

Panoramas, etc.



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

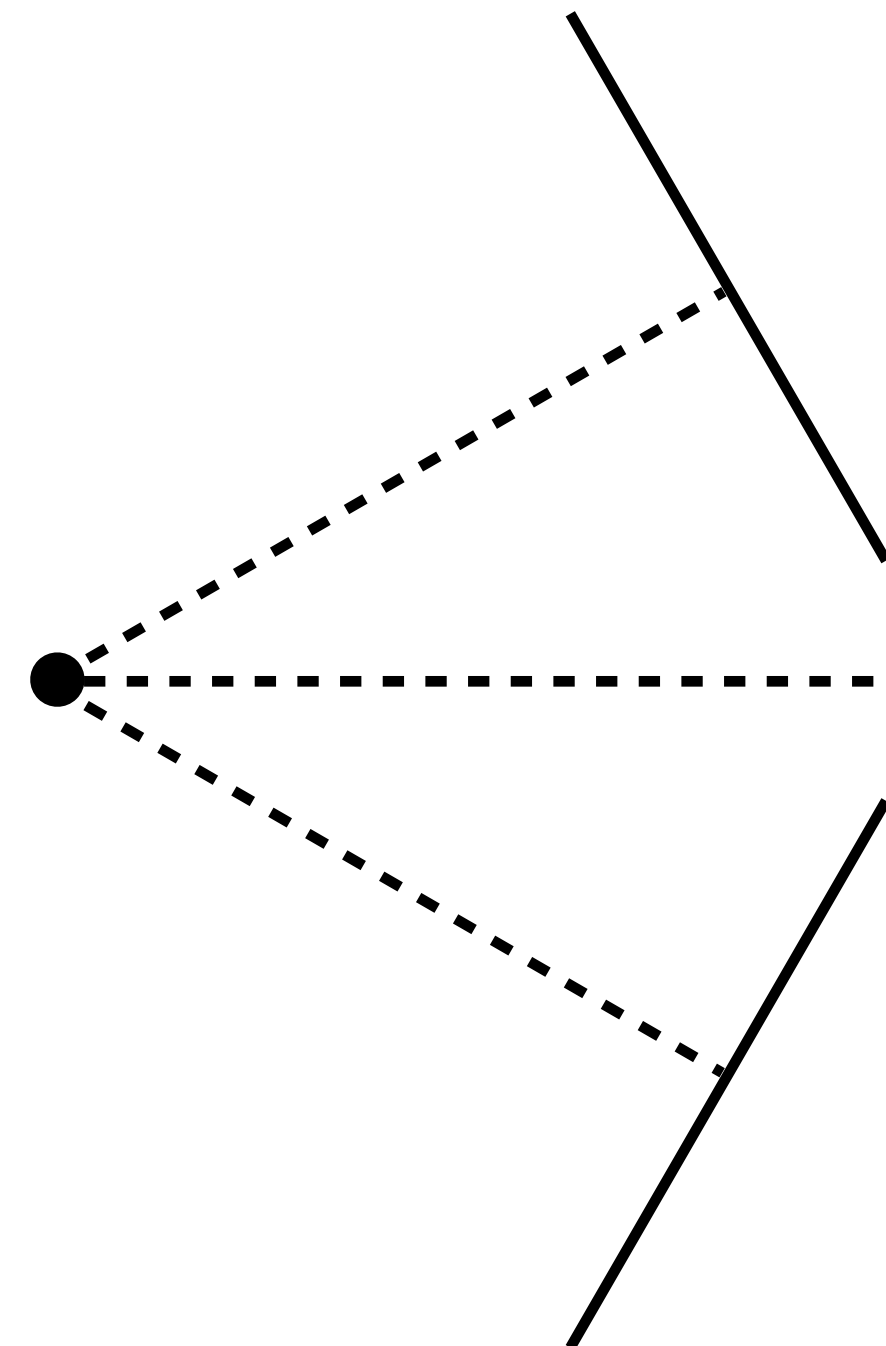
Panoramas, etc.

Panoramas cylindriques



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

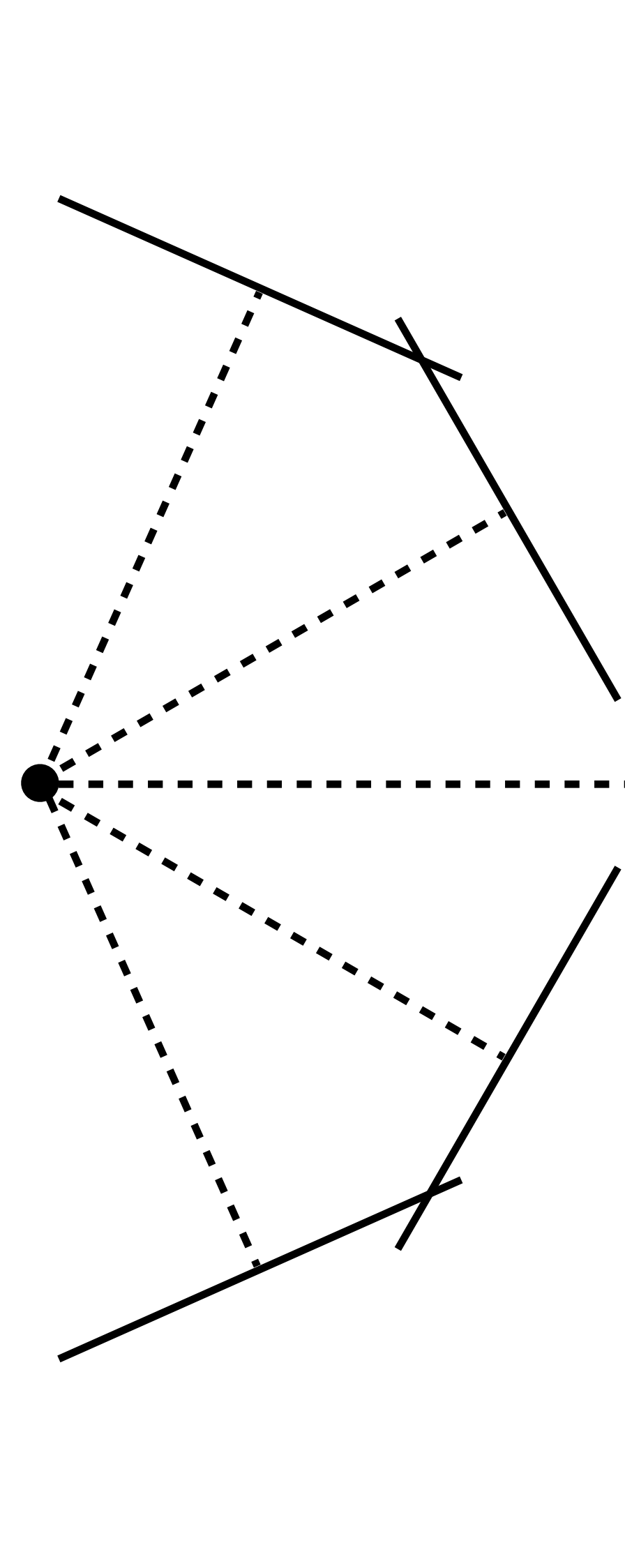
Mosaïque : projection sur un plan



Idée : calculer l'intersection entre un rayon (calculé à partir d'un pixel) et le plan.

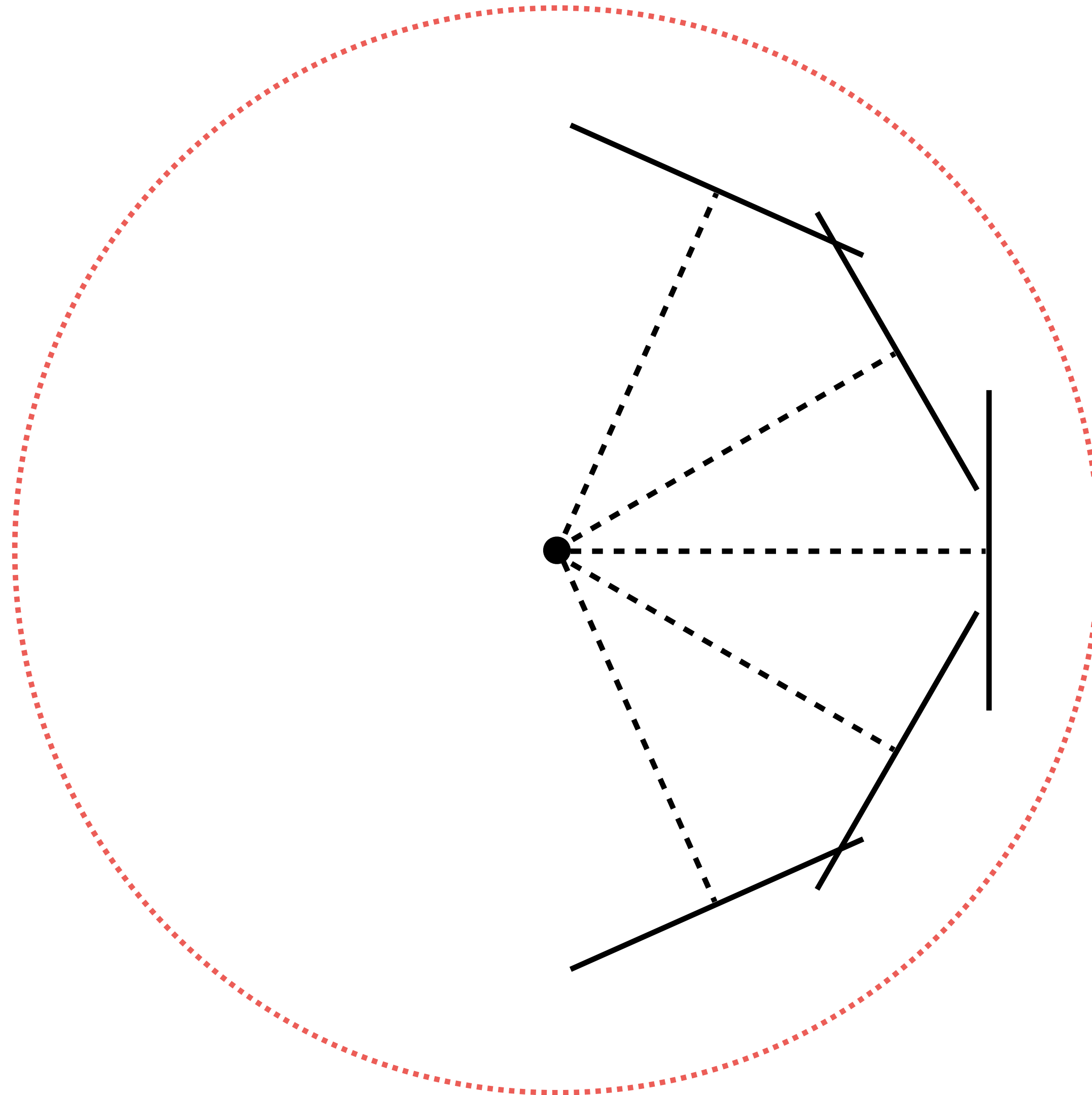
Quelle est la limite?

Mosaïque : projection sur un plan



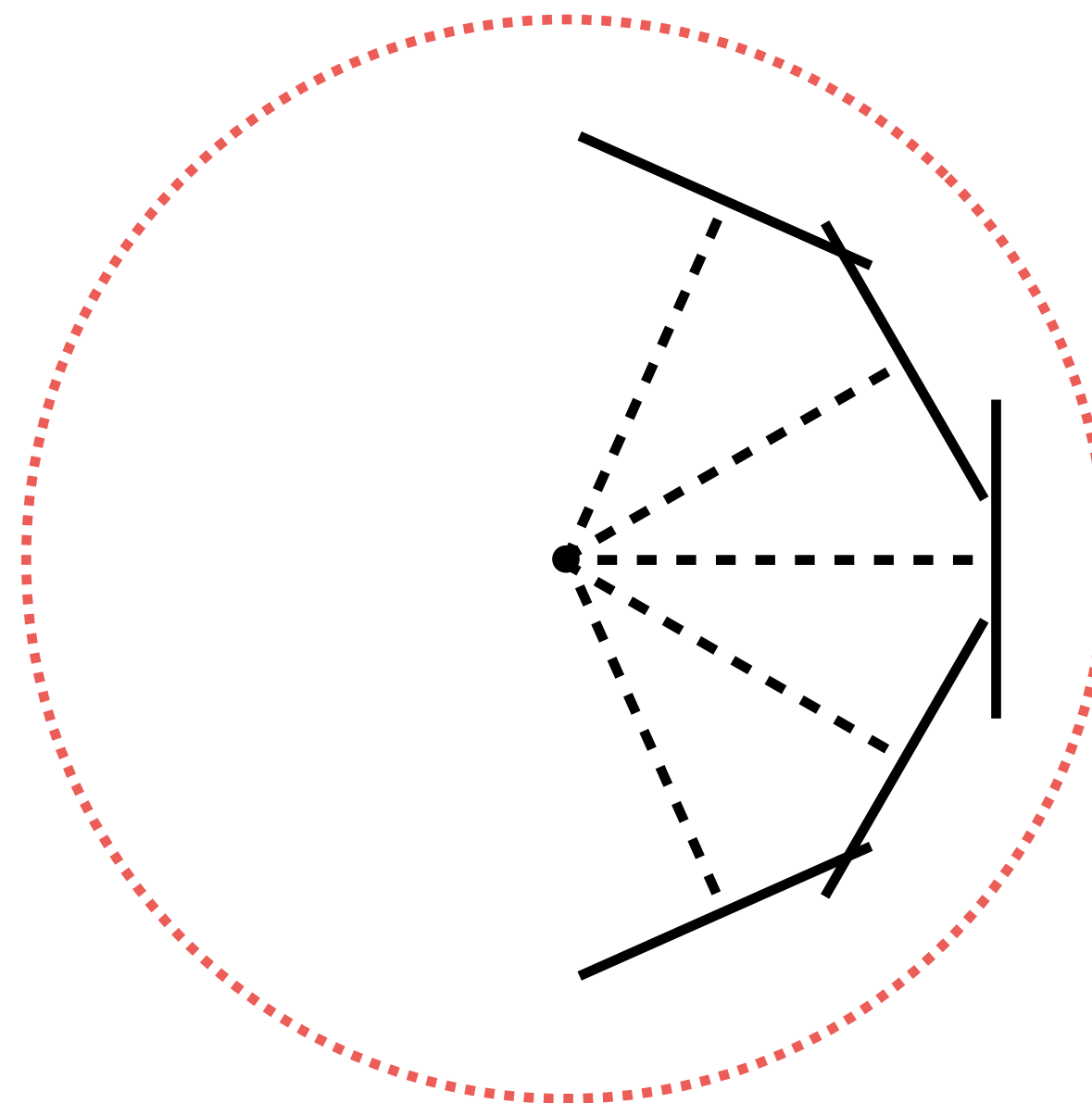
Les dimensions du plan
explosent!

Solution : projection sur un cercle (cylindre)



Comment faire?

