

Mélange d'images



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Mélange d'images

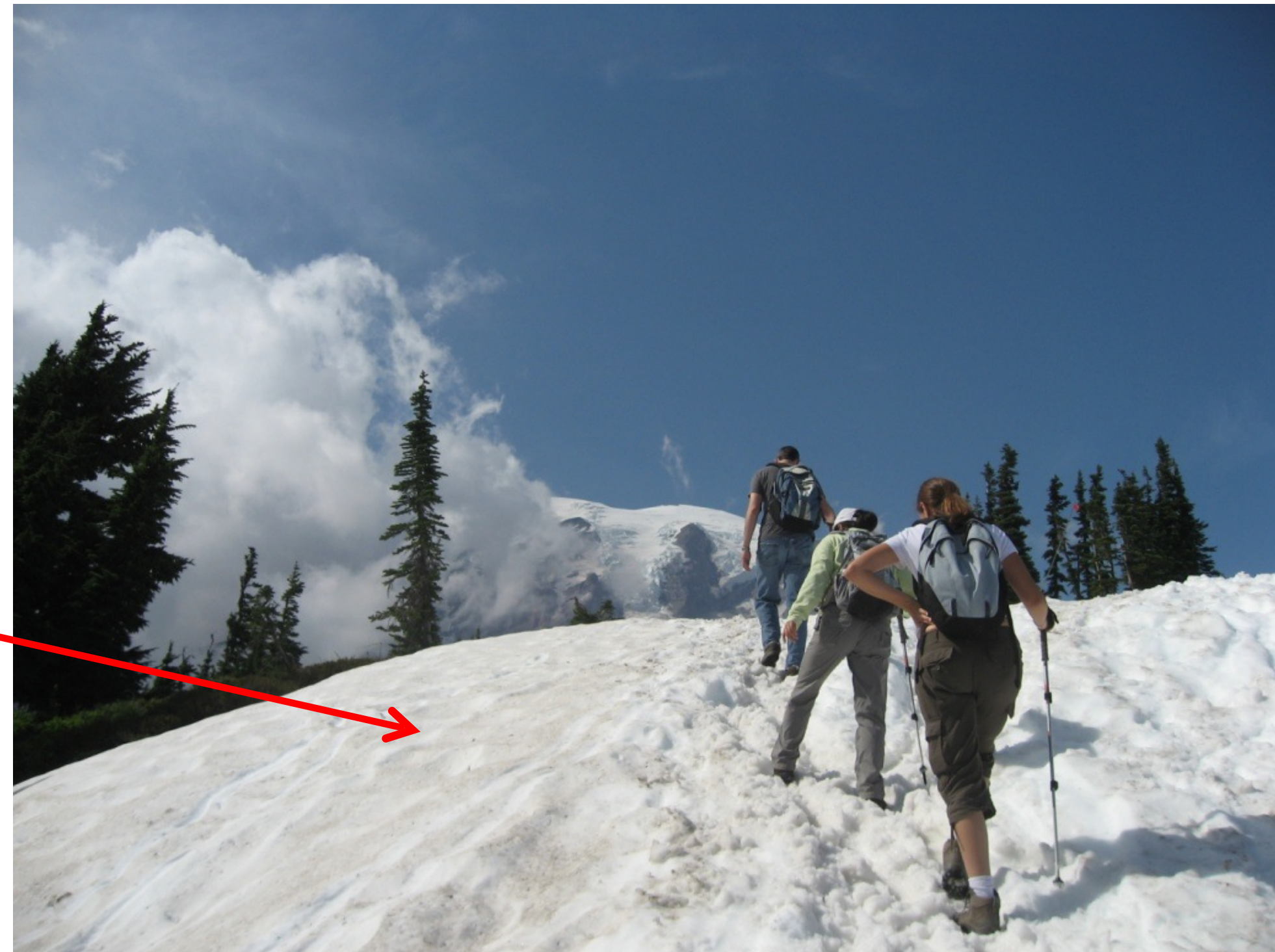
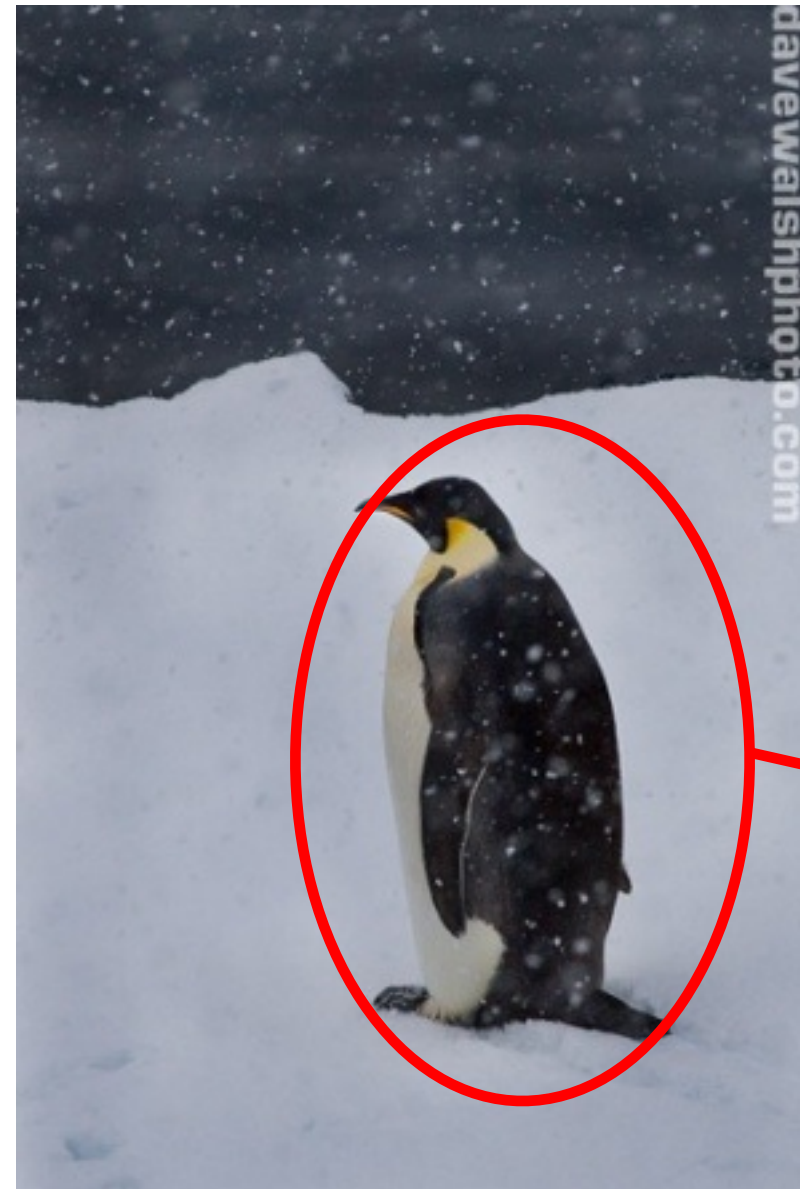
Composition



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Objectif

Comment prendre un objet et l'insérer dans une nouvelle image?



Objectif

Comment prendre un objet et l'insérer dans une nouvelle image?



Composition d'images



Dans les nouvelles...

Image
originale



Image
« améliorée »



Dans les nouvelles...

