

Détecteurs et descripteurs



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Merci à D. Hoiem et A. Efros pour les slides

Comment aligner deux images?

- Déterminer une transformation globale automatiquement

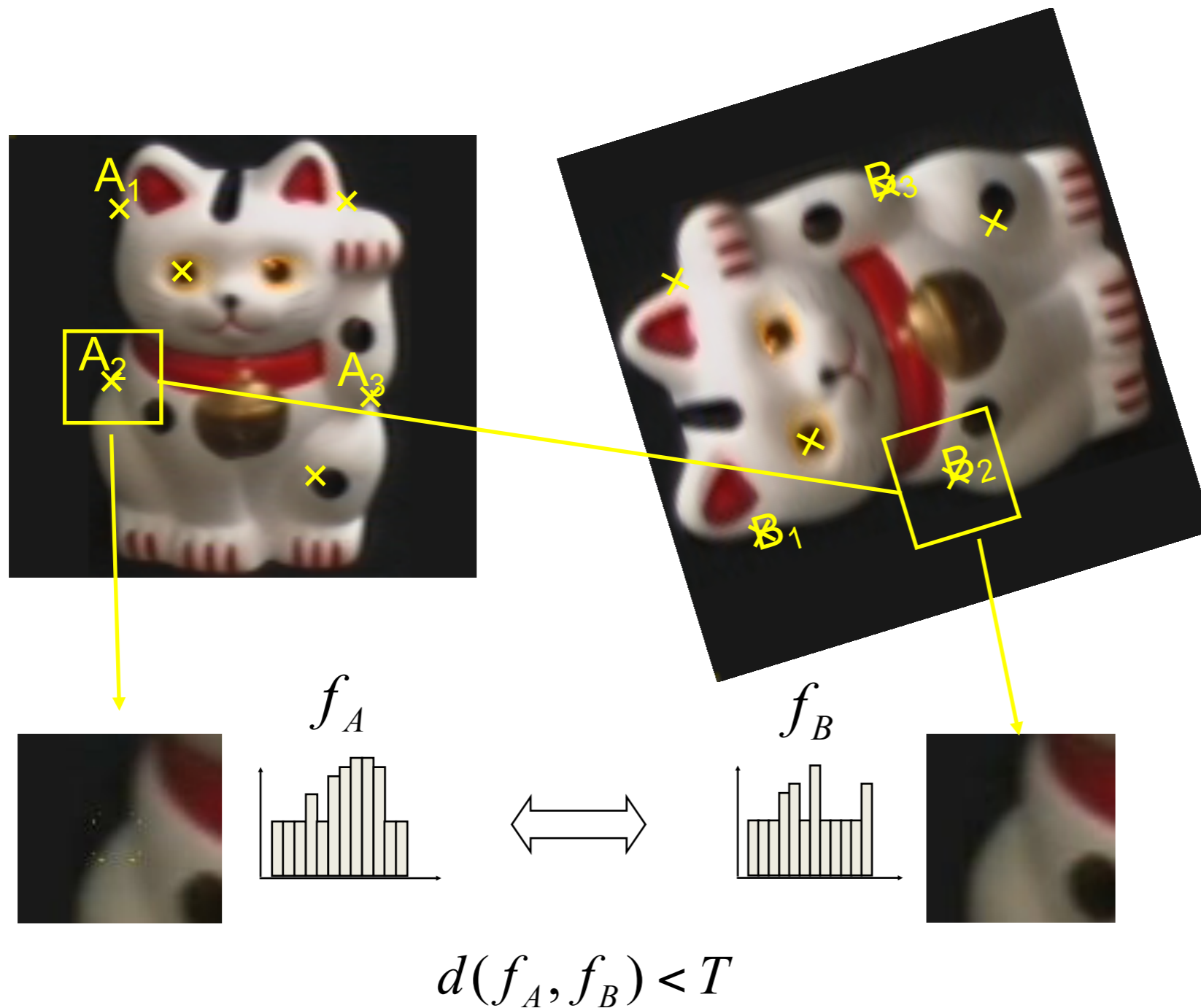


Comment aligner deux images?

- Quoi faire si:
 - Pas seulement translation, mais rotation et facteur d'échelle?
 - Les images se chevauchent partiellement?



Aujourd'hui: détecteurs et descripteurs



1. Trouver une série de points distinctifs
2. Définir une région autour de chaque point
3. Extraire et normaliser la région
4. Calculer un descripteur de la région
5. Apparier les descripteurs (de façon robuste)

Question

- Pourquoi ne pas subdiviser l'image en blocs et apparier les blocs directement?



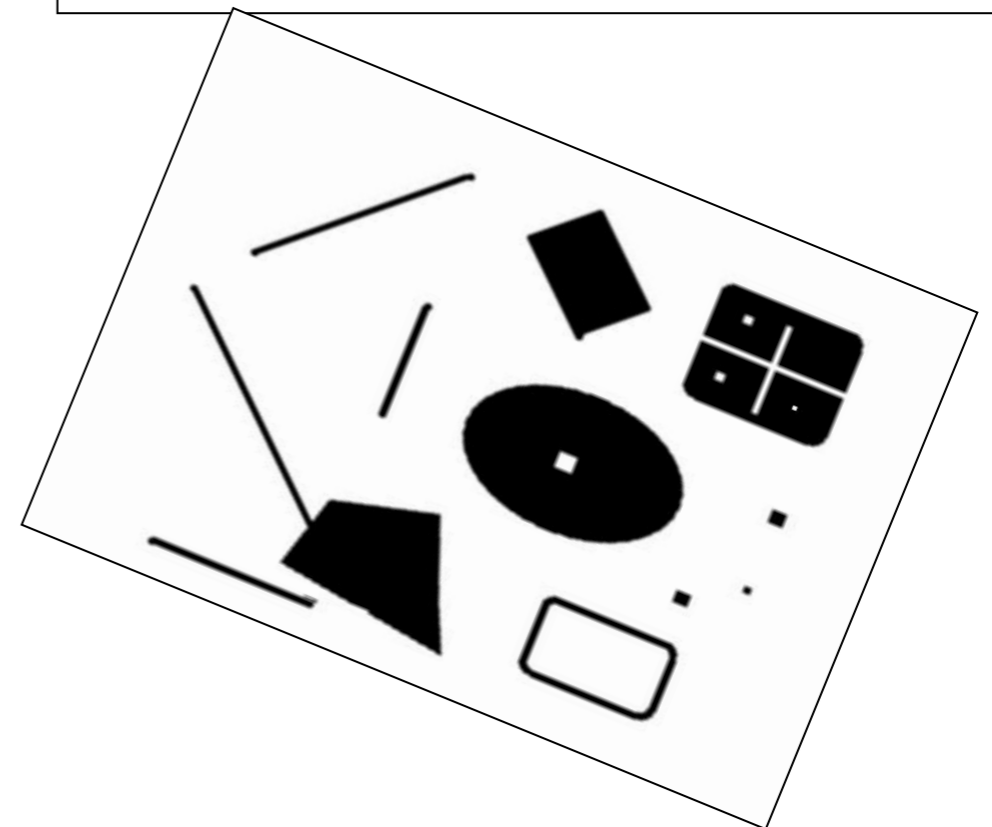
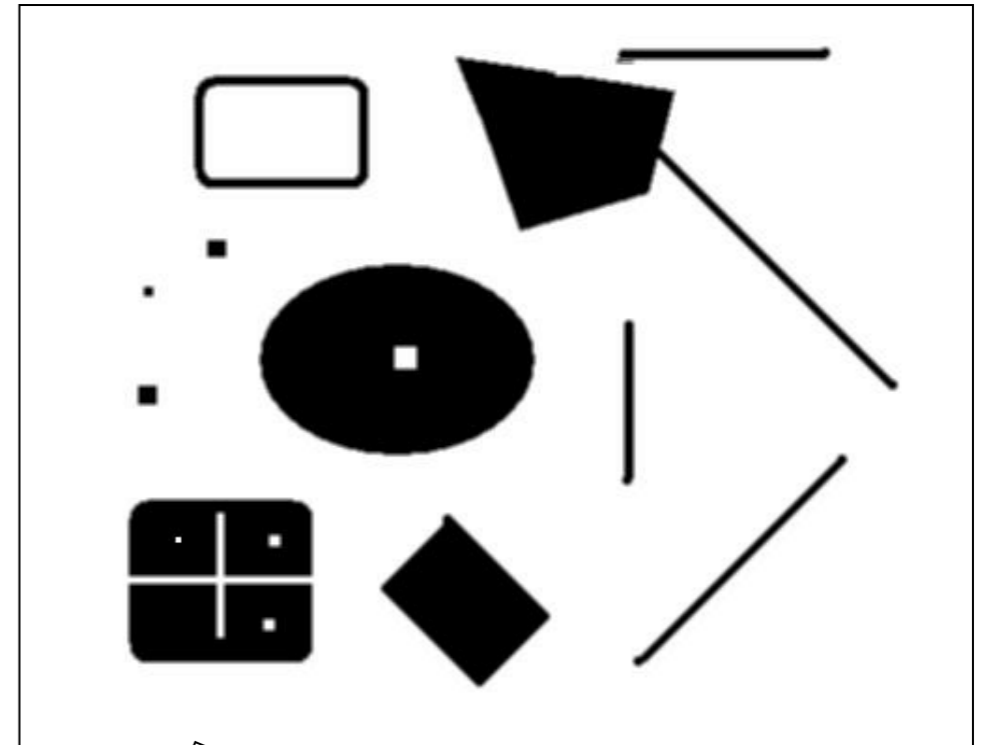
Points d'intérêt: but



Détecter des points qui sont
représentatifs
distincts

Localisation des points

- Voici une image.
- Toute à l'heure, je vous montrerai une version déformée de l'image.
- Identifiez des points sur l'image qui seront faciles à identifier lorsque l'image sera déformée.



Choisir des points d'intérêt

Vous devez rencontrer un ami.
Où lui donnez-vous rendez-vous?



Choisir des points d'intérêt

Vous devez rencontrer un ami.
Où lui donnez-vous rendez-vous?