- Faisons tout d'abord les hypothèses suivantes :
 - seulement une rotation autour de l'axe vertical
 - on connaît la rotation entre les images

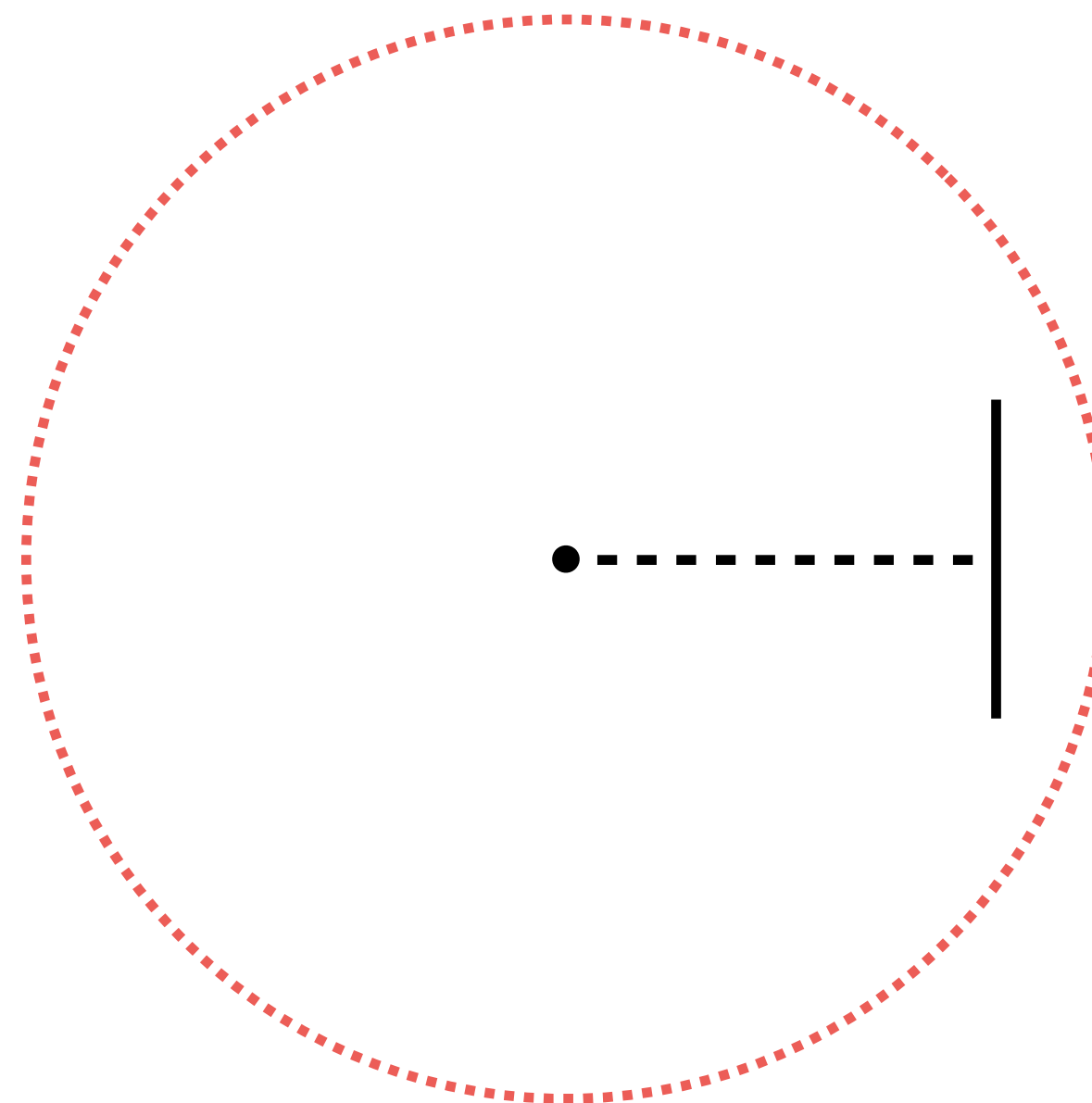


Idée : calculer l'intersection entre un rayon (calculé à partir d'un pixel) et le cylindre.

Il faut donc **raisonner en 3D!**

Comment faire?

- Faisons tout d'abord les hypothèses suivantes :
 - seulement une rotation autour de l'axe vertical
 - on connaît la rotation entre les images

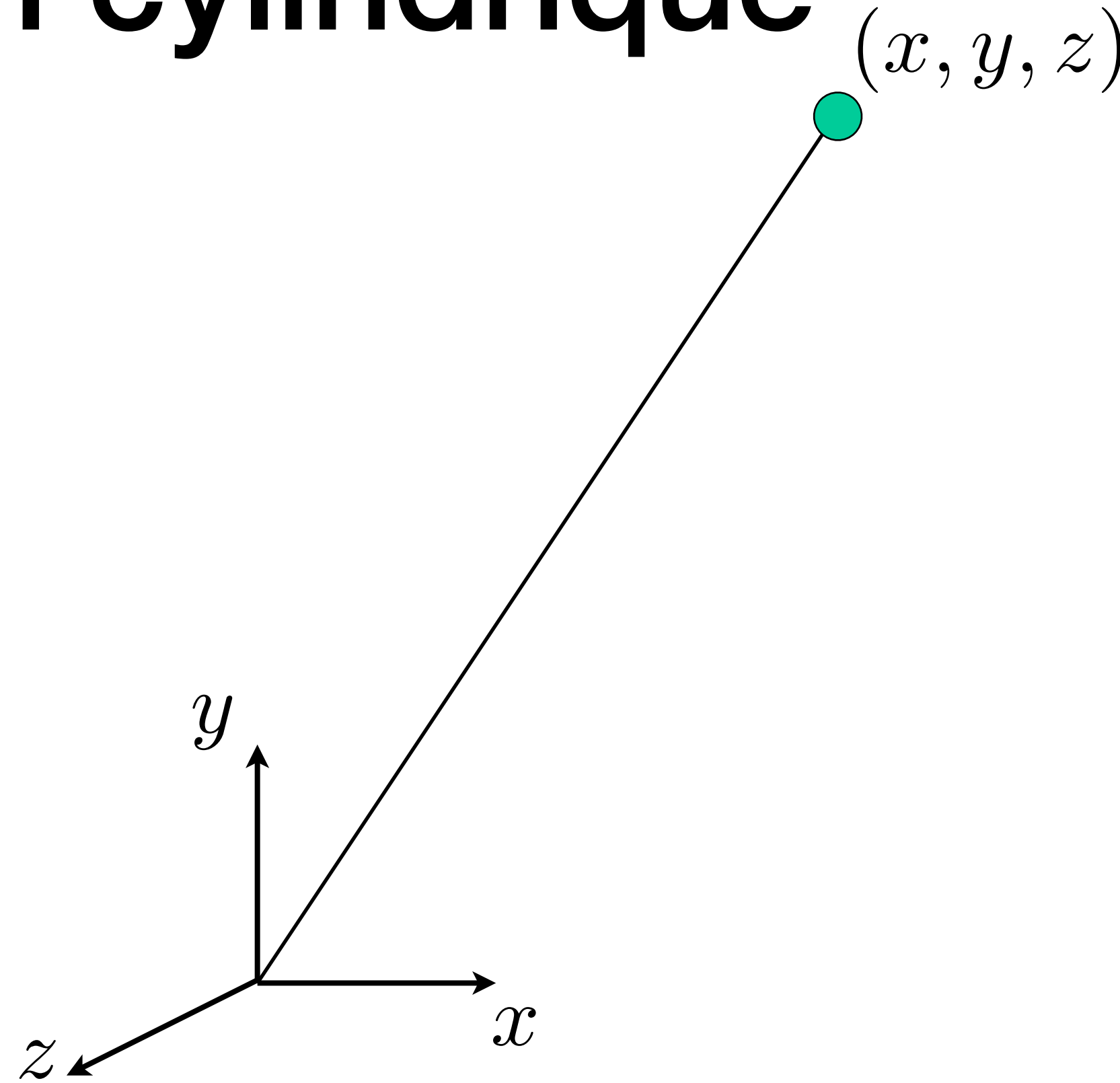


Idée : calculer l'intersection entre un rayon (calculé à partir d'un pixel) et le cylindre.

Il faut donc **raisonner en 3D!**

Étape 1 : « dé-projeter » la coordonnée pixel.

Projection cylindrique



De 3D à 2D :

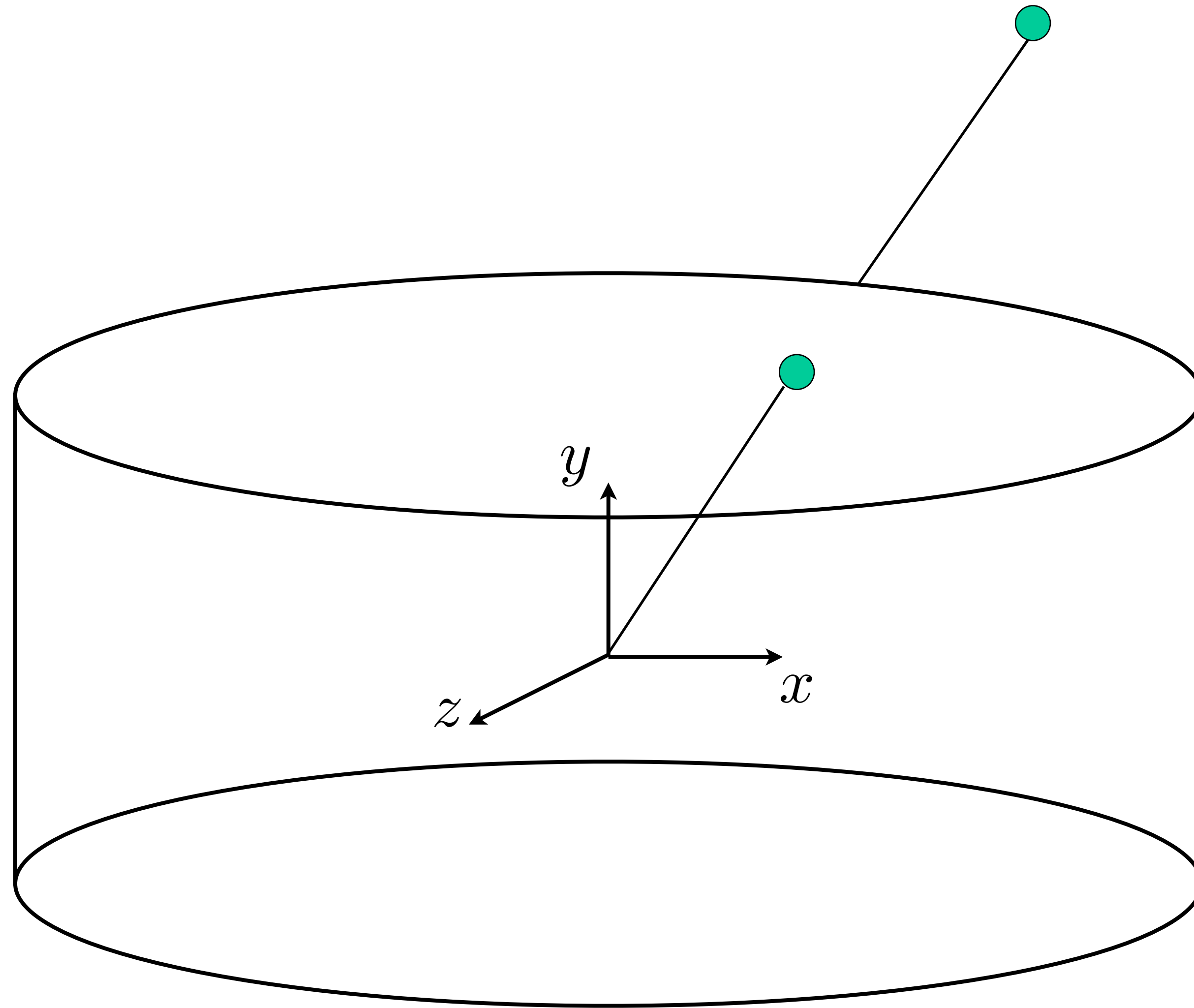
$$\begin{bmatrix} wx' \\ wy' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & u_0 \\ 0 & f & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

De 2D à 3D :

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & u_0 \\ 0 & f & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} \frac{1}{f} & 0 & -\frac{u_0}{f} \\ 0 & \frac{1}{f} & -\frac{v_0}{f} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$(x, y, z) = (u - u_0, v - v_0, f)$$

Projection cylindrique



Normaliser le vecteur (plan x - z)