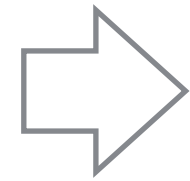
Images originales



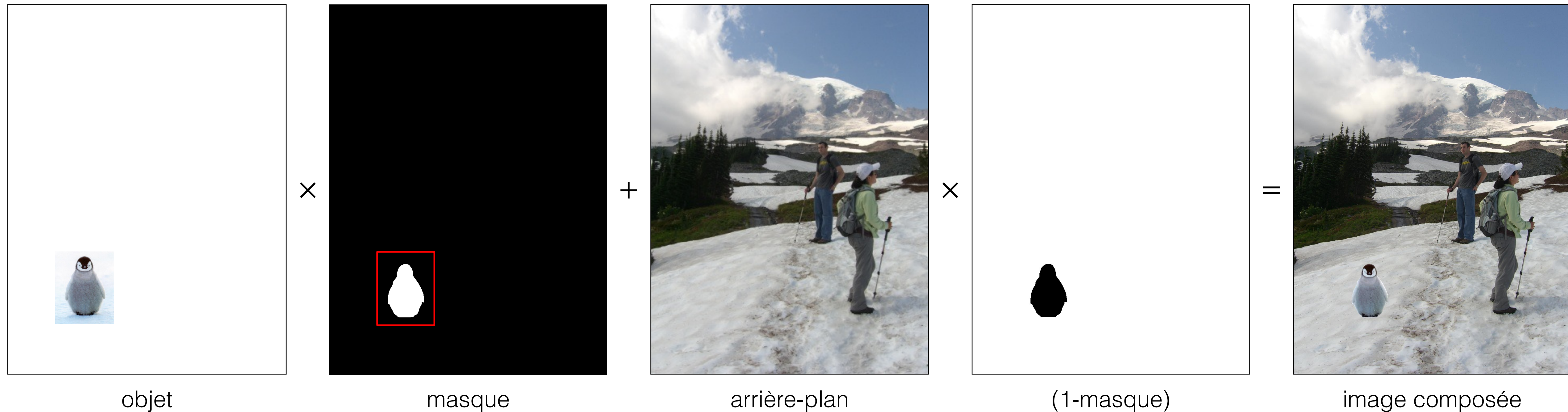
Image « améliorée » (et publiée...)



Composition simple : copier-coller



Composition simple : copier-coller



$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$

Autre exemple



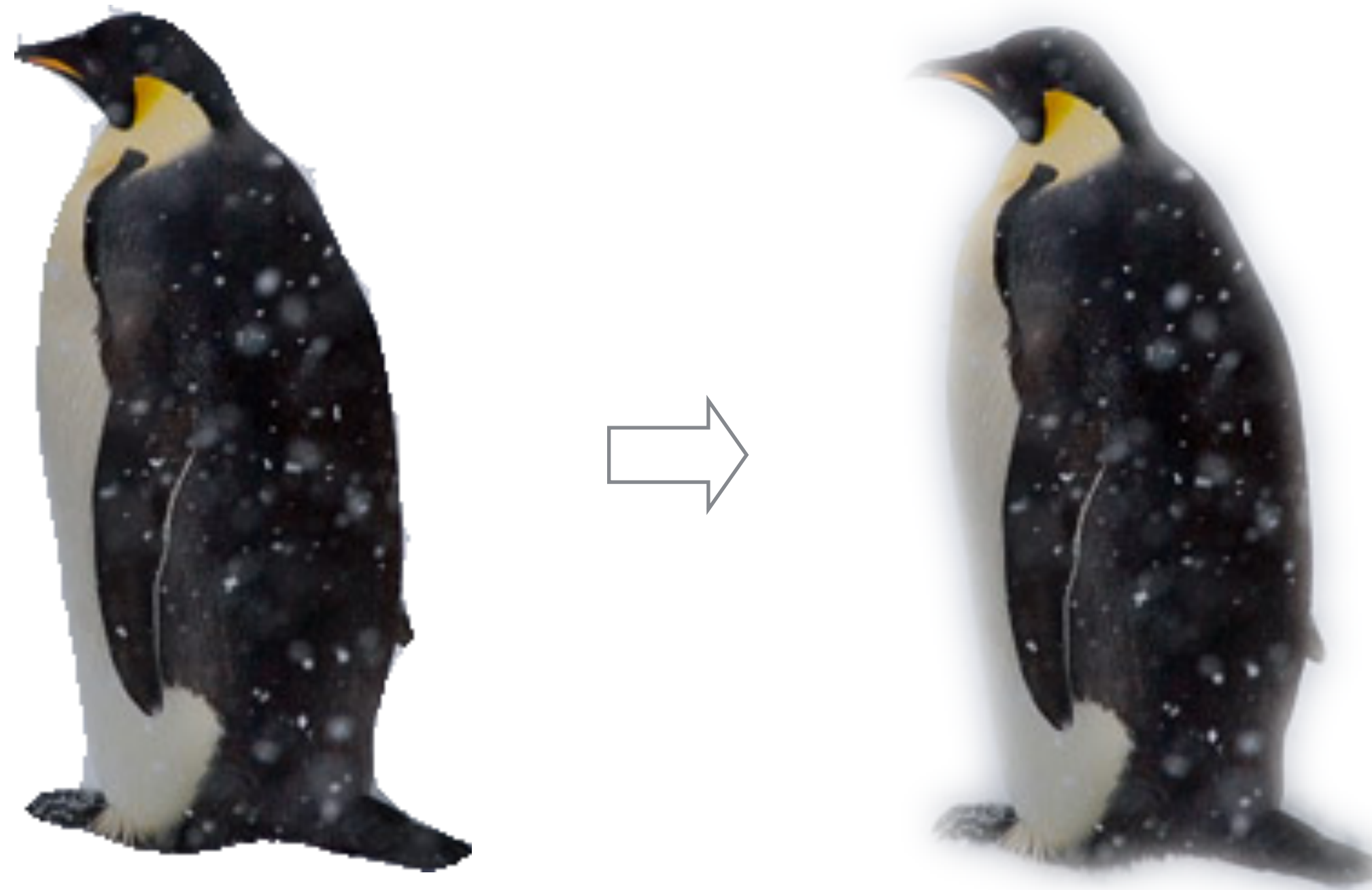
Problèmes?

- Segmentation doit être parfaite!