Choisir des points d'intérêt

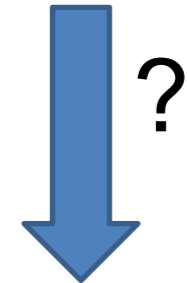
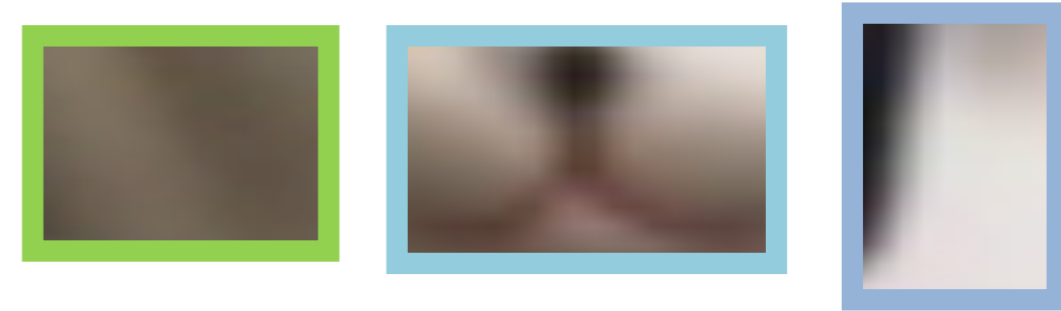
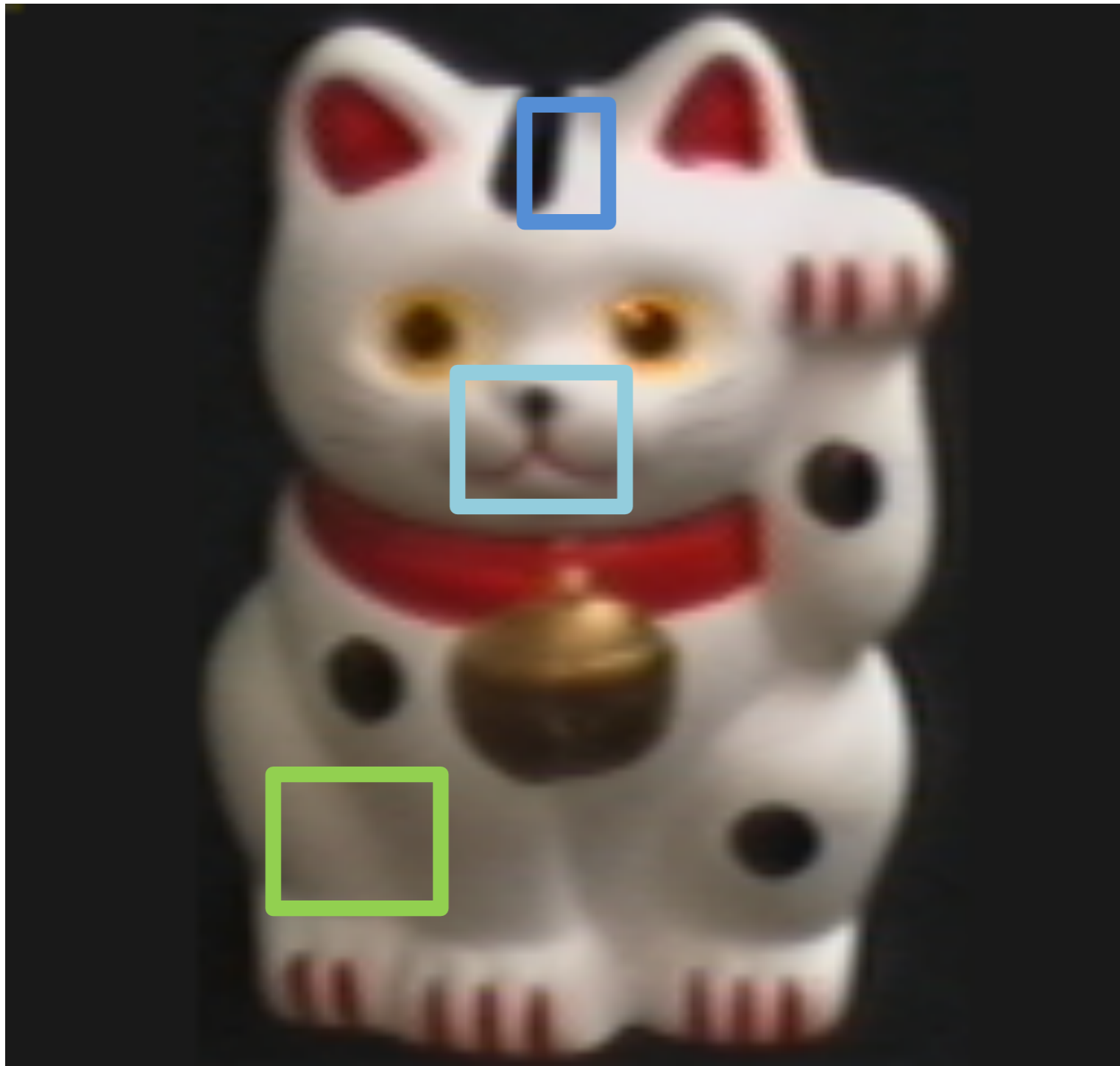
Coins



Sommets

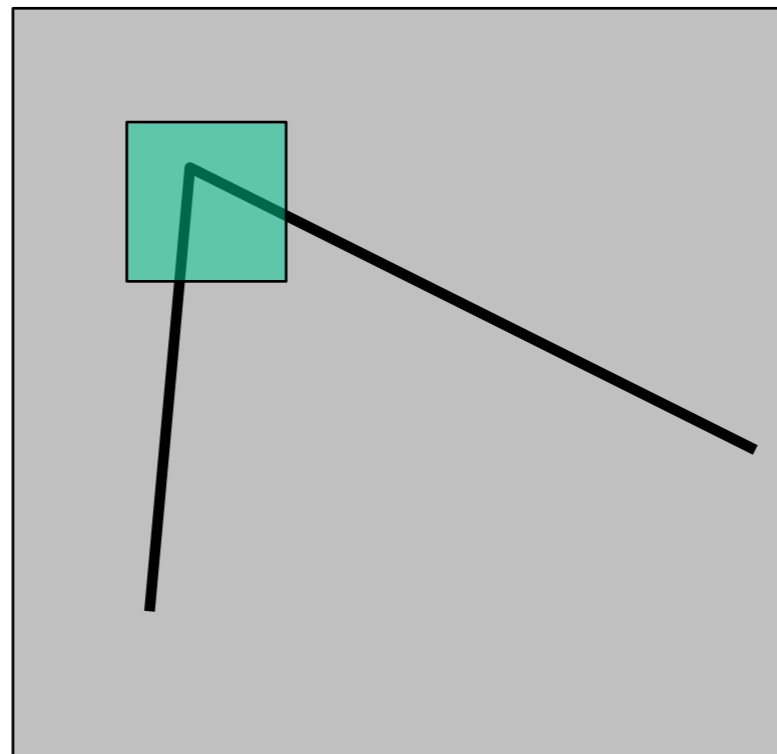


Quelles fenêtres sont faciles à apparier?

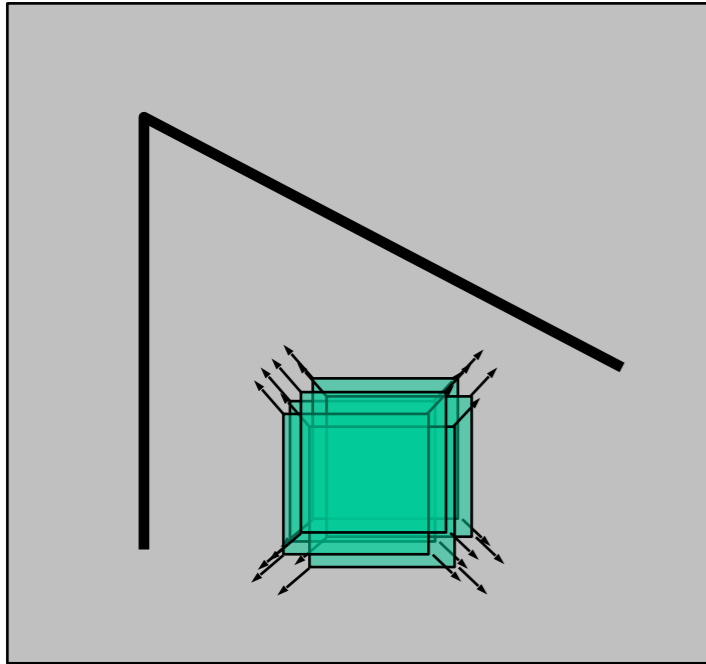


Détecteur de coins de Harris

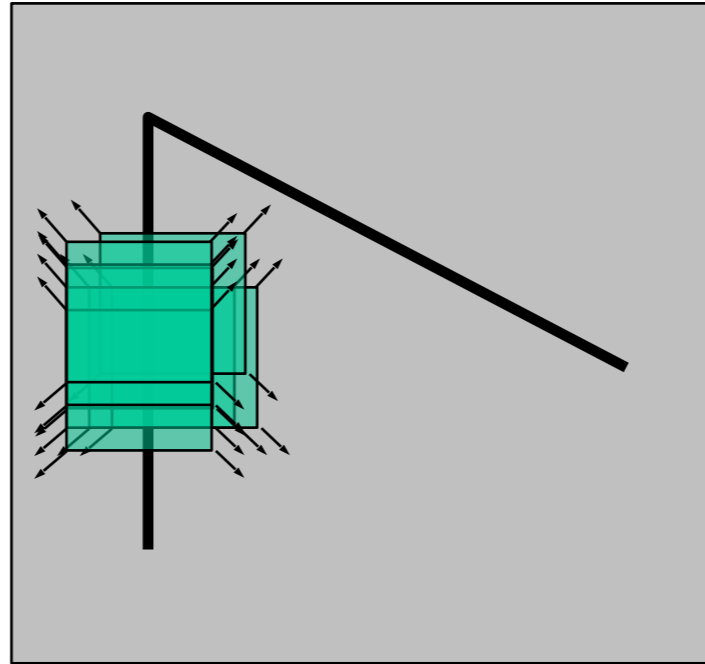
- Nous devrions reconnaître le point en considérant seulement une petite fenêtre autour du point;
- Si on déplace la fenêtre dans n'importe quelle direction, le changement d'intensité devrait être important.



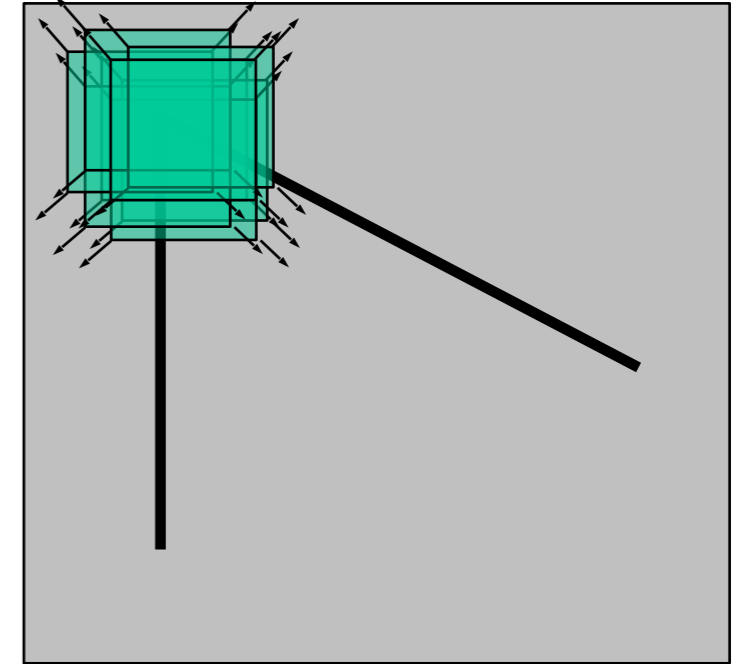
Détecteur de Harris: intuition



région uniforme:
aucun changement



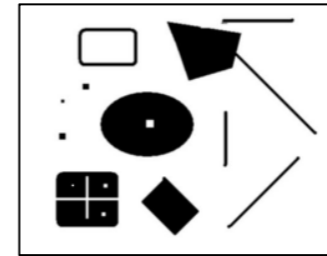
arête:
pas de changement le long
de l'arête



coin:
changement dans toutes les
directions

Détecteur Harris

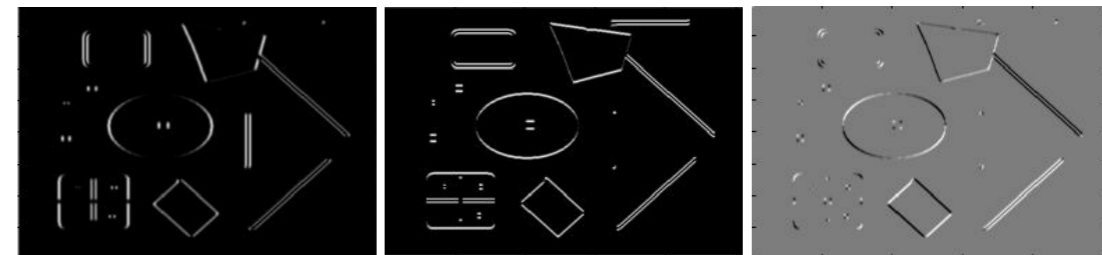
$$\mathbf{M} = g(\sigma) * \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$



1. Dérivées



2. Dérivées au carré



3. Dérivées au carré, filtrées avec gaussienne



4. Calculer fonction des valeurs propres de \mathbf{M}



Démonstration (demo.m)

Détecteur de Harris: interprétation

Classification des points en fonction des valeurs propres

Arête:

$\lambda_2 \gg \lambda_1$

Coin!