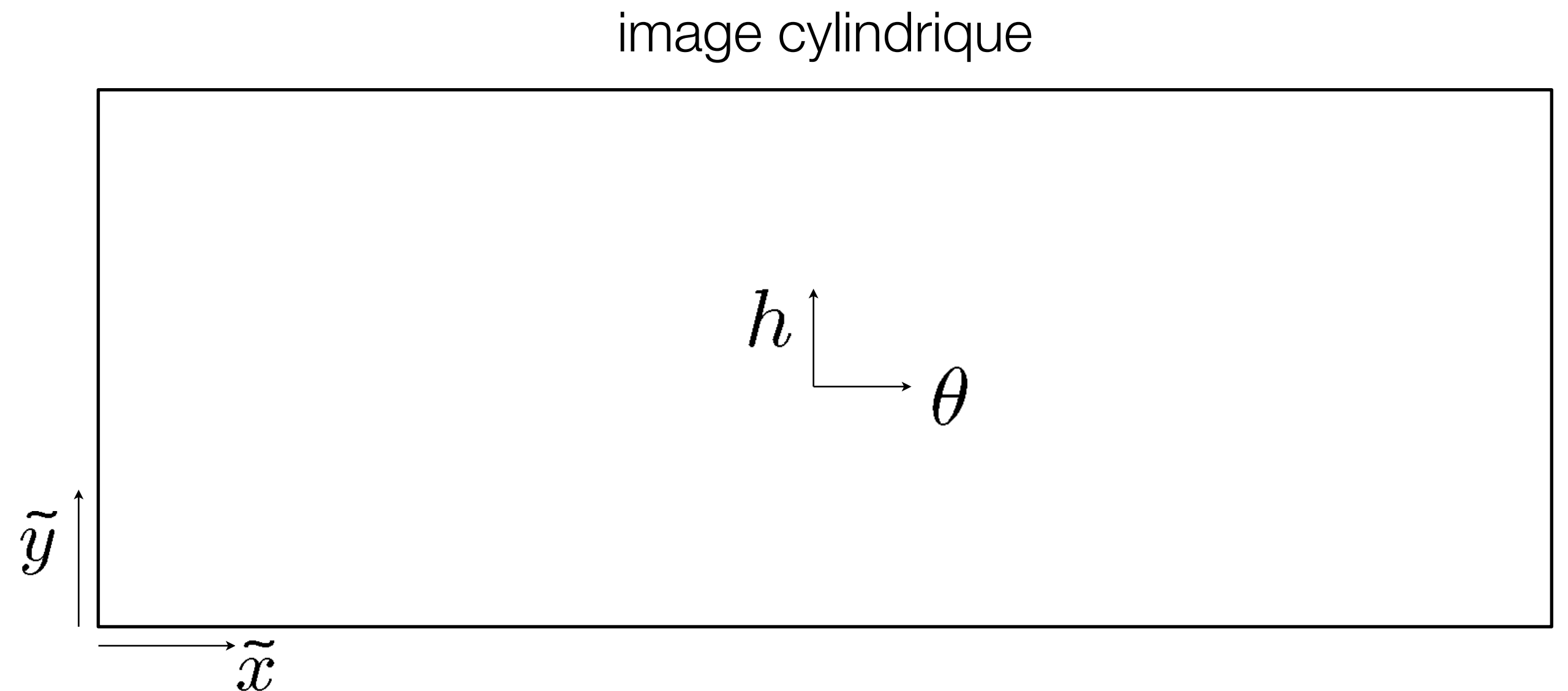
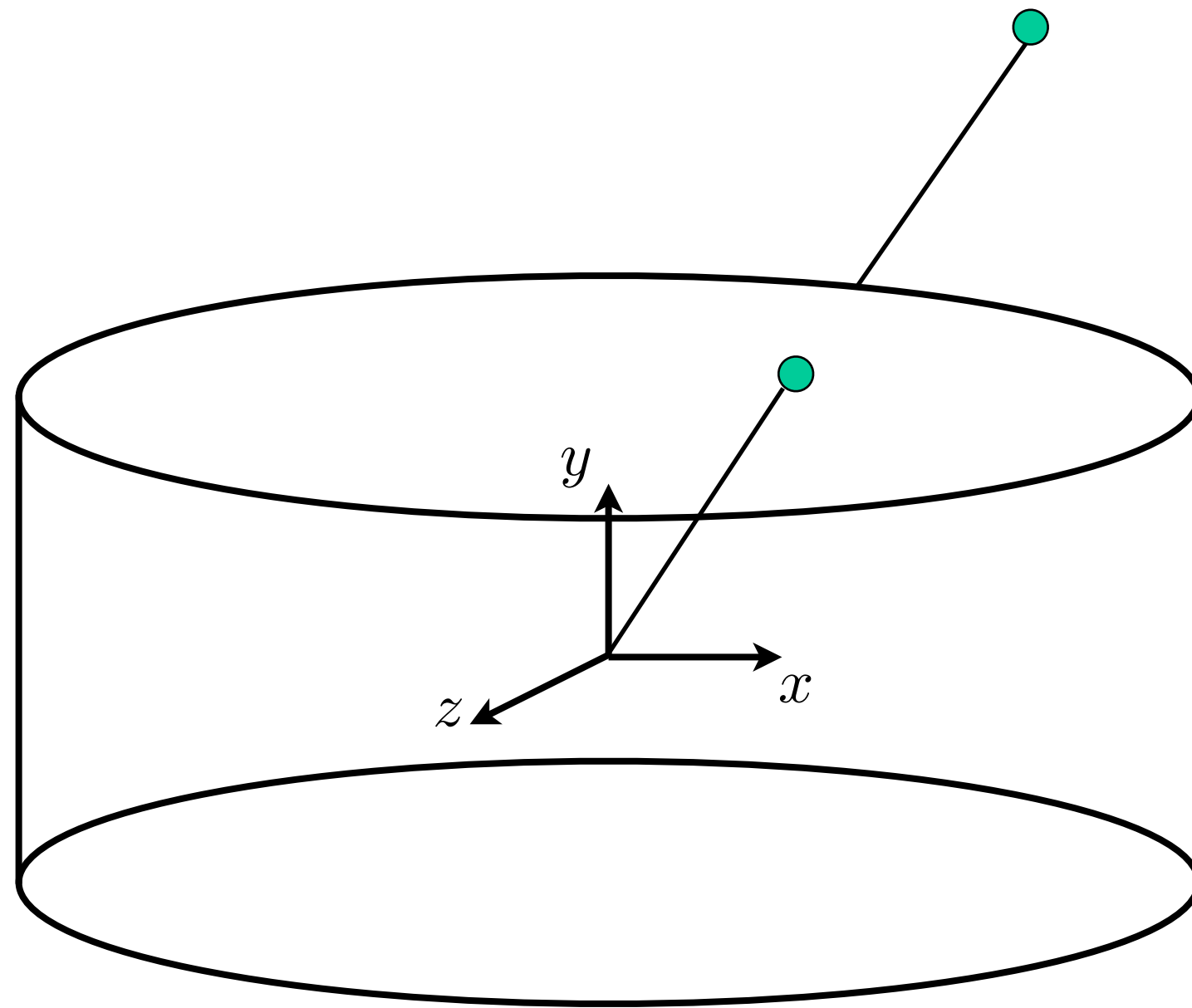
$$(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + z^2}} (x, y, z)$$

Convertir en coordonnées cylindriques

$$(\sin \theta, h, \cos \theta) = (\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$$

Étape 3 : calculer coordonnées dans l'image du cylindre.

Projection cylindrique



Convertir en coordonnées image (cylindre)

$$(\tilde{u}, \tilde{v}) = (f\theta, fh) + (\tilde{u}_0, \tilde{v}_0)$$

Projection cylindrique

Image originale



Image déformée



Projection cylindrique

Le secret est dans la ... distance focale!

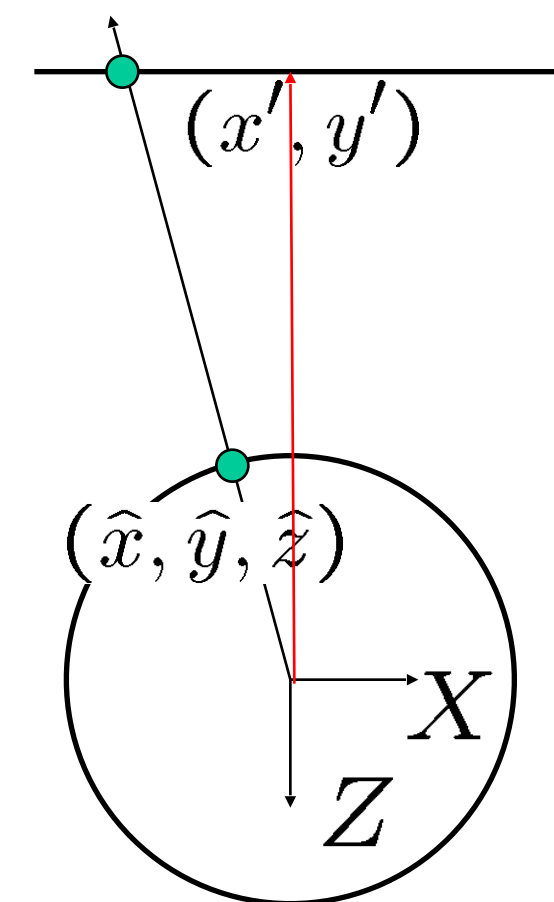
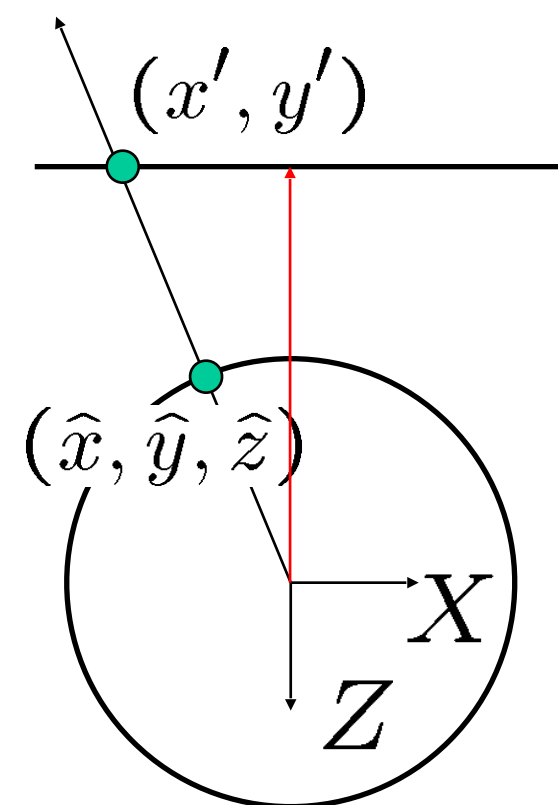
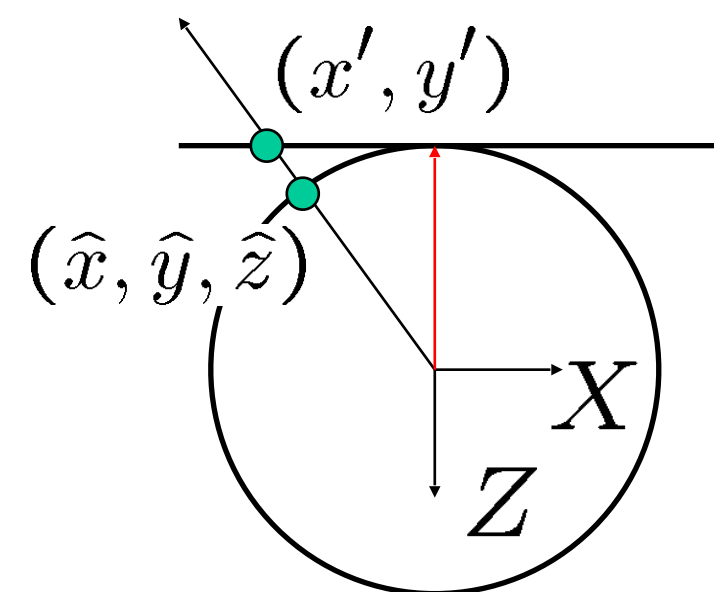
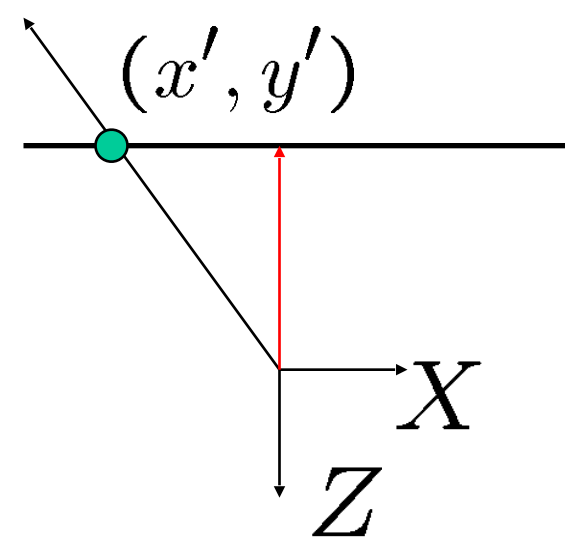


Image 384x300



$f = 180$ (pixels)



$f = 280$

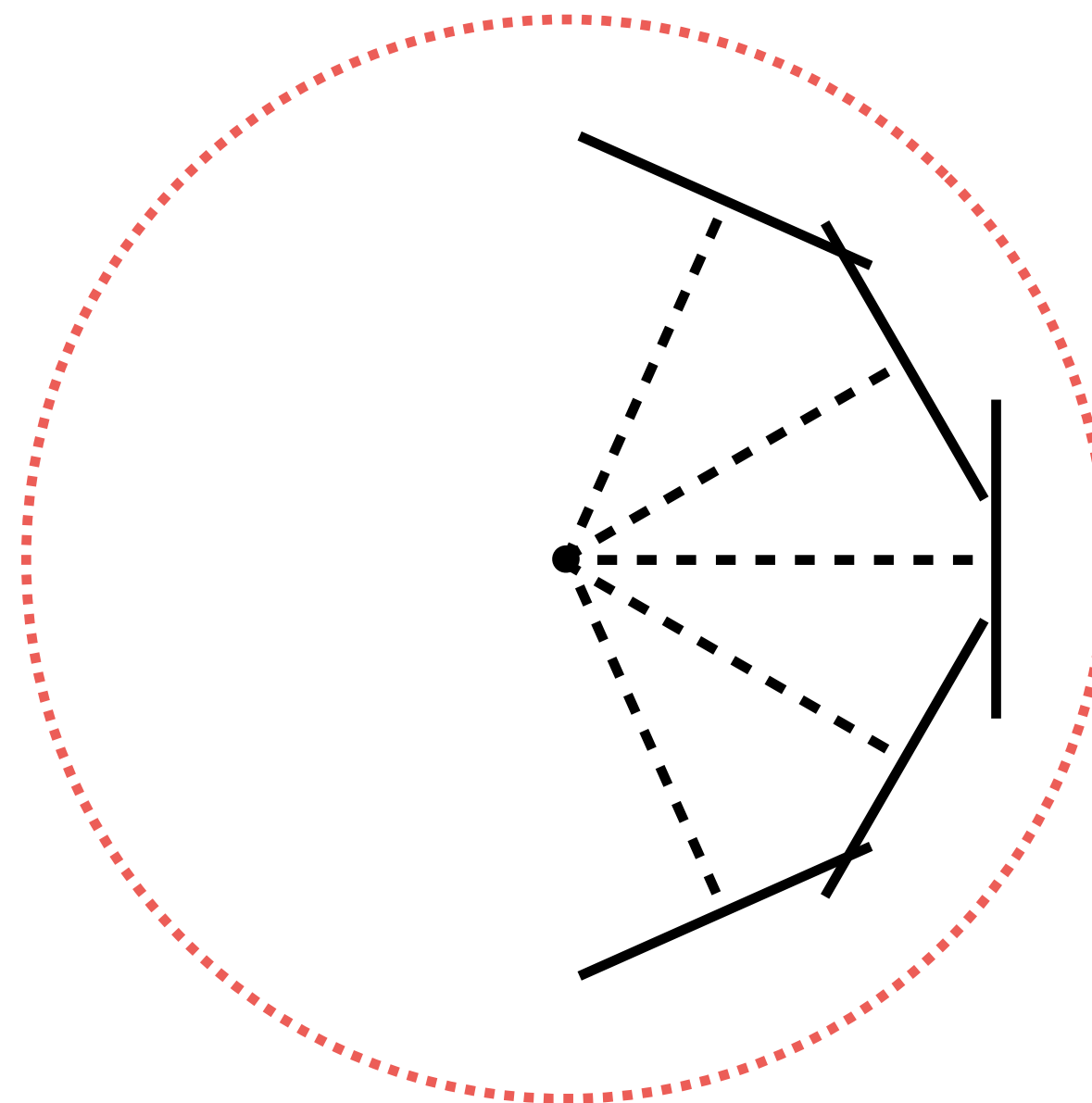


$f = 380$

Comment faire?

- Faisons tout d'abord les hypothèses suivantes :
 - seulement une rotation autour de l'axe vertical
 - ~~on connaît la rotation entre les images~~

Comment calculer la rotation
automatiquement?



Comment faire?



image cylindrique



Comment calculer la rotation
automatiquement?

Rotation = translation!

Comment faire?