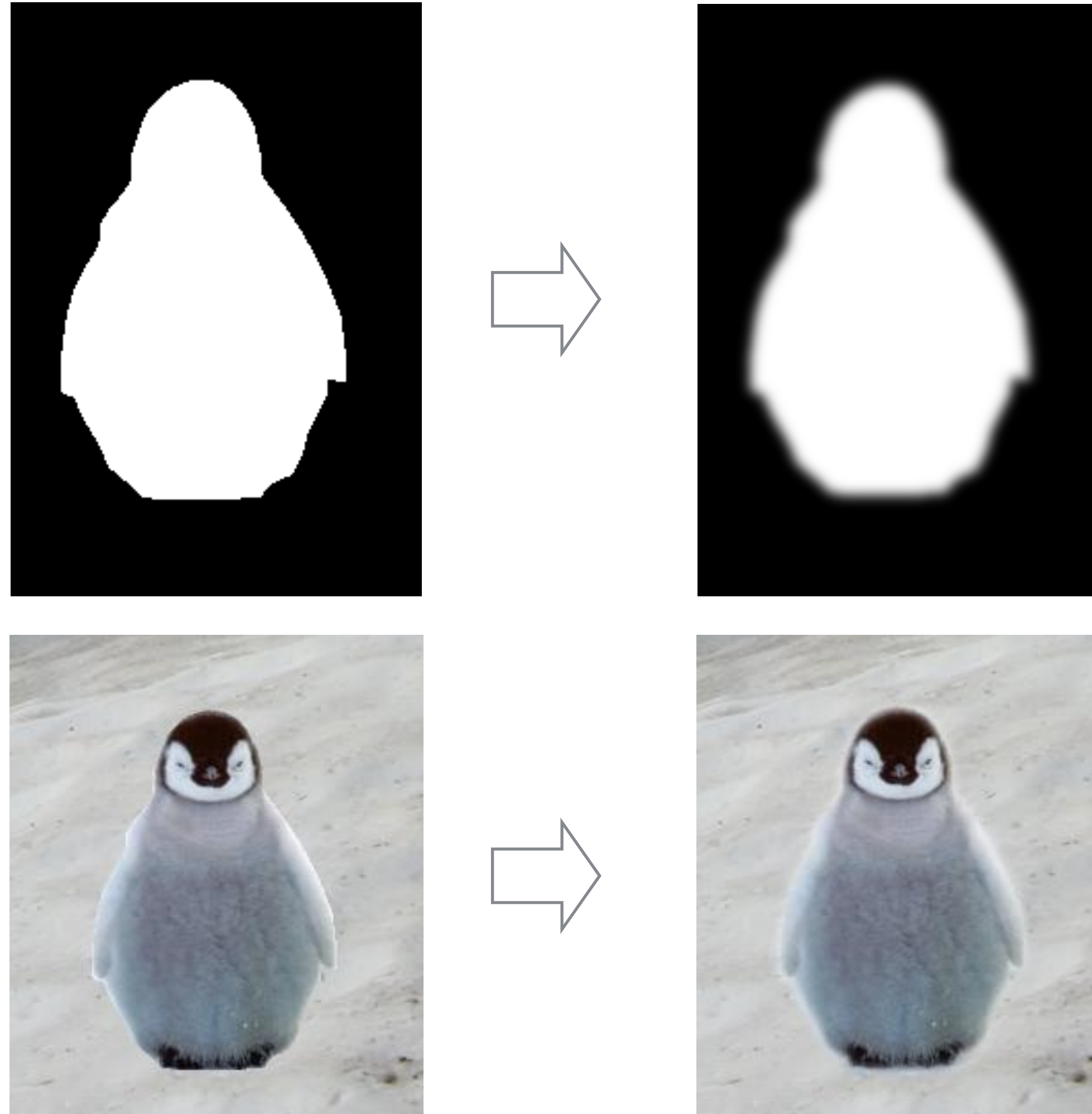


Solution facile : dégradé (*feathering*)

- Les pixels proche de la bordure de l'objet proviennent partiellement de l'objet et de l'arrière-plan



Composition avec dégradé



$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$

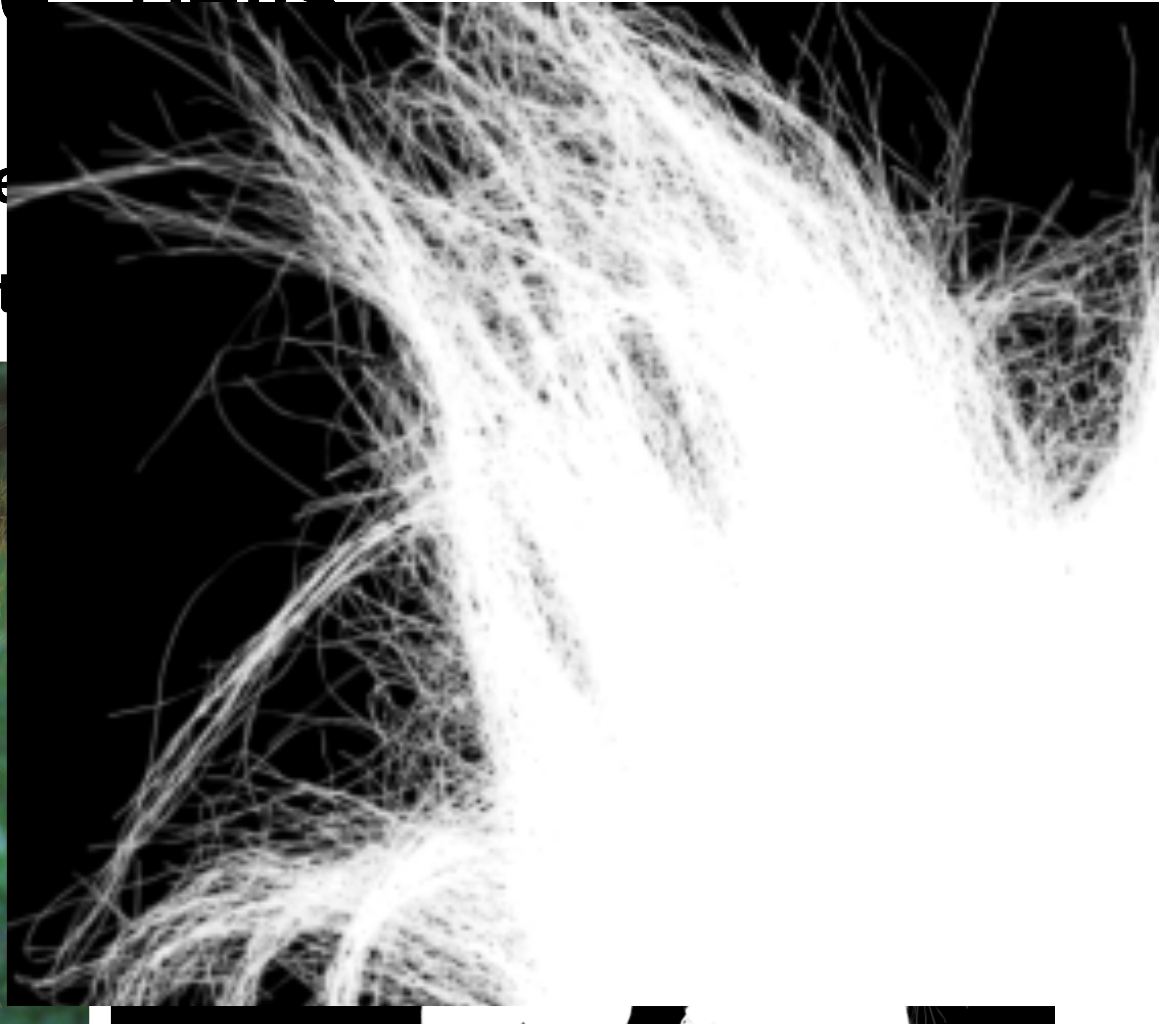
Déterminer le masque : défis

- Un pixel peut capturer **plusieurs** objets:
 - Chevaucher deux objets (**structures fines**)



Déterminer le masque - défis

- Un pixel peut capturer **plusieurs** pixels
- Chevaucher deux objets (**structure**)