λ_2

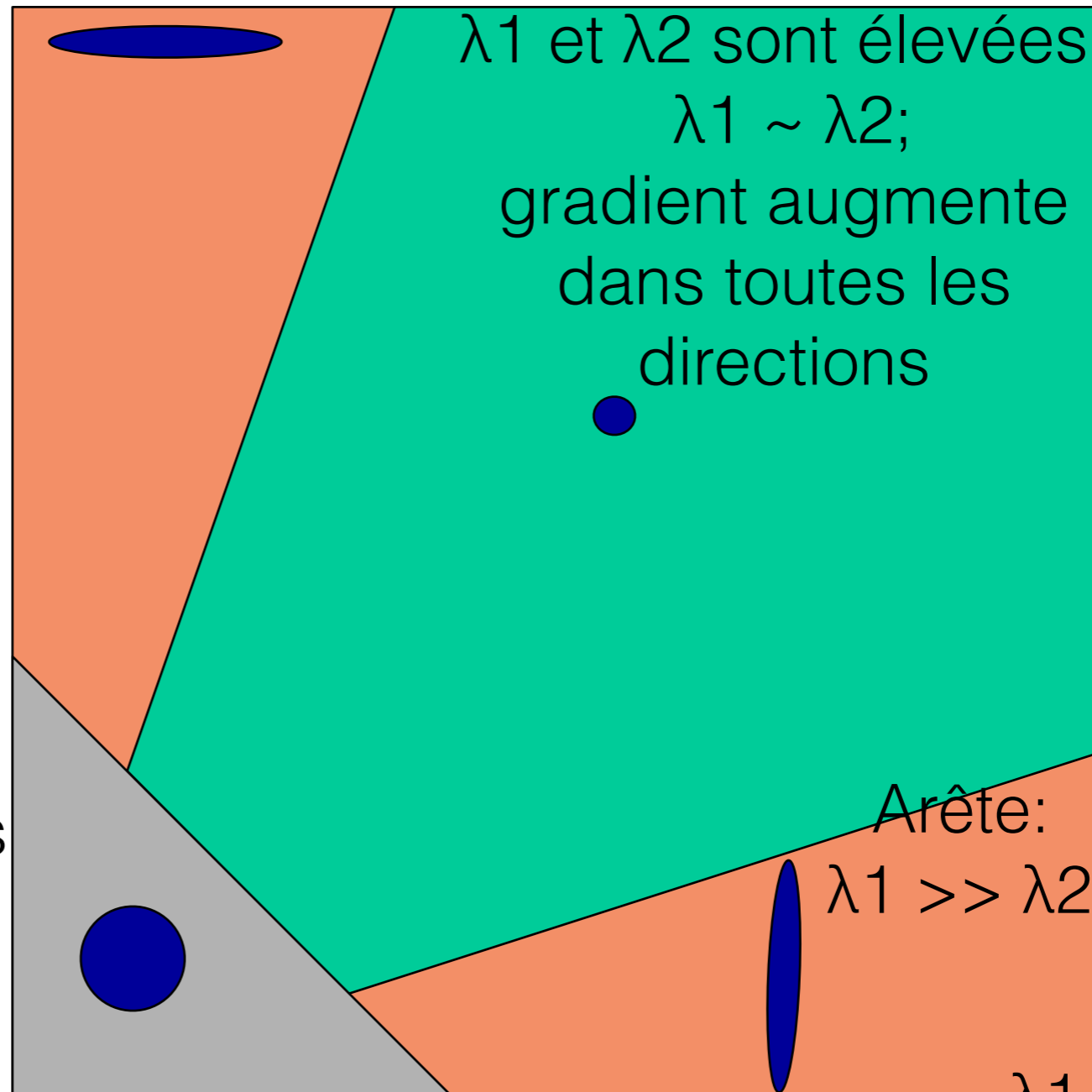
λ_1 et λ_2 sont élevées,
 $\lambda_1 \sim \lambda_2$;
gradient augmente
dans toutes les
directions



Région uniforme:
 λ_1 et λ_2 sont petites:
gradient constant dans
toutes les directions

Arête:

$\lambda_1 \gg \lambda_2$



λ_1

Détecteur de Harris: math

En pratique, nous n'avons pas besoin de calculer les valeurs propres

$$R = \frac{\det \mathbf{M}}{\text{tr } \mathbf{M}} \quad \det \mathbf{M} = \lambda_1 \lambda_2$$
$$\text{tr } \mathbf{M} = \lambda_1 + \lambda_2$$

$$\det \mathbf{M} = m_{11}m_{22} - m_{21}m_{12}$$

$$\text{tr } \mathbf{M} = m_{11} + m_{22}$$

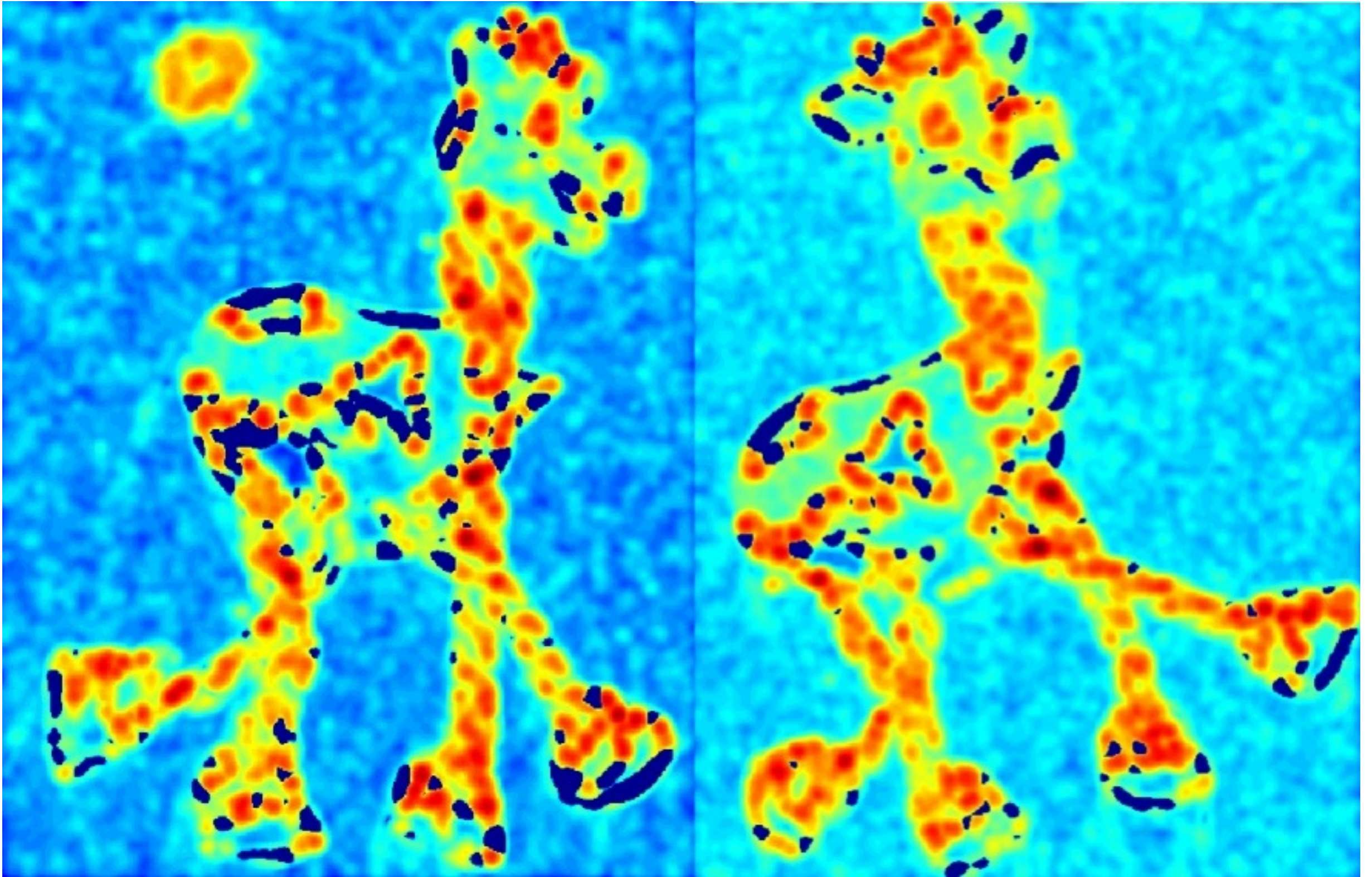
Algorithme

- Calculer R pour tous les points dans l'image
- Appliquer: $R > \text{seuil}$
- Retenir les maximums locaux seulement

Exemple: images



Exemple: calculer R



Exemple: appliquer $R > \text{seuil}$



Exemple: maximum locaux

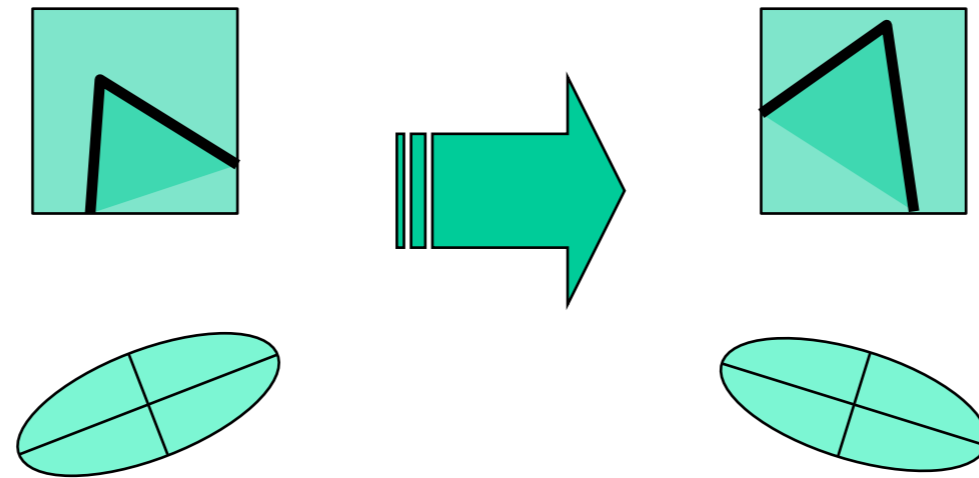


Exemple: résultats!



Détecteur Harris: propriétés

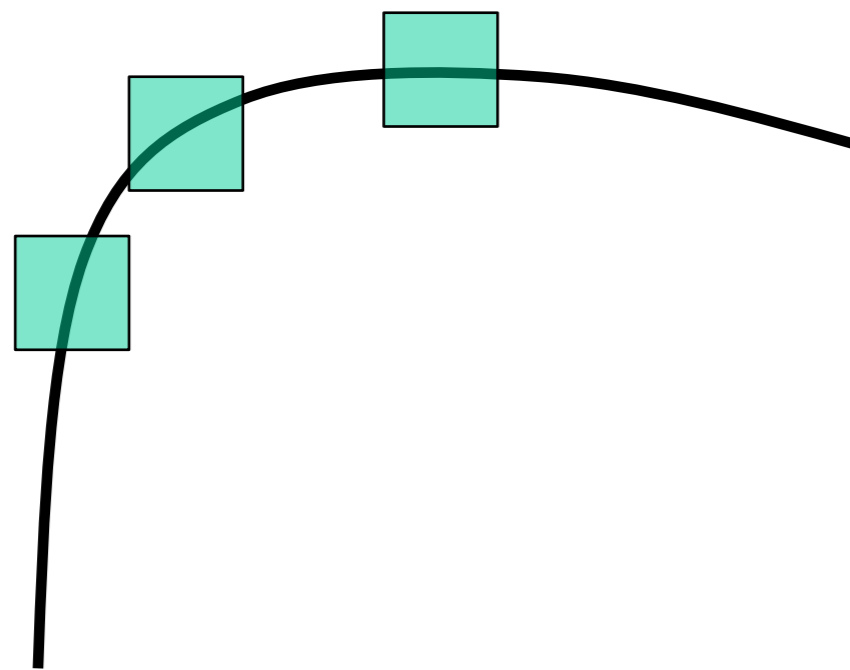
- Invariance à la rotation



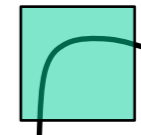
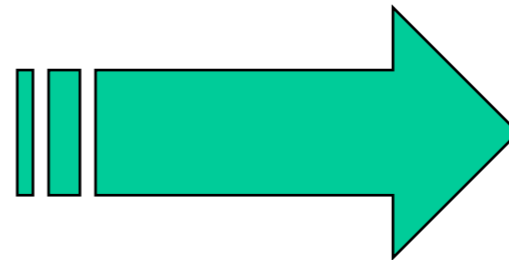
L'ellipse tourne, mais la longueur de ses axes
(valeurs propres) restent les mêmes

Détecteur Harris: propriétés

- Dépend de la taille de la fenêtré!



