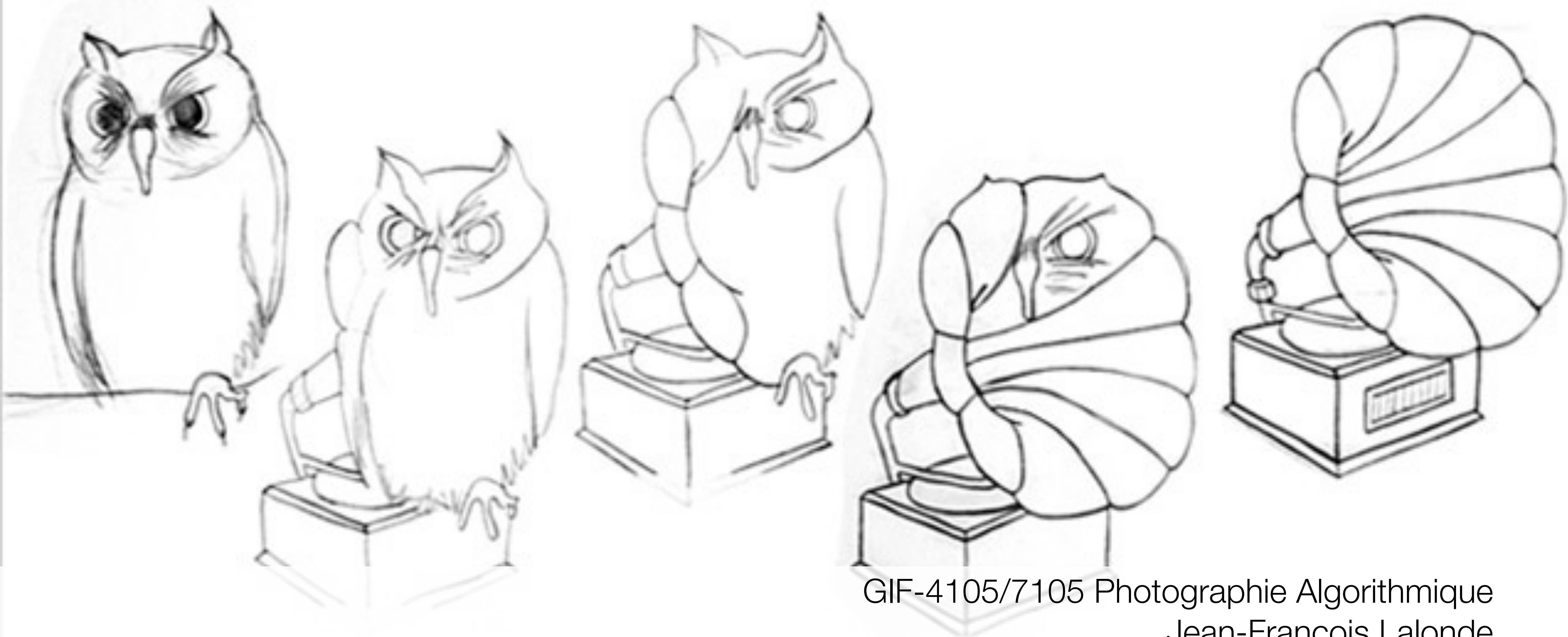


Métamorphose d'images



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Métamorphose d'images

Calculer la moyenne de deux images



Objectif : métamorphoser une image en une autre



Objectif : métamorphoser une  en une autre

Pas si facile!

Prélude : calculer la moyenne de deux points

Interpolation linéaire

$$M = (1 - t)P + tQ$$

$$0 \leq t \leq 1$$



Prélude : calculer la moyenne de deux points

Interpolation linéaire

$$M = (1 - t)P + tQ$$

$$0 \leq t \leq 1$$



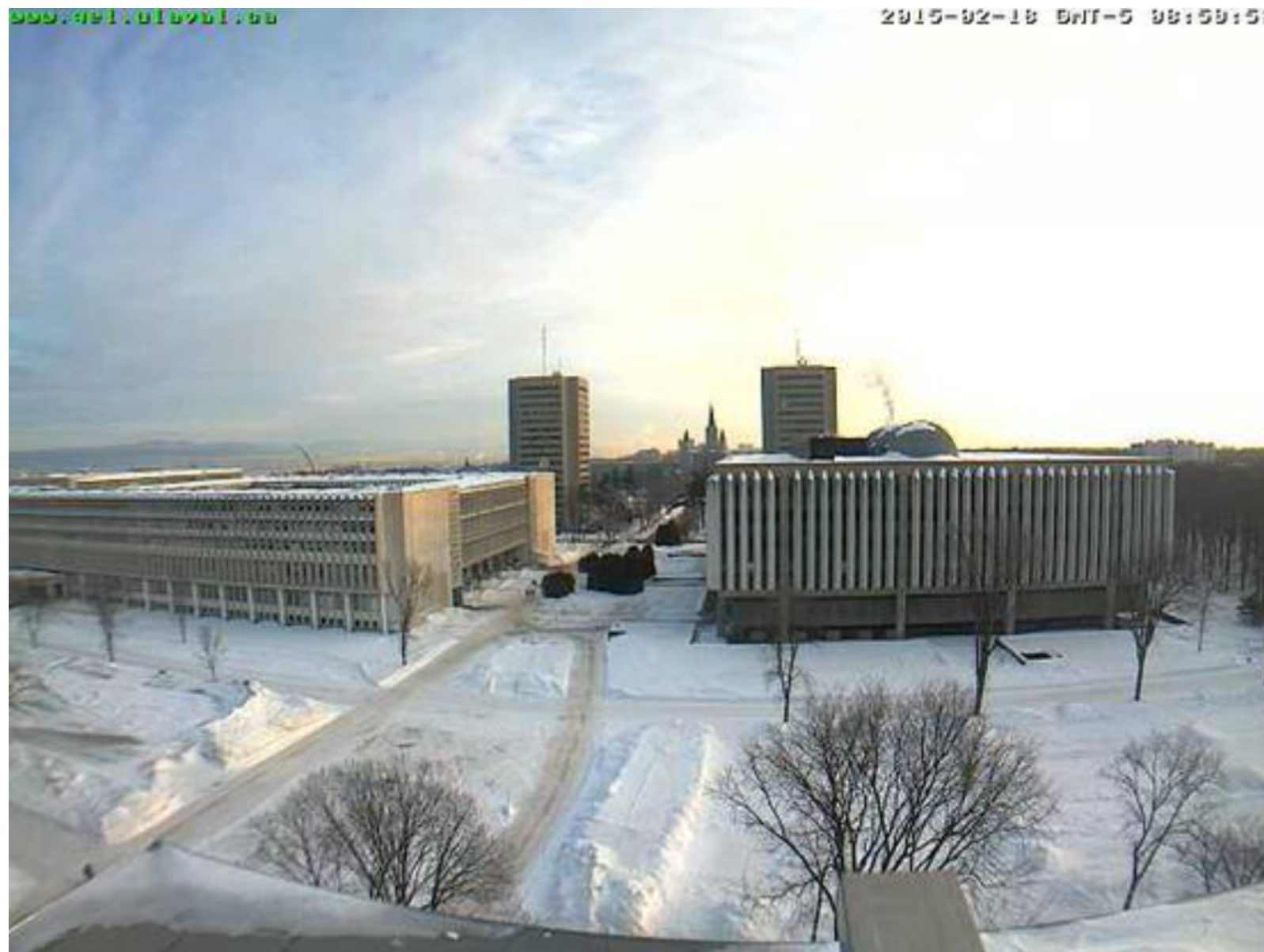
- P et Q peuvent être n'importe quoi!
 - points en 2D, 3D
 - Couleurs RGB (3D)
 - Images entières! ($N \times M \times 3$ -D)

Prélude : calculer la moyenne de deux images

$$M = (1 - t)P + tQ$$

●
P

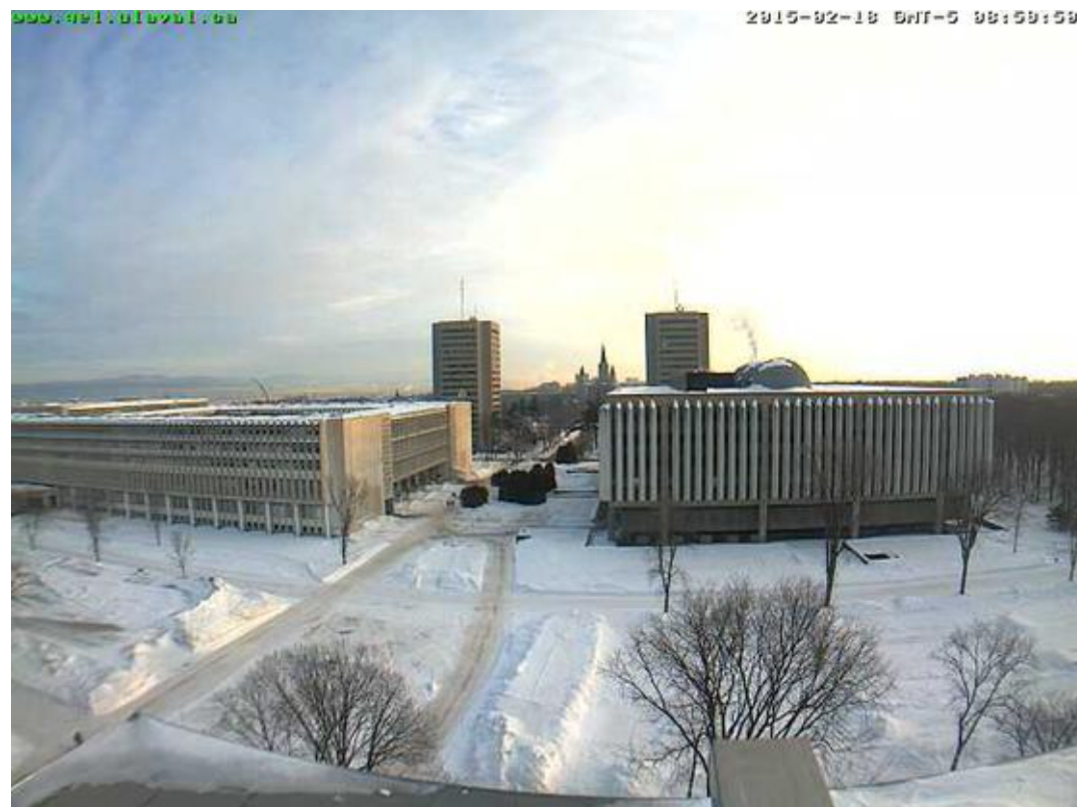
●
Q



Prélude : calculer la moyenne de deux images

$$M = (1 - t)P + tQ$$

●
P



●
Q



Pourquoi ça fonctionne?

Prélude : calculer la moyenne de deux images

$$M = (1 - t)P + tQ$$



Parce que les images sont **alignées**!

Métamorphose d'images

Alignement avec transformation globale



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Prélude : calculer la moyenne de deux images

$$M = (1 - t)P + tQ$$



Parce que les images sont **alignées**!

Prélude : calculer la moyenne de deux images

$$M = (1 - t)P + tQ$$



Que faire si les images **ne sont pas** alignées?

Images pas alignées...



Images pas alignées...



Idée : aligner avant de moyenner!



Comment aligner 2 images?

Rappel

transformations linéaires (en coords. homogènes)

Dans chaque famille, la composition et l'inverse font également partie de la même famille.



Translation

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{t} \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Rigide (euclidienne)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{t} \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Similarité

$$\begin{bmatrix} s\mathbf{R} & \mathbf{t} \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Affine

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A} \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Projective

$$\begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{H}} \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$



2 DDL

orientations, longueurs,
angles, parallélisme,
droites

3 DDL

orientations, longueurs,
angles, parallélisme,
droites

4 DDL

orientations, longueurs,
angles, parallélisme,
droites

6 DDL

orientations, longueurs,
angles, parallélisme,
droites

8 DDL

orientations, longueurs,
angles, parallélisme,
droites

Idée : aligner avant de moyenner!



Idée : aligner avant de moyenner!



On y reviendra dans le module sur les mosaïques d'images...

Aligner avant de moyenner



Aligner



Aligner



Moyenner

$$M = (1 - t)P + tQ$$

P

Q

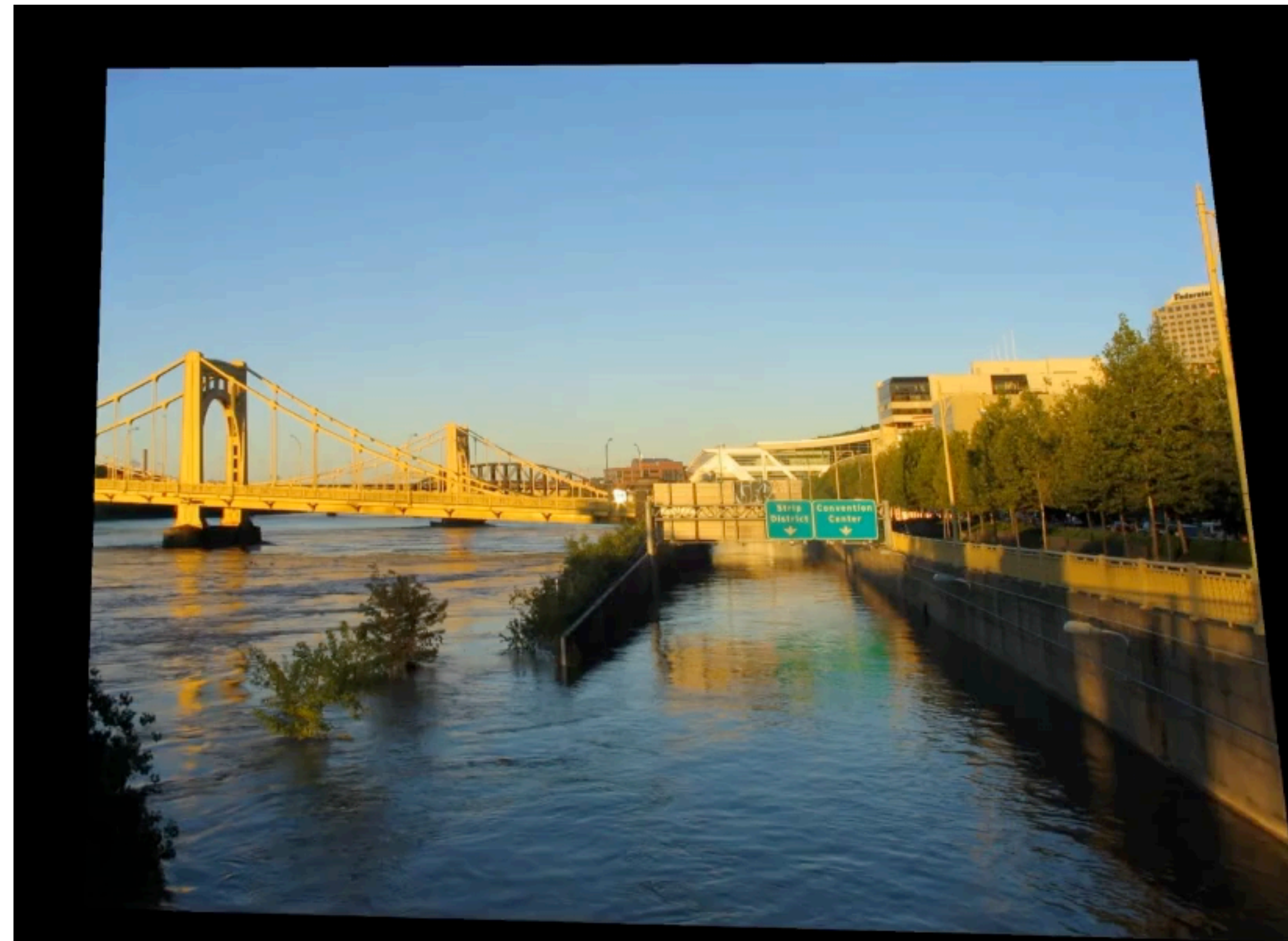
Aligner avant de moyenner



Aligner



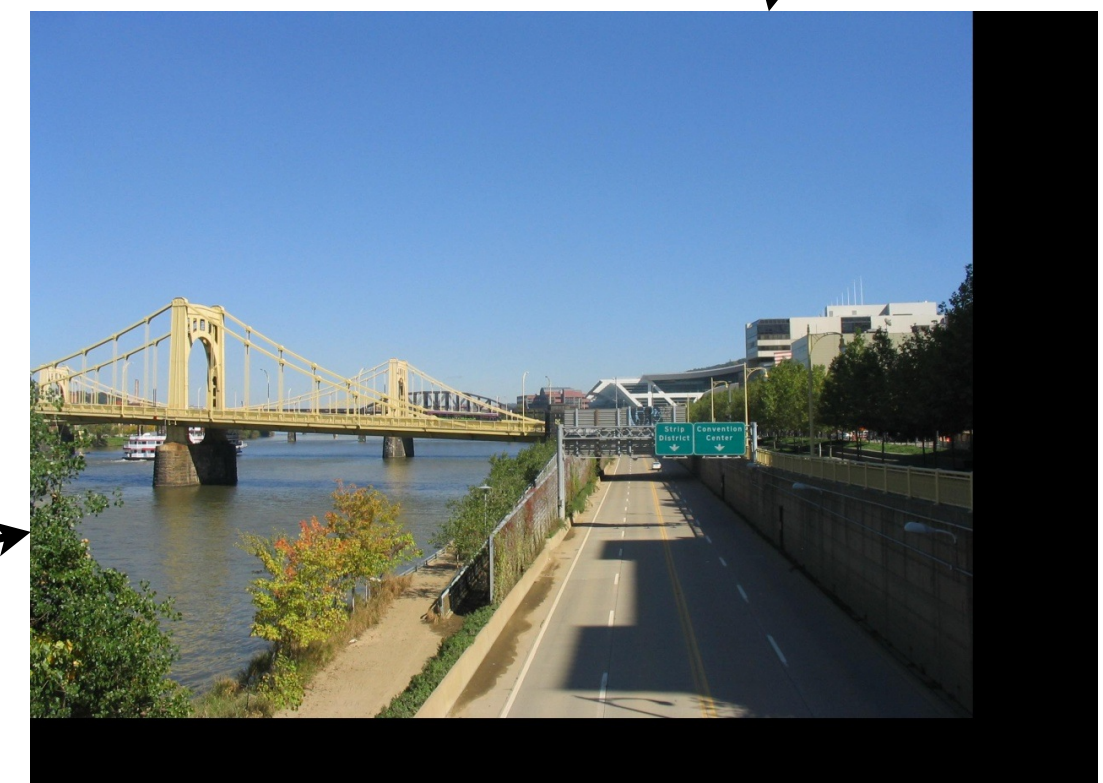
P



Moyenner



Aligner



Q

$$M = (1 - t)P + tQ$$

Métamorphose d'images

Alignement avec transformations locales



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Transformation globale?