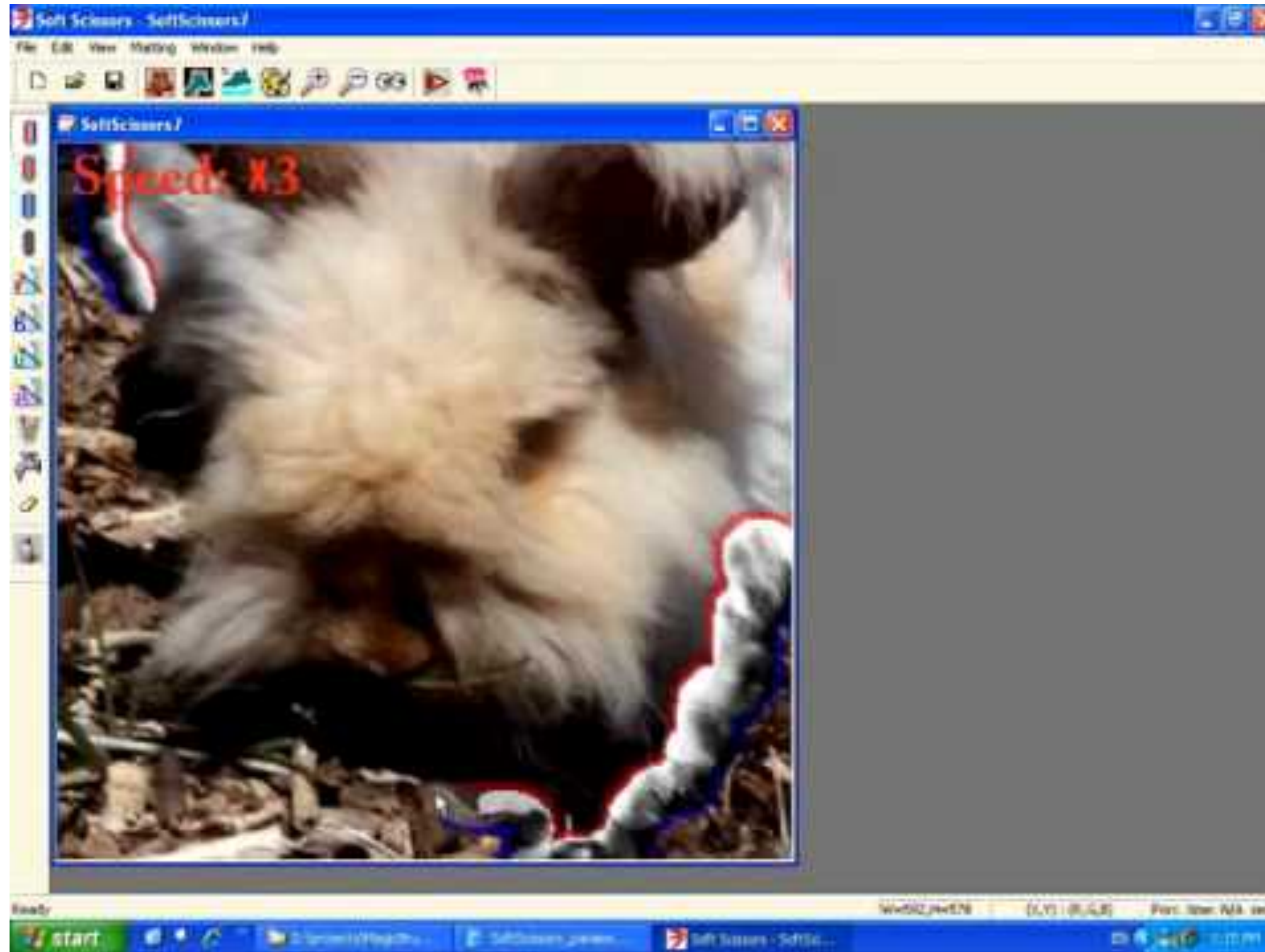


Solution : arrière-plan connu!

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$



Solution : approche interactive



Solution : temps réel et automatique!

Background Matting V2

Real-Time High-Resolution Background Matting

Shanchuan Lin*, Andrey Ryabtsev*, Soumyadip Sengupta, Brian Curless, Steve Seitz, Ira Kemelmacher-Shlizerman
University of Washington