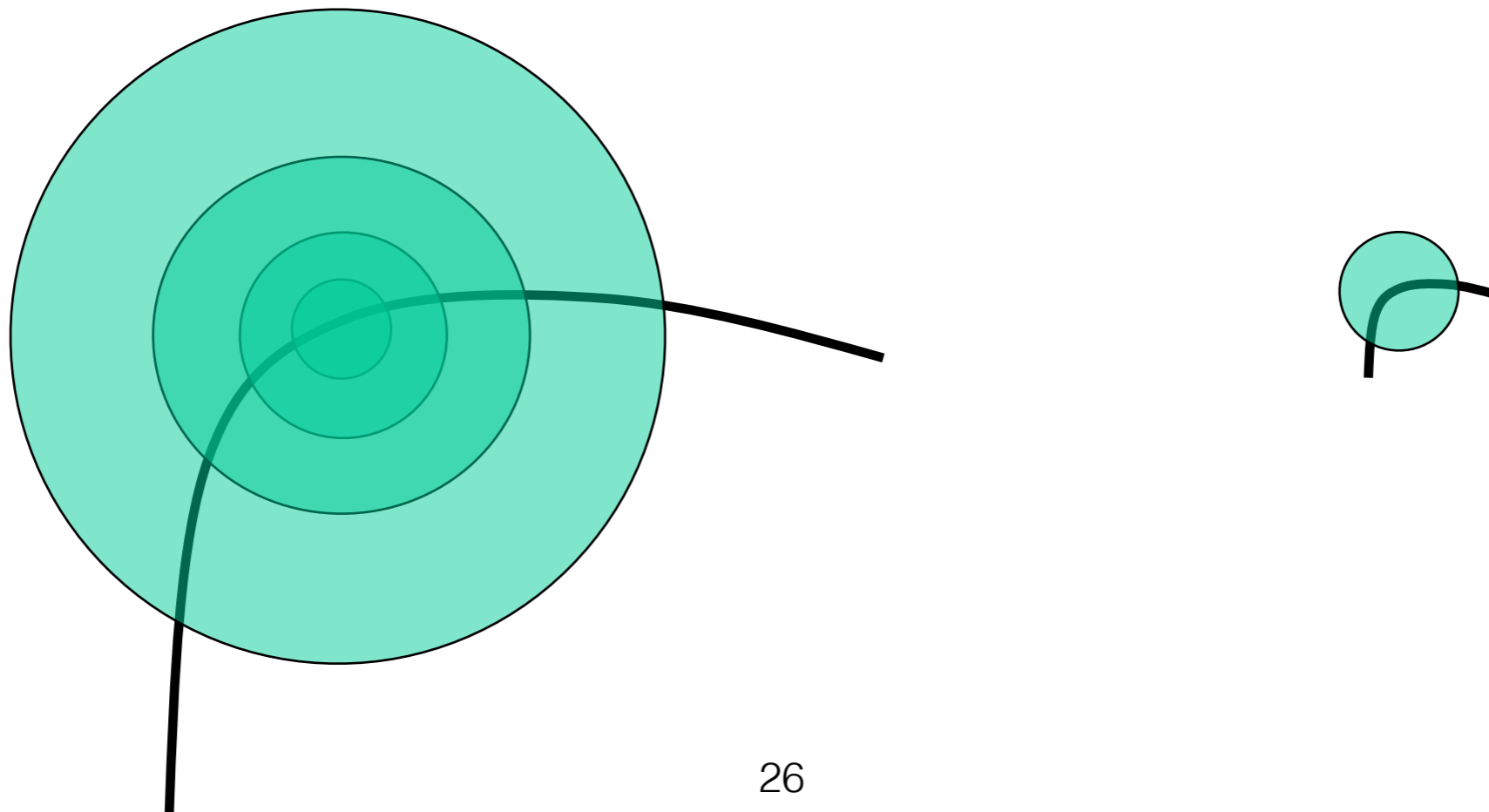
Tous les points sont
des arêtes



Coin

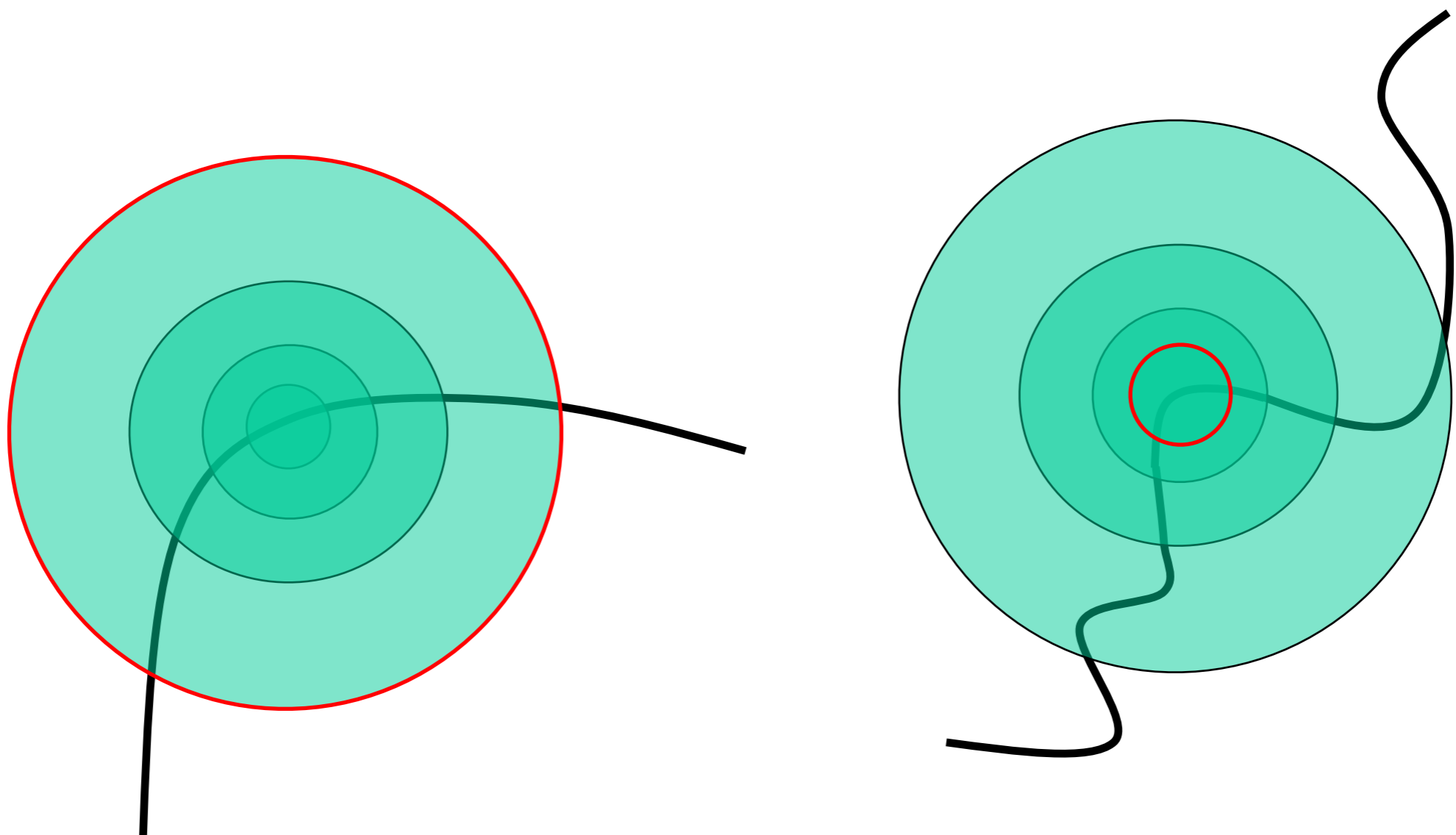
Invariance à l'échelle

- Calculer réponse sur plusieurs échelles
- Réponse est similaire même si on réduit la taille de l'image



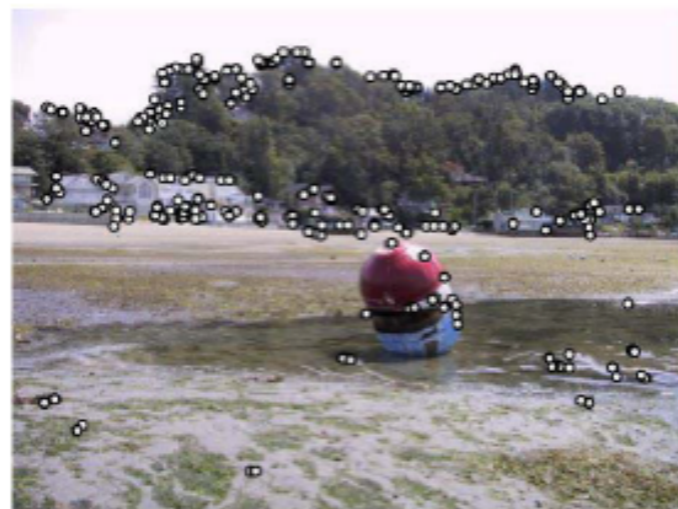
Invariance à l'échelle

- Problème: comment déterminer la taille de la fenêtre indépendamment pour chaque image?
- Choisir la taille en fonction du “meilleur” coin



Maximum locaux

- N coins les plus importants, distribués dans l'image
- Voir [Brown, Szeliski, Winder, CVPR'05] pour le TP4



(a) Strongest 250



(b) Strongest 500



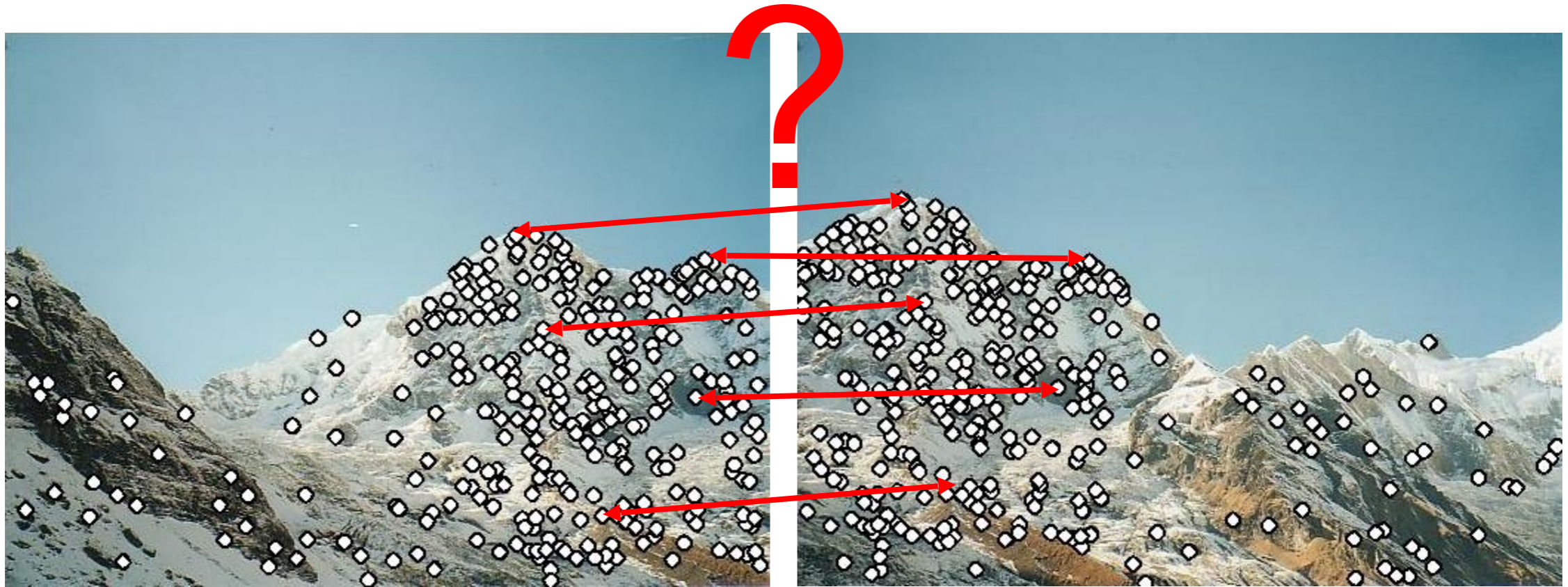
(c) ANMS 250, $r = 24$



(d) ANMS 500, $r = 16$

Descripteurs

- Comment faire pour apparier nos points d'intérêt?