Rappel : transformations globales

Globale : la **même transformation** est appliquée à chaque pixel

image
originale



translation



rotation



échelle



étirement



affine



perspective



Transformation globale?

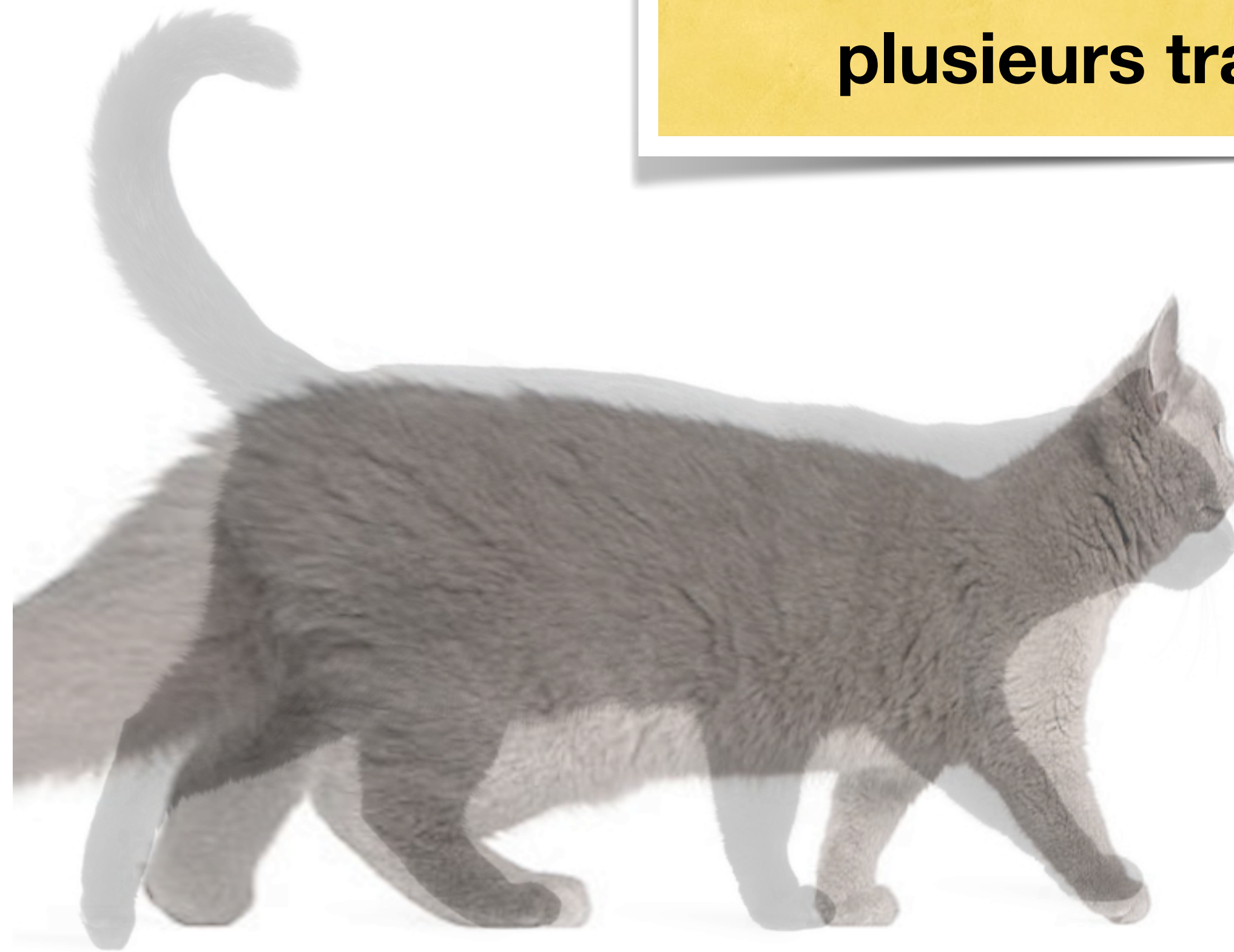


Transformation globale?

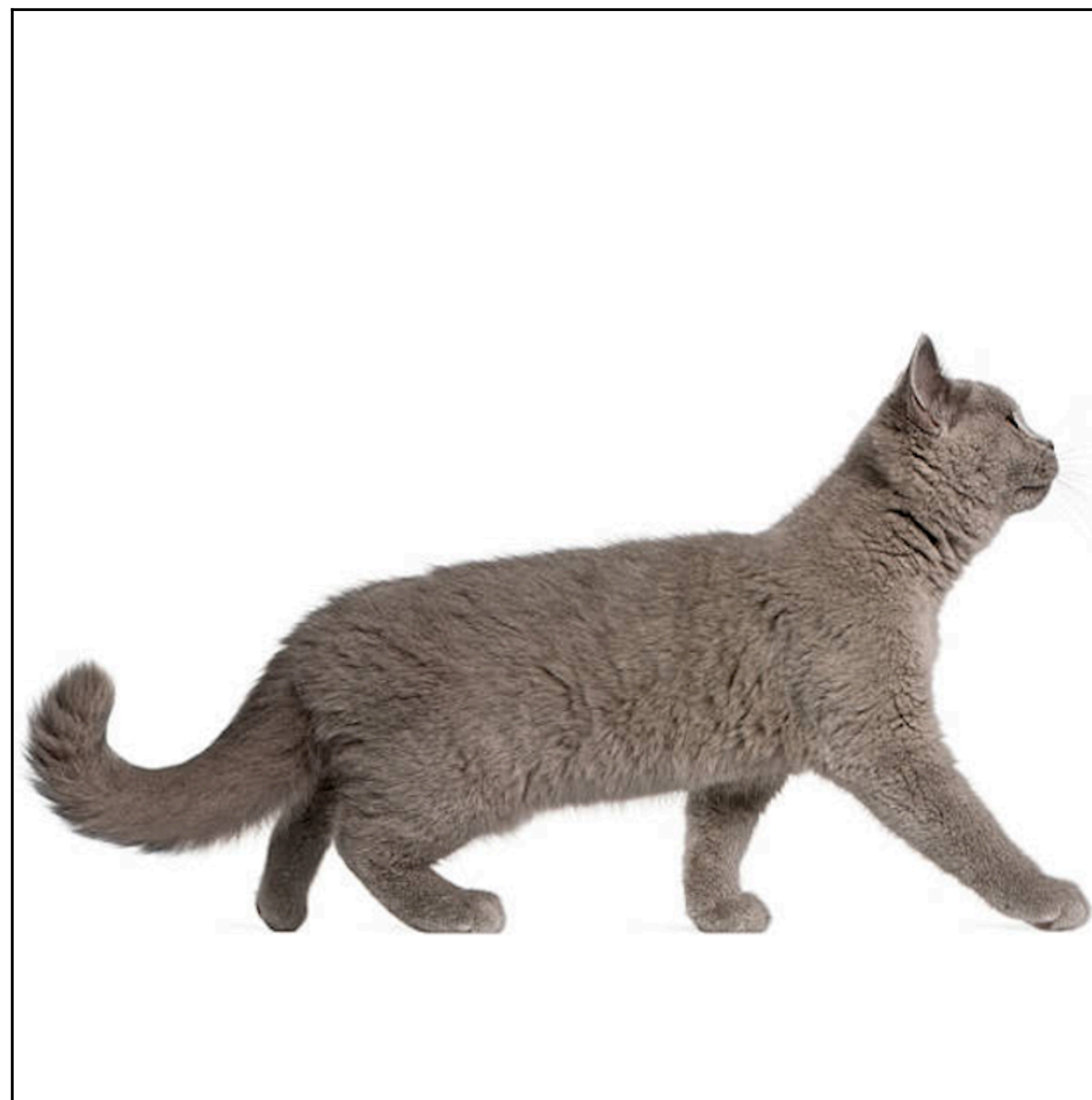
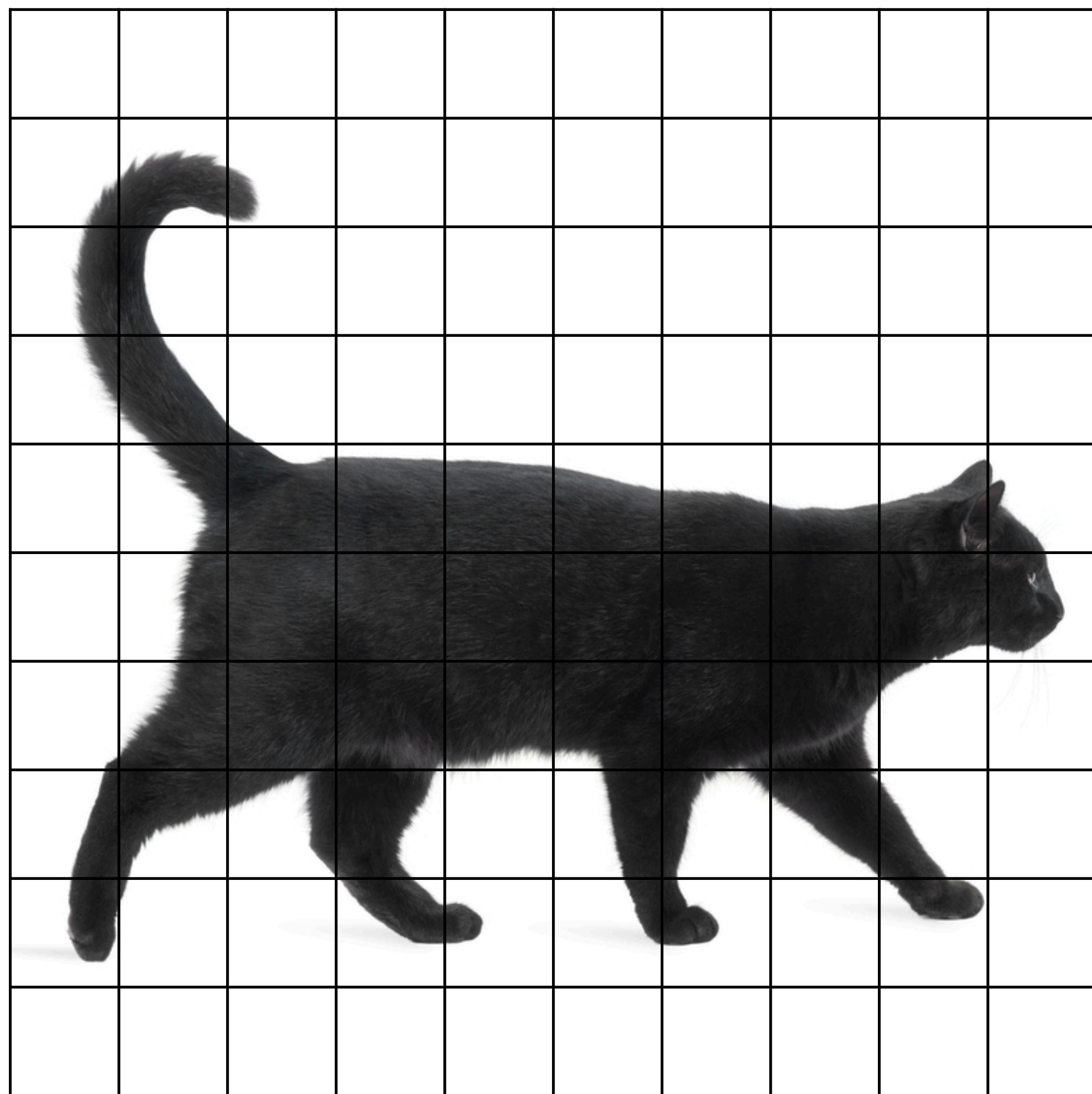


Transformation globale?

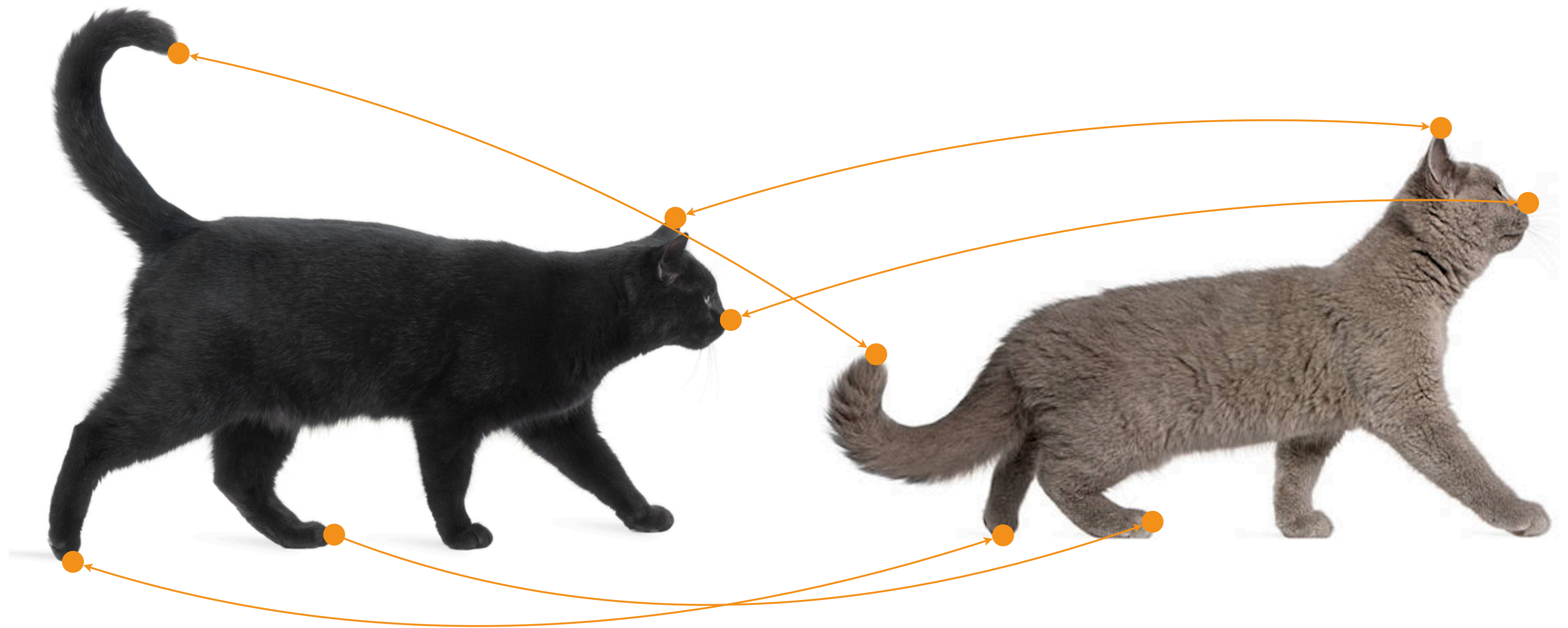
Lorsqu'une transformation globale ne suffit pas,
il faudra définir
plusieurs transformations locales