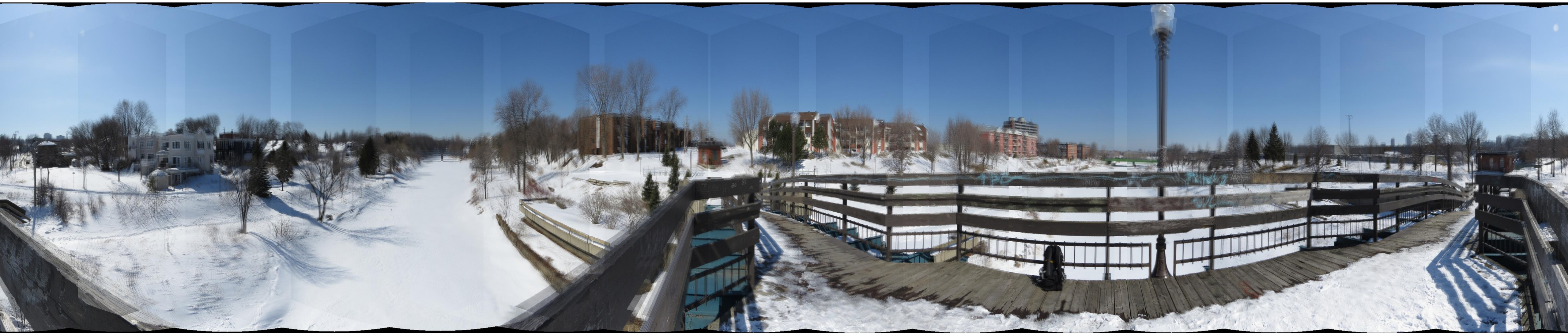
image cylindrique



Comment calculer la rotation
automatiquement?

Rotation = translation!

Résultat



Panoramas, etc.

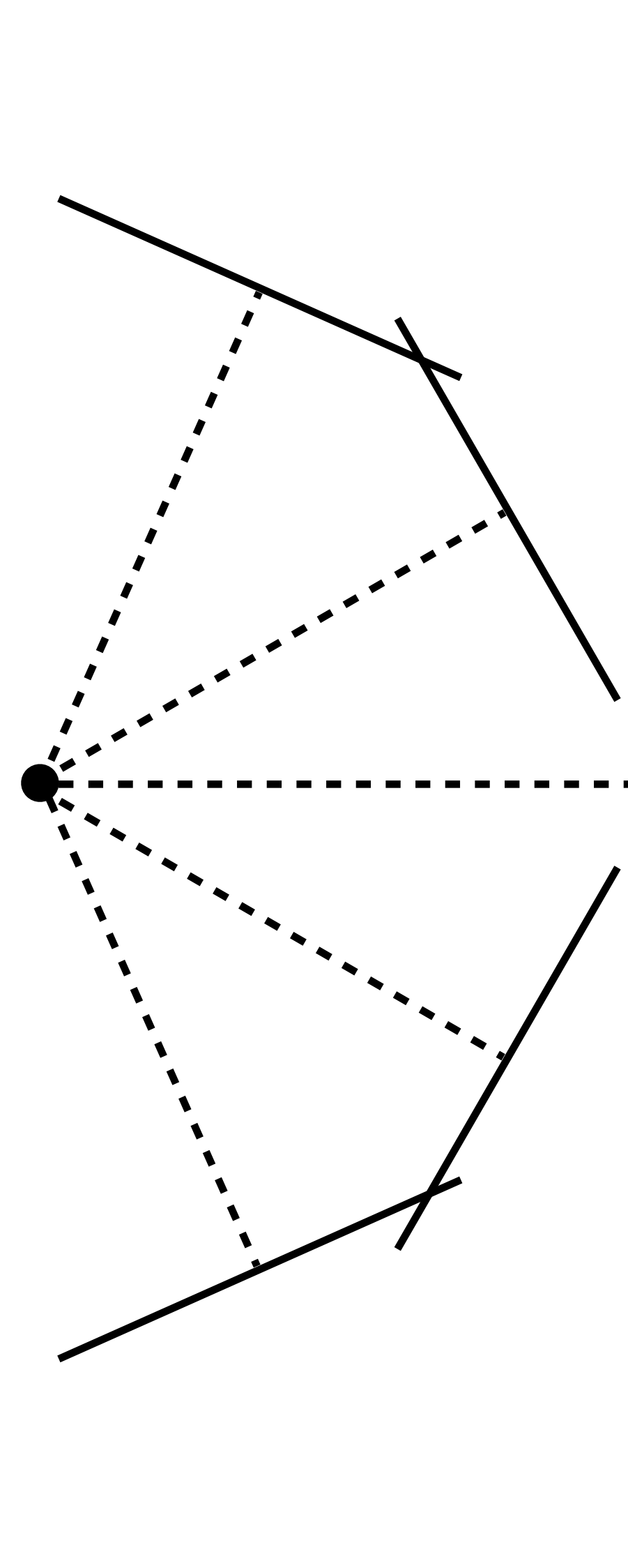
Panoramas sphériques



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Mosaïque : projection sur un plan

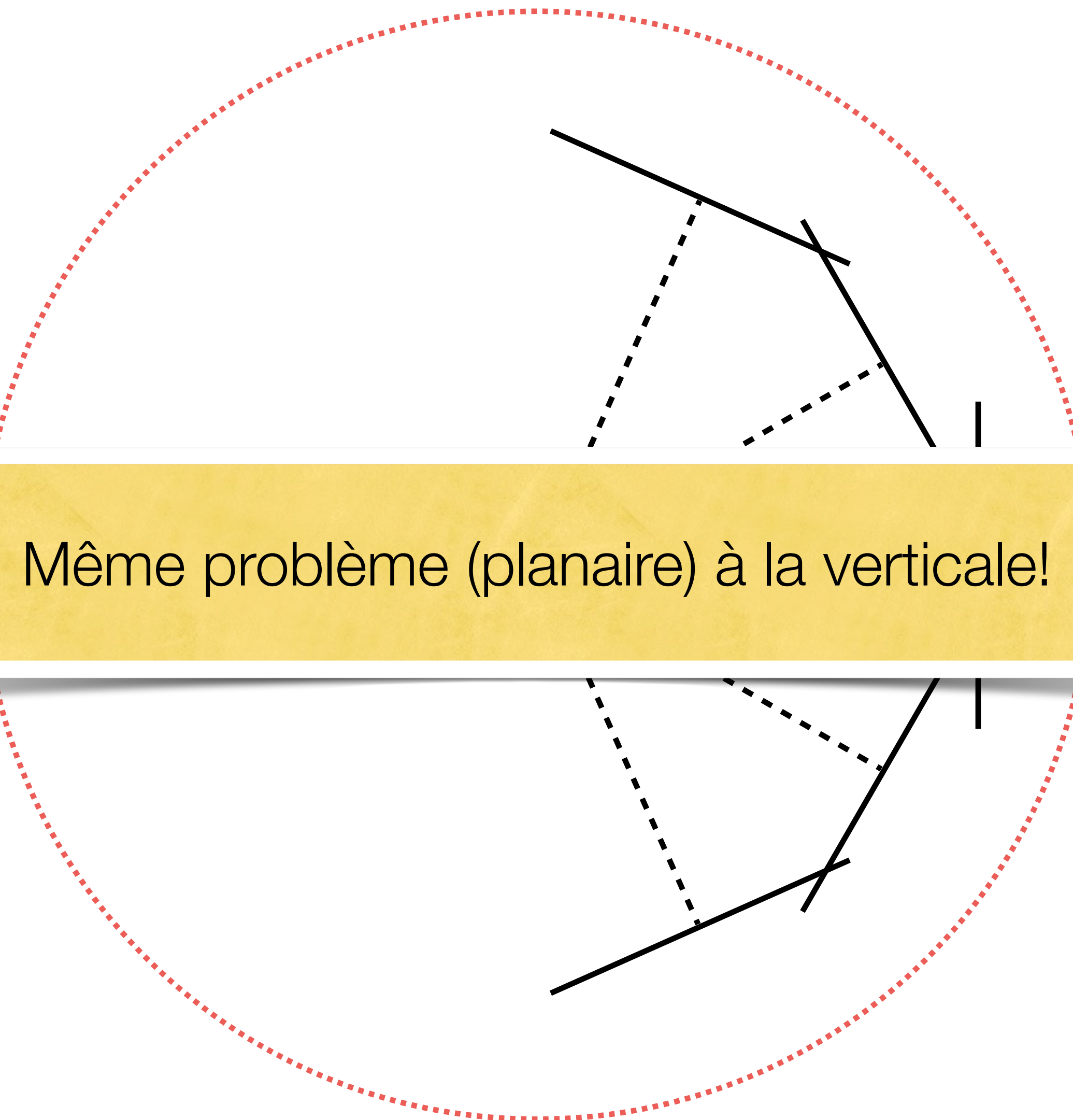
Rappel!



Les dimensions du plan
explosent!

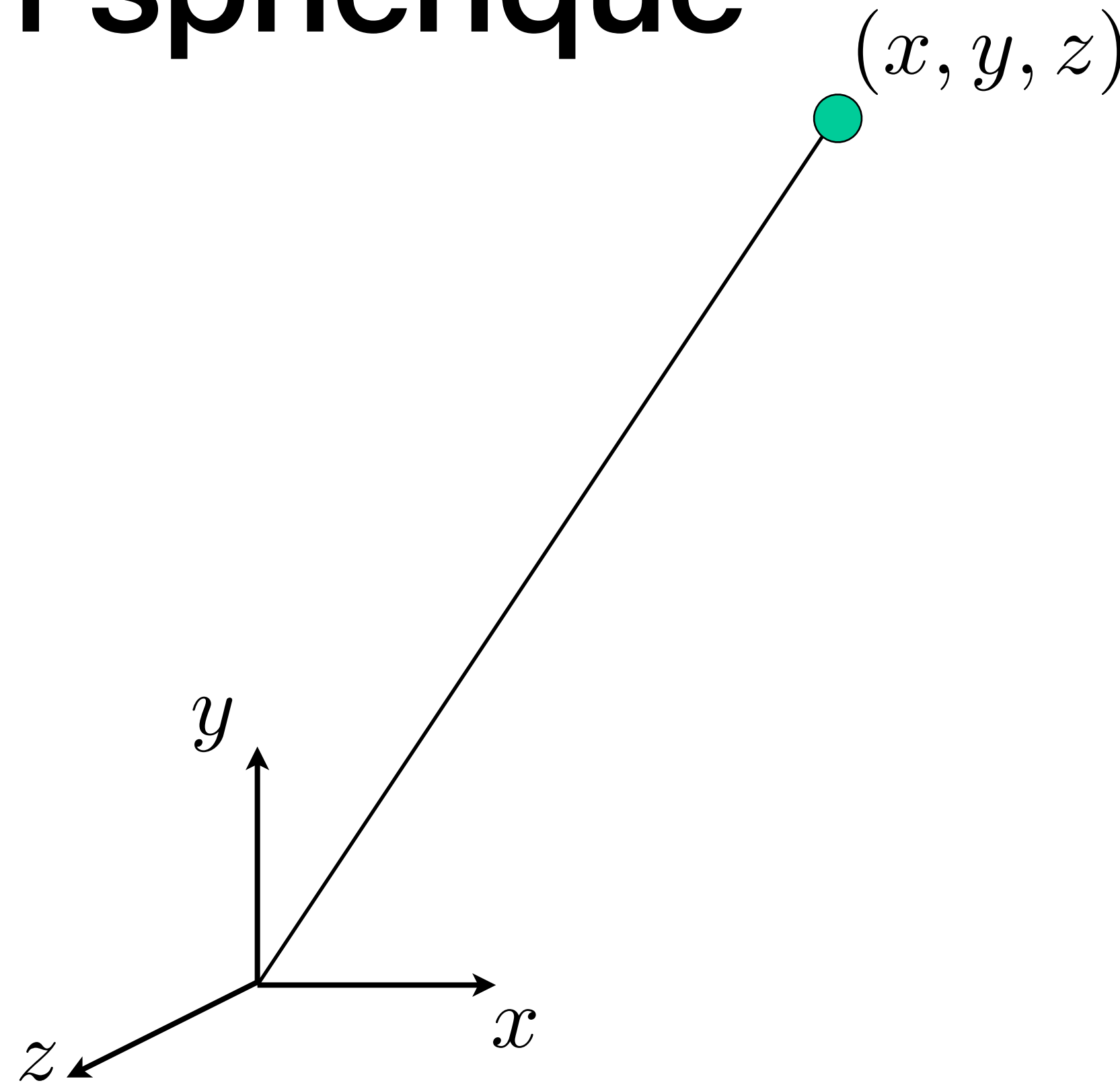
Solution : projection sur un cylindre

Rappel!



Même problème (planaire) à la verticale!

Projection sphérique



De 3D à 2D :

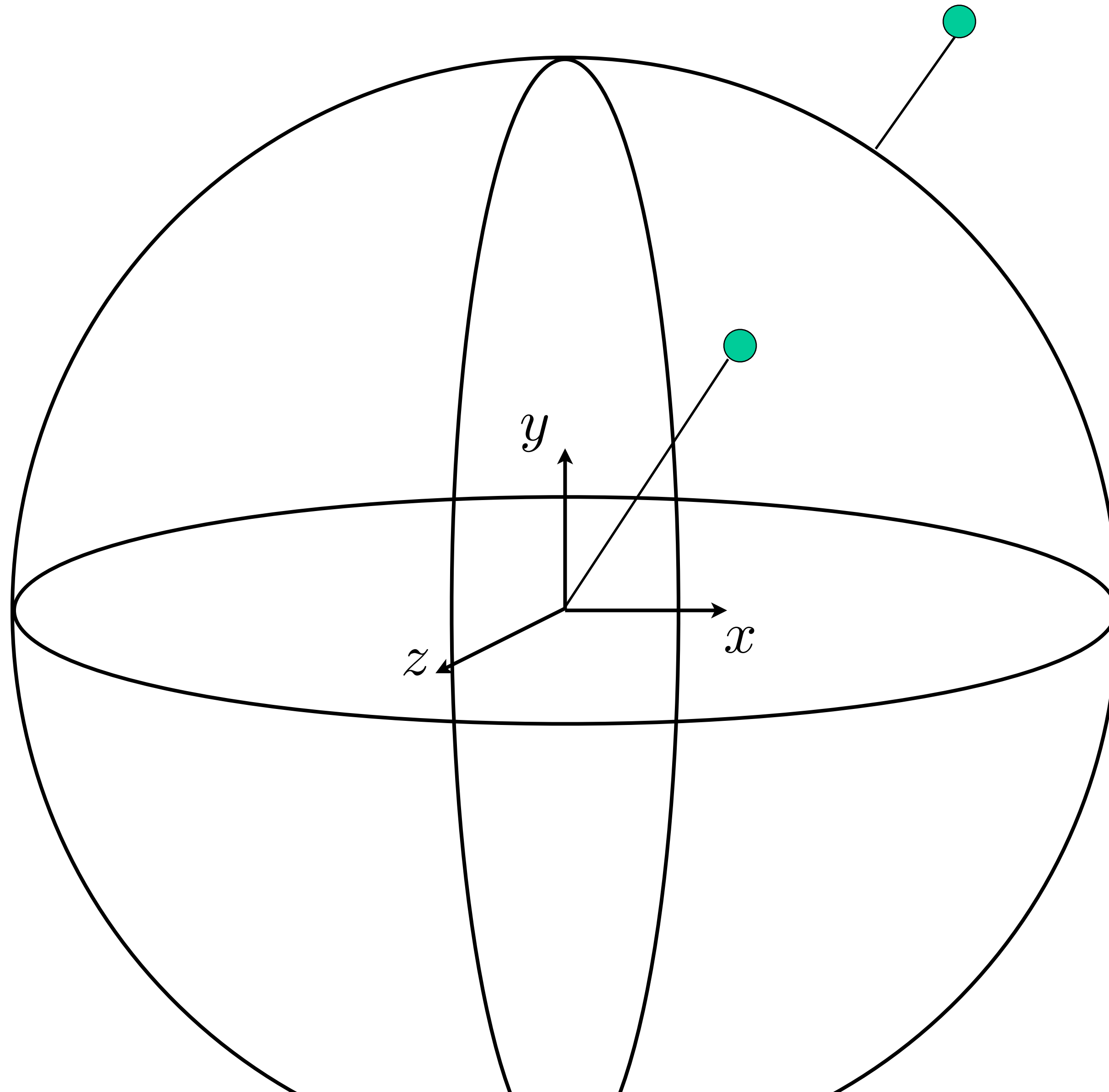
$$\begin{bmatrix} wx' \\ wy' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & u_0 \\ 0 & f & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