* Denotes Equal Contribution

4K 30FPS

HD 60FPS



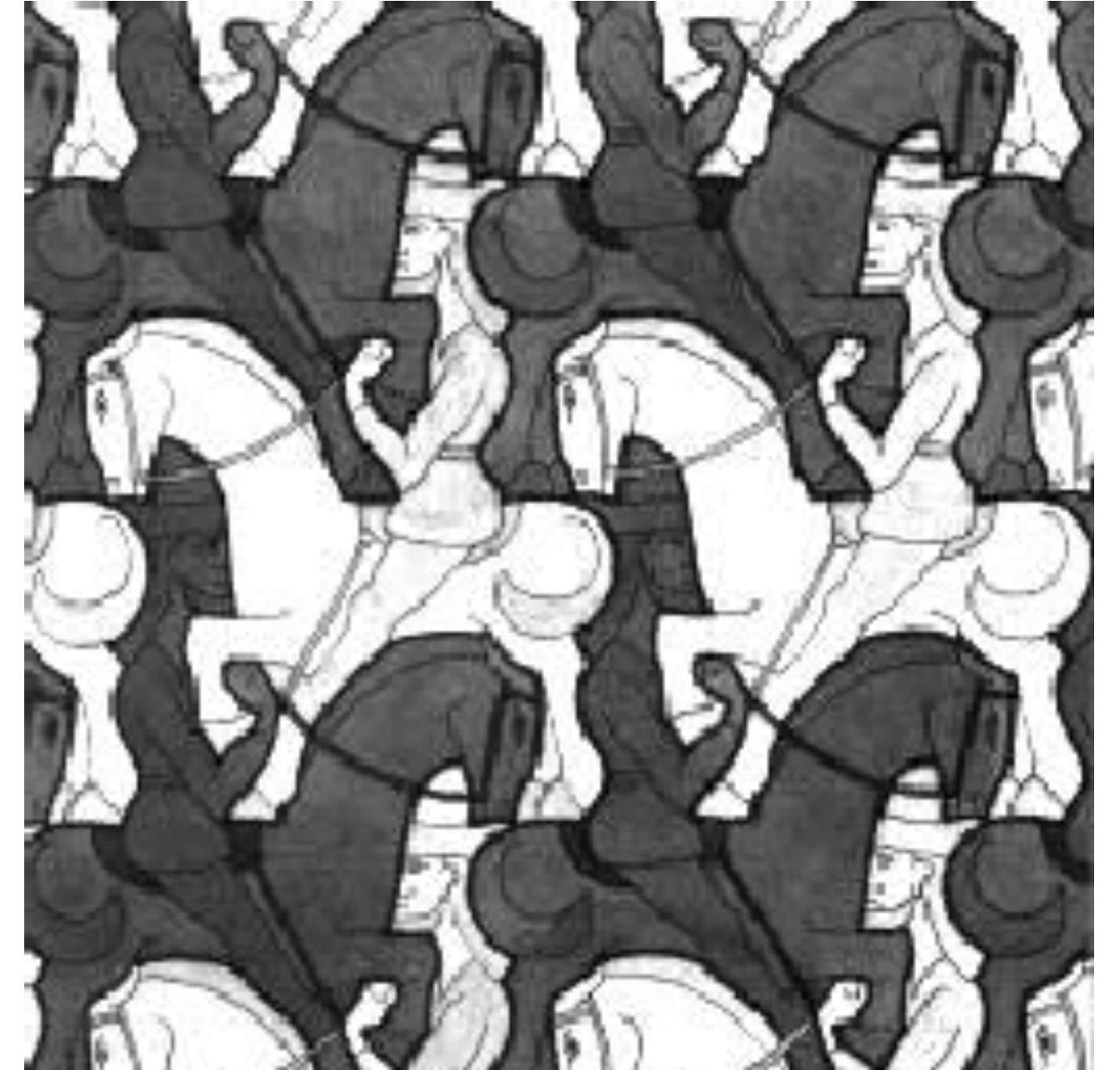
Mélange d'images

Pyramides Laplaciennes



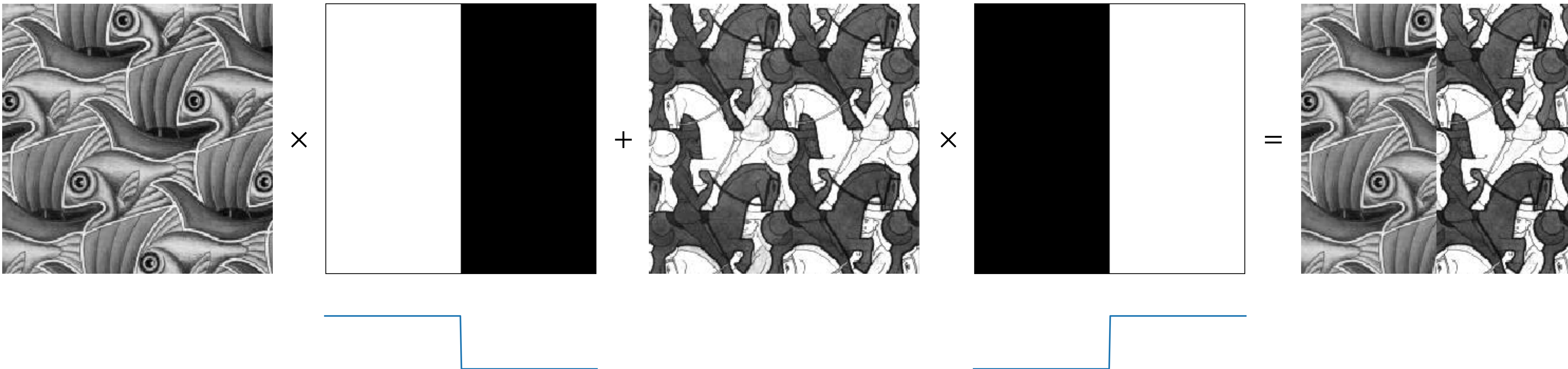
GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Objectif : fusionner les 2 images



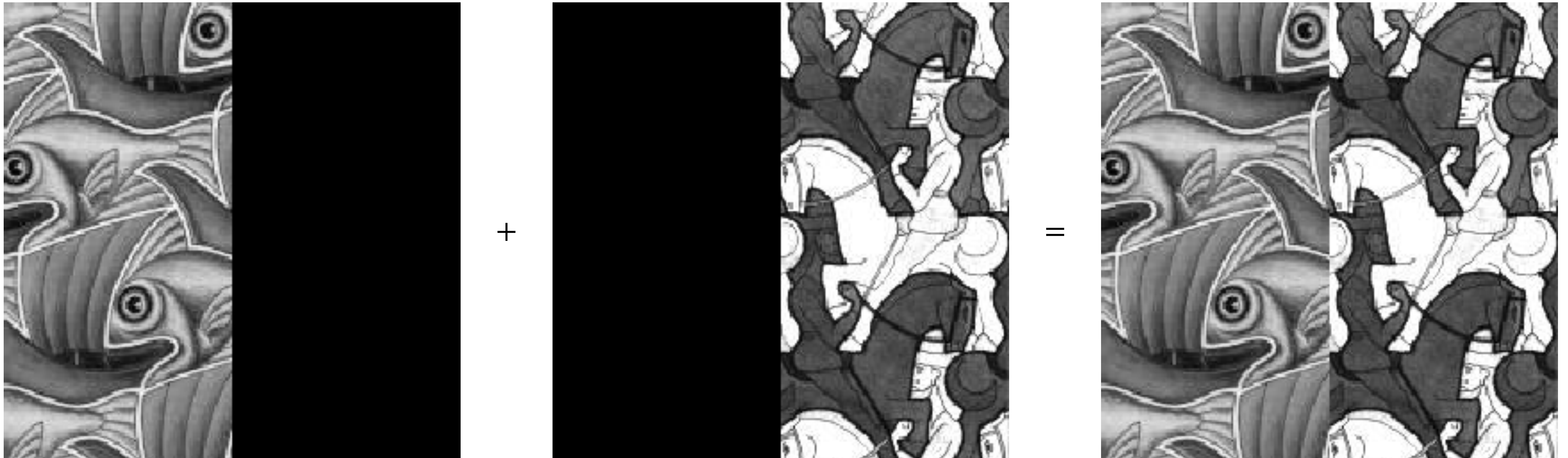
Comme avant : masque de composition

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$



Quel niveau de dégradé?