Idée 1 : grille de correspondances denses



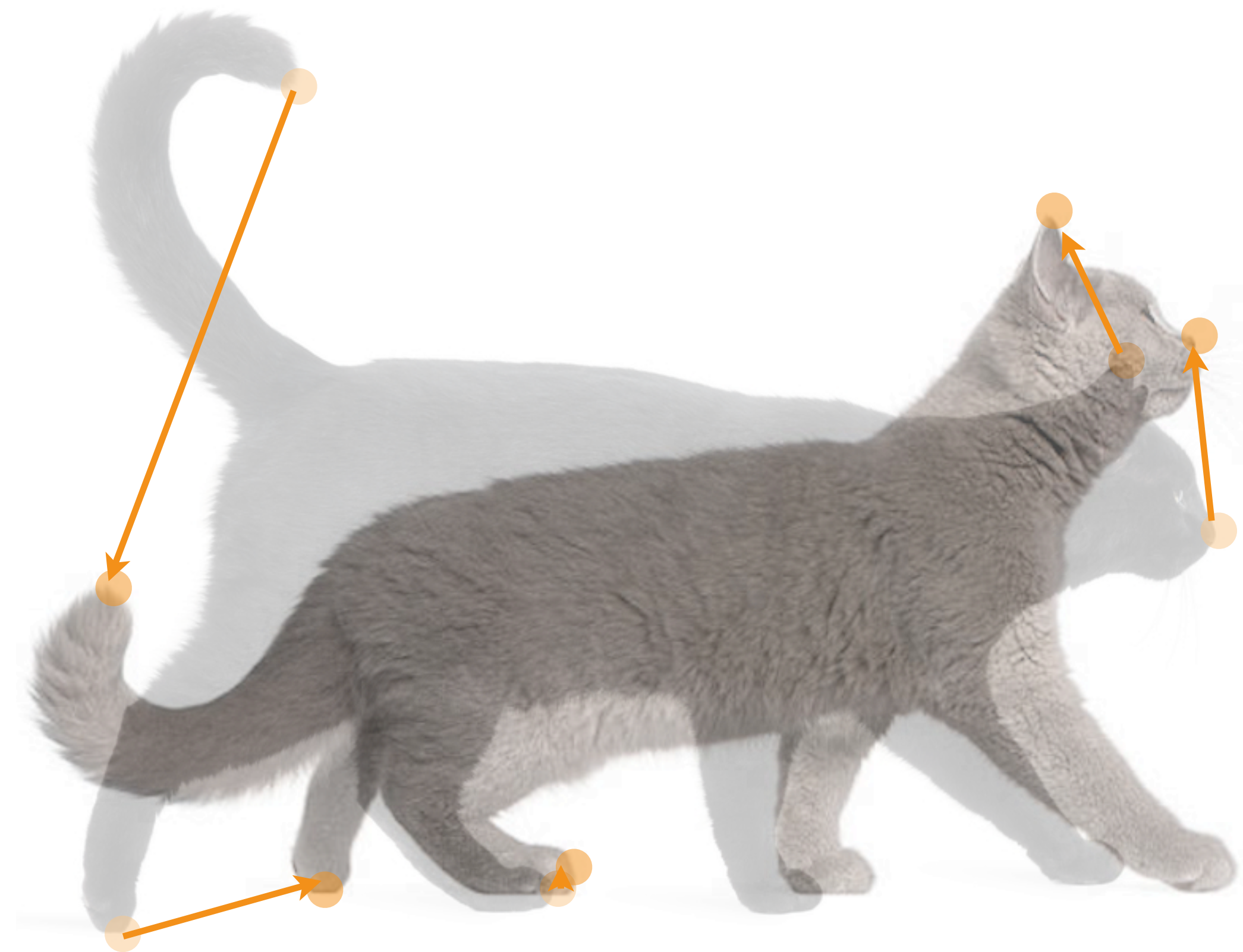
Idée 2 : correspondances éparées



Idée 2 : correspondances éparses

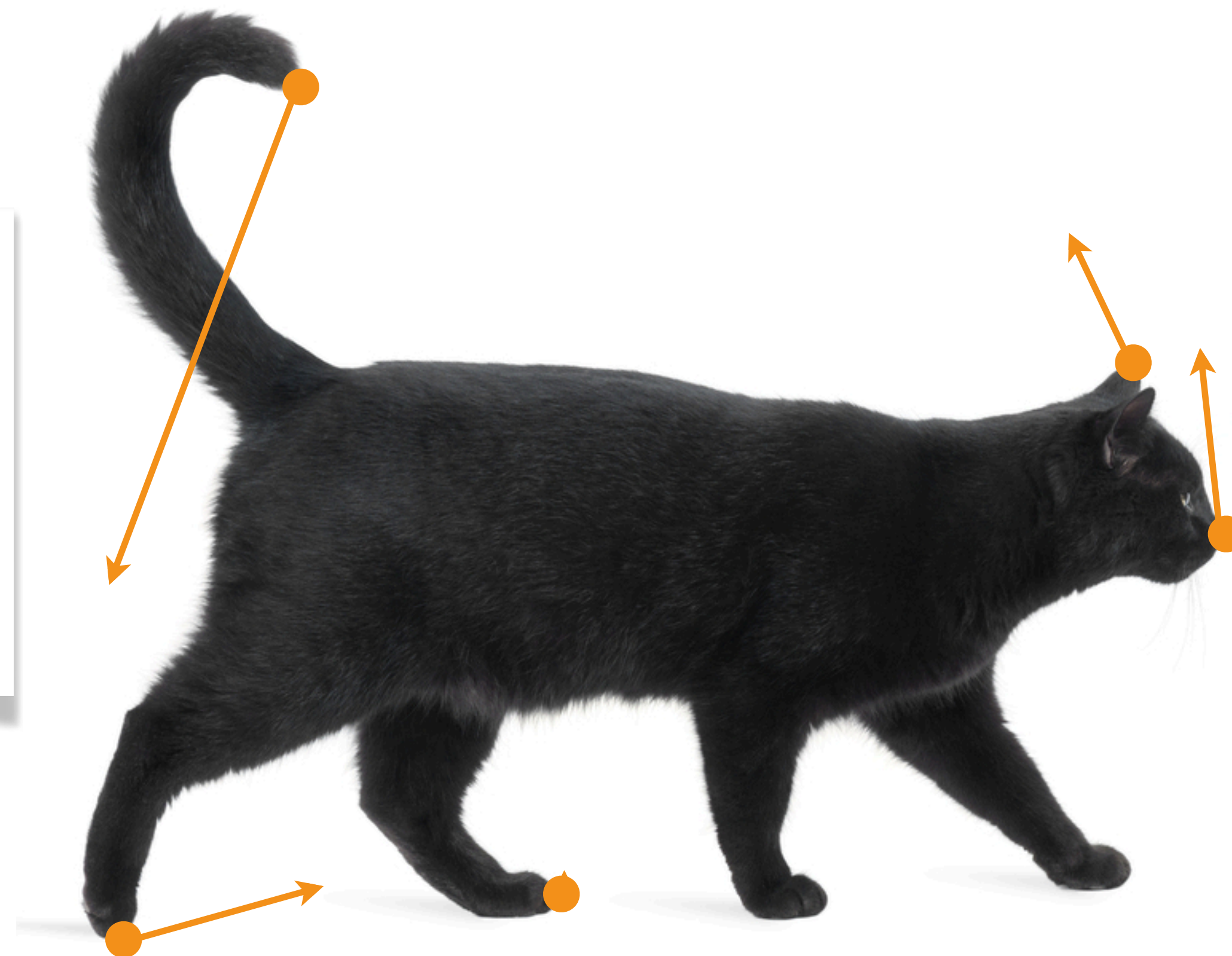


Idée 2 : correspondances éparse



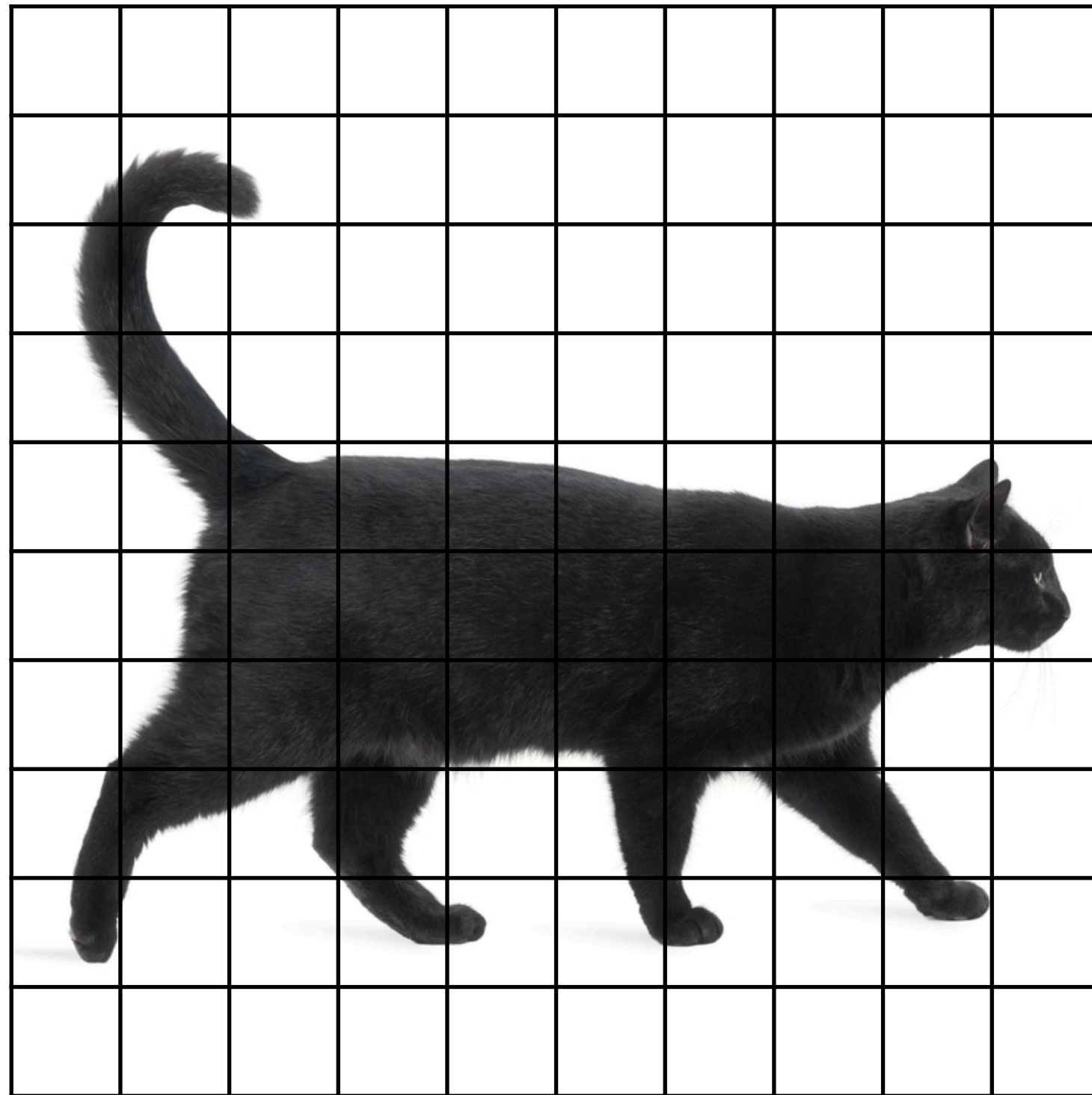
Idée 2 : correspondances éparées

On définit ainsi un champ vectoriel, où un vecteur de déplacement est associé à chaque pixel.



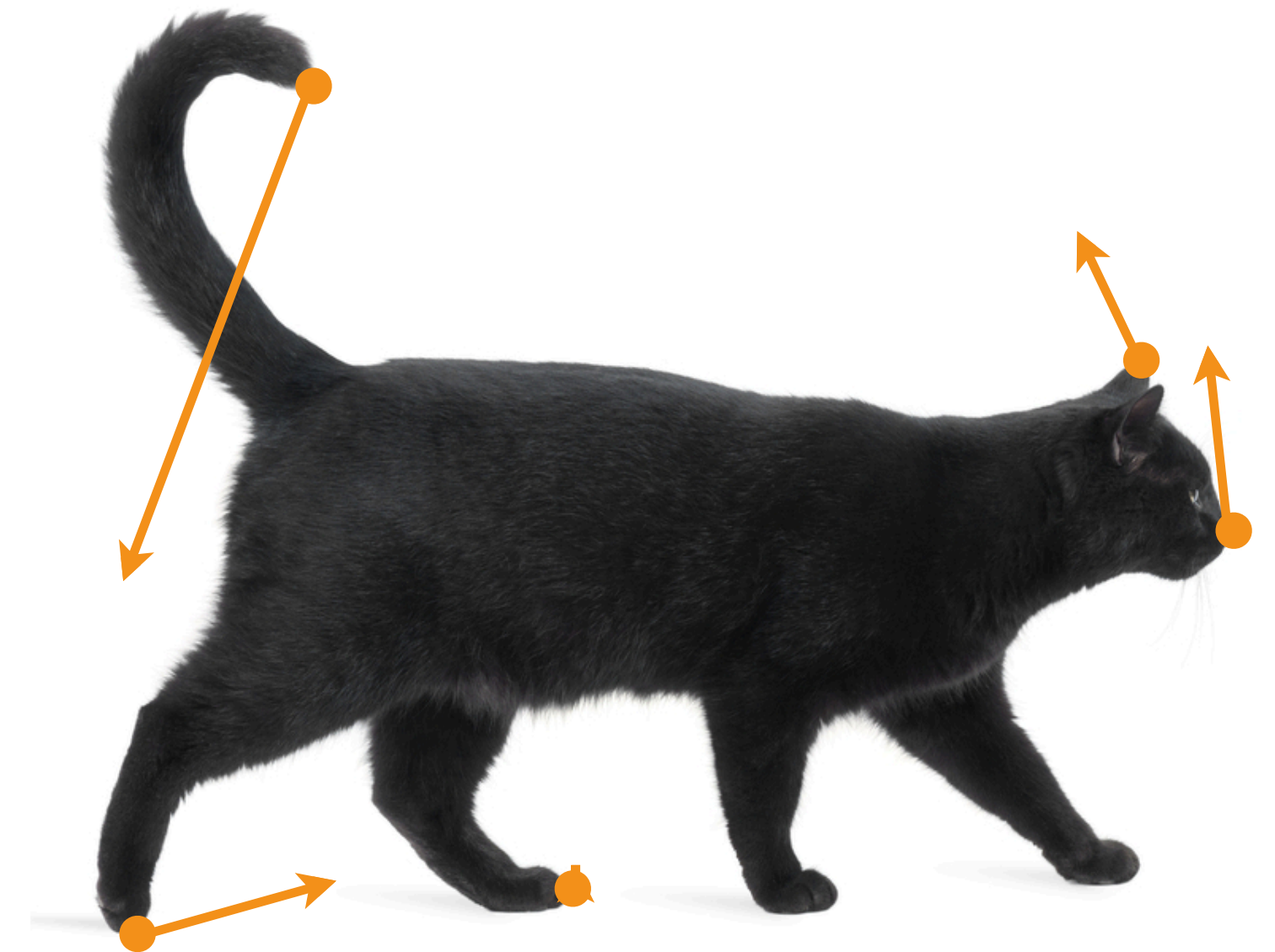
Entre-deux?

Grille (correspondances denses)