De 2D à 3D :

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & u_0 \\ 0 & f & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} \frac{1}{f} & 0 & -\frac{u_0}{f} \\ 0 & \frac{1}{f} & -\frac{v_0}{f} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$(x, y, z) = (u - u_0, v - v_0, f)$$

Projection sphérique



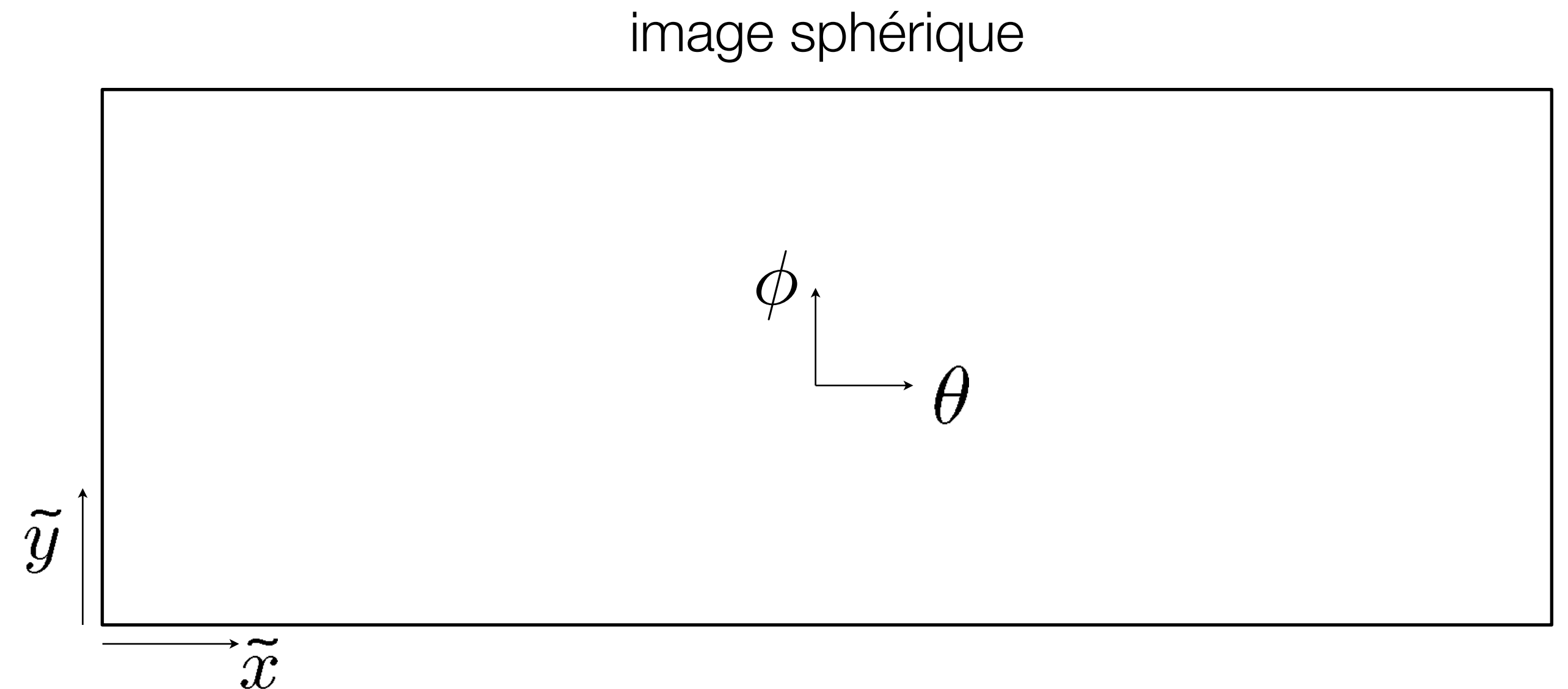
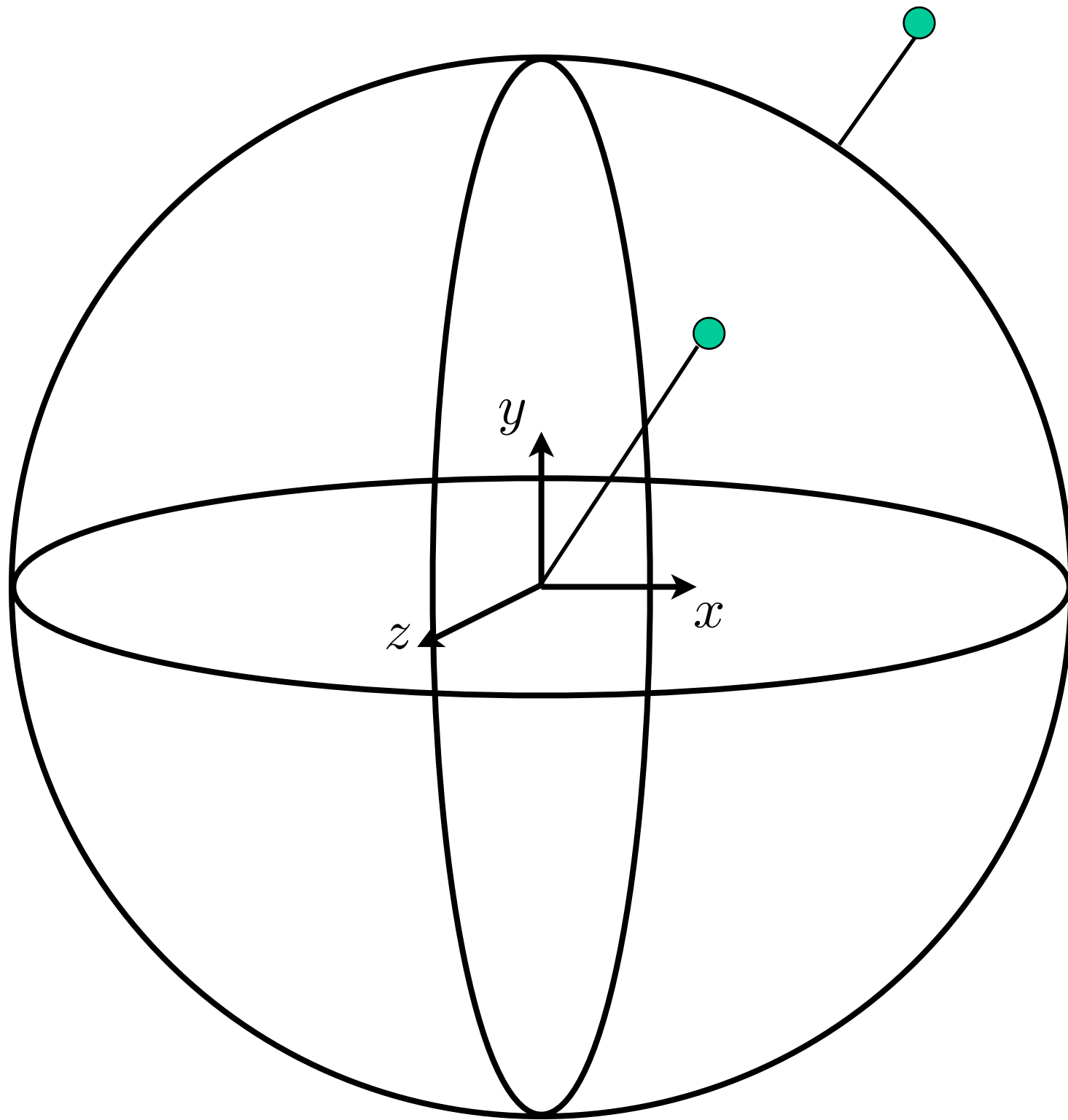
Normaliser le vecteur

$$(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}(x, y, z)$$

Convertir en coordonnées sphériques

$$(\sin \theta \cos \phi, \sin \theta \sin \phi, \cos \theta) = (\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$$

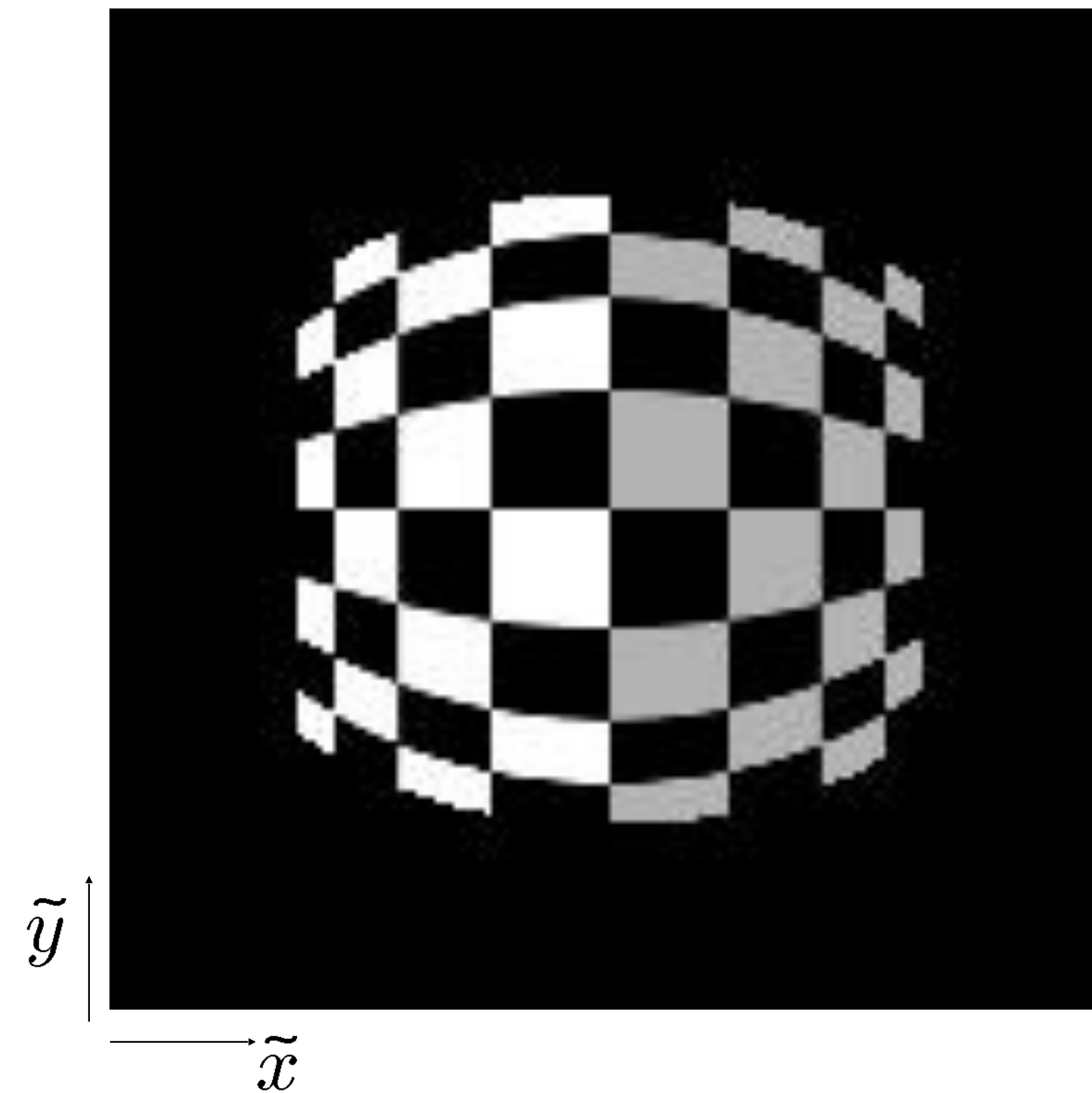
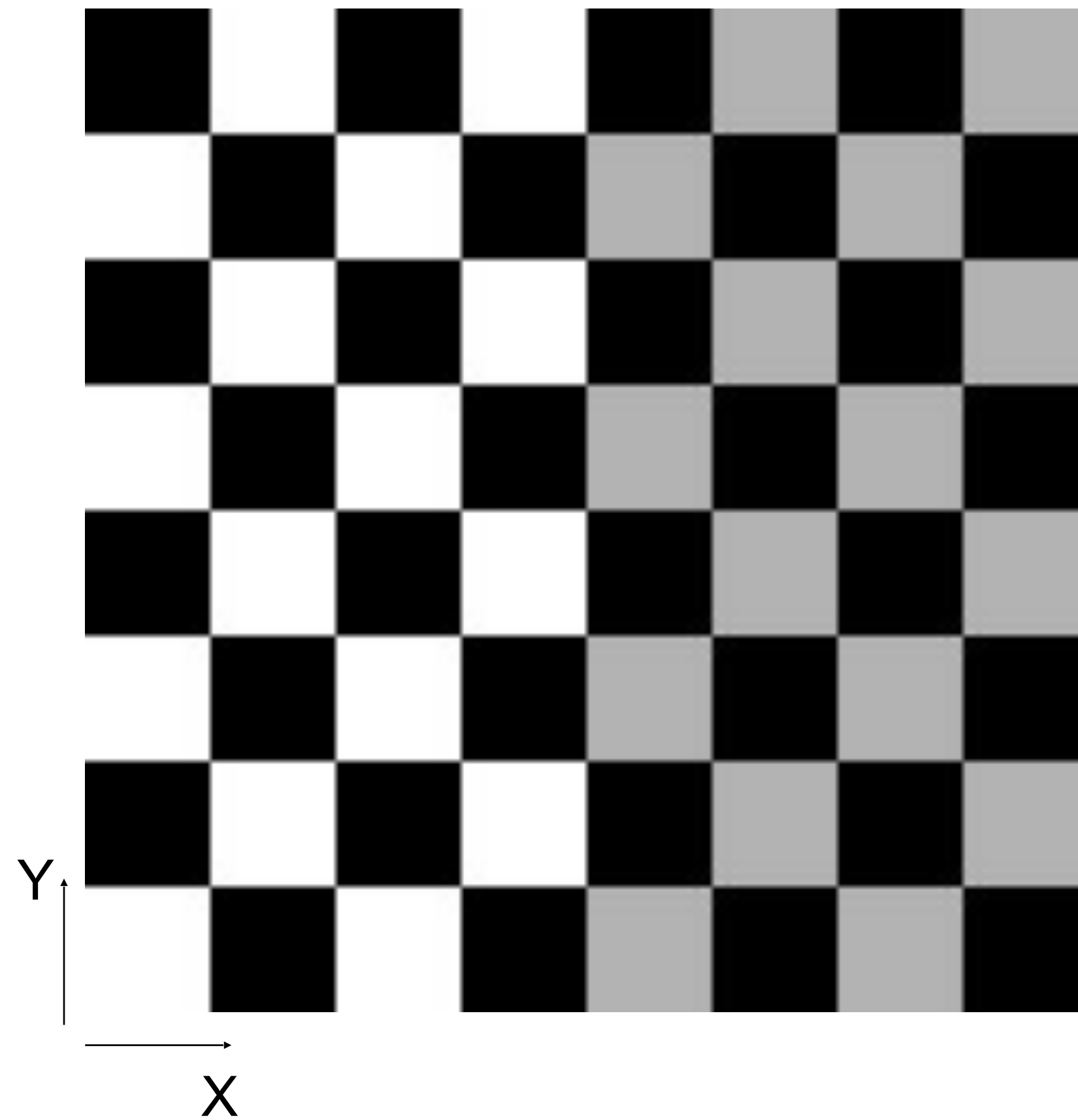
Projection sphérique