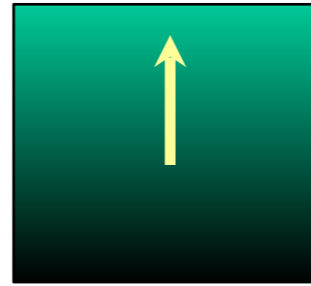


Descripteur doit être:
distinct
invariant

Voir [Brown, Szeliski, Winder, CVPR'05]

Descripteur

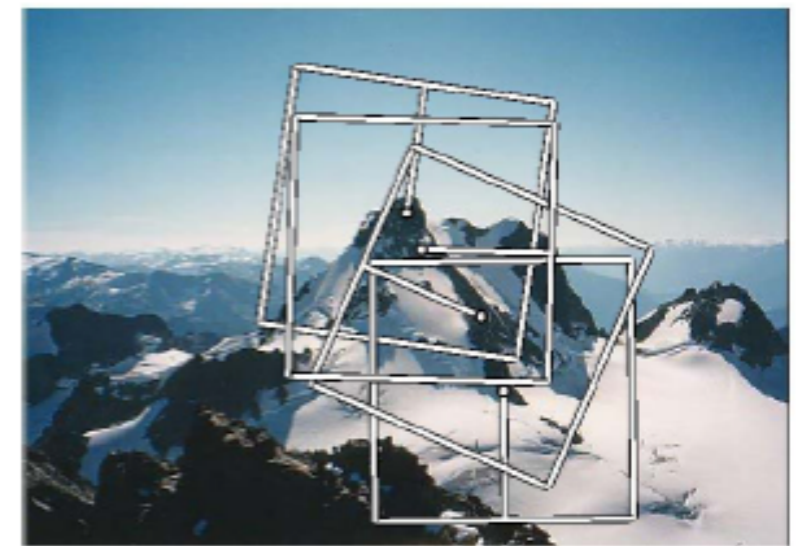
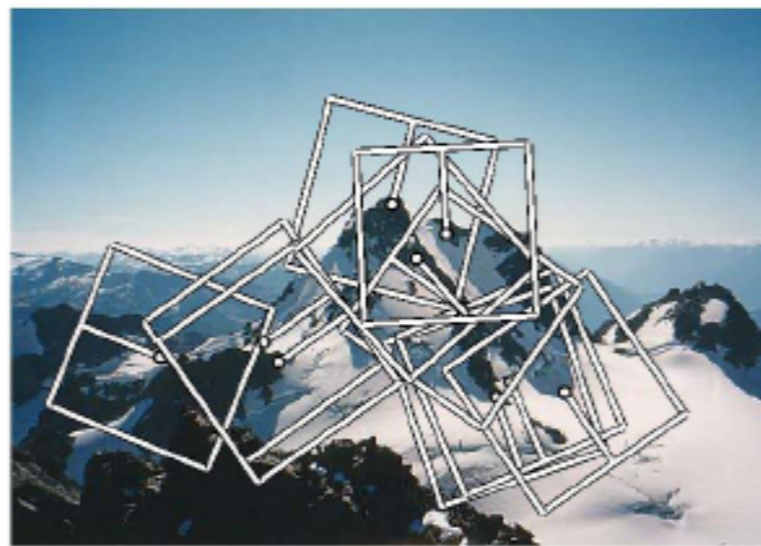
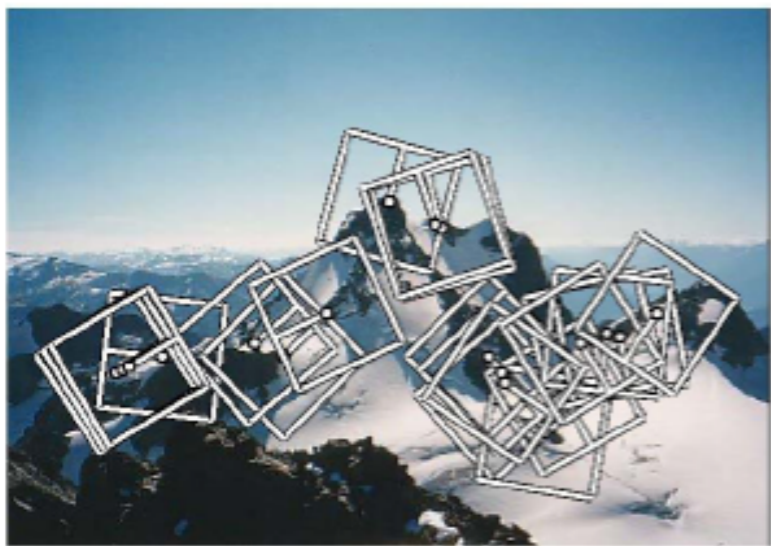
- Orientation = gradient



- Calculer une fenêtre
 - Position et échelle (x, y, s) + orientation (θ)