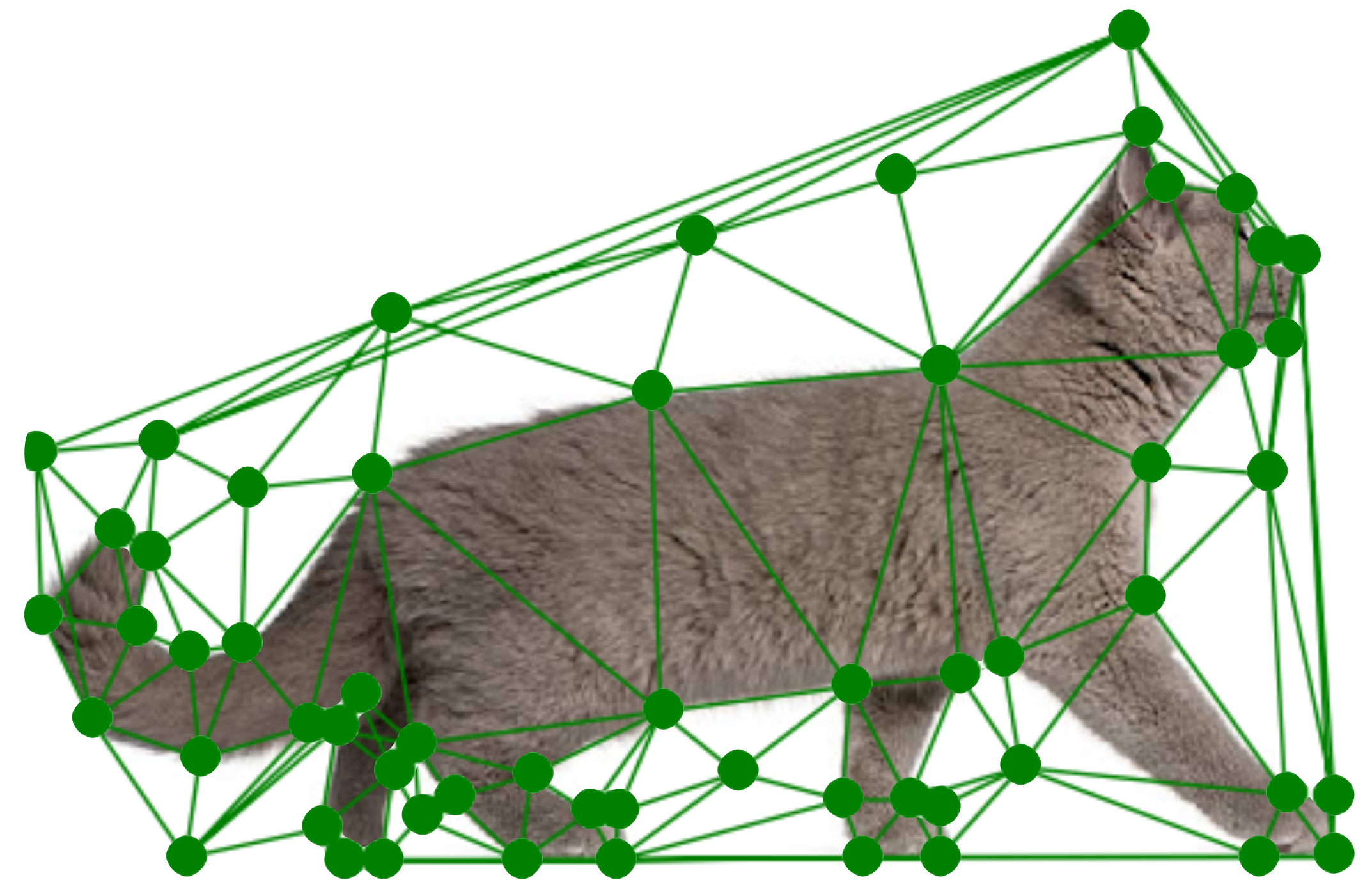
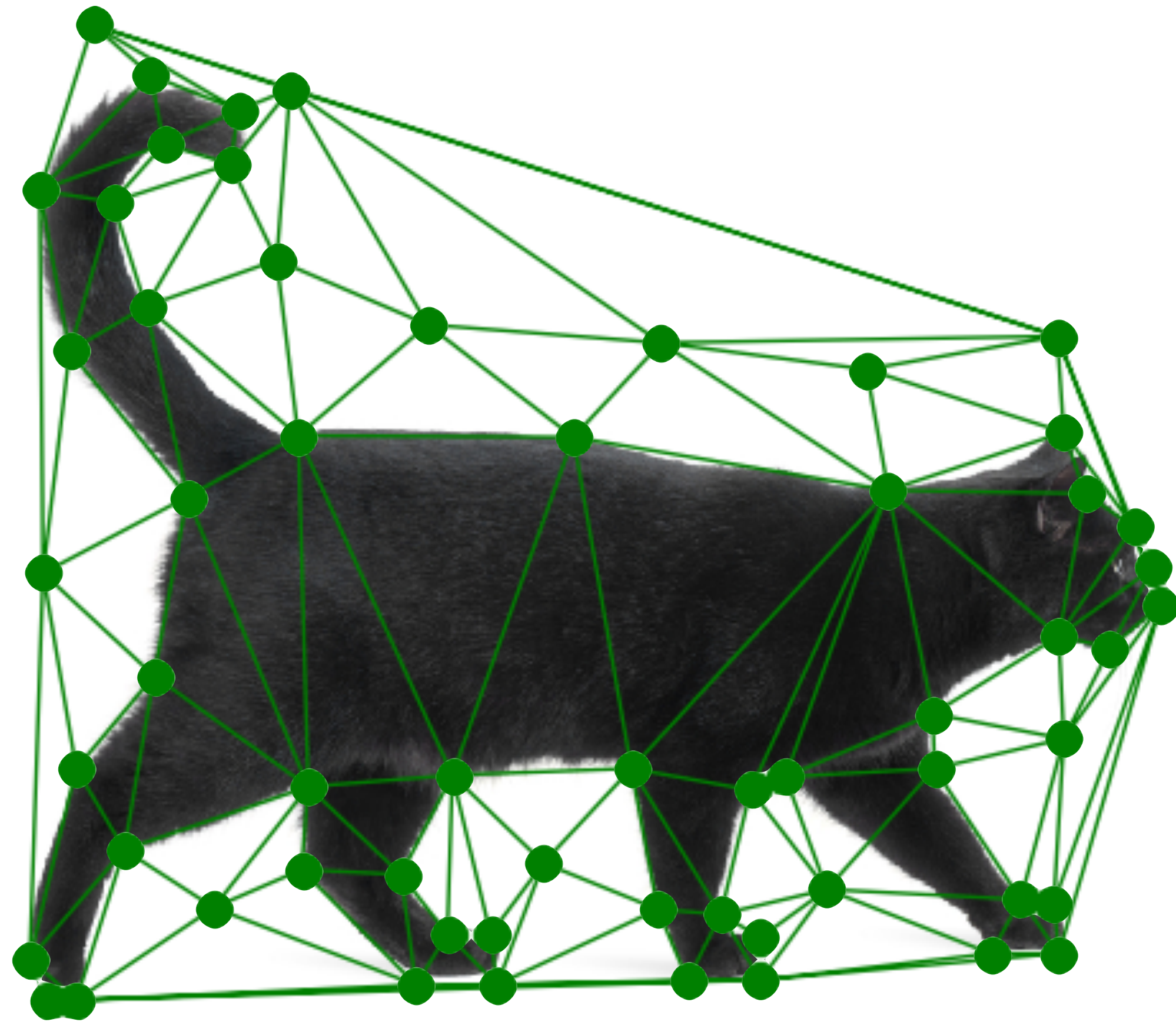


?

Points (correspondances éparses)

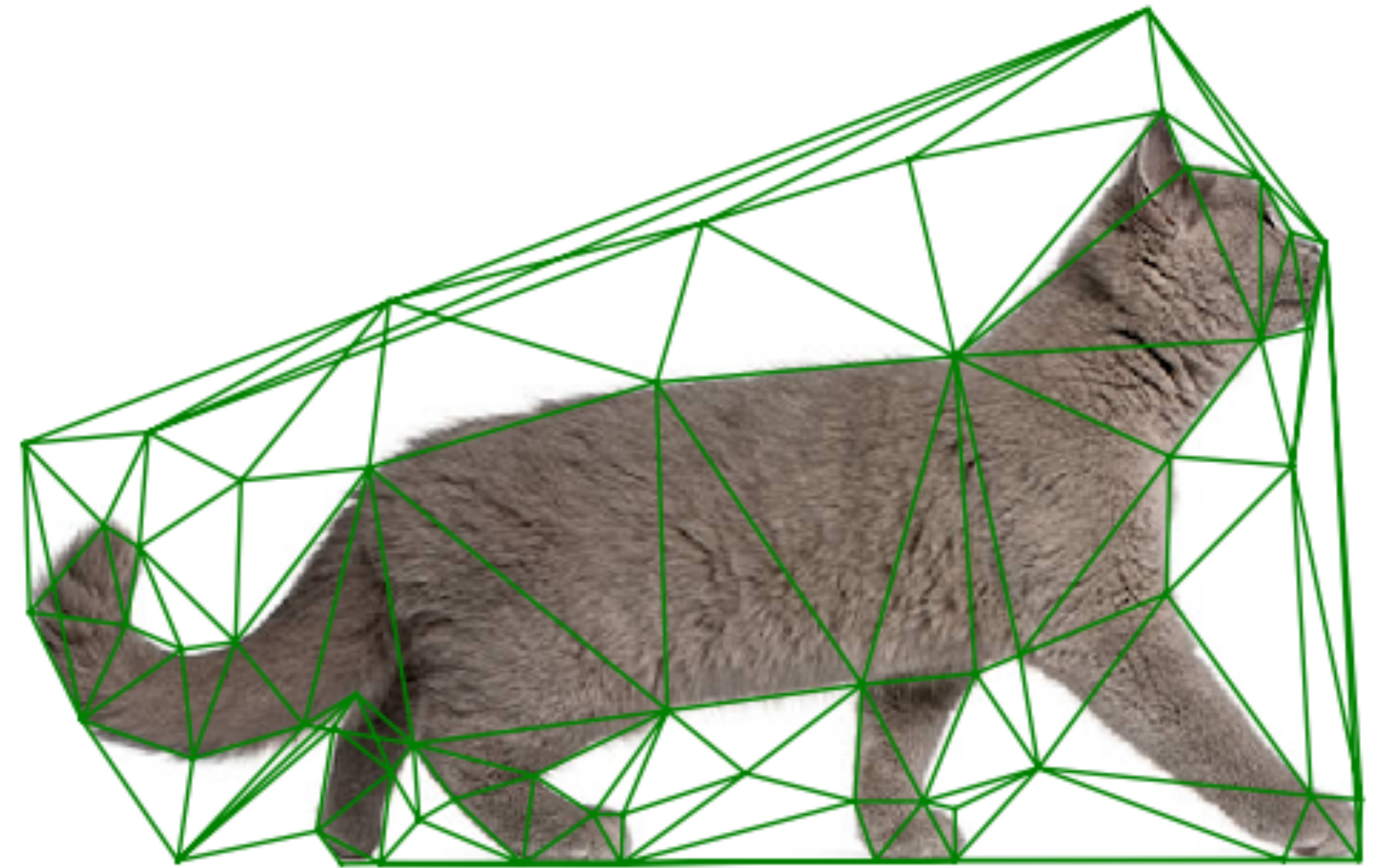
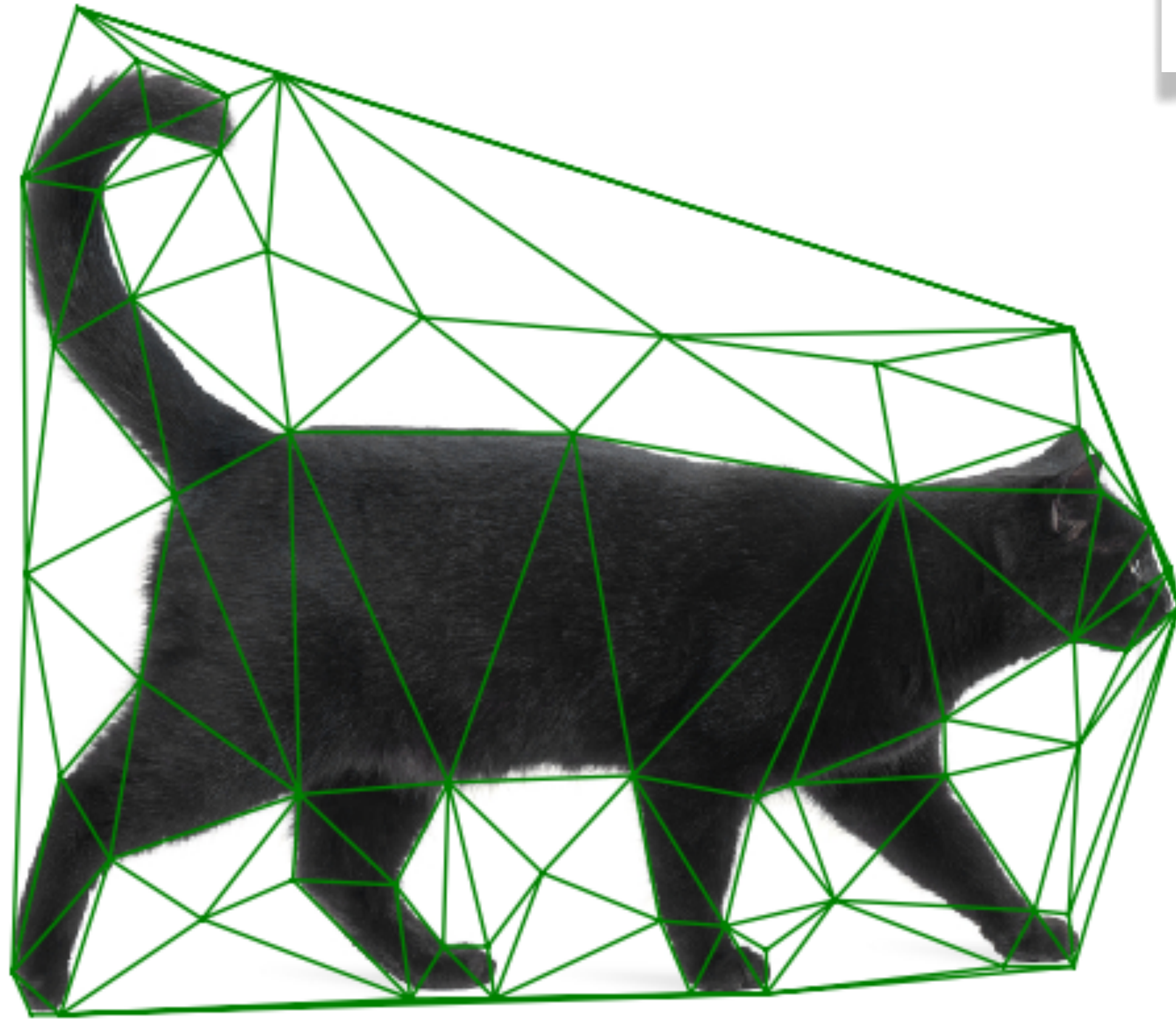


Idée 3 : maillage triangulaire à partir des correspondances



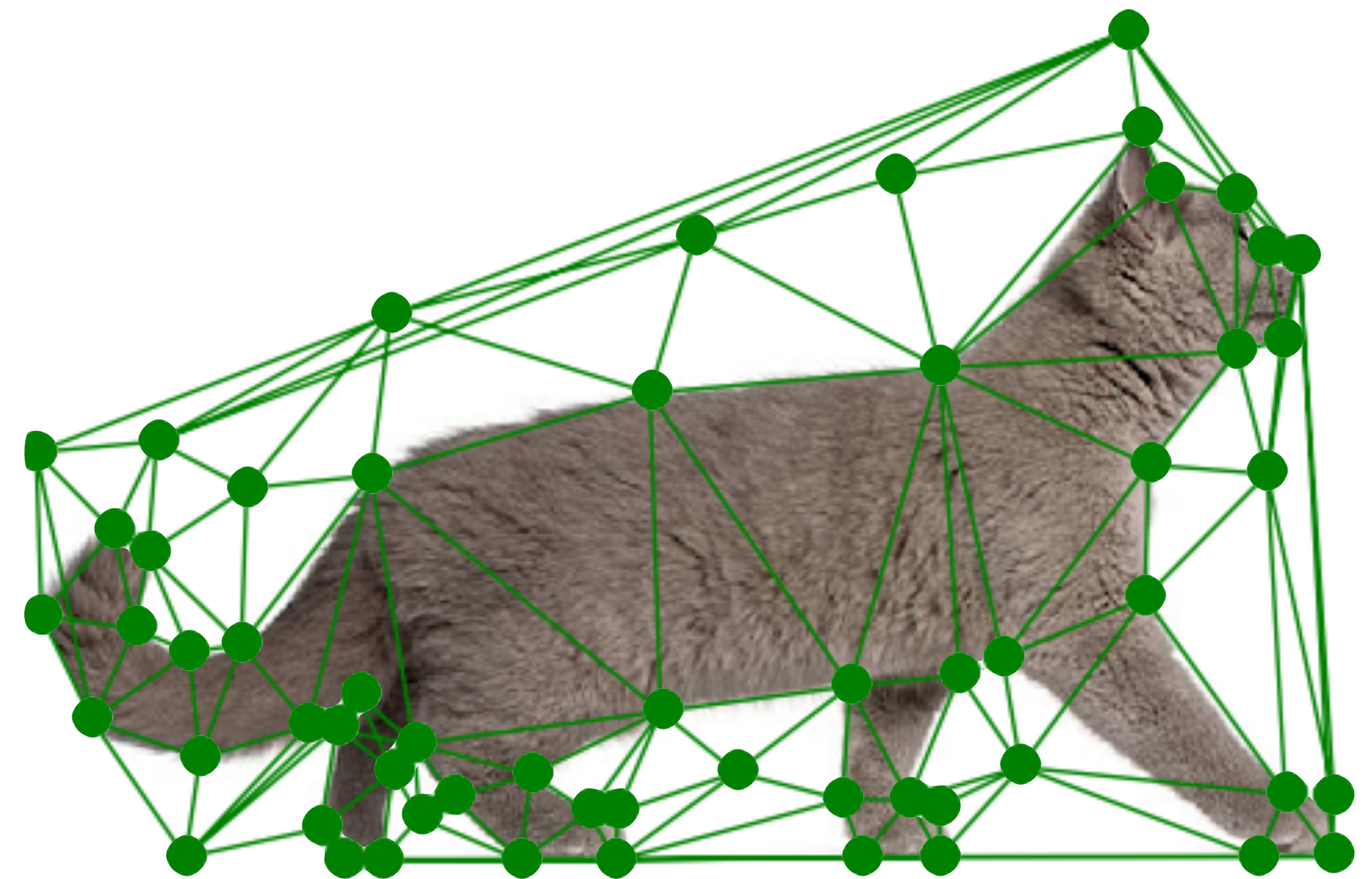
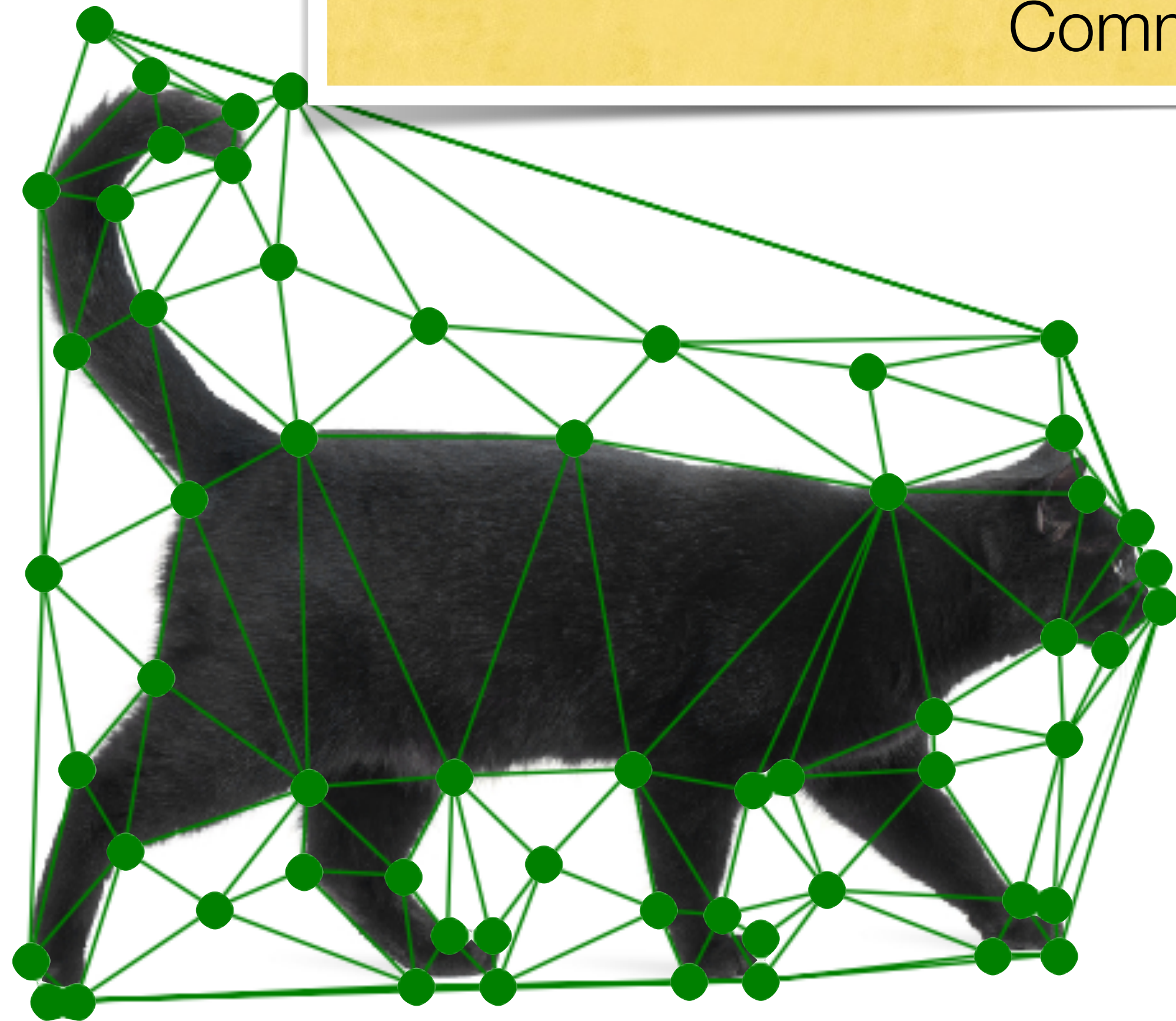
Idée 3 : maillage triangulaire à partir des correspondances

Quelle est la transformation entre deux triangles?
(indice : combien de DDL?)