Convertir en coordonnées image (sphère)

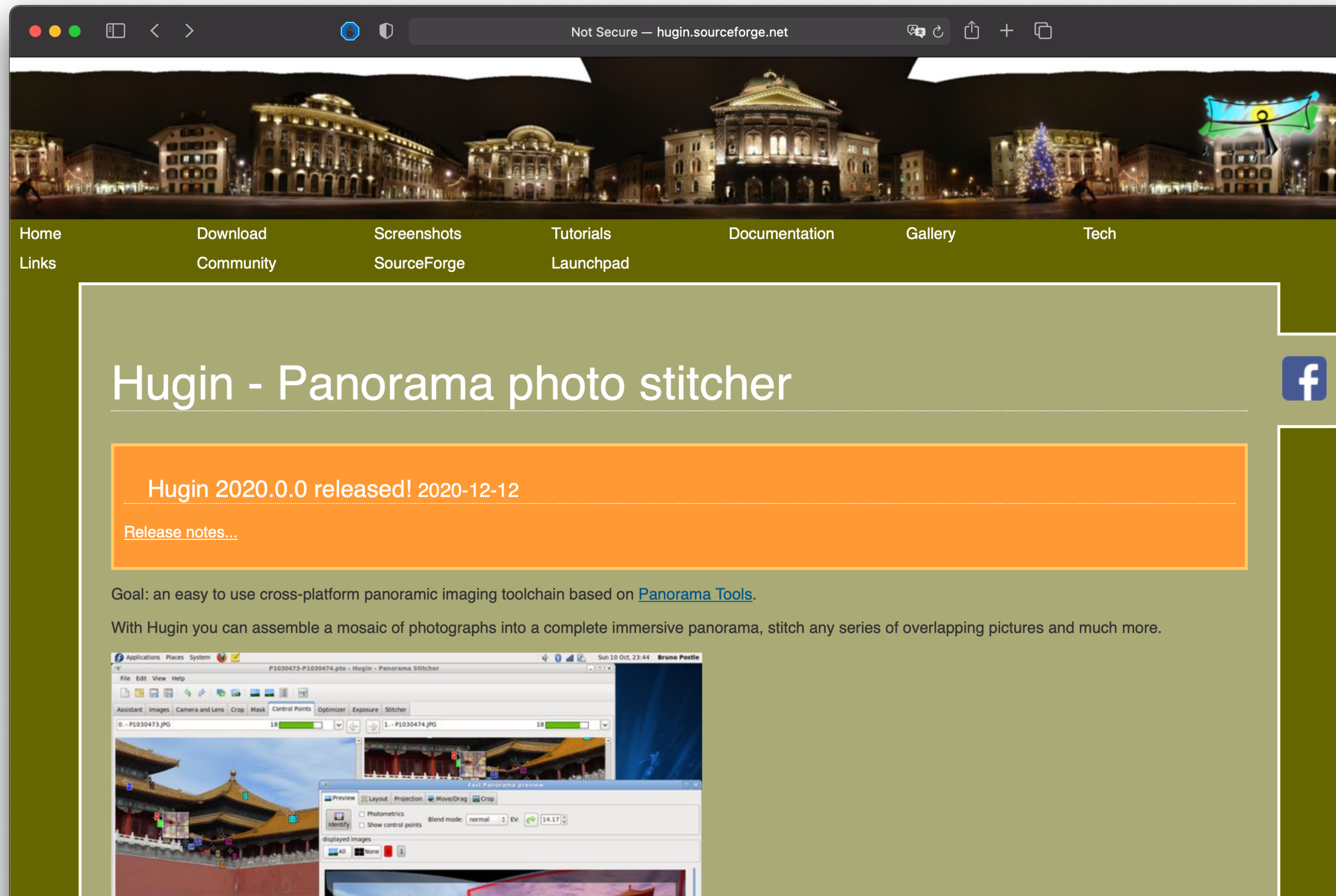
$$(\tilde{u}, \tilde{v}) = (f\theta, f\phi) + (\tilde{u}_0, \tilde{v}_0)$$

Projection sphérique





Hugin : <http://hugin.sourceforge.net>

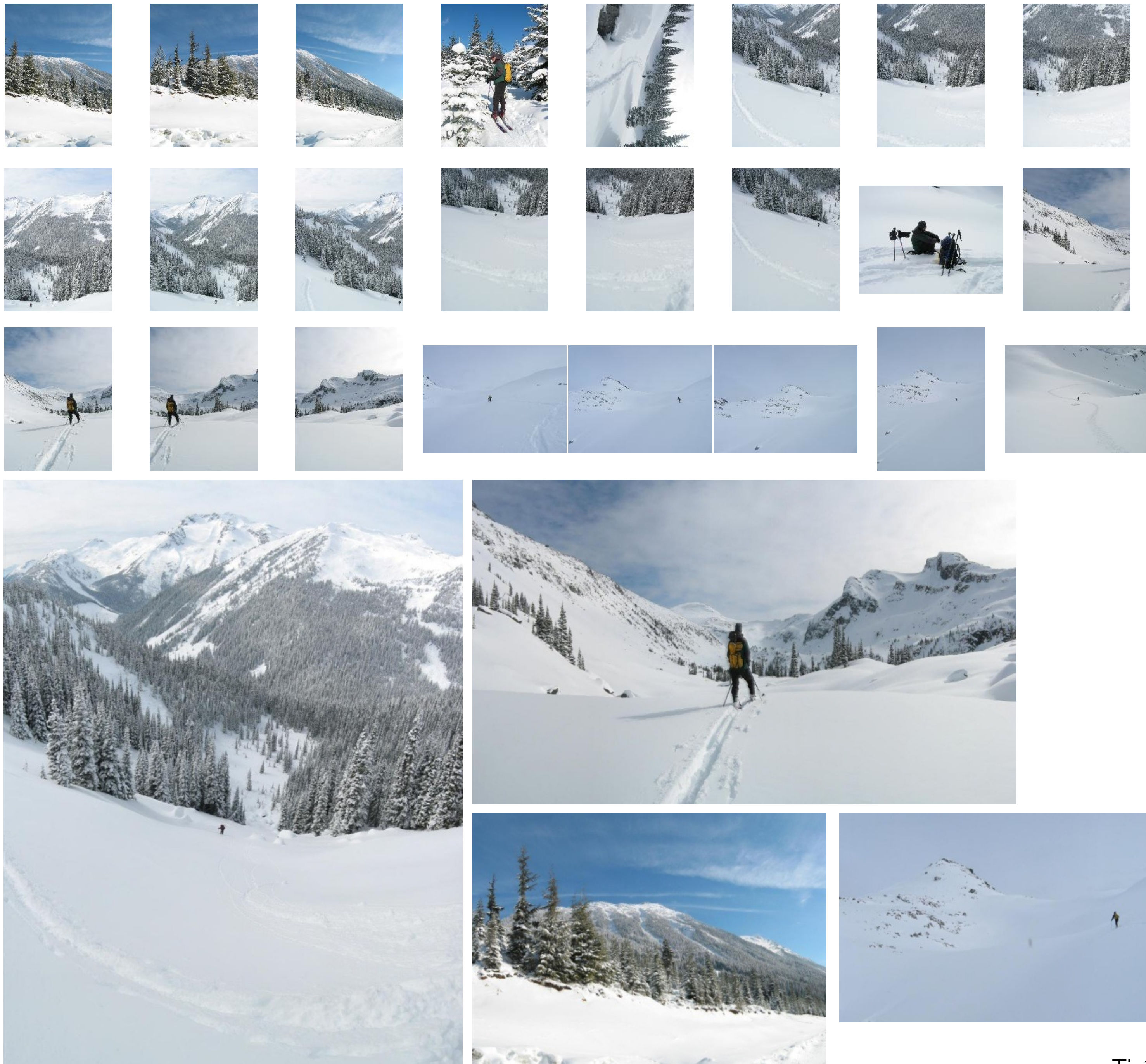


Panoramas, etc.

