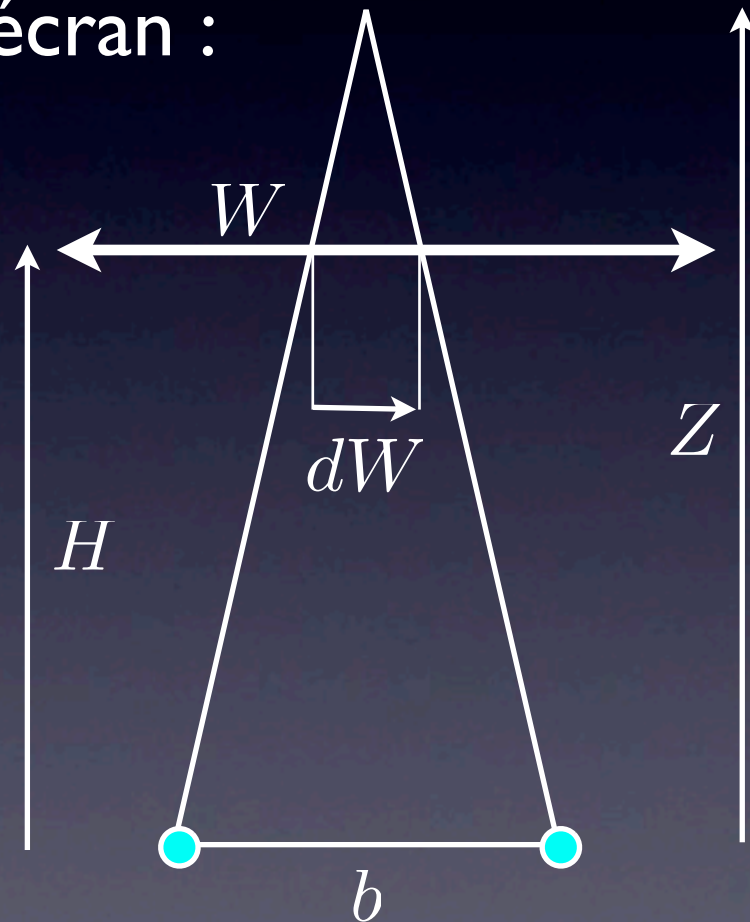
$$b = 6.5\text{cm},$$

$$W = 130\text{cm}, H = 210\text{cm}$$

$$Z = \frac{H}{1 - \frac{W}{b}d}$$

$$d = 0.02$$

$$\implies Z = 350$$



La profondeur perçue dépend de tous les paramètres !

# Profondeur réelle vers profondeur perçue: Une relation compliquée !

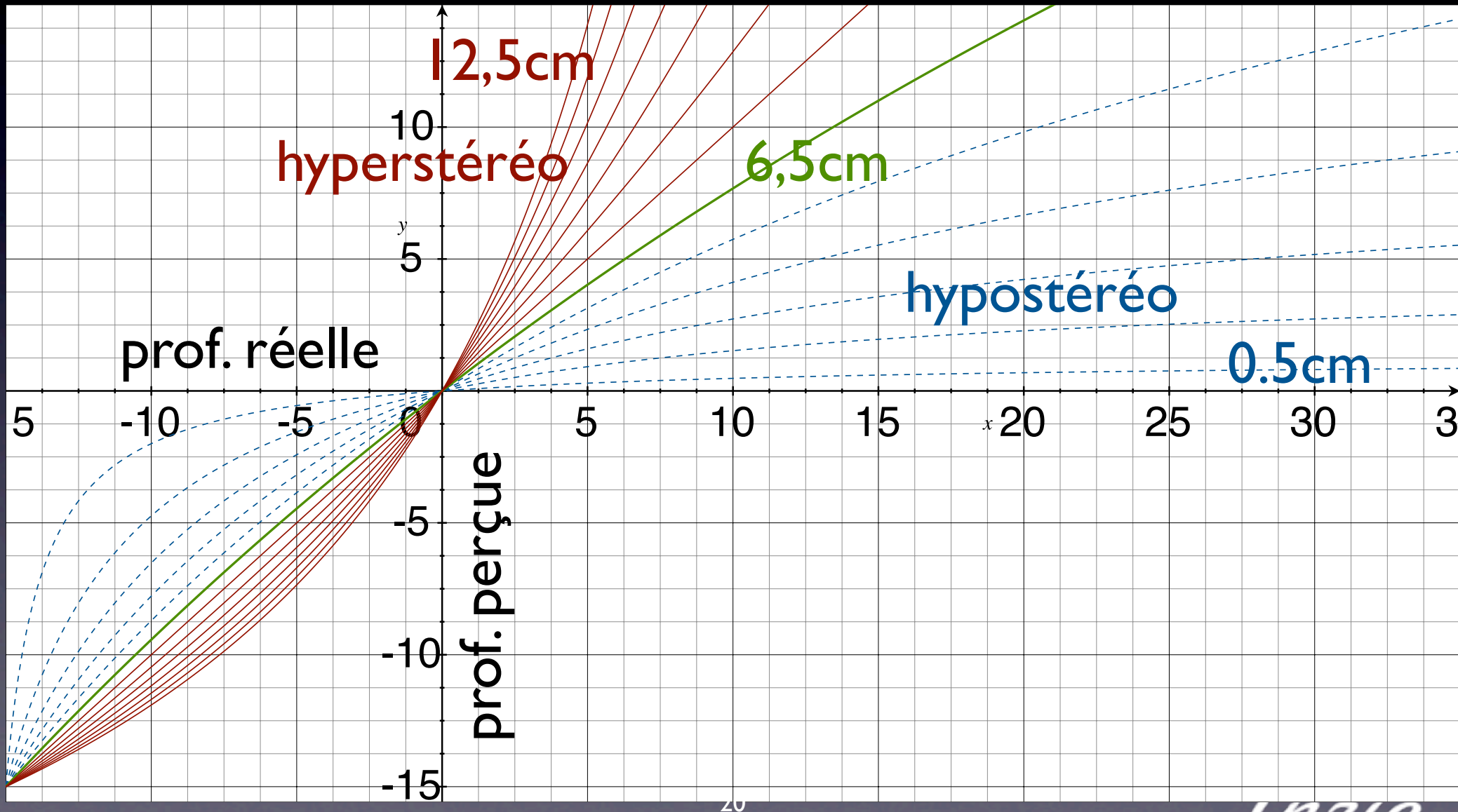
$$Z' = \frac{H'}{1 - \frac{W'}{b'} \frac{b}{W} \frac{Z-H}{Z}}$$

- Se simplifie si  $\frac{W}{b} = \frac{W'}{b'}$  :  $Z' = Z \frac{H'}{H}$

- Plus  $H'$  (distance à l'écran) est grand, plus  $Z'$  (profondeur perçue) est grand, donc :

- L'effet « 3D » est plus important au fond du cinéma
- Au premier rang, tout paraît plat !

Quand on change  $b$  (interoculaire des cameras), que se passe-t-il ?



# Démonstrations

- Effets des paramètres de prise de vue sur la profondeur perçue *par stéréoscopie* (les autres indices jouent aussi !)
- Showreel de Céline Tricart (Binocle)