Maillage triangulaire

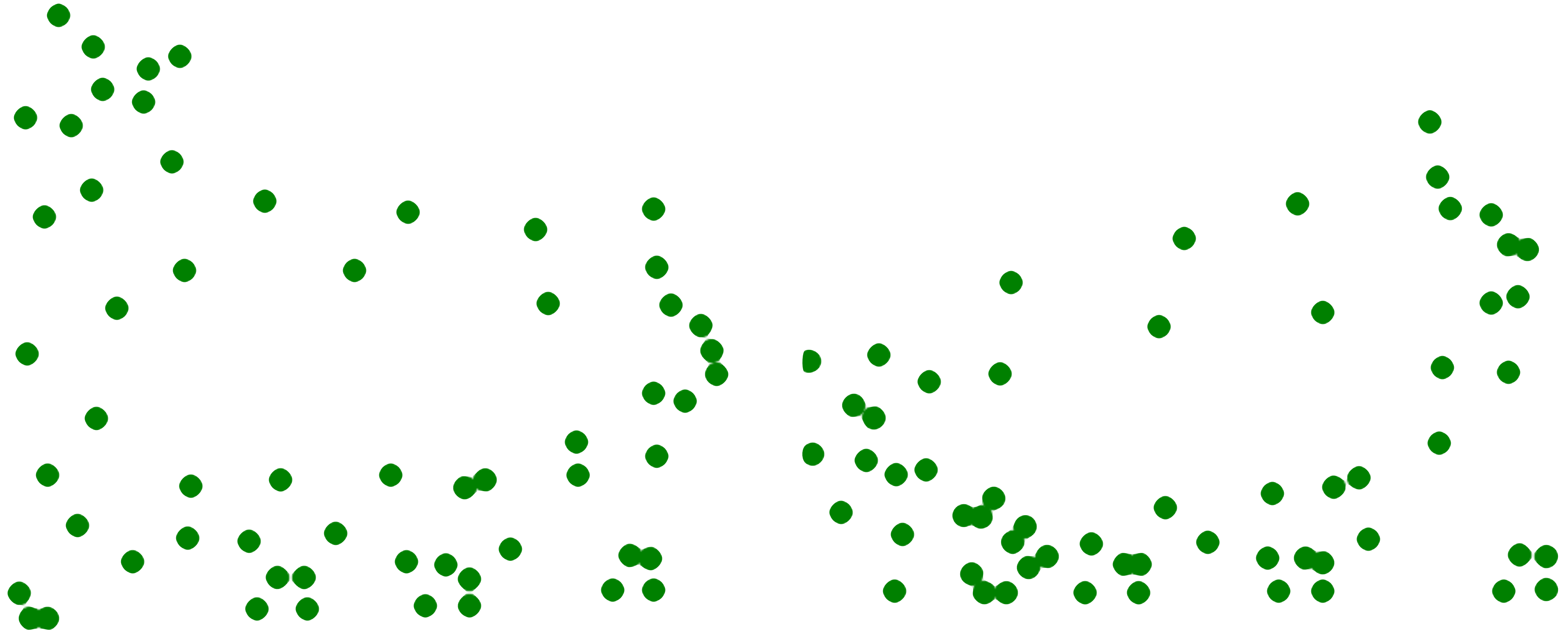
Important : le maillage doit être le même pour les 2 images!
Comment faire?



Forme moyenne

Forme : points 2D!

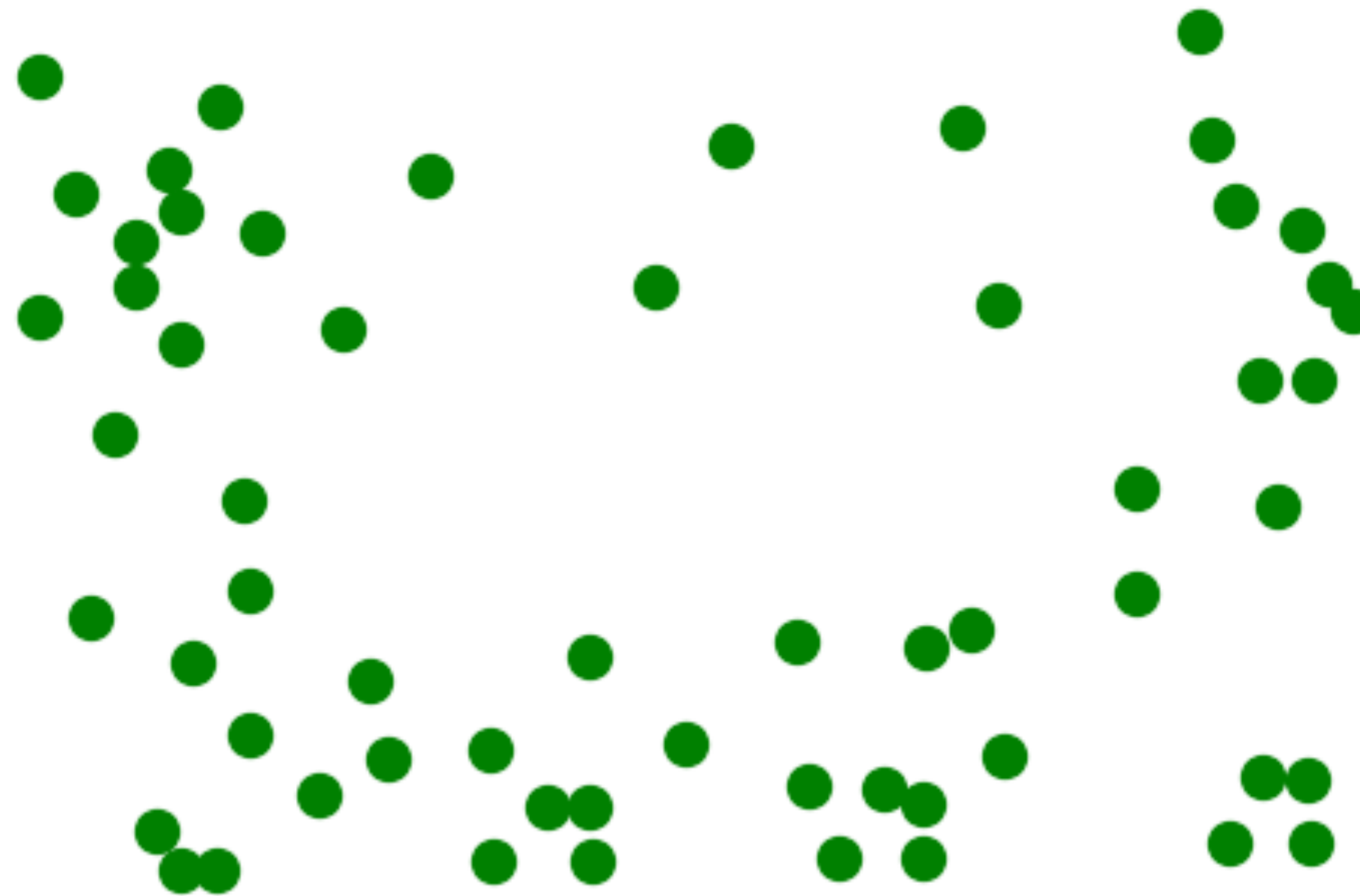
$$M = (1 - t)P + tQ$$



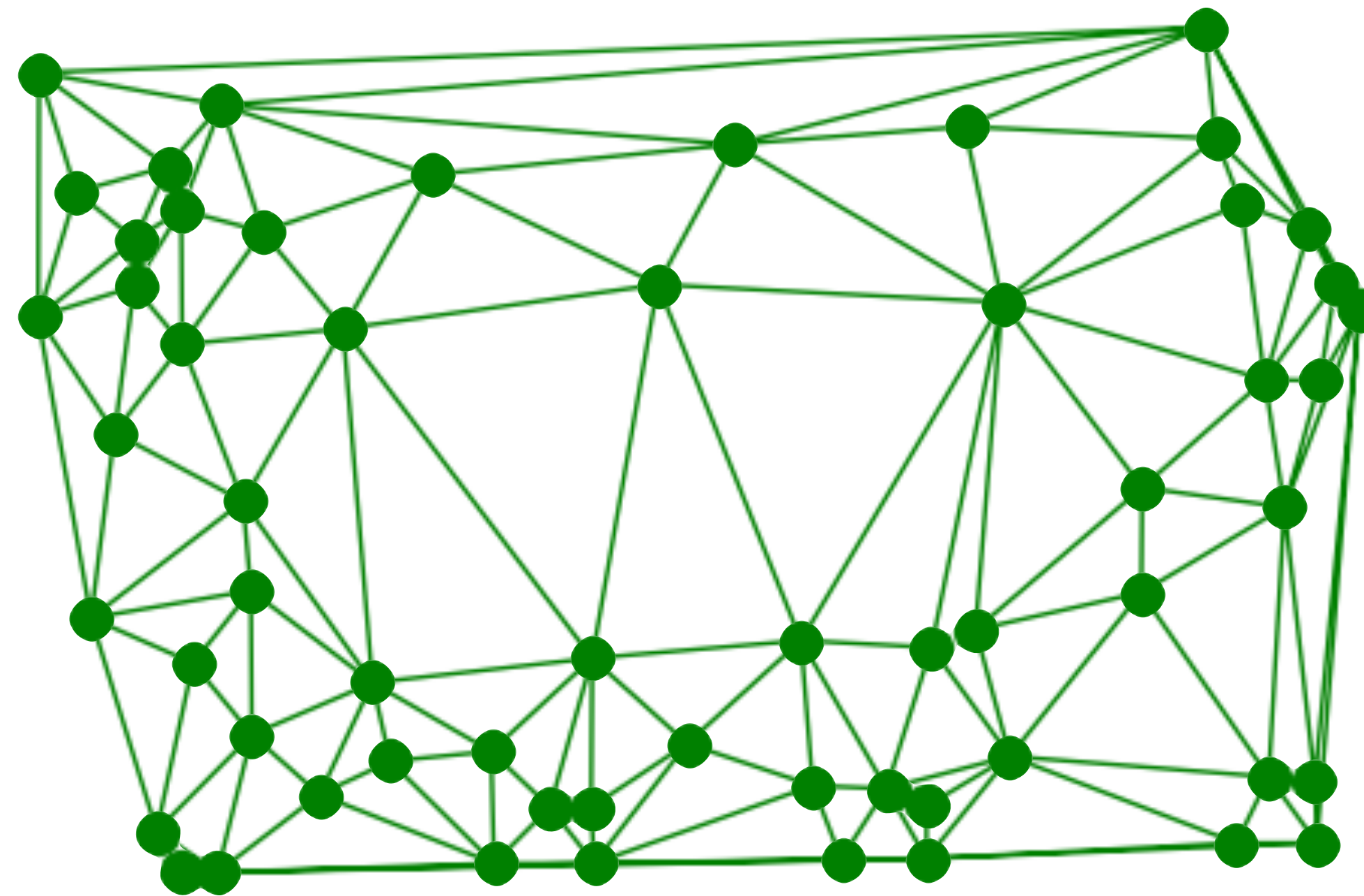
Forme moyenne

Forme : points 2D!

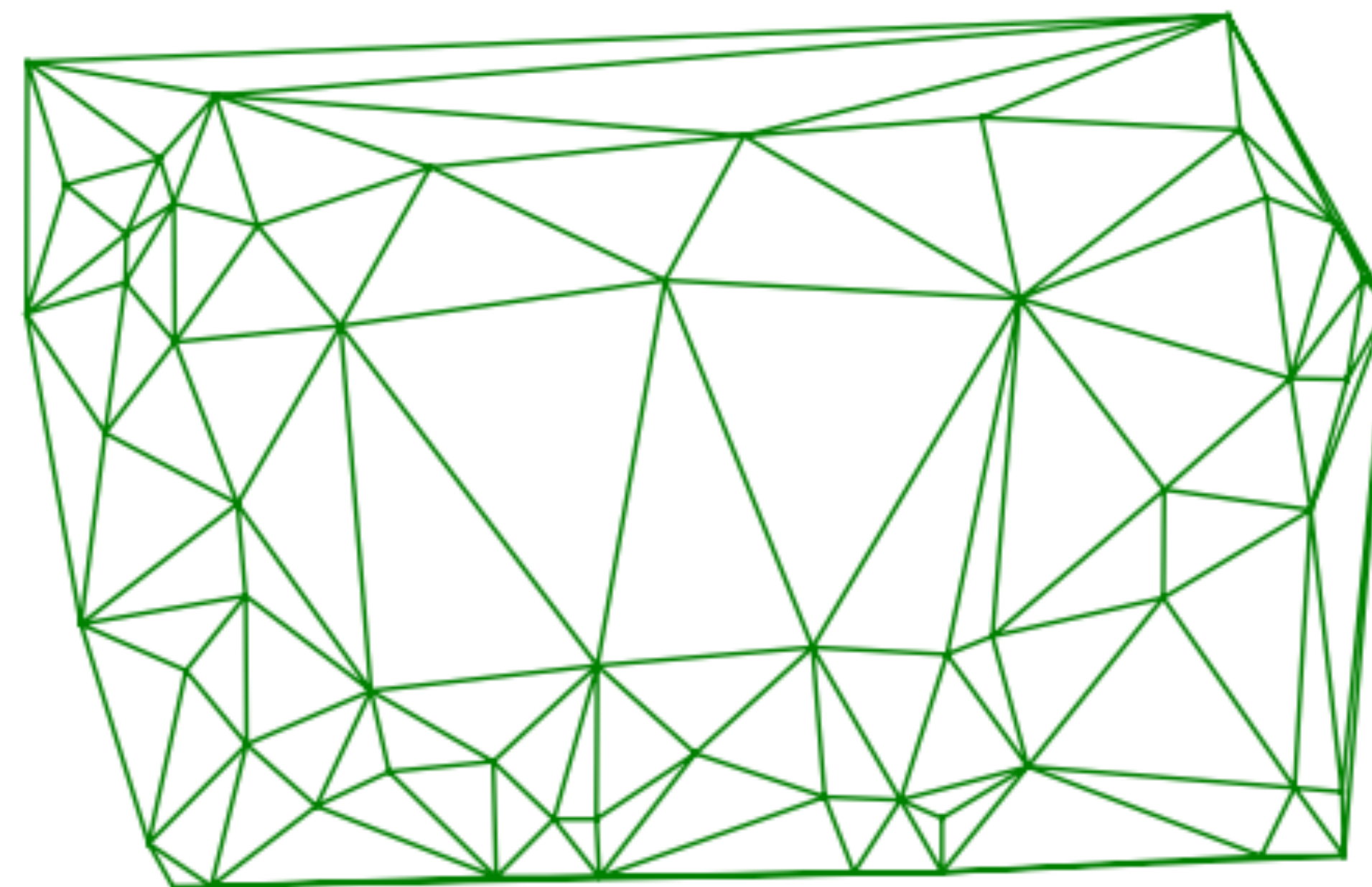
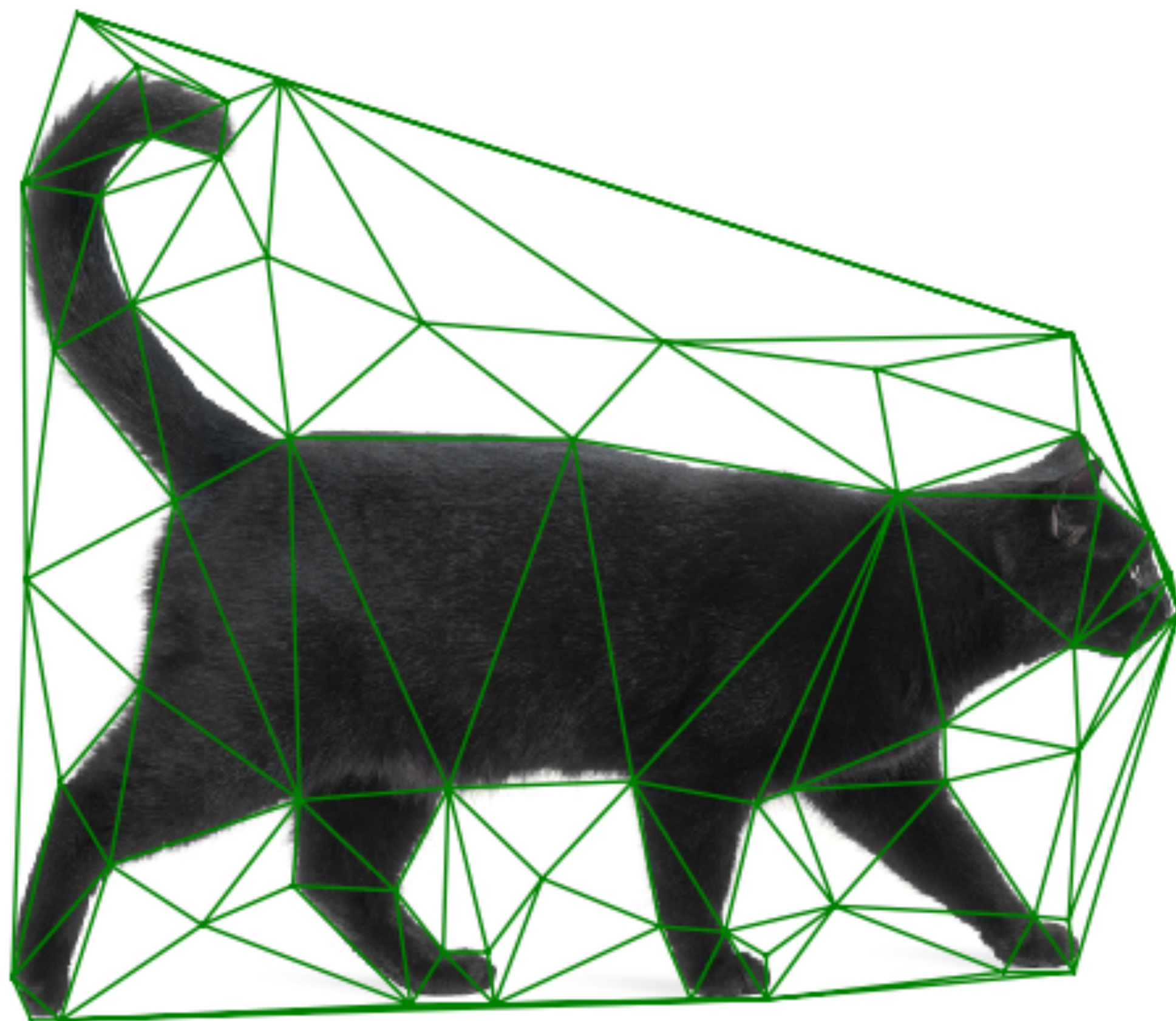
$$M = (1 - t)P + tQ$$