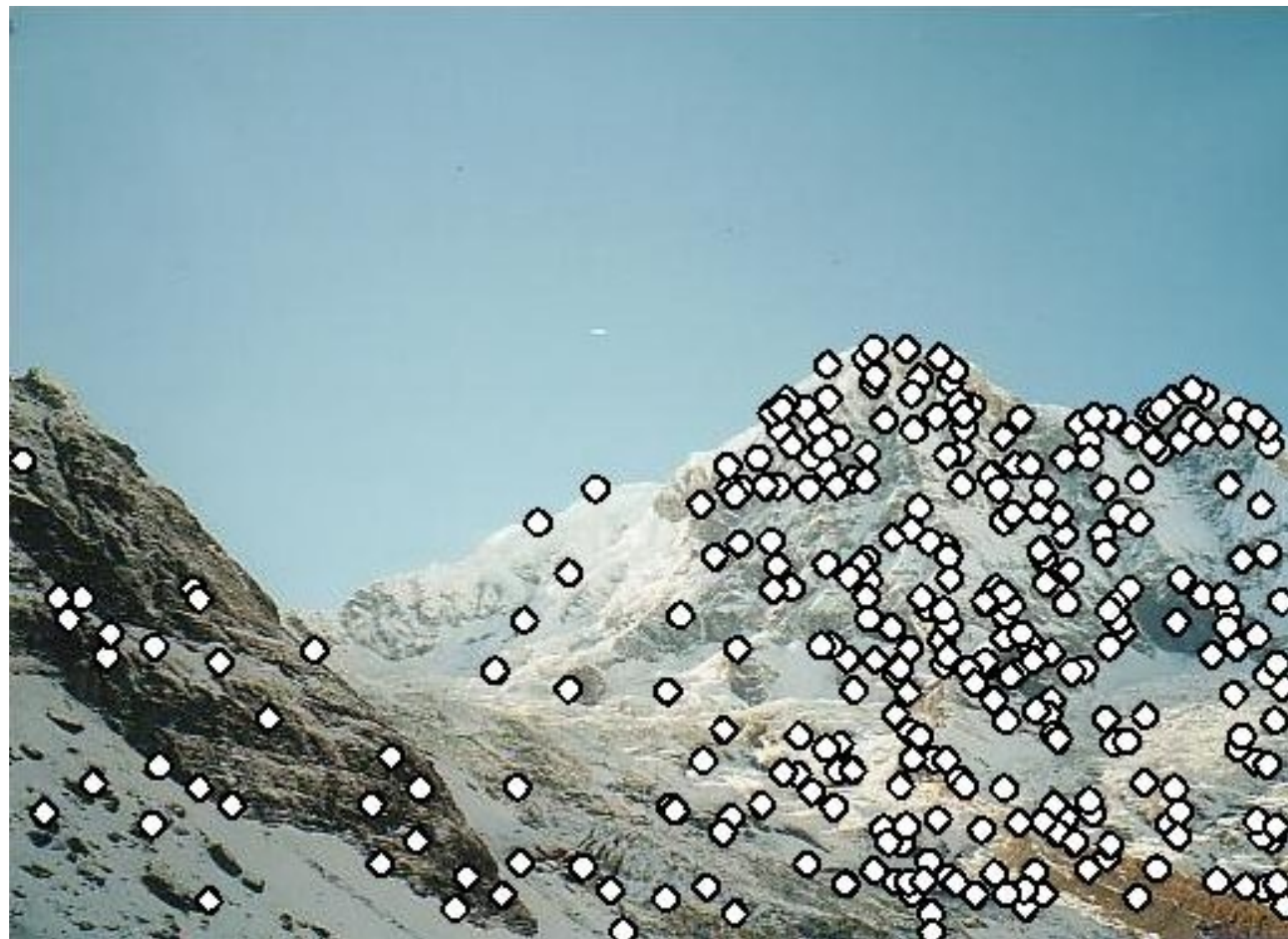
Découverte de panoramas



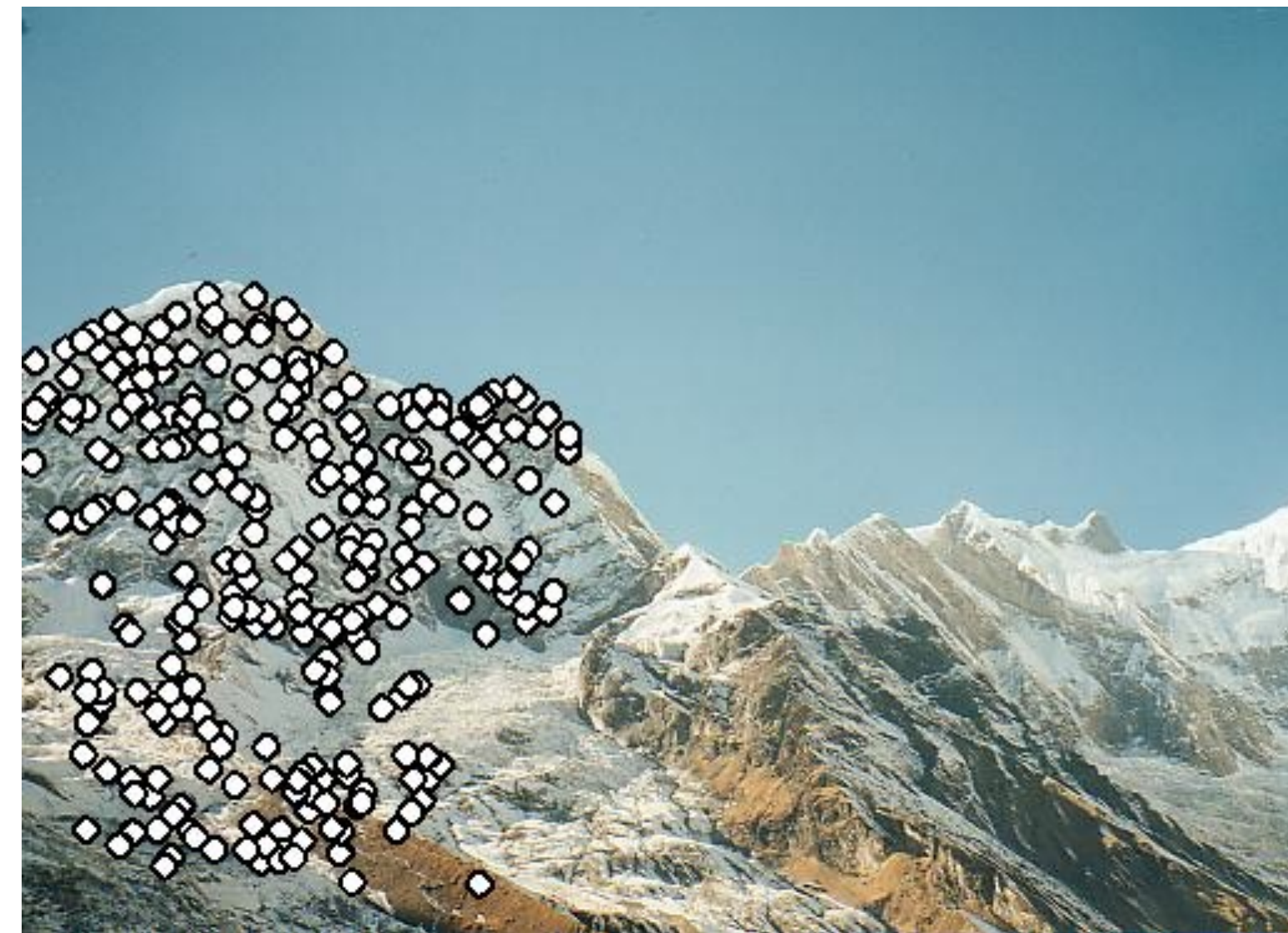
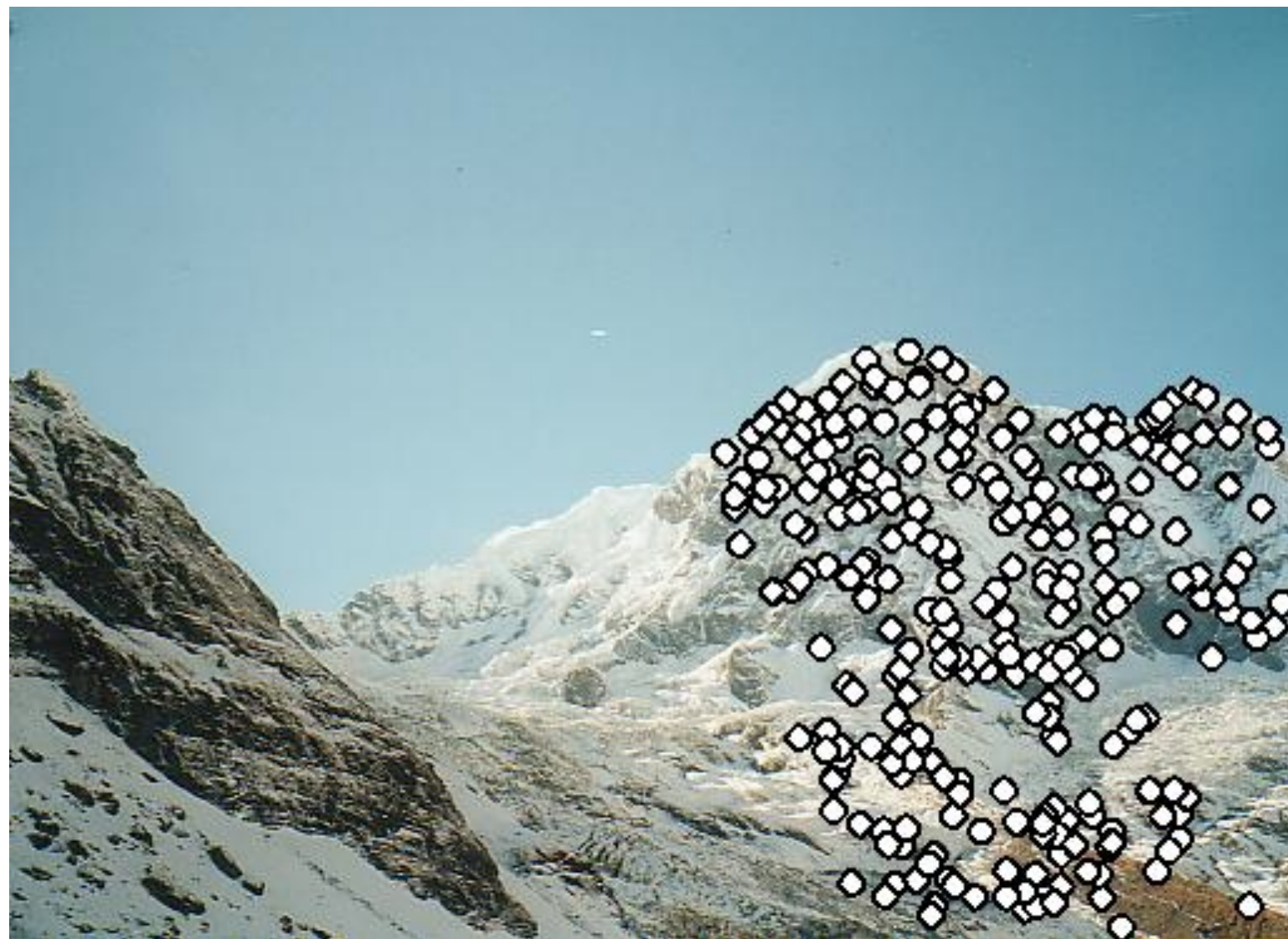
But



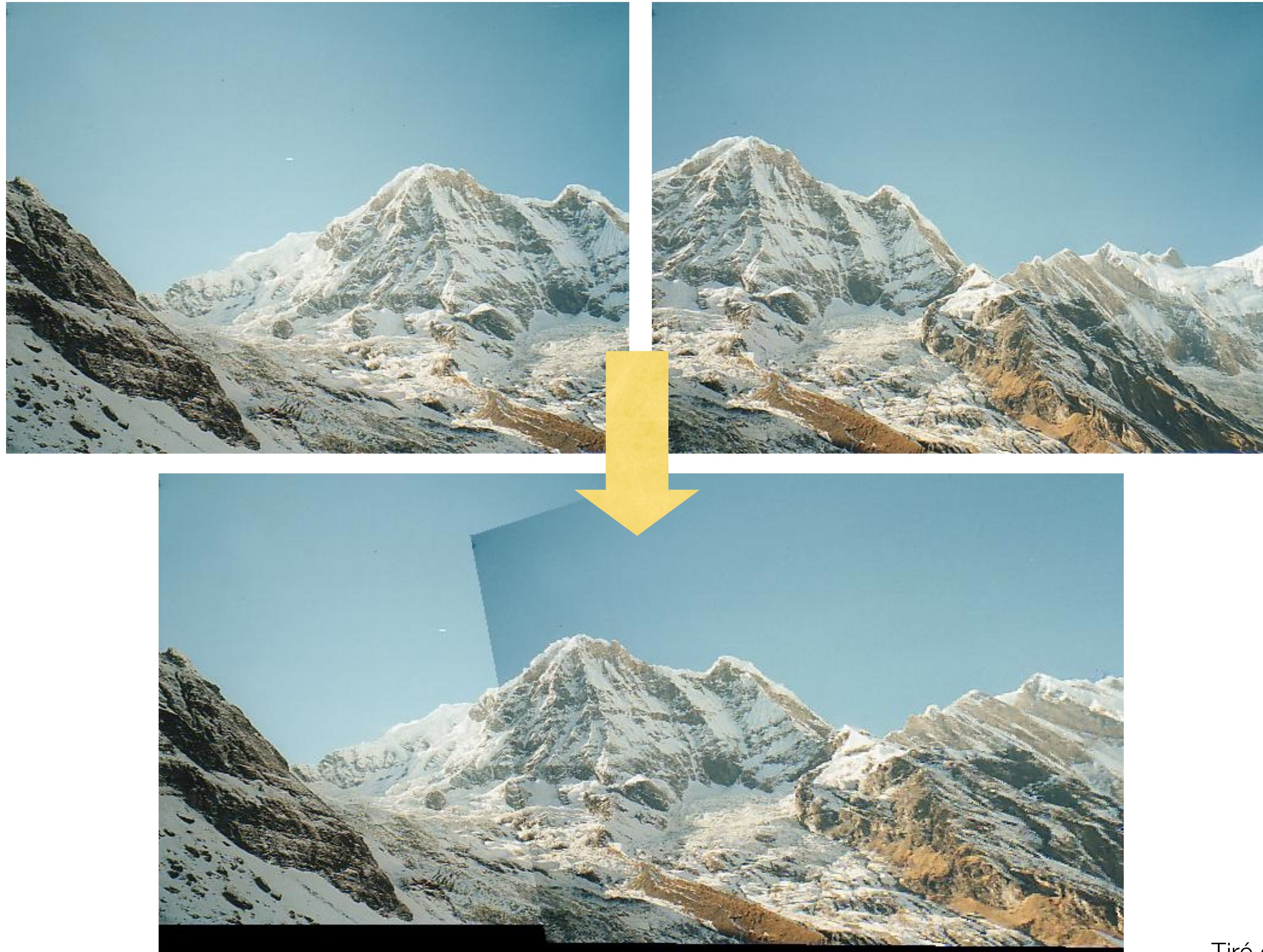
Calculer l'homographie avec RANSAC



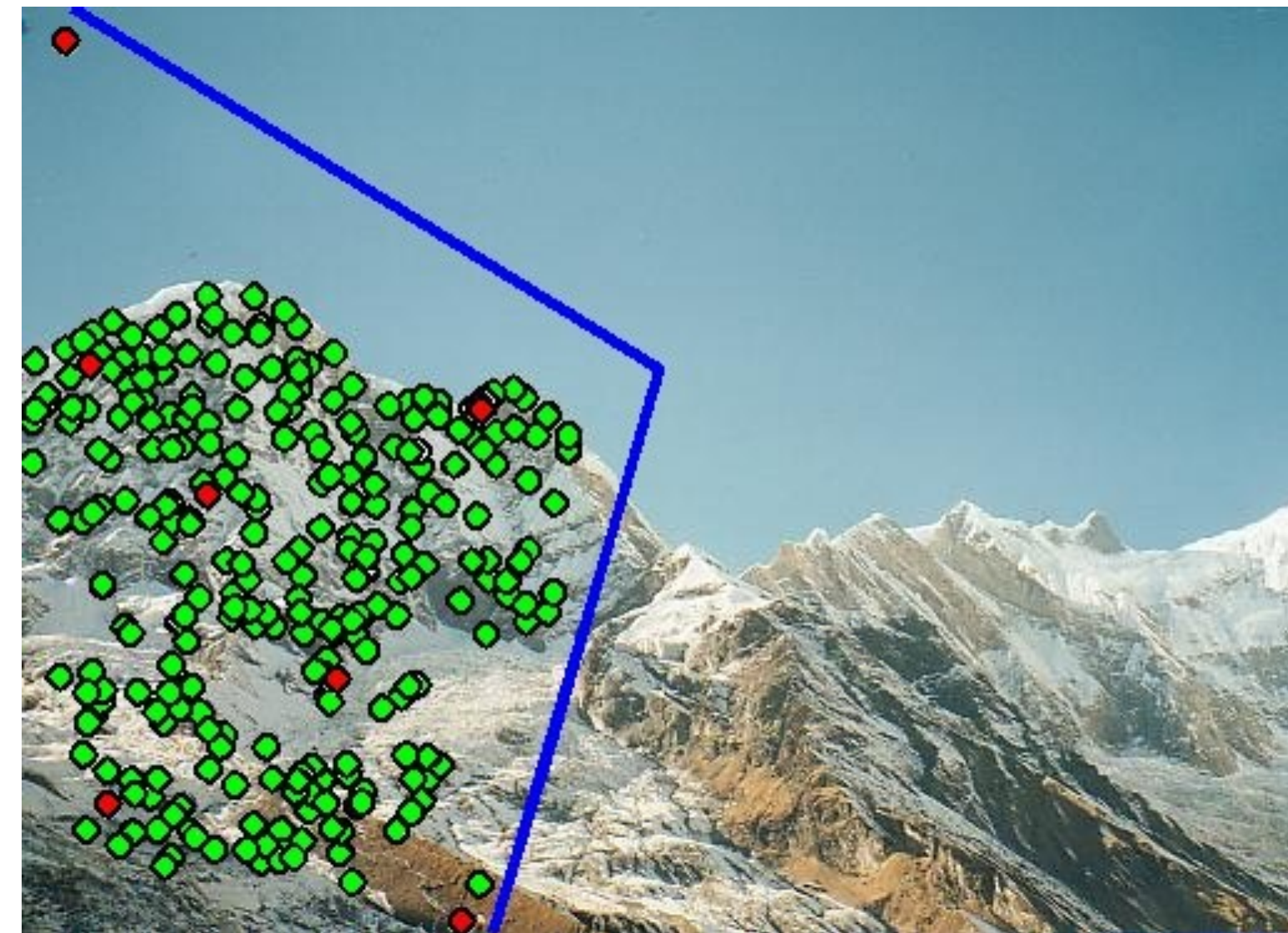
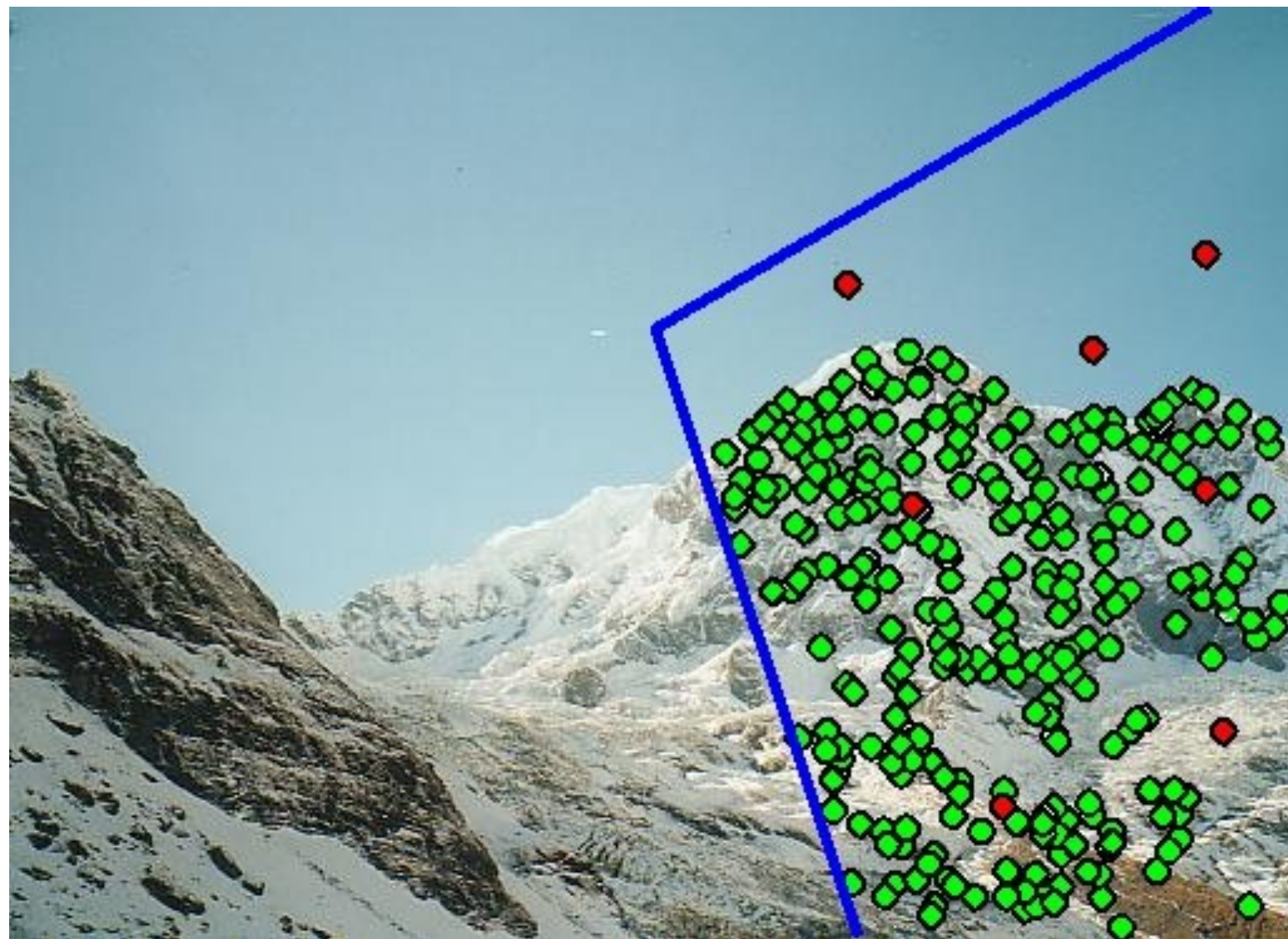
Calculer l'homographie avec RANSAC