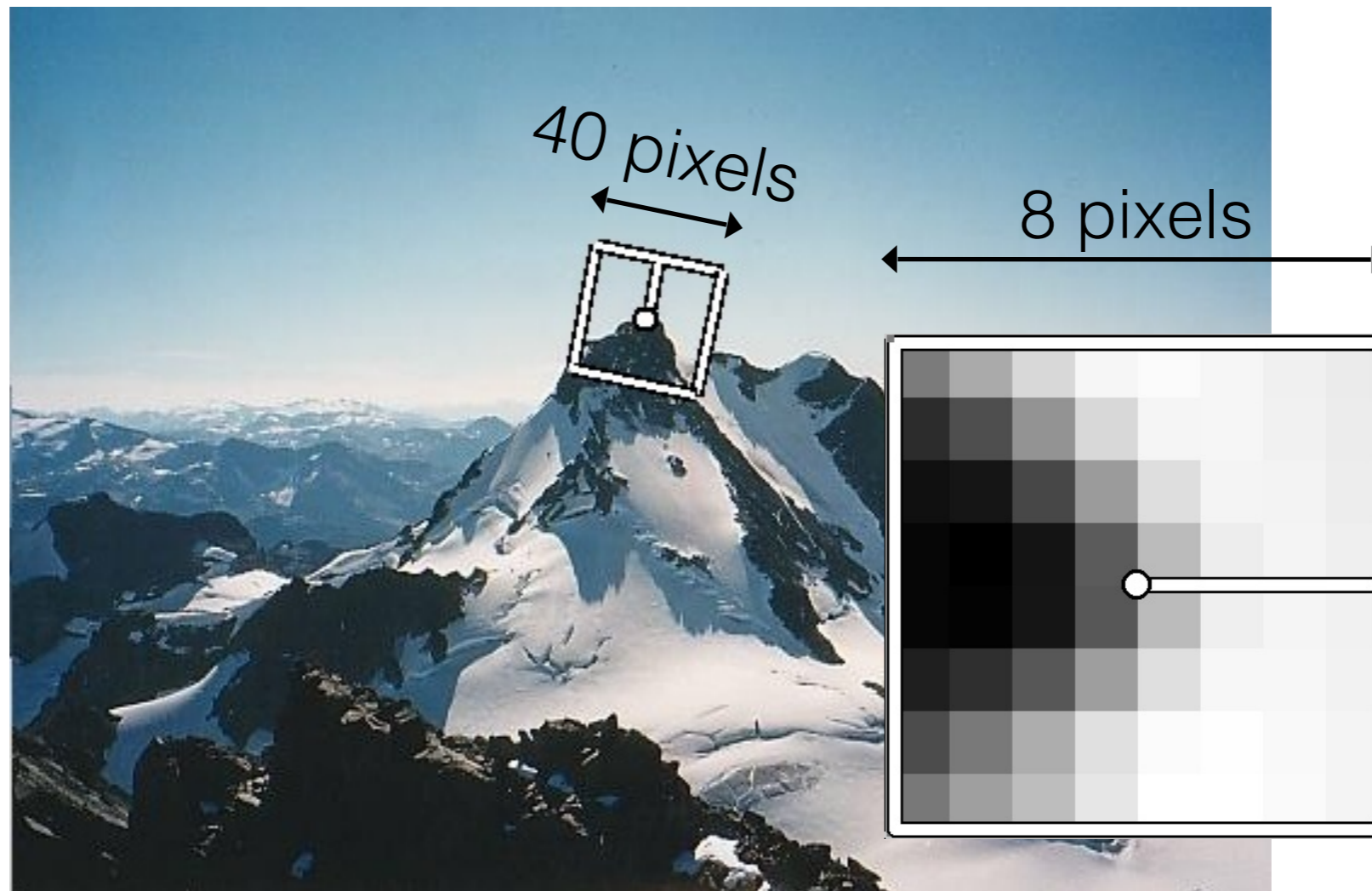


Détections à plusieurs échelles

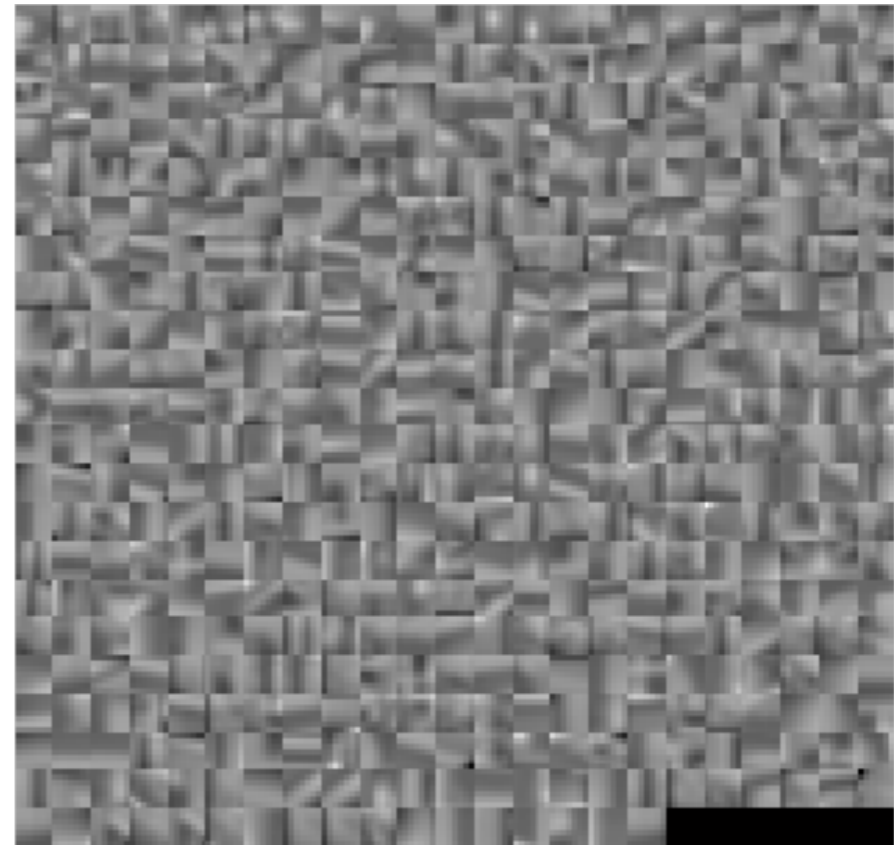
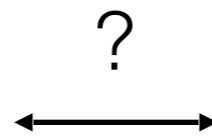
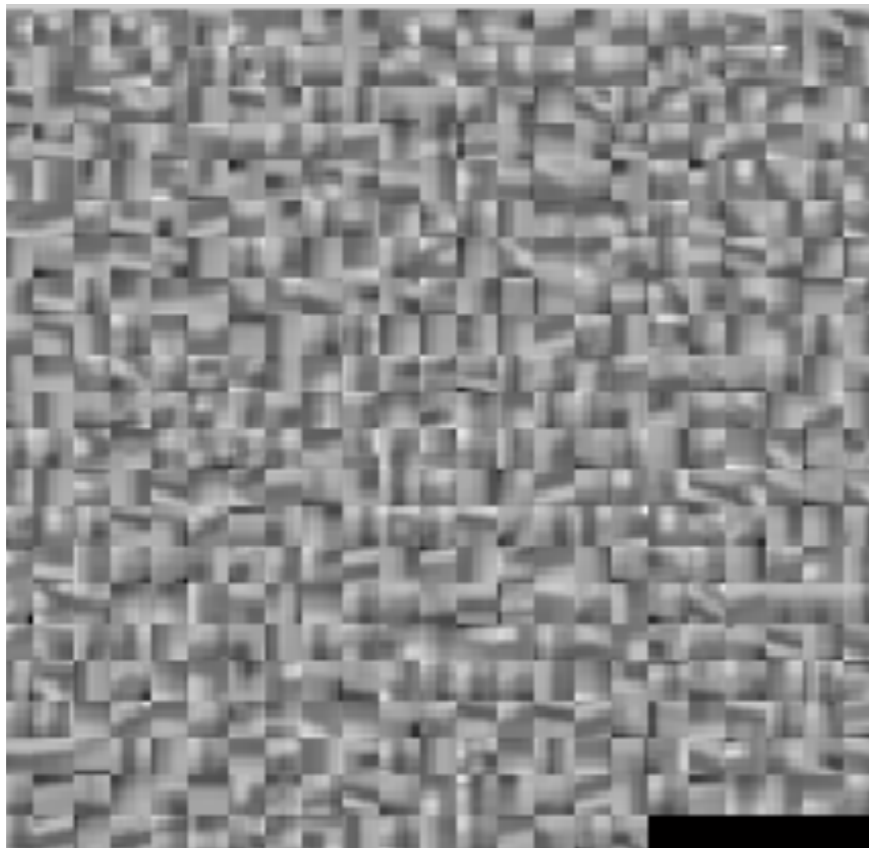
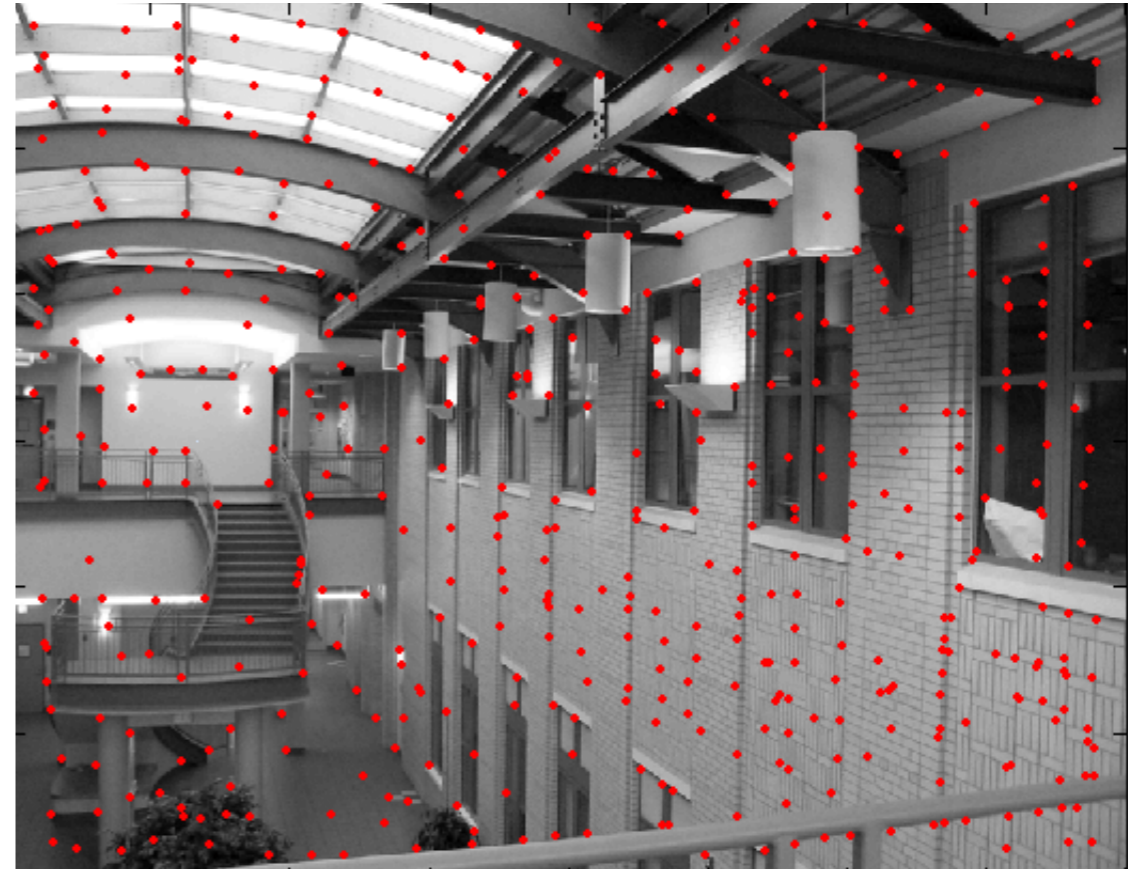
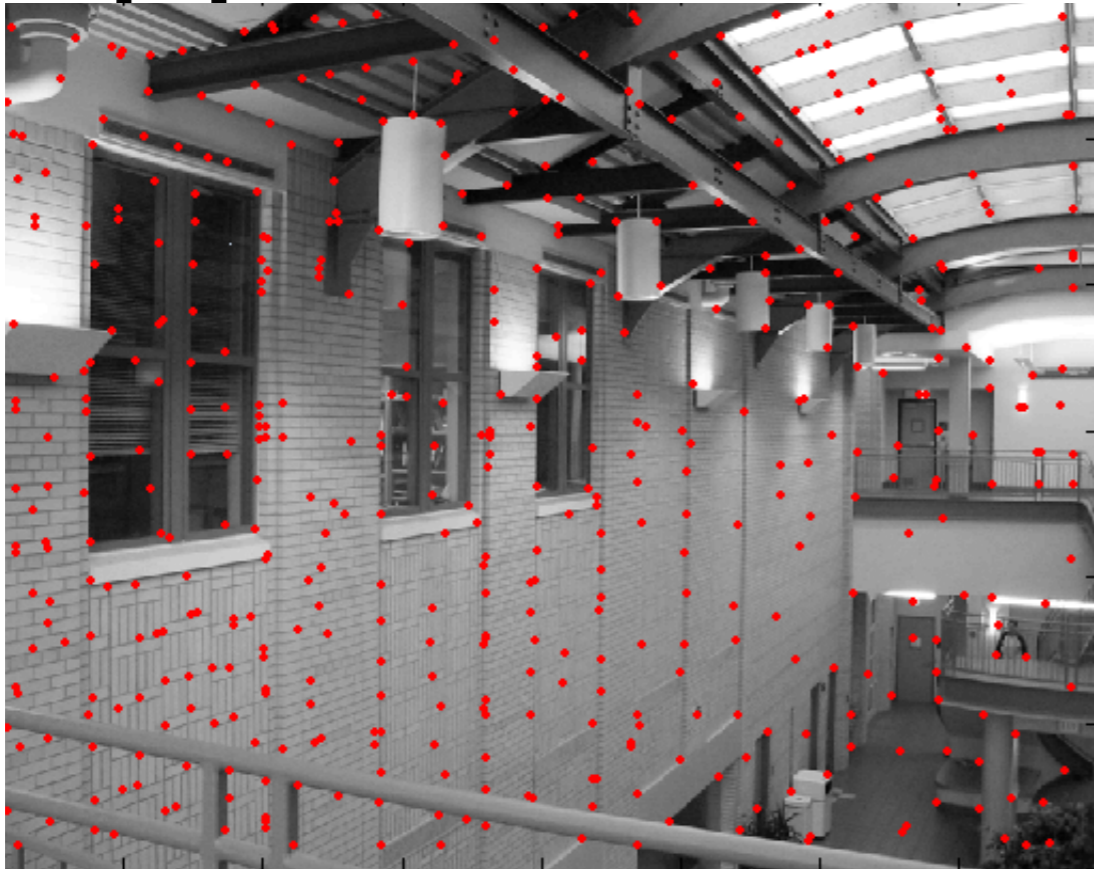


Descripteur

- Extraire une fenêtre orientée de dimensions 8x8
 - Échantillonnée à 5x l'échelle (donc 40x40)
- Normalisation: $I' = (I - \mu) / \sigma$



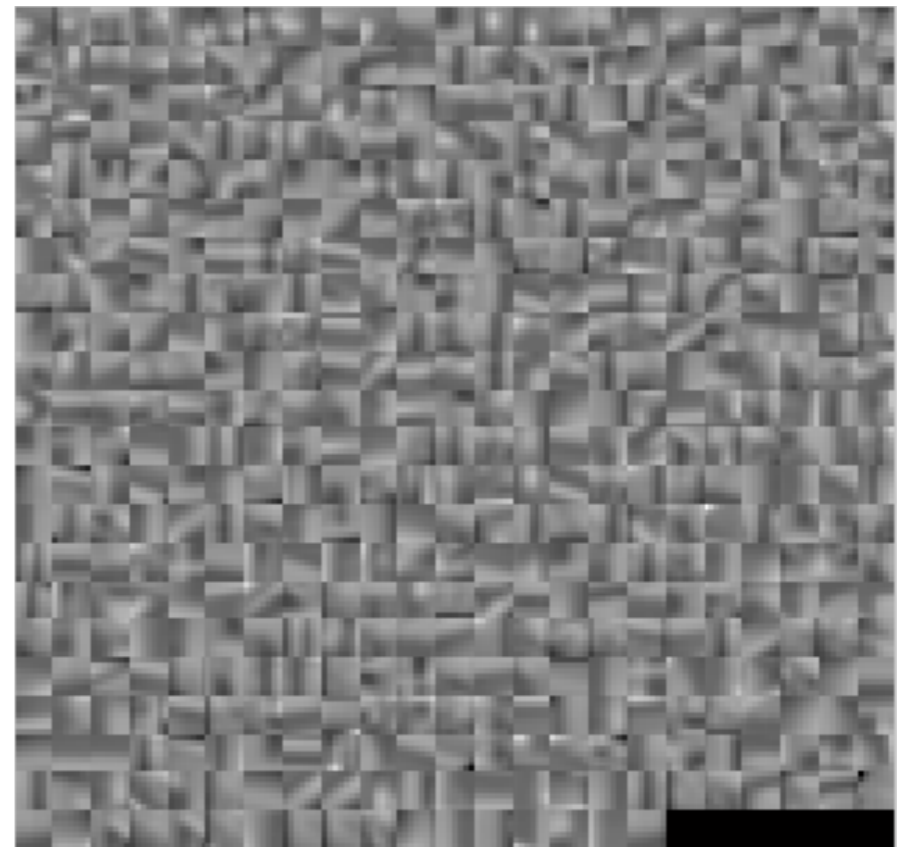
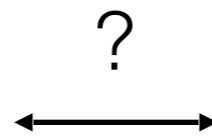
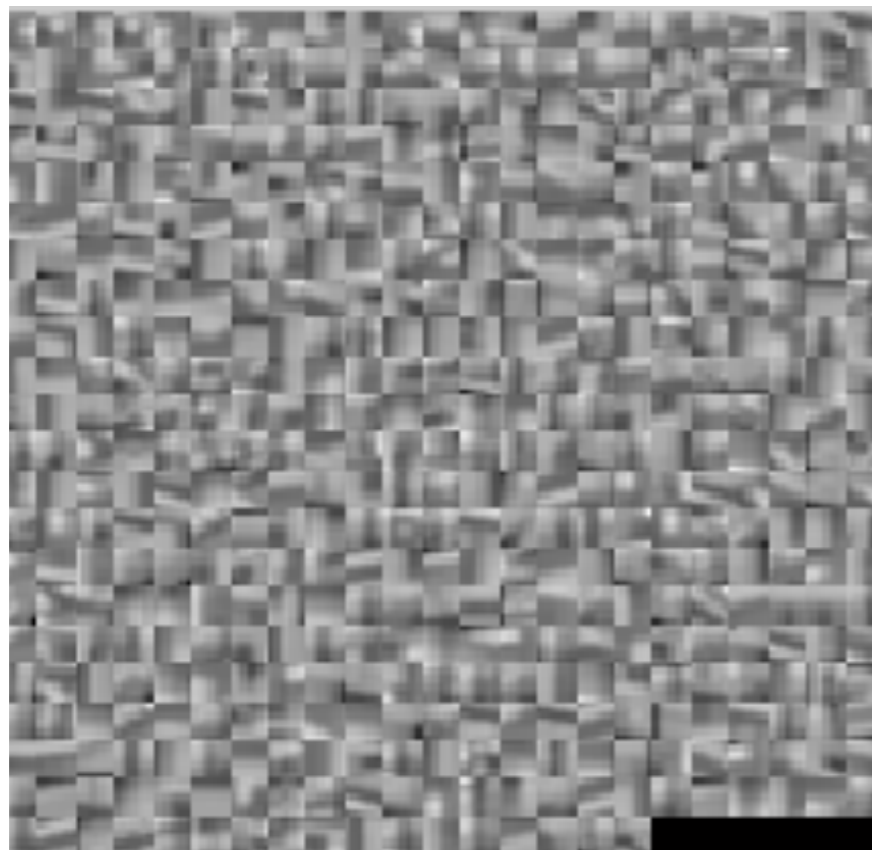
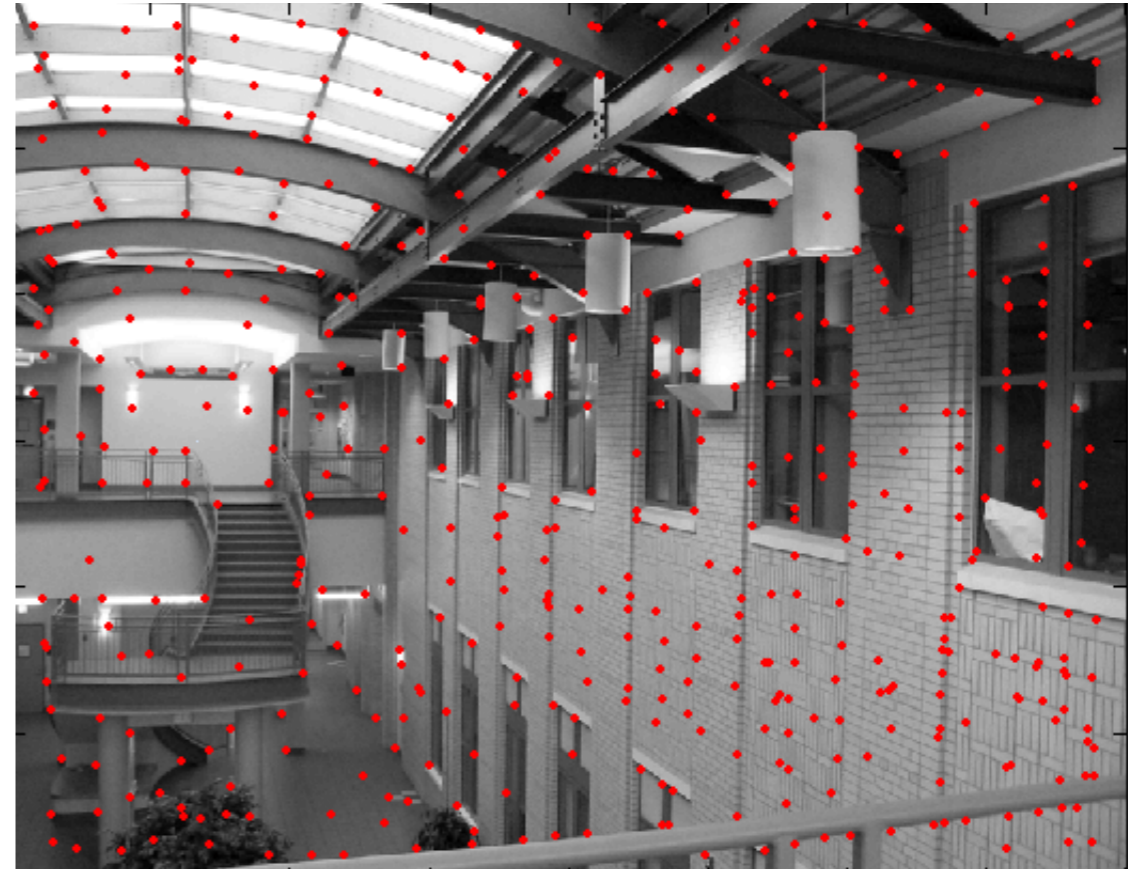
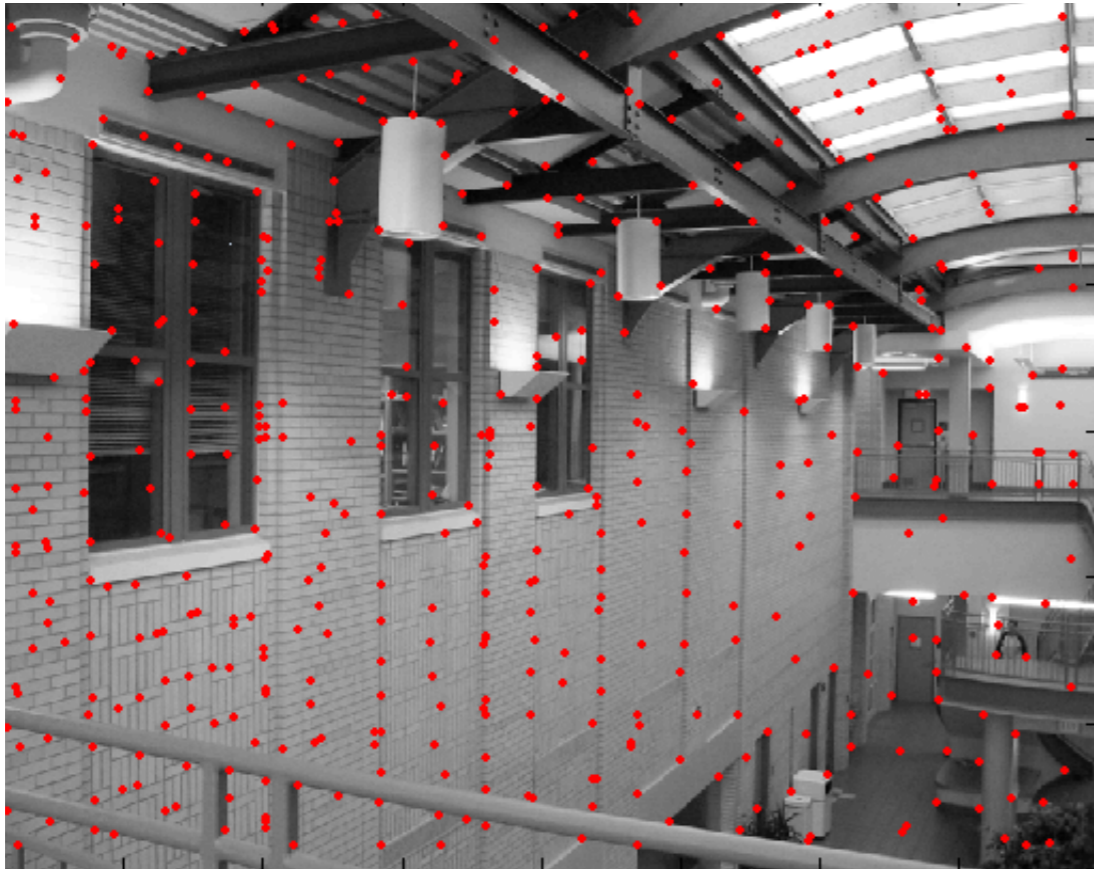
Appariement