Trianguler la forme moyenne



Apparence du chat noir, forme moyenne?



Rappel : transformation inverse

Approche privilégiée!

- Pour chaque pixel dans l'image 2, calculer sa position dans l'image 1 (selon la transformation **inverse**!)

image 1

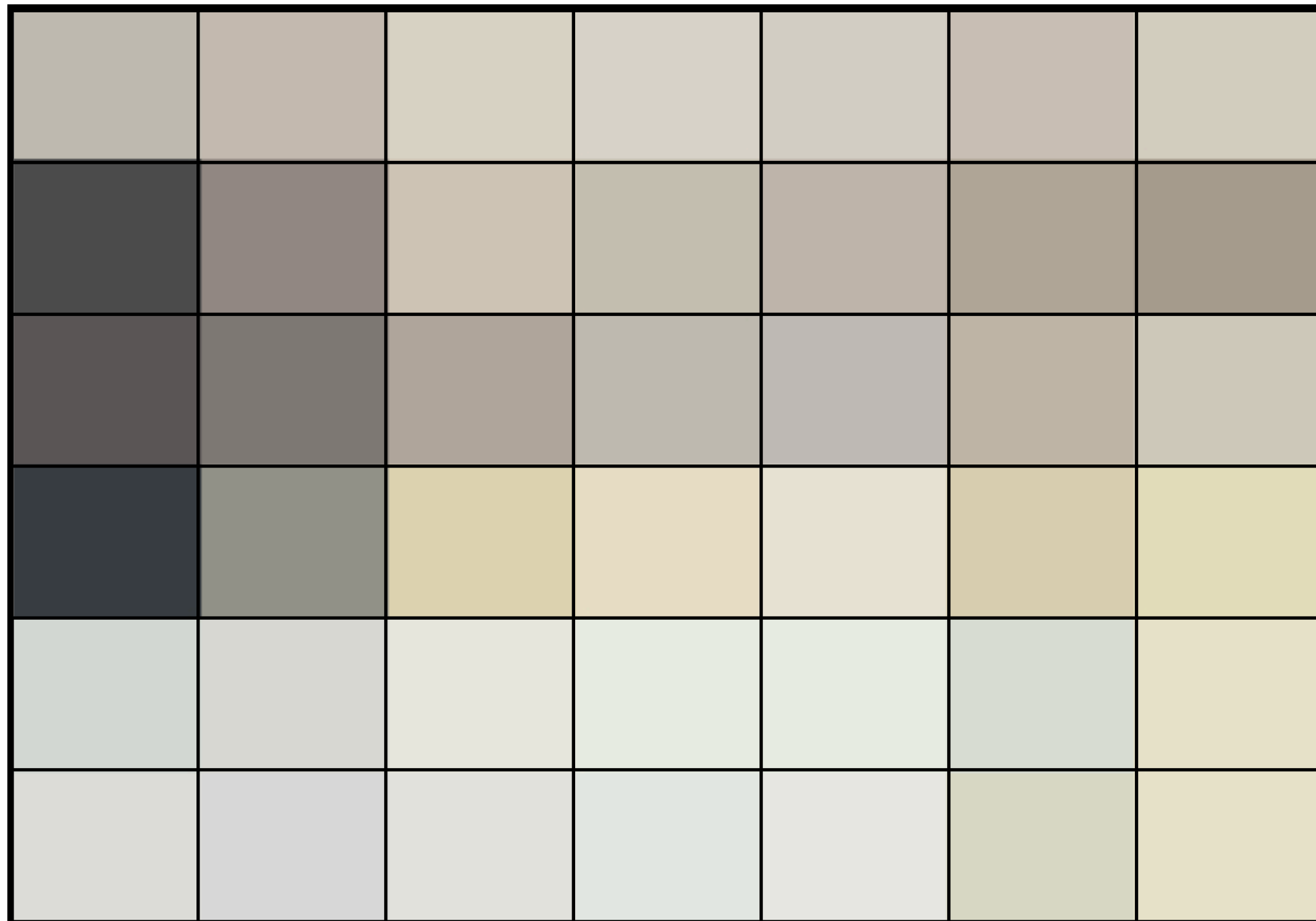
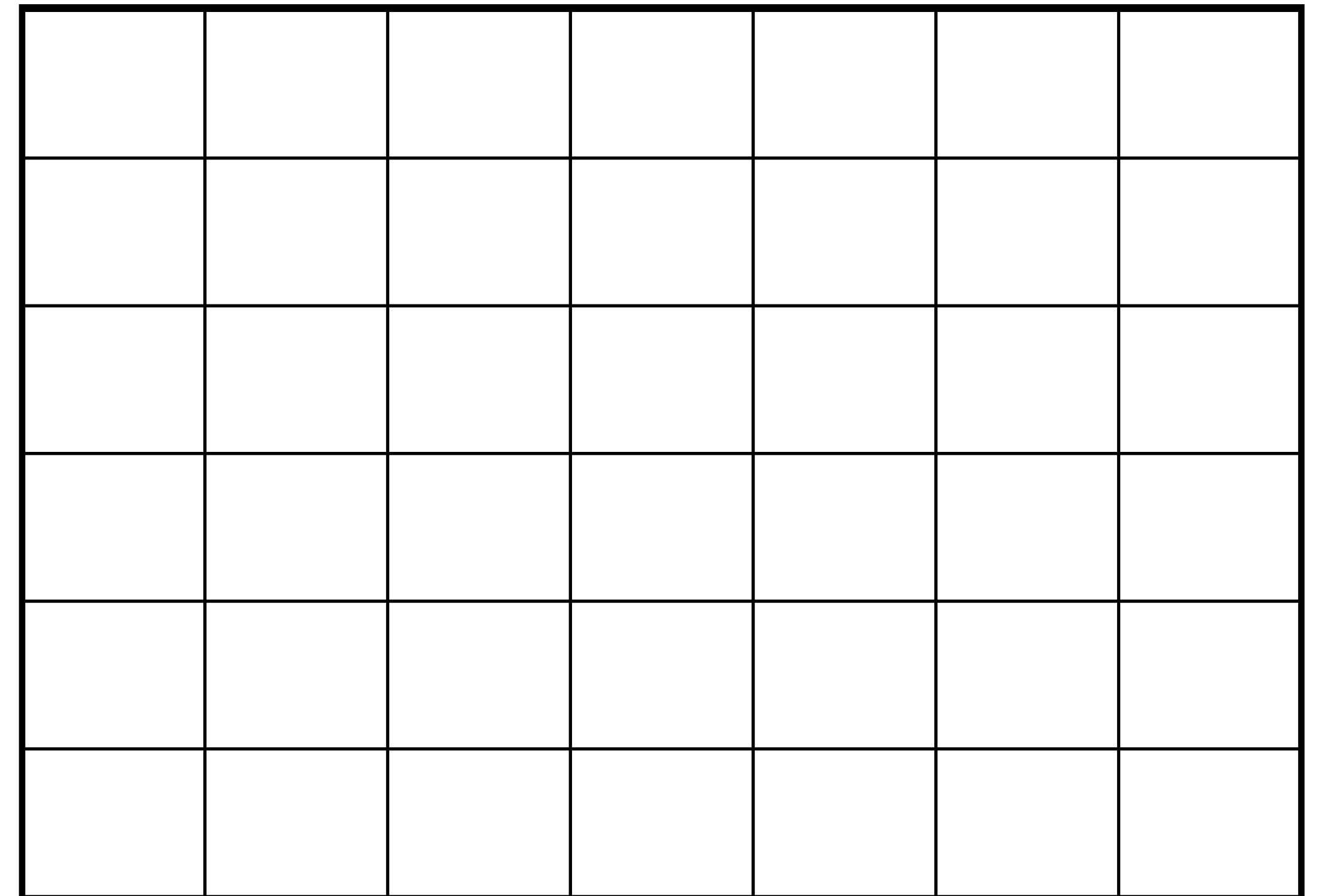
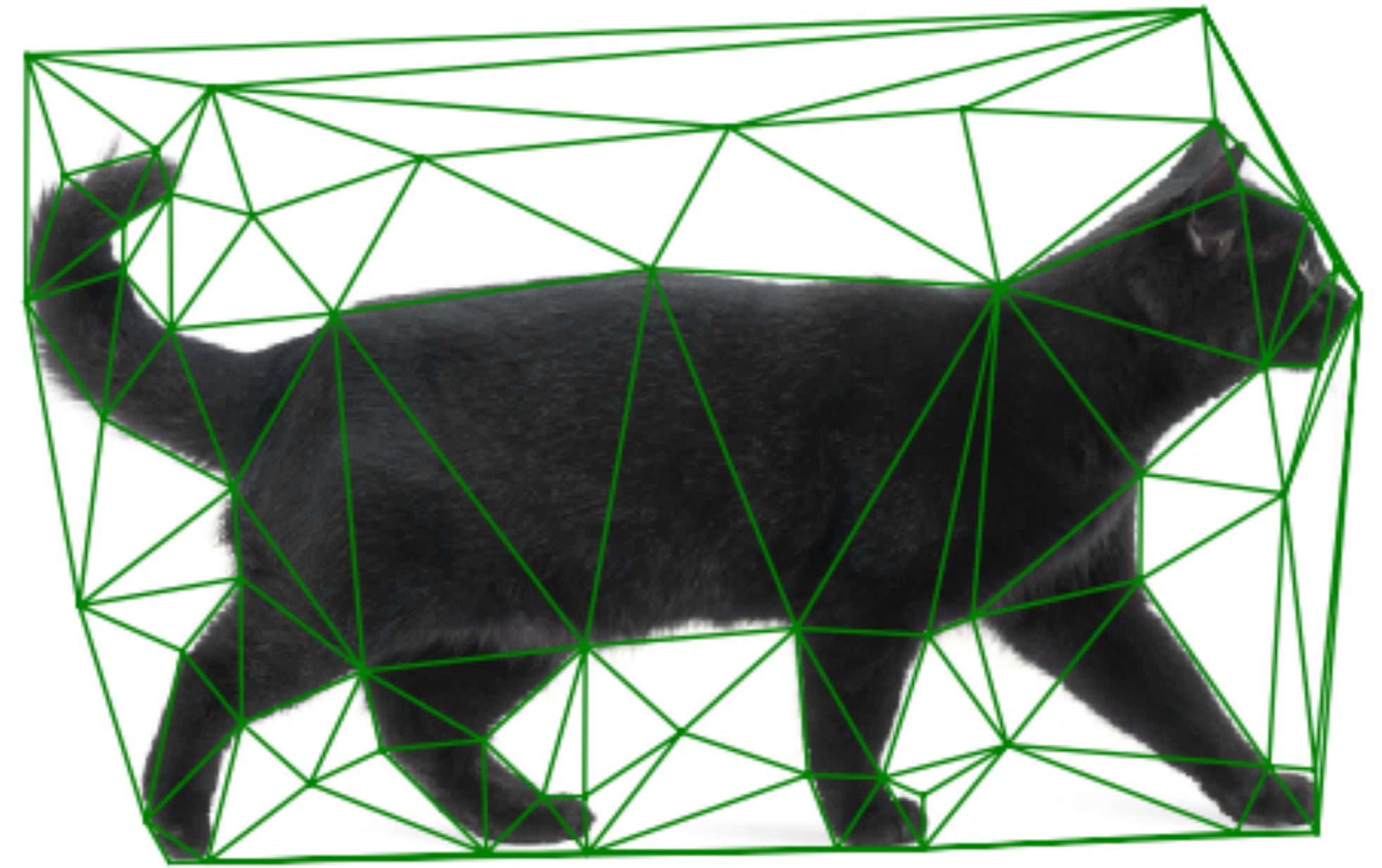
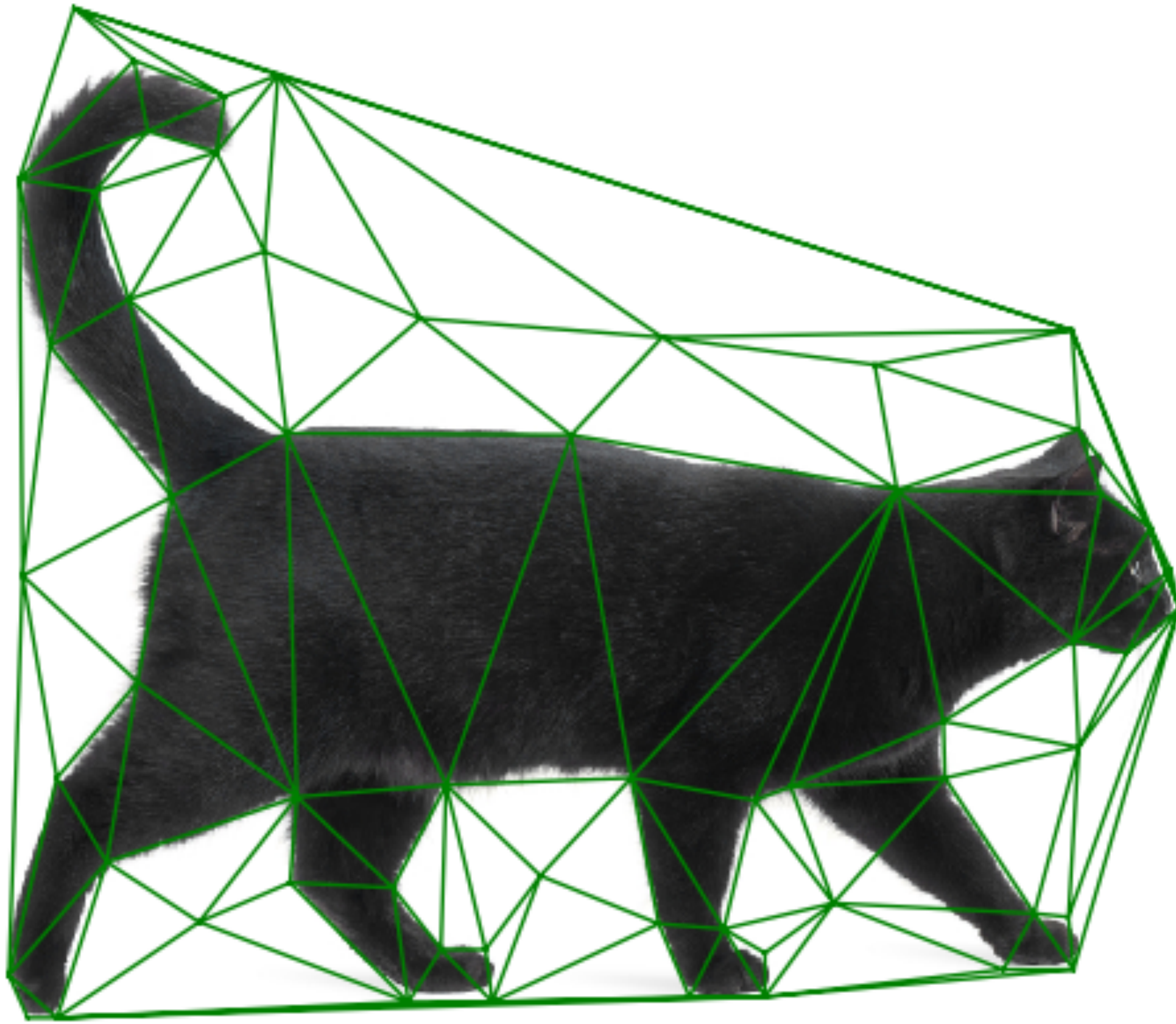