Calculer l'homographie avec RANSAC



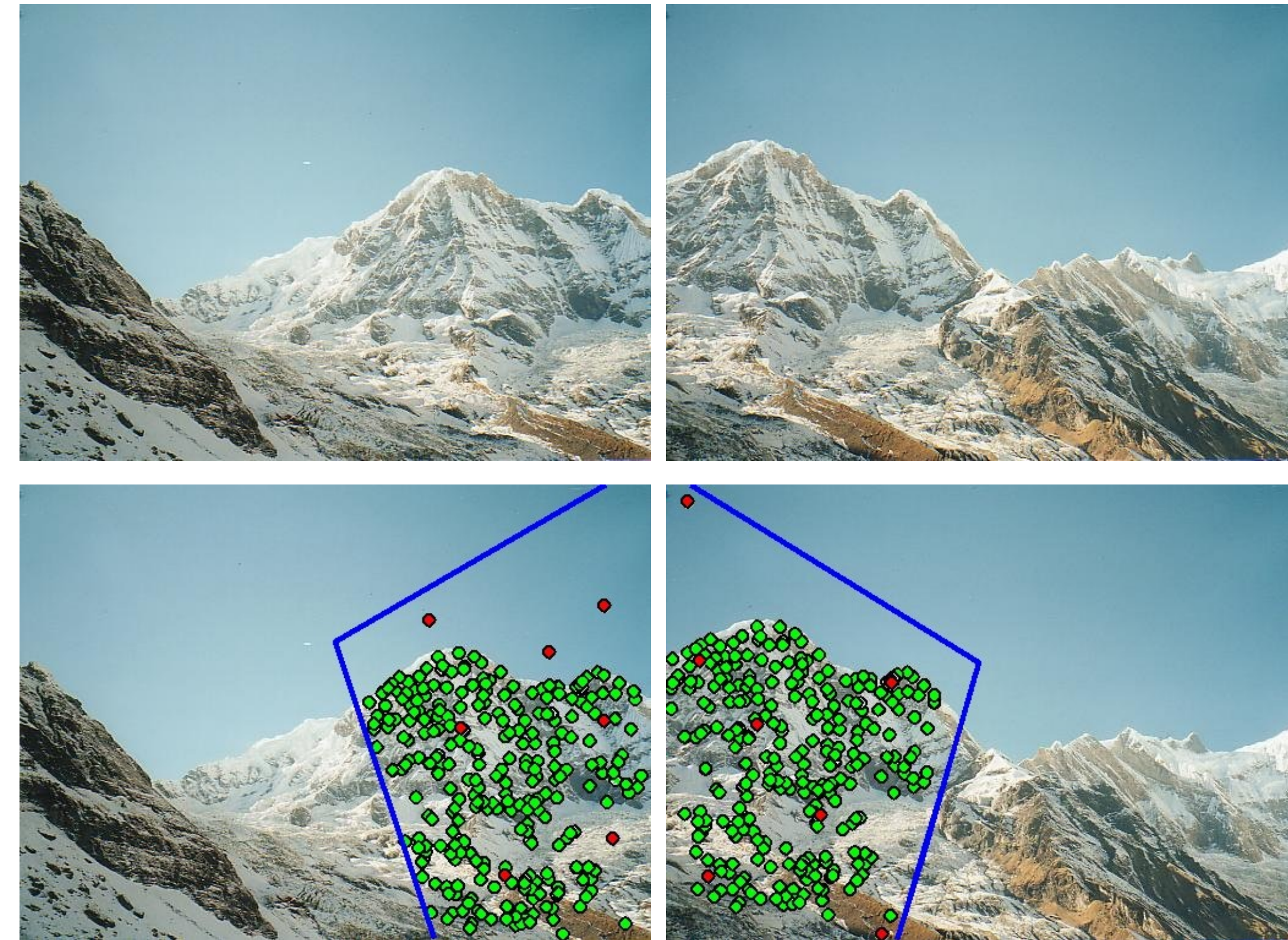
Modèle probabiliste pour vérification



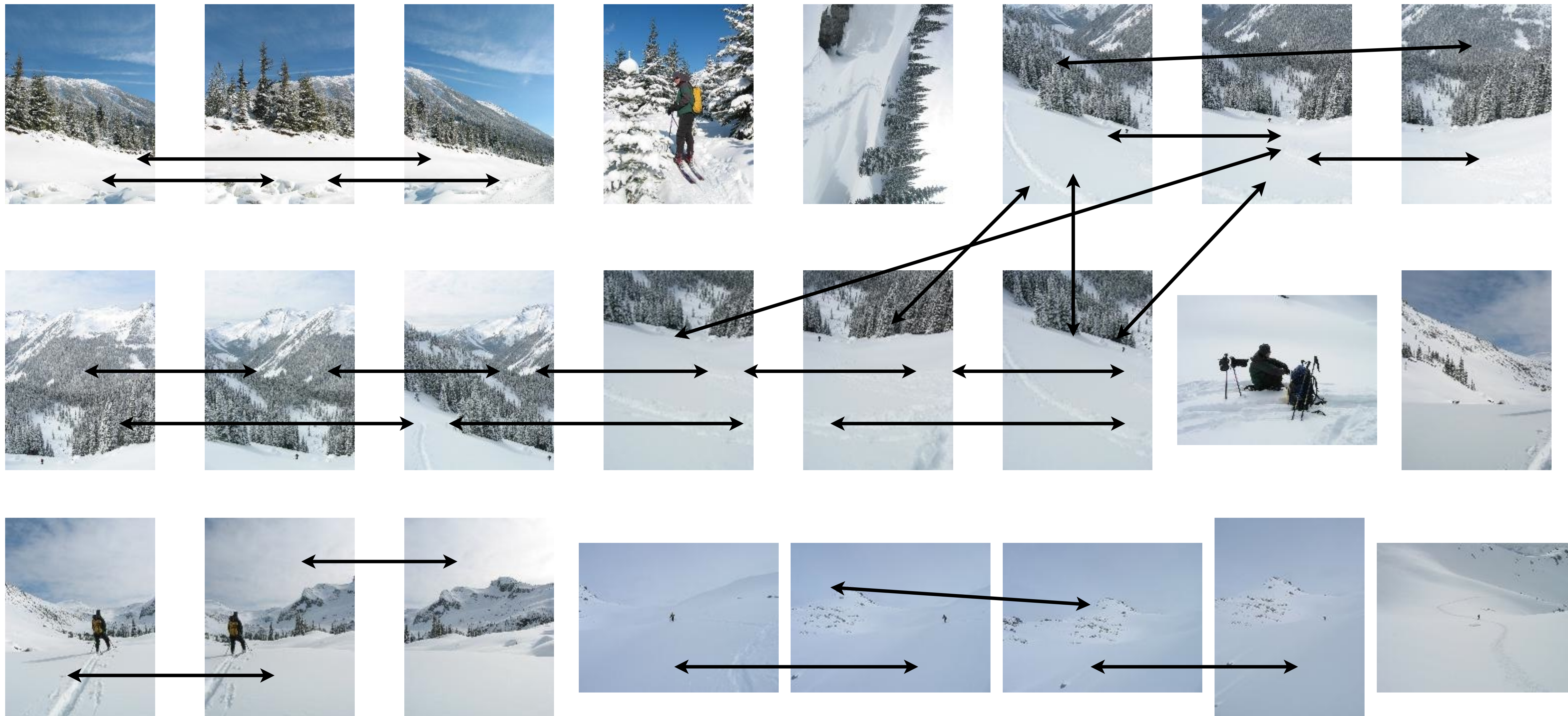
Modèle probabiliste pour vérification

- En faisant l'hypothèse que :
 - la probabilité qu'une correspondance soit bonne étant donné qu'elle ait été appariée soit de 0,7
 - la probabilité qu'une correspondance soit bonne étant donné qu'elle n'ait pas été appariée soit de 0,01
- Alors le nombre de bonnes correspondances n_i devrait être :

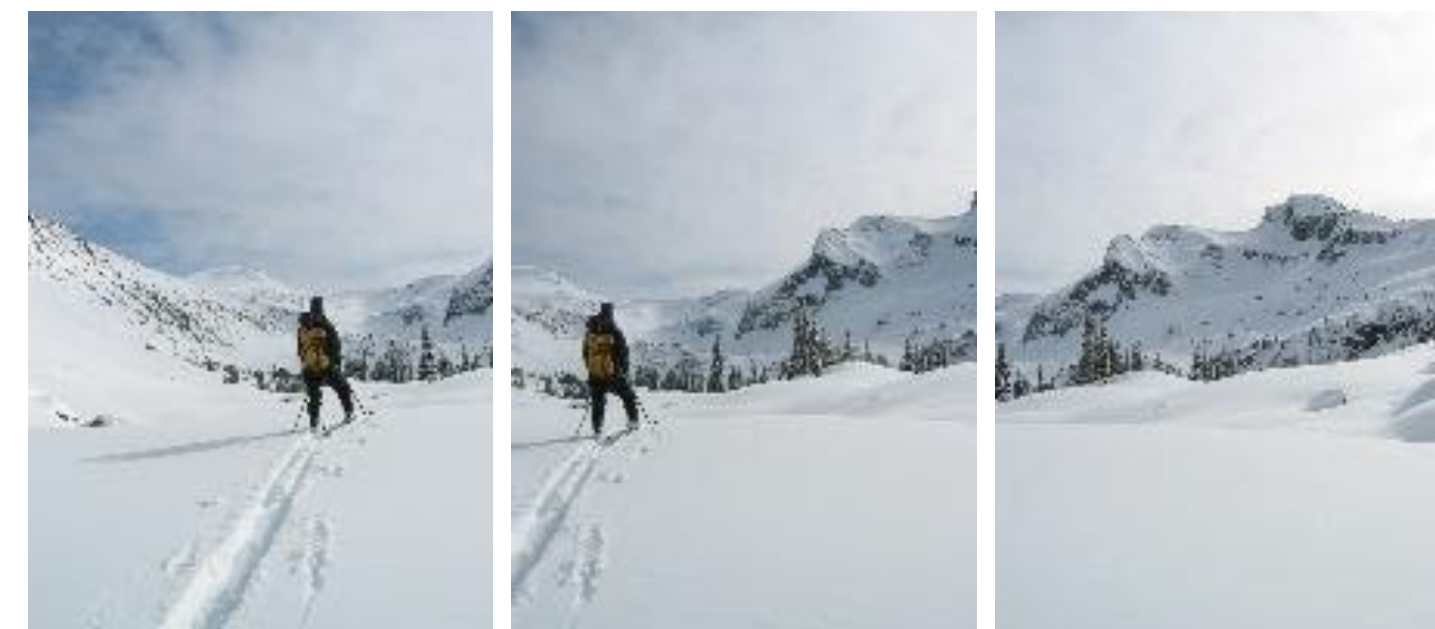
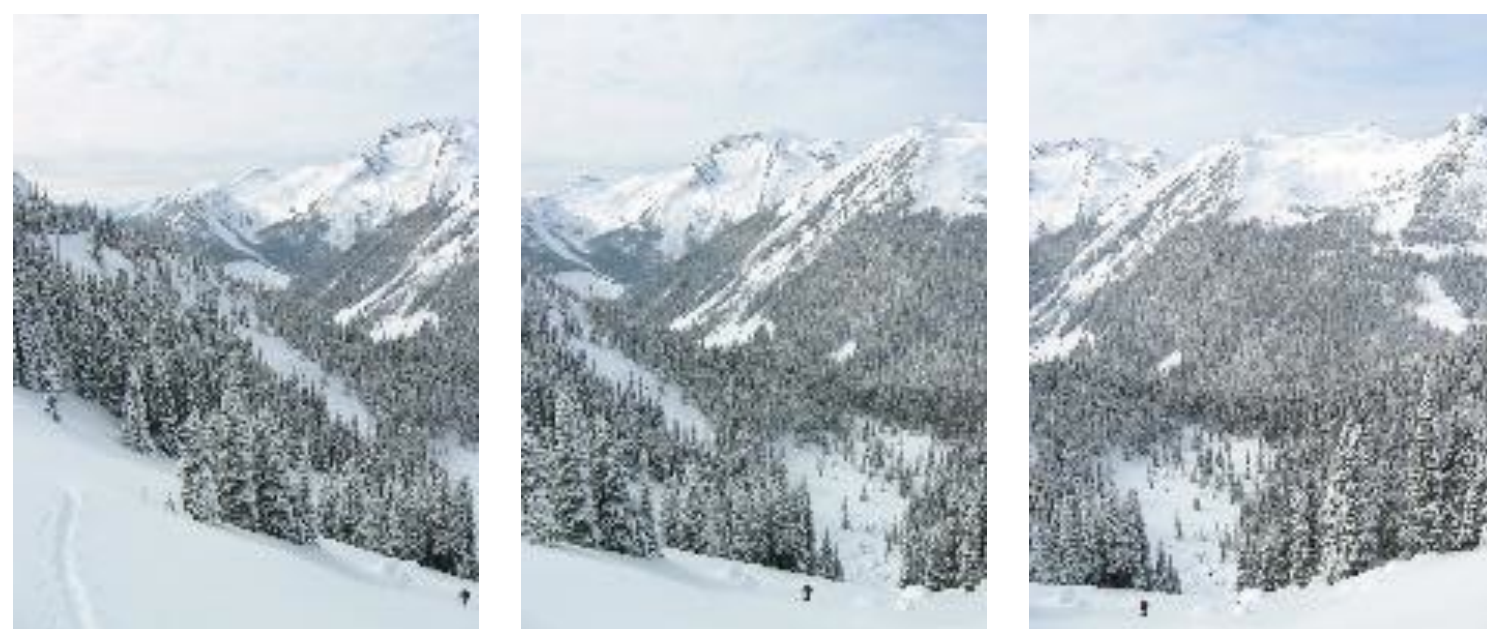
$$n_i > 5.9 + 0.22n_f$$



Trouver les panoramas



Trouver les panoramas



Trouver les panoramas