Largeur = 1

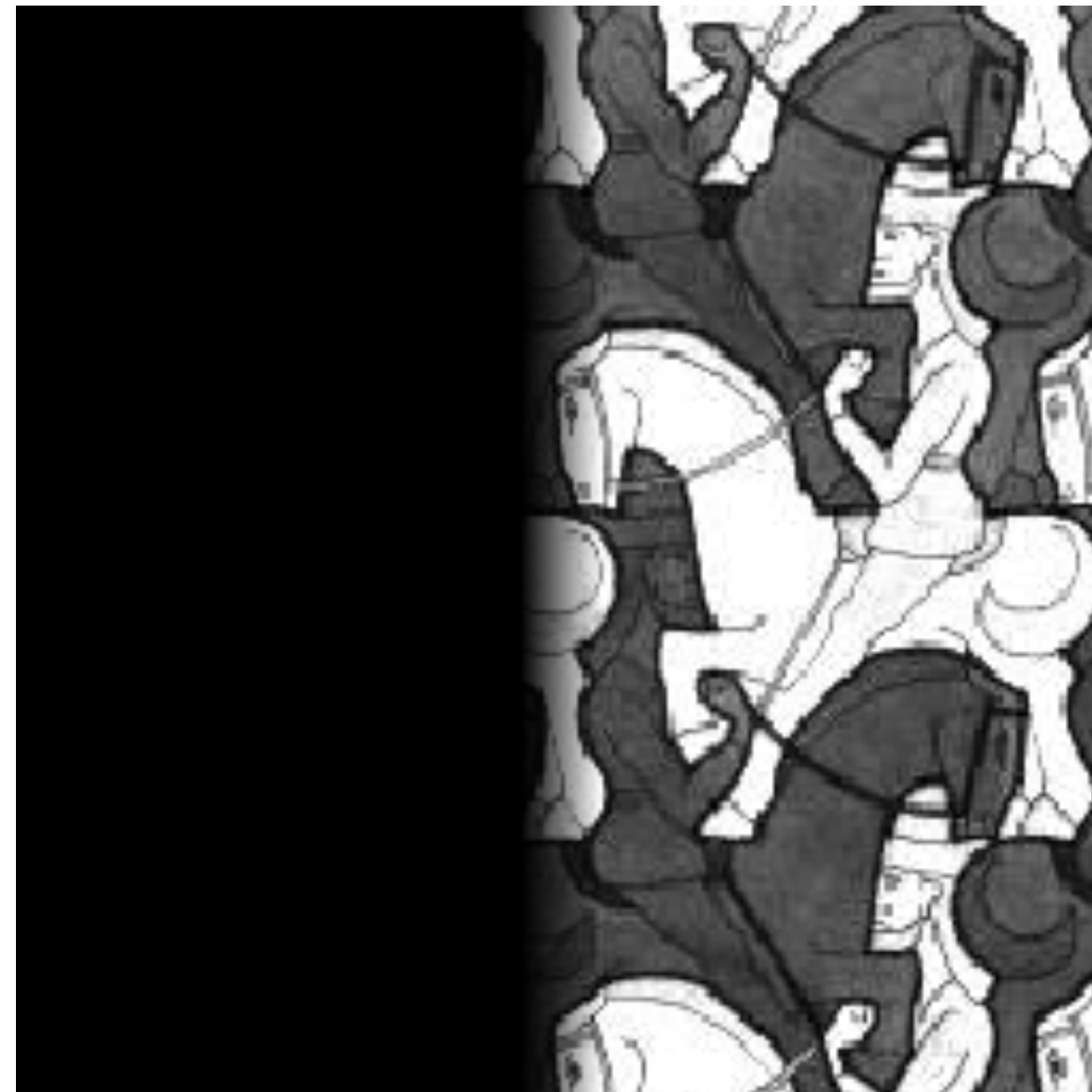


Quel niveau de dégradé?

Largeur = 10



+



=



Quel niveau de dégradé?

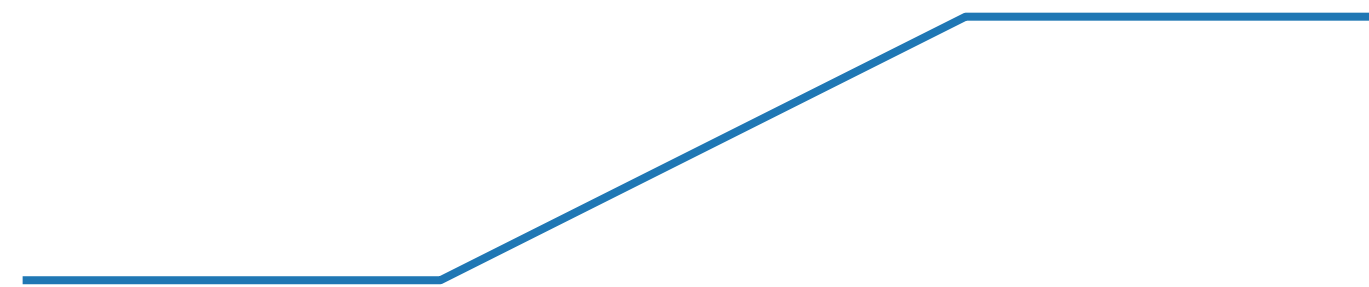
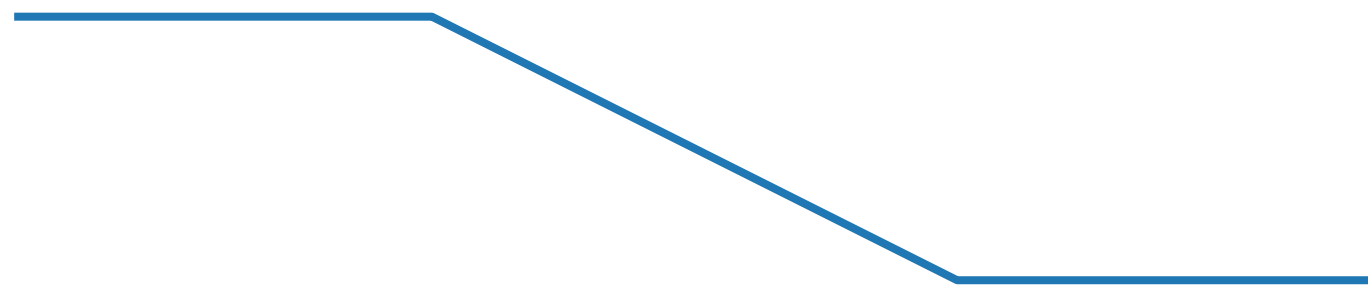
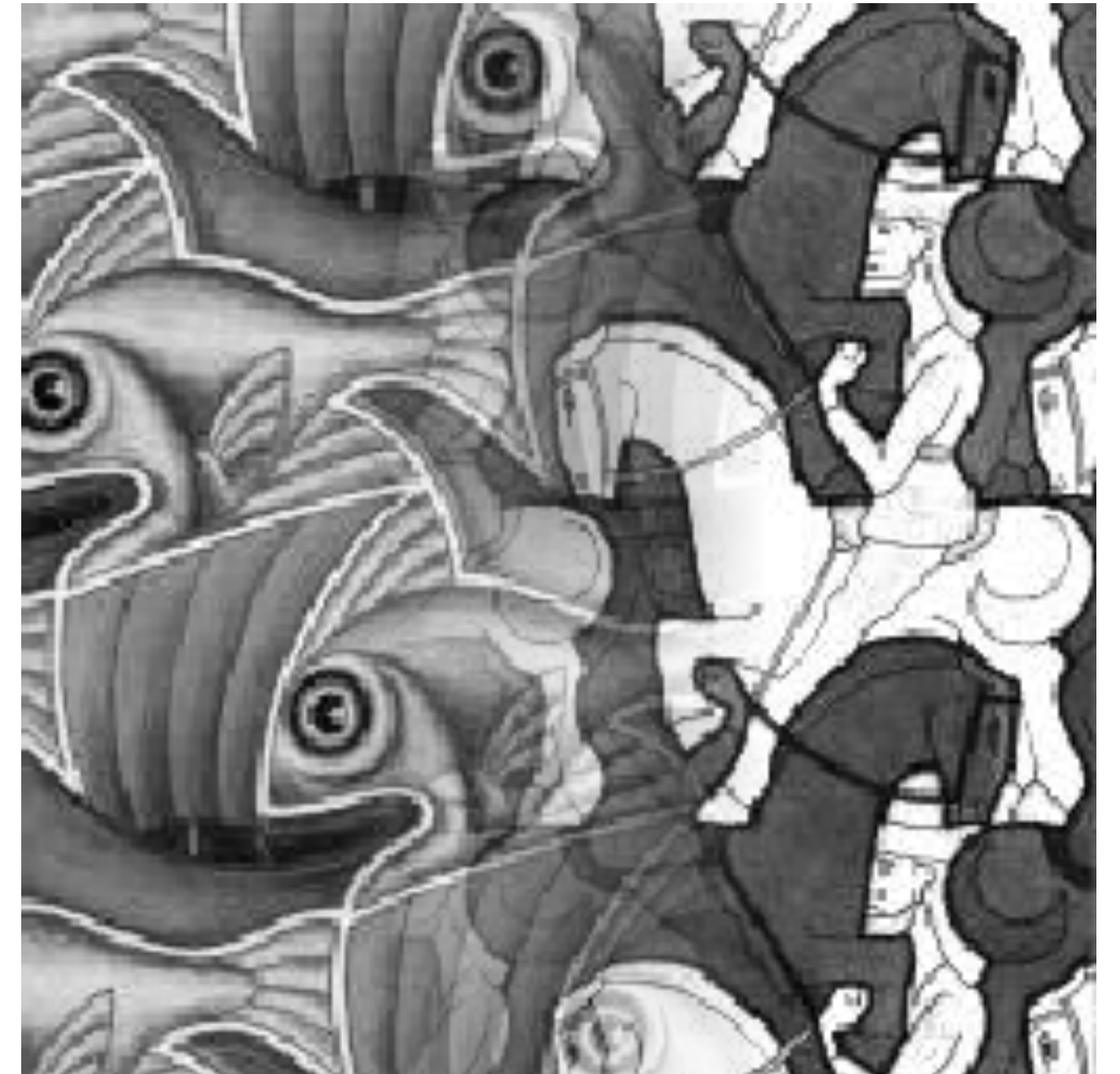
Largeur = 50



+



=



Quel niveau de dégradé?