image 2



Triangler la forme moyenne

Image du chat 1 ayant la forme
moyenne des deux chats

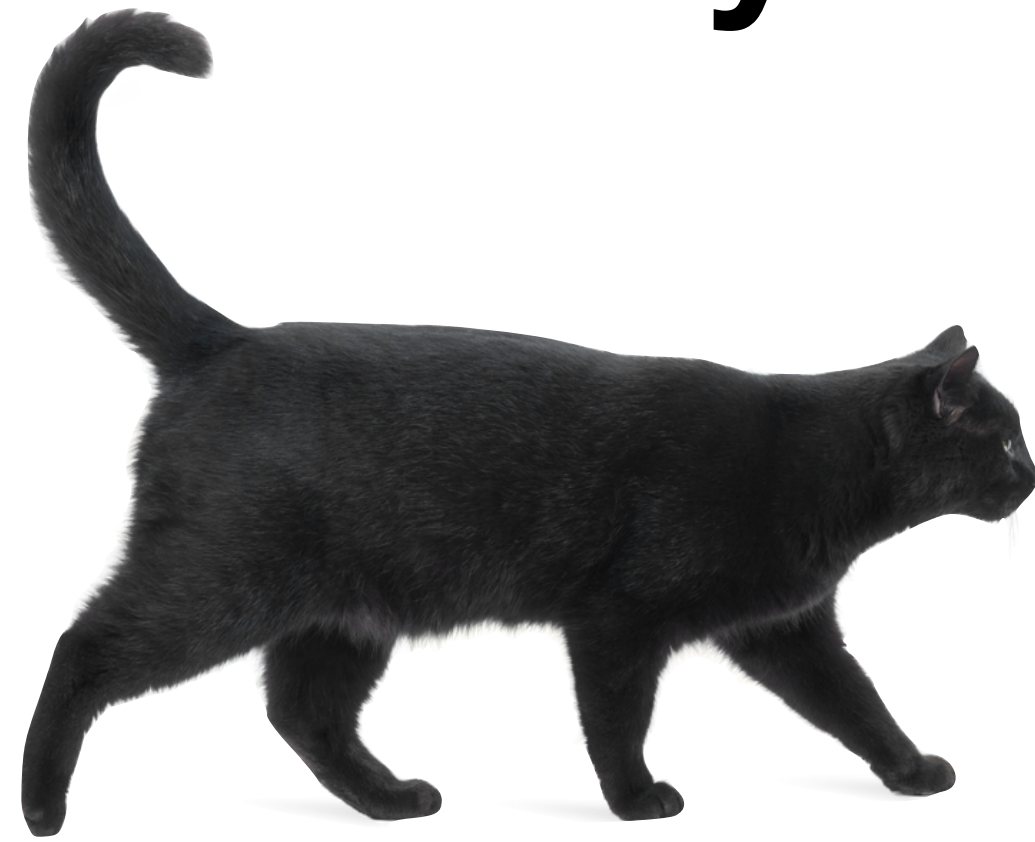


Triangler la forme moyenne

Image du chat 1 ayant la forme
moyenne des deux chats



Chat moyen : apparence et forme!



Aligner



Aligner



Les pixels sont maintenant **alignés**!
On peut alors calculer la moyenne.



apparence moyenne,
forme moyenne

Métamorphose d'images

Animer une métamorphose



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

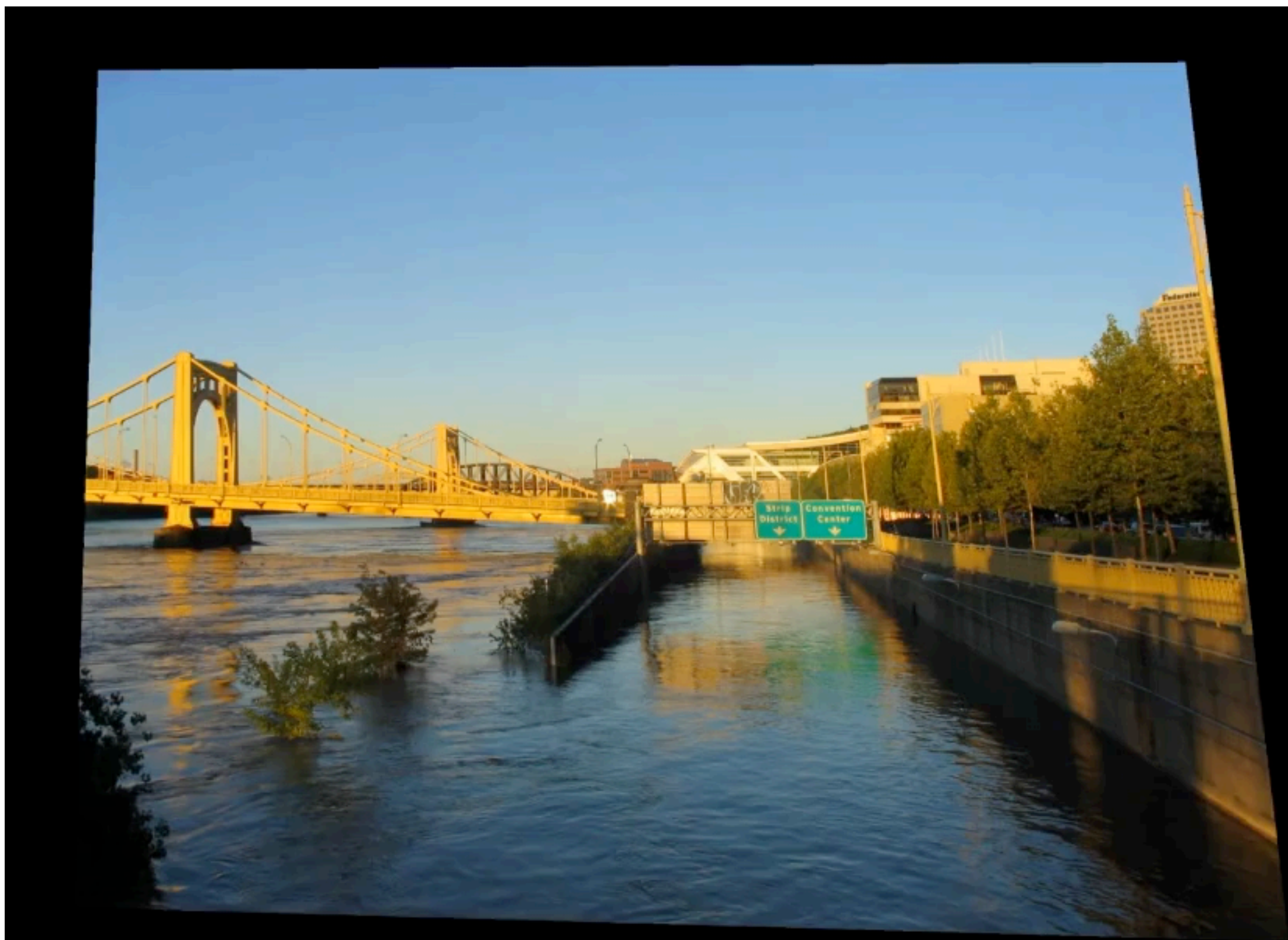
Aligner avant de moyenner



Aligner



P



Moyenner

$$M = (1 - t)P + tQ$$



Aligner



Q

Aligner avant de moyenner : même idée!

Sauf qu'on aligne les images avec des transformations **locales** plutôt que globales.

Sauf qu'on calcule deux moyennes pondérées : **forme** et **appearance**!



Aligner



P



Aligner



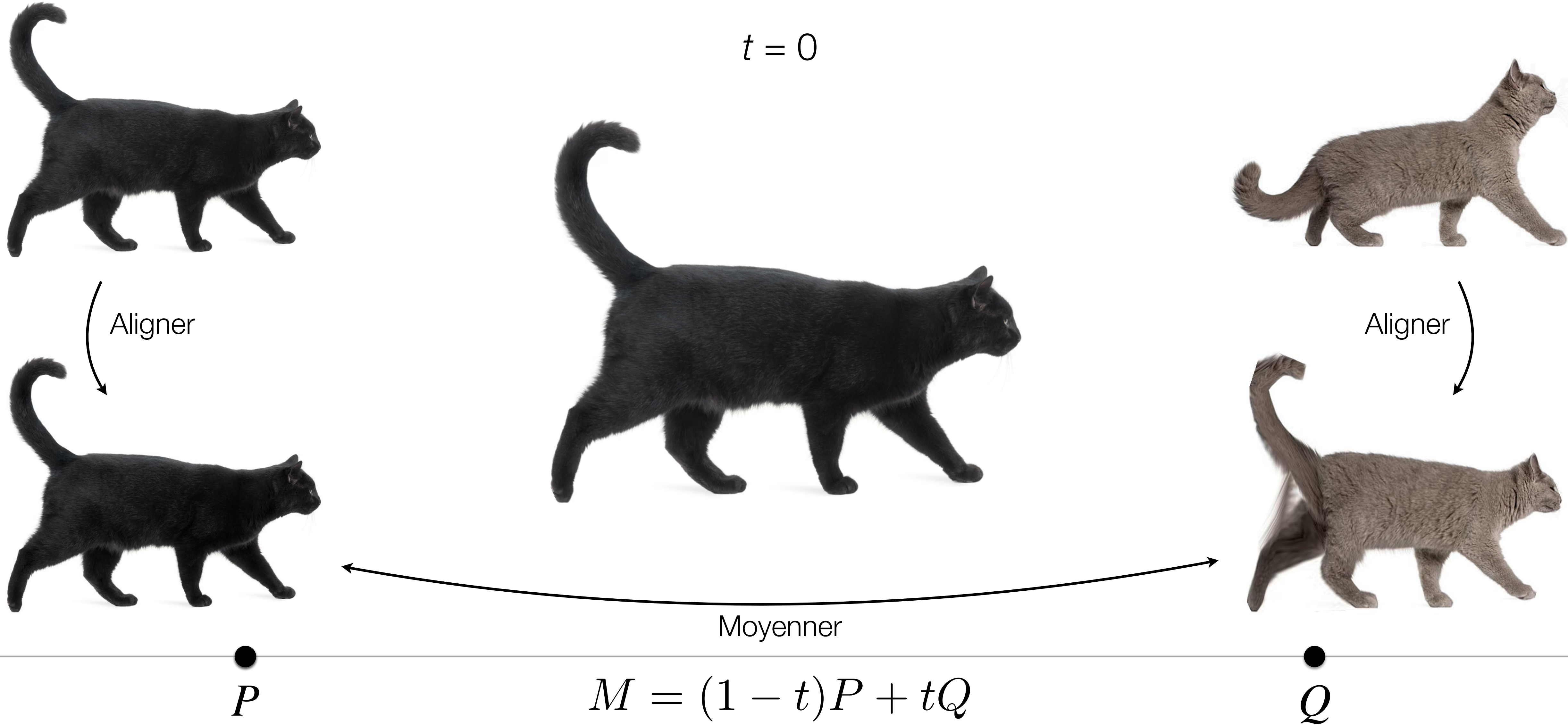
Q



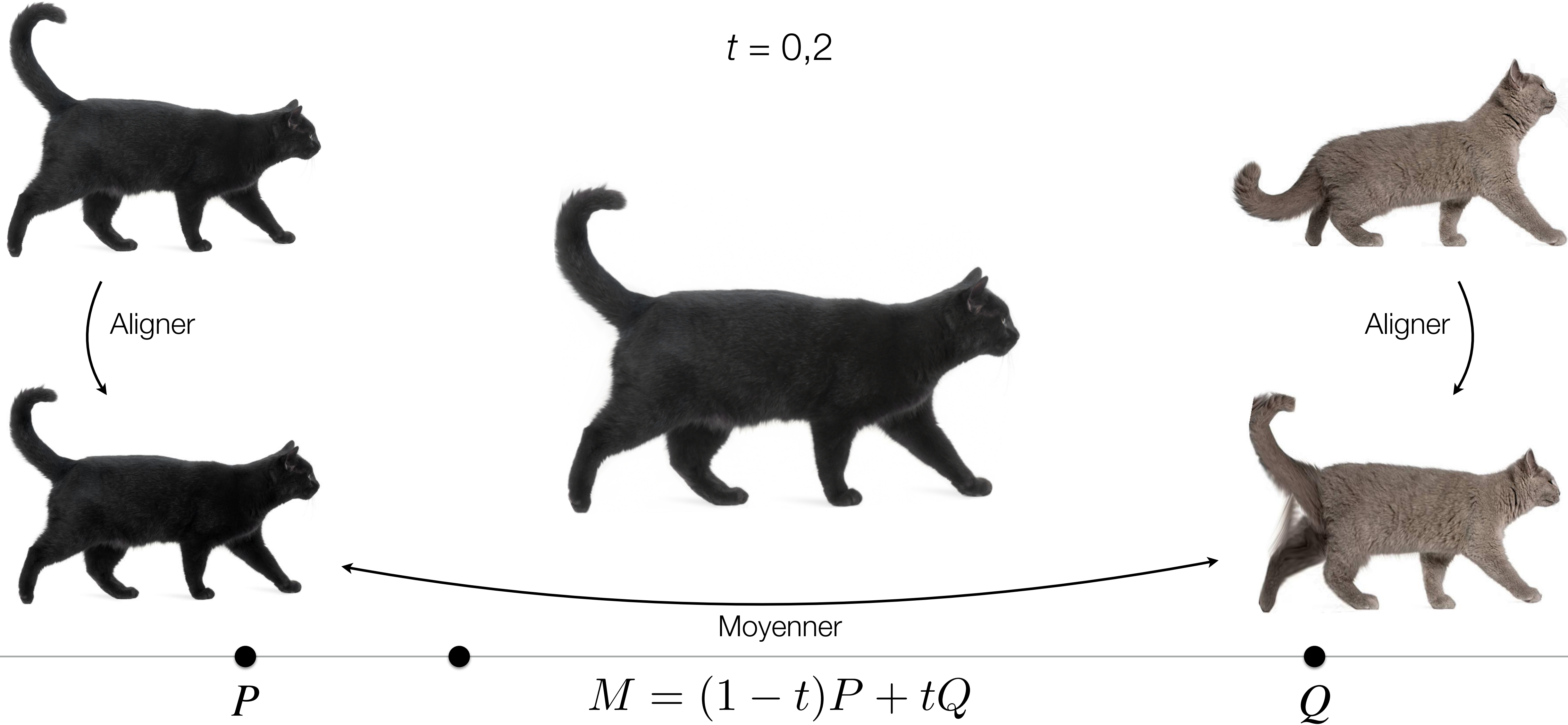
Moyenner

$$M = (1 - t)P + tQ$$

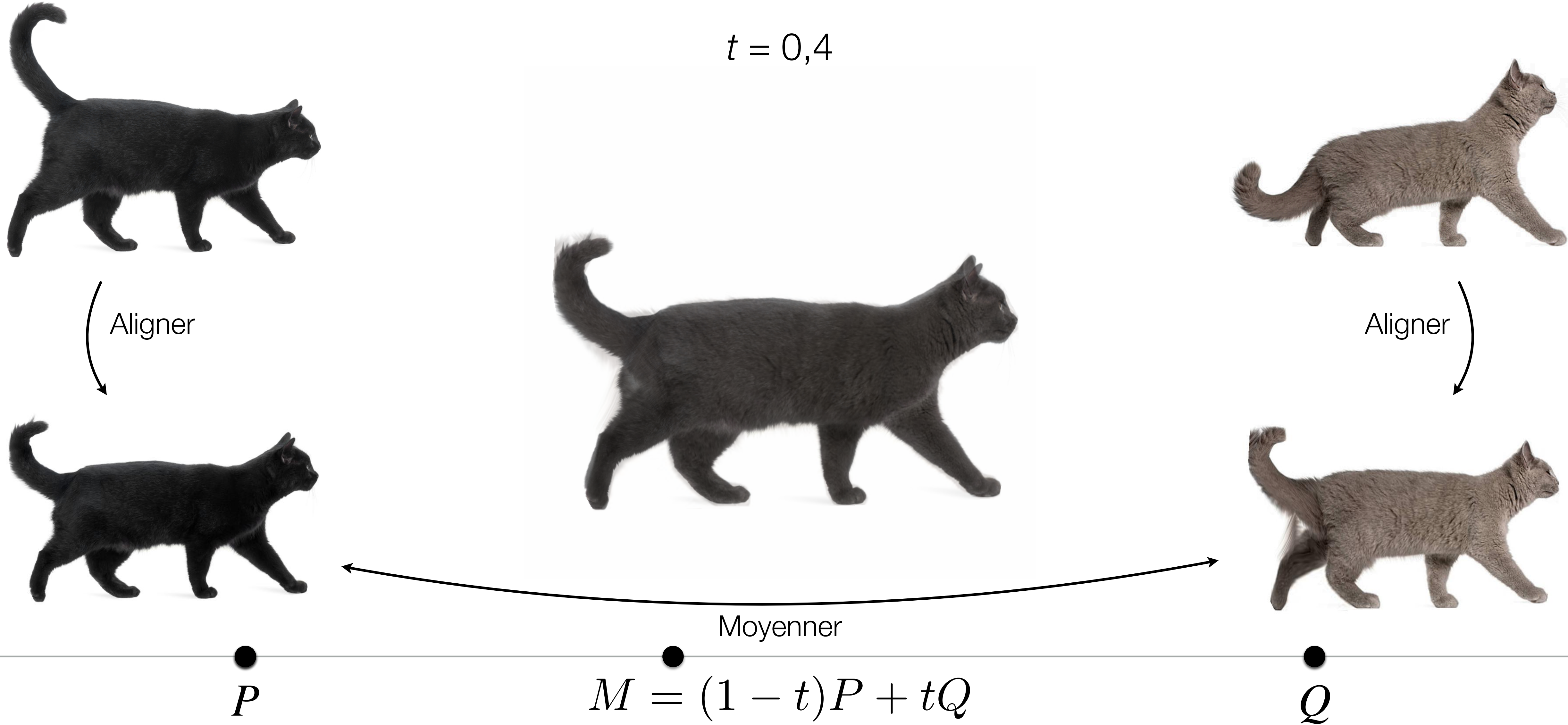
Comment générer une animation?