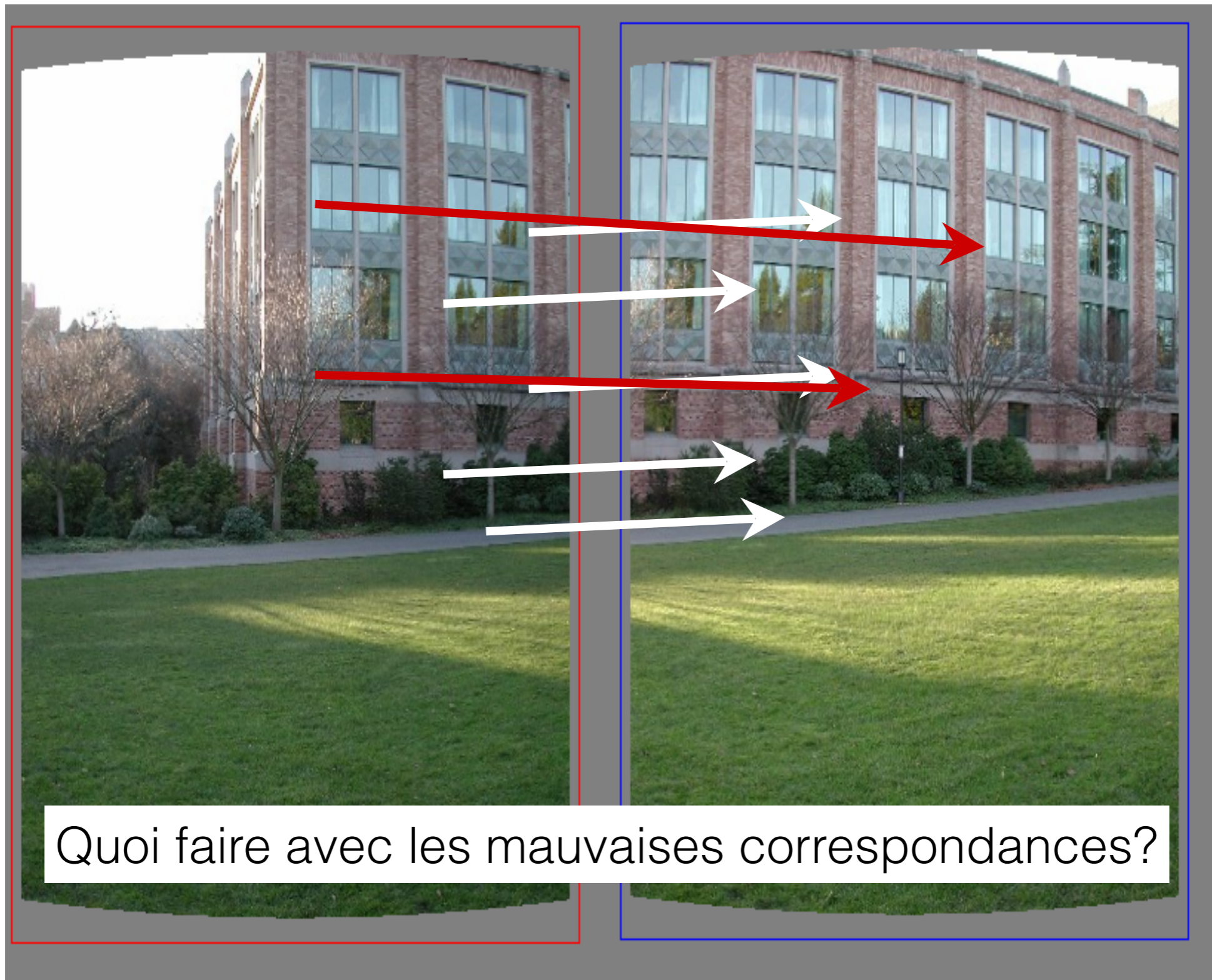
Appariement

- Recherche exhaustive
 - Comparer chaque point à tous les points dans l'autre image et appliquer un seuil sur la différence
- Plus-proche-voisin
 - Exemple: "kd-tree" et variantes

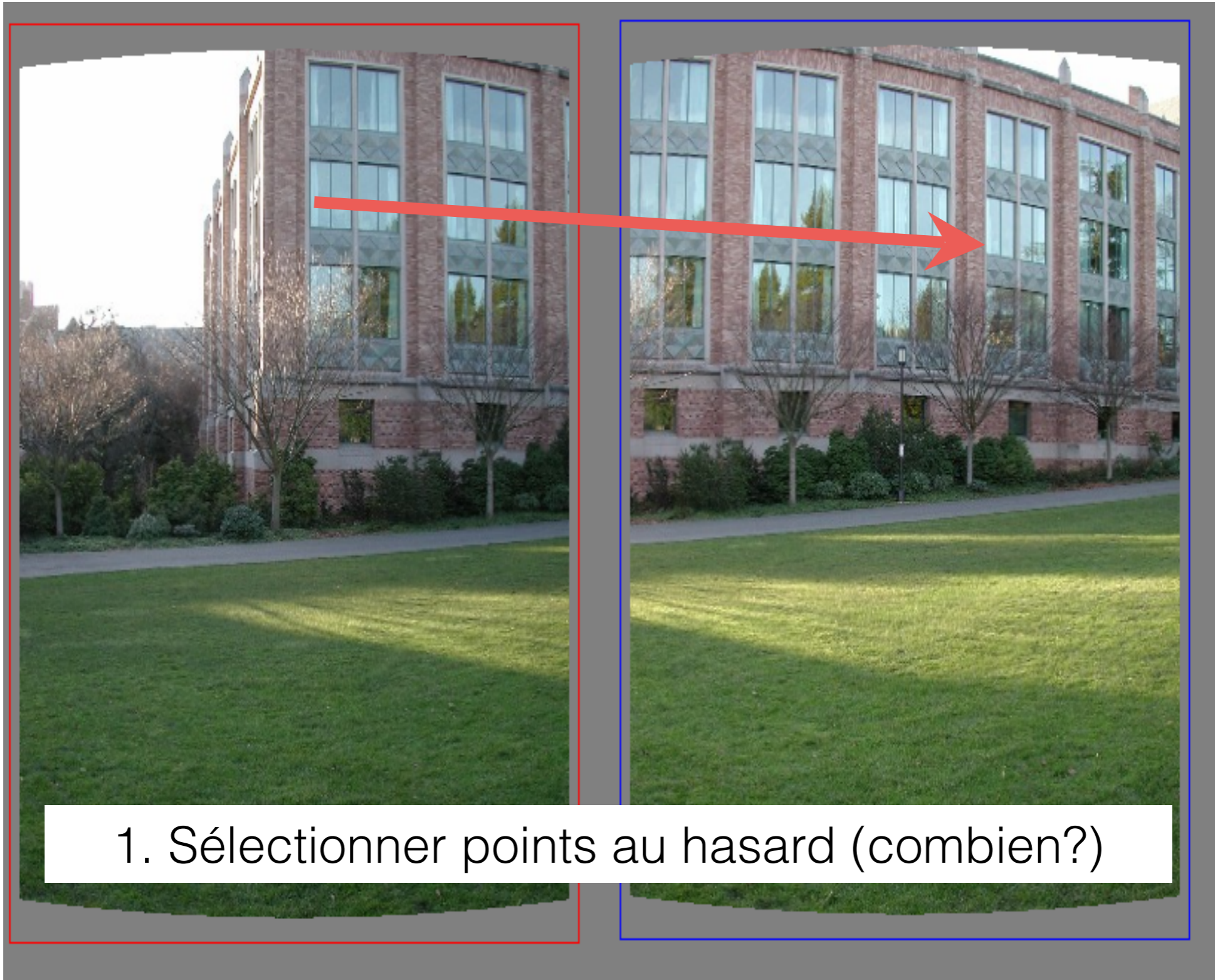
Quoi faire avec les aberrations?