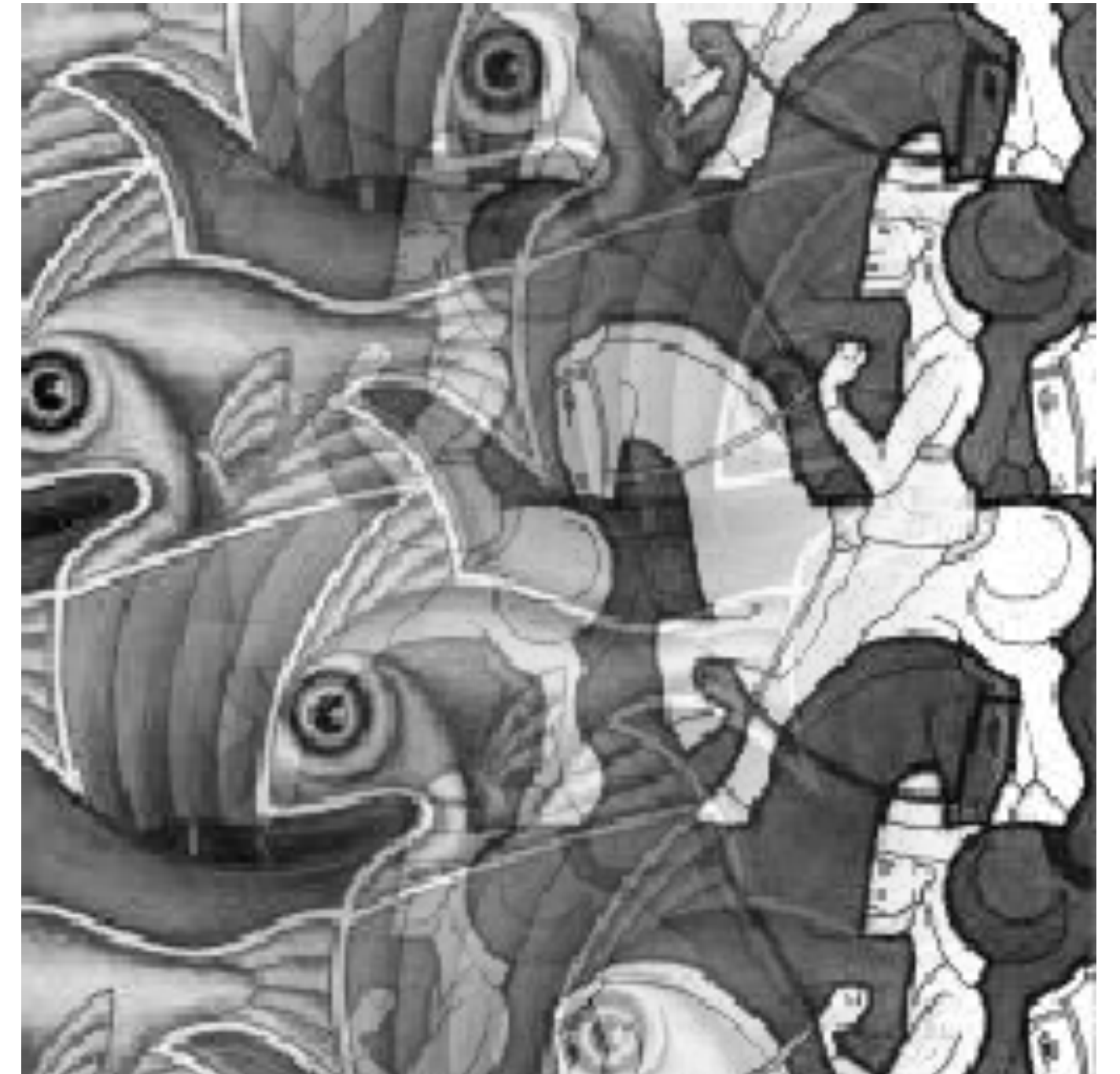
Largeur = 100



+

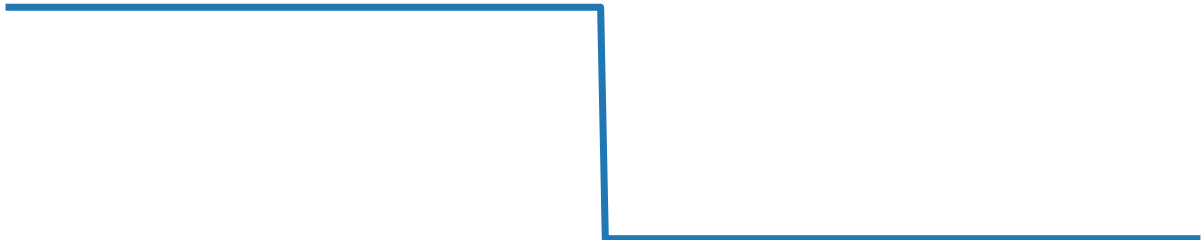
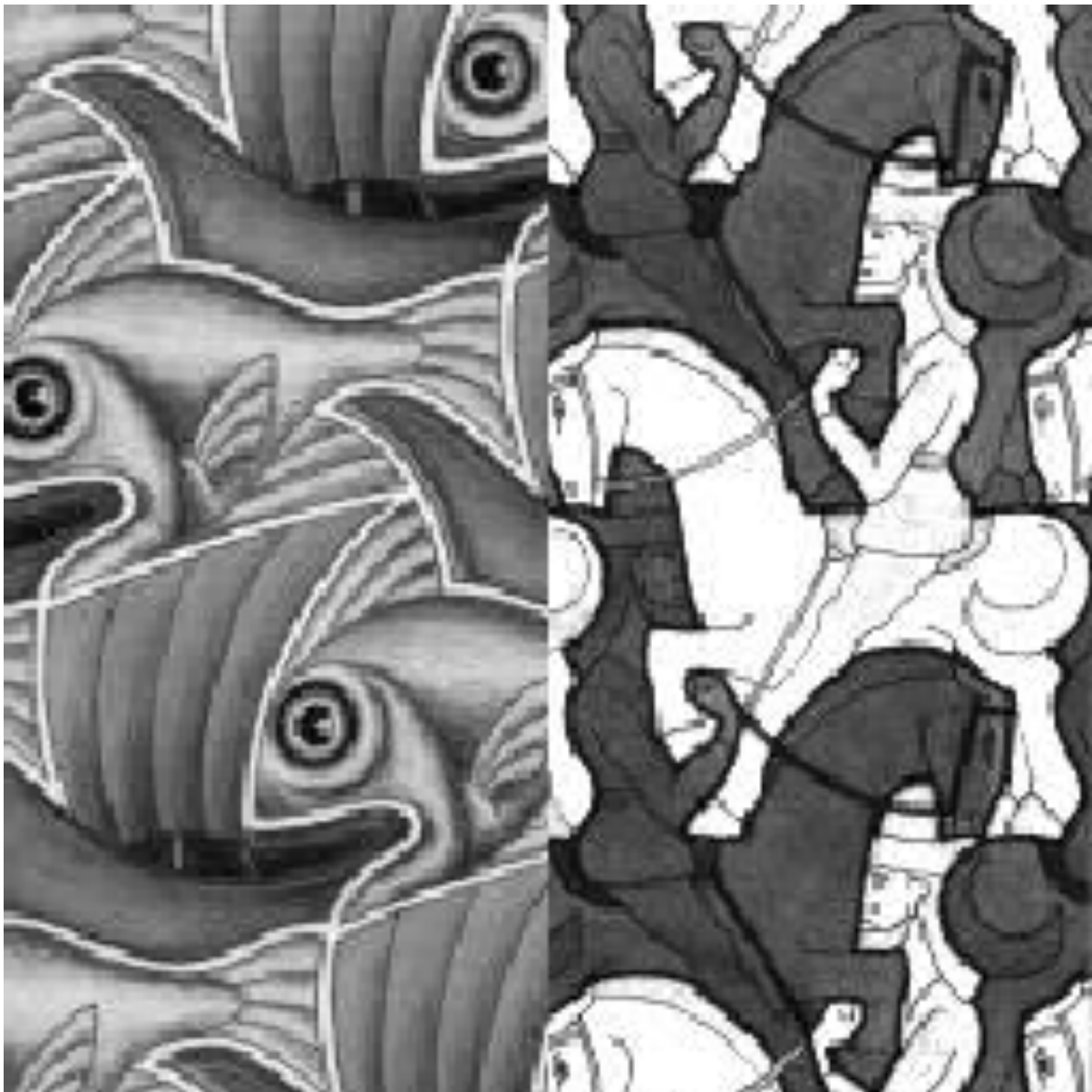