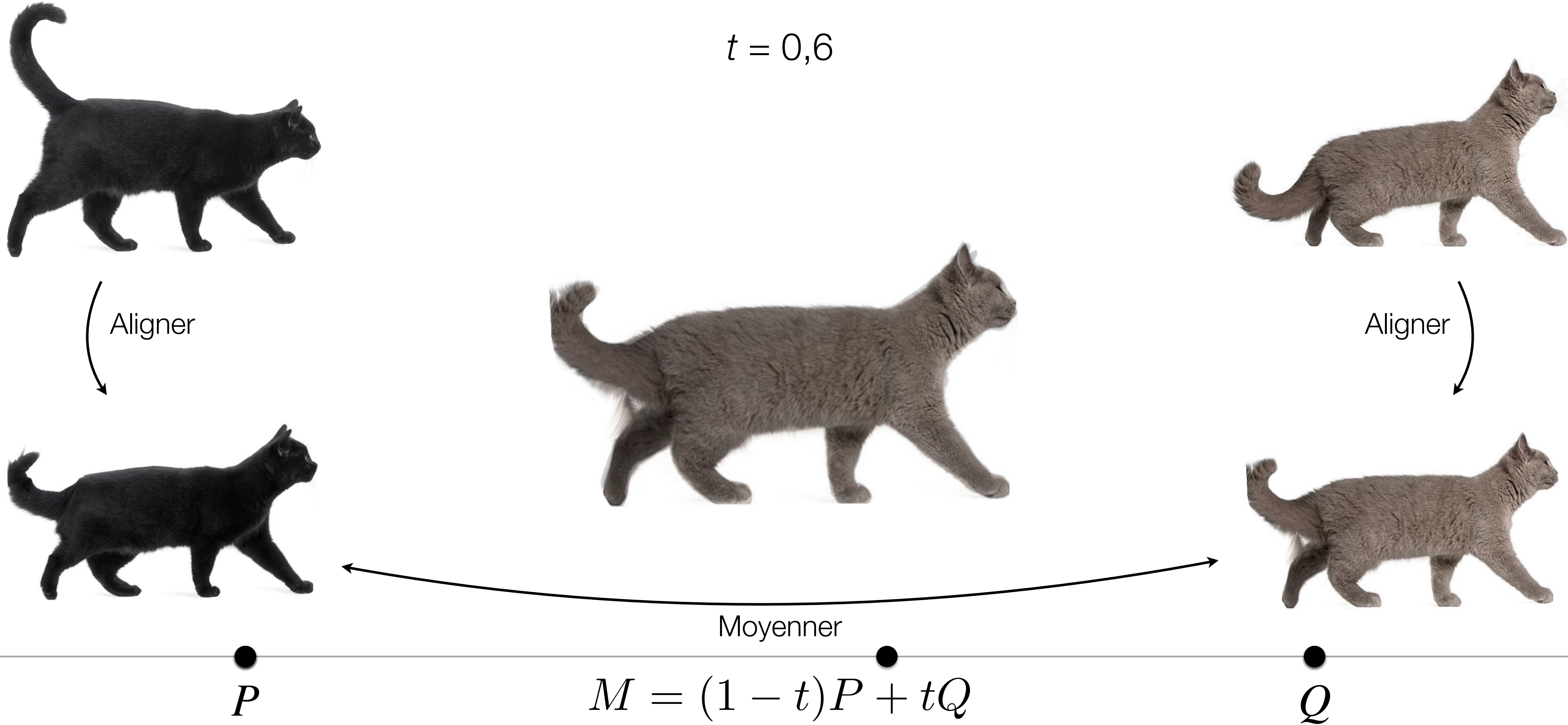
Comment générer une animation?



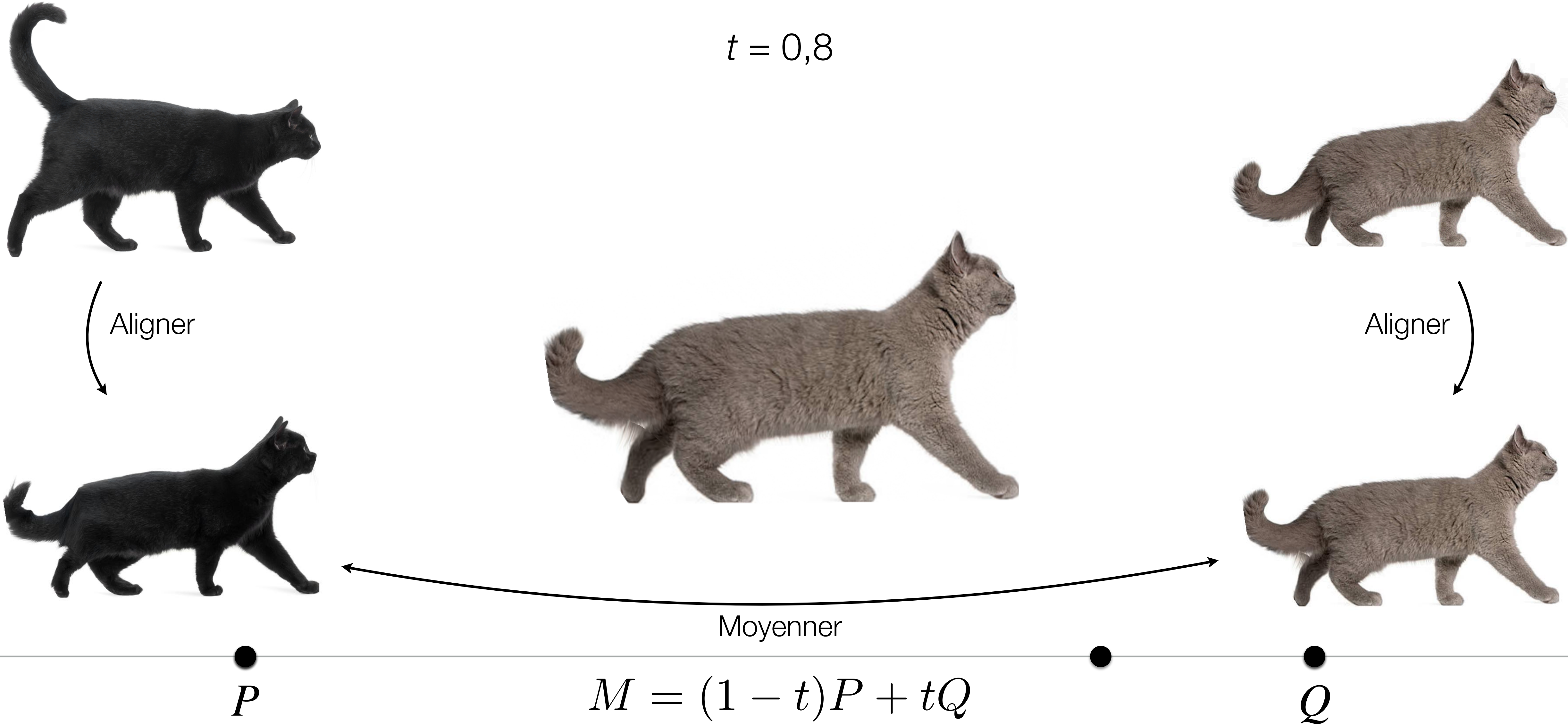
Comment générer une animation?



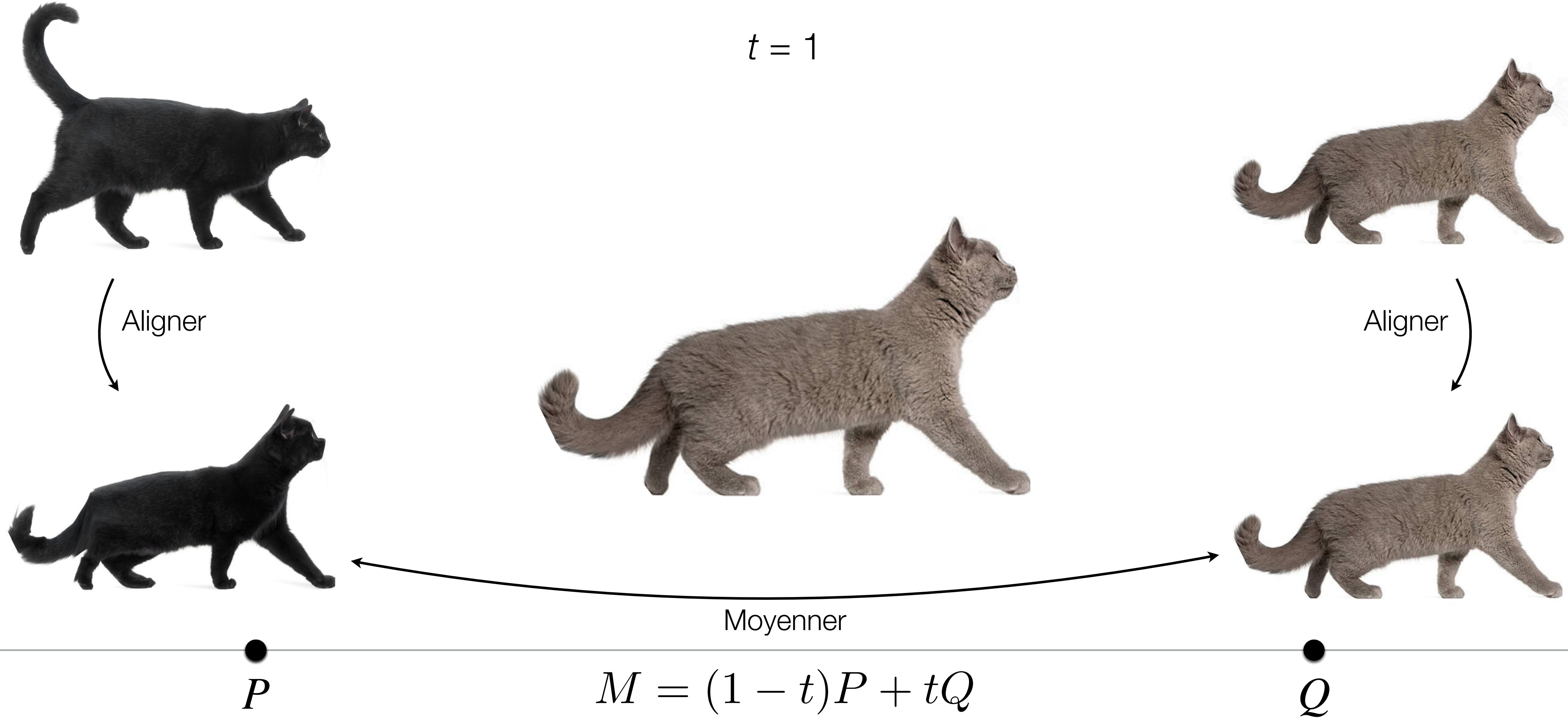
Comment générer une animation?



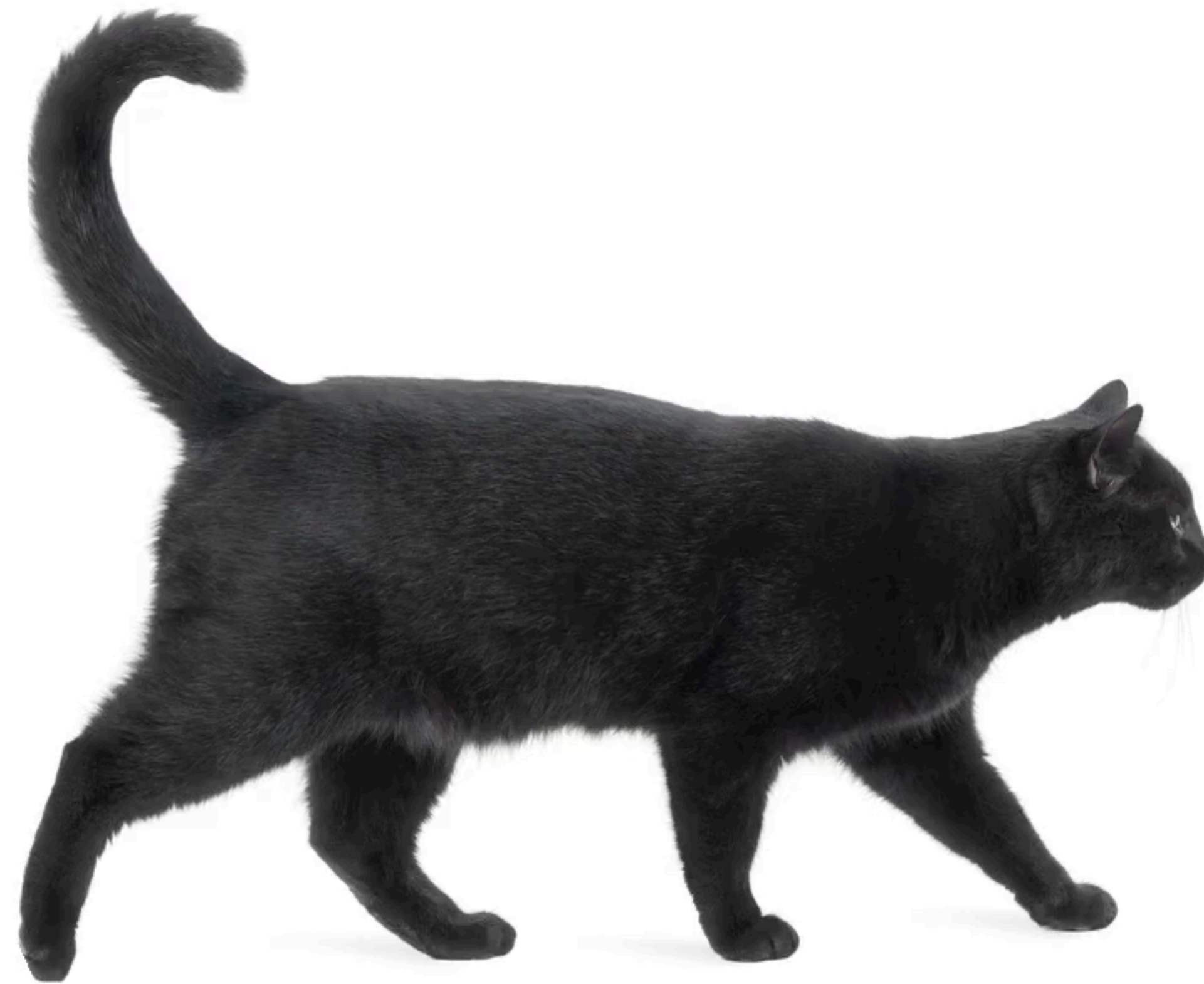
Comment générer une animation?



Comment générer une animation?



Animation!



Métamorphose : résumé

- Identifier les points correspondants dans les 2 images
- Calculer un maillage triangulaire sur la forme moyenne ($t=0,5$)
- Pour chaque $t = 0, \dots, 1$
 - Calculer la forme moyenne (pondérée par t)
 - Générer les images déformées
 - Pour chaque triangle dans la forme moyenne
 - Calculer la transformation entre le triangle moyen et le triangle dans l'image
 - Pour chaque pixel dans le triangle moyen, calculer sa provenance dans l'image et obtenir la valeur RGB par interpolation bilinéaire
- Calculer l'apparence moyenne (pondérée par t) des images déformées



Willow (1988), effets spéciaux de Industrial Light and Magic (ILM) à partir des travaux de Tom Bringham, présentés lors du SIGGRAPH 1982