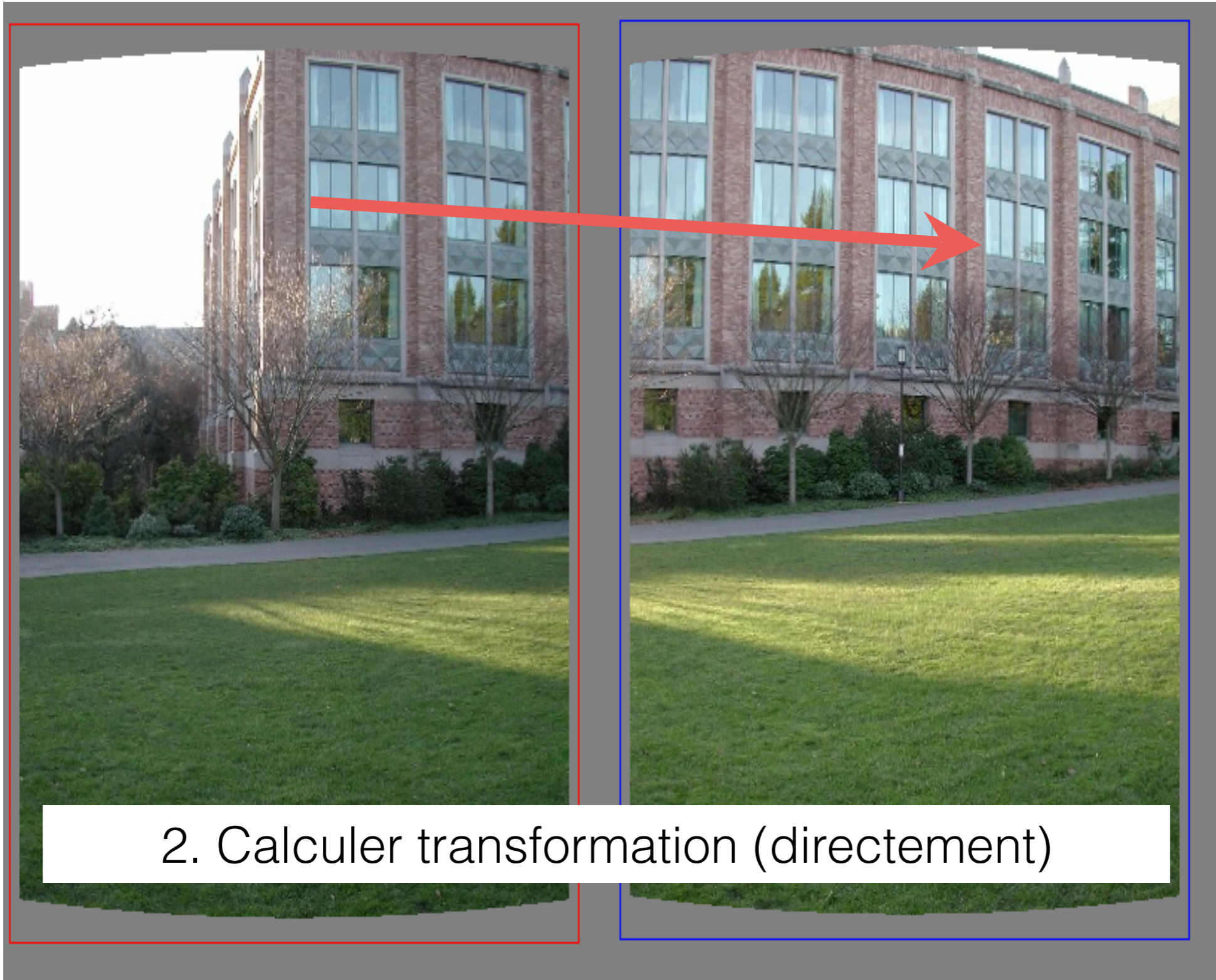
Appariement



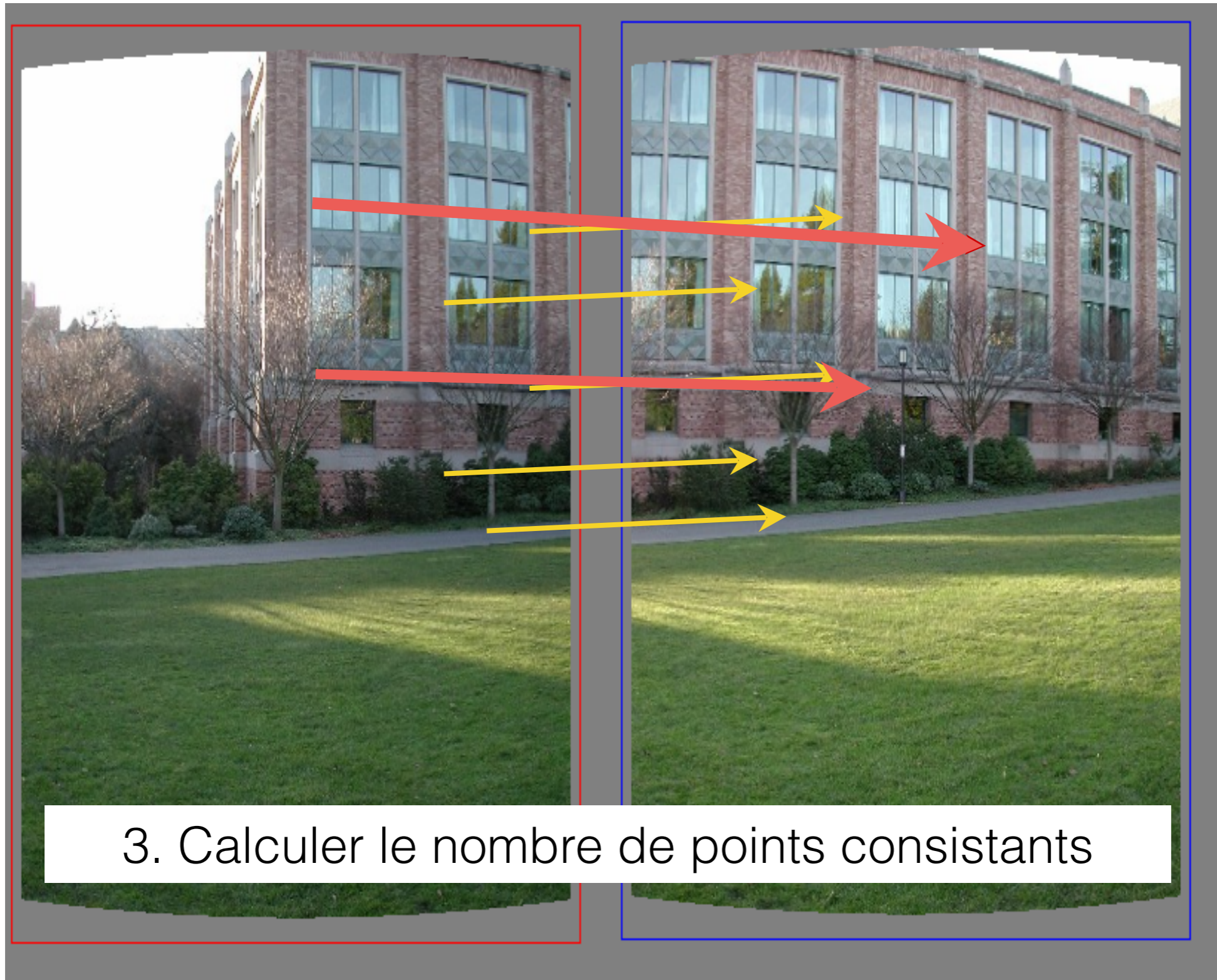
“Random Sample Consensus”



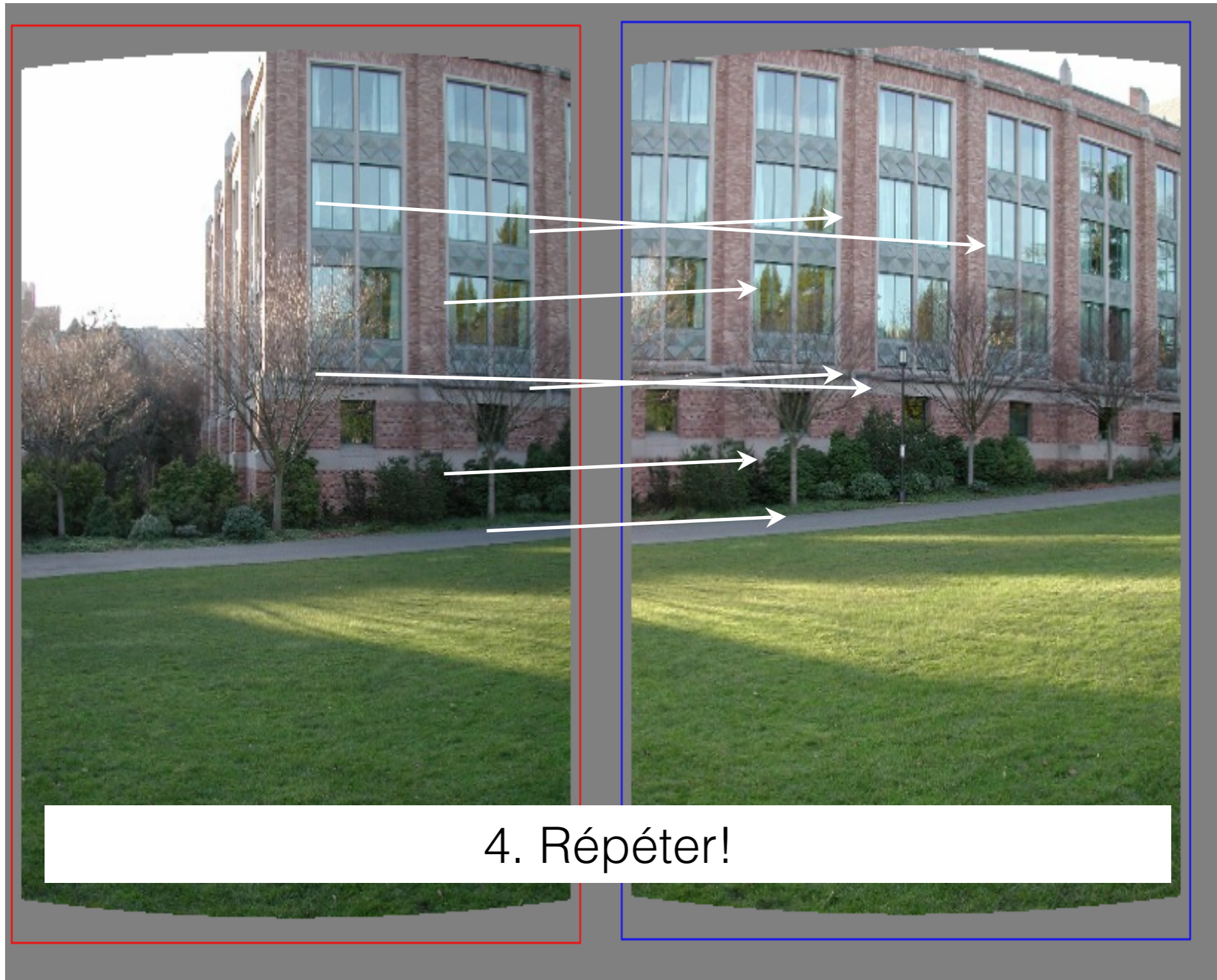
“Random Sample Consensus”



“Random Sample Consensus”



“Random Sample Consensus”



RANSAC pour homographies

- Pour N itérations:
 - Sélectionner points d'intérêt au hasard (combien?)
 - Calculer l'homographie H
 - Calculer le nombre de points où $SSD(p', H p) < \epsilon$
- Garder l'itération qui correspond au plus grand nombre de points consistants
- Re-calculer H avec la méthode des moindres carrés avec tous les points consistants

RANSAC