=

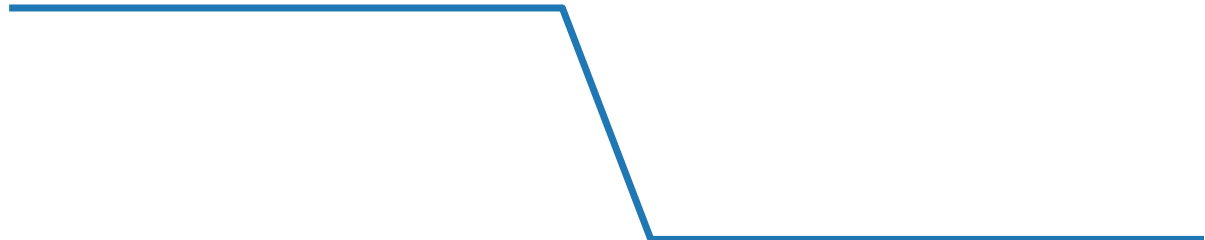
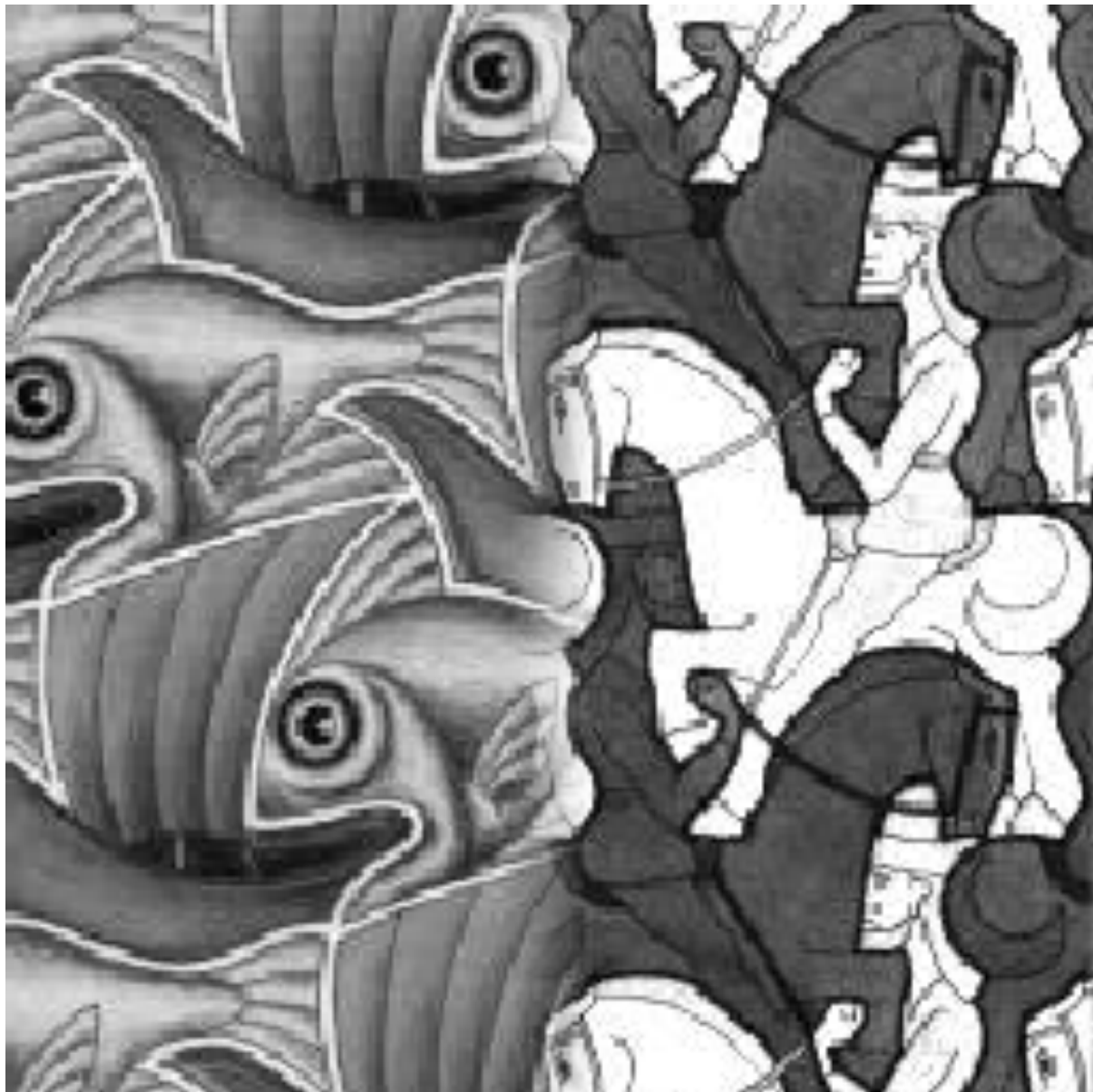


Quel niveau de dégradé?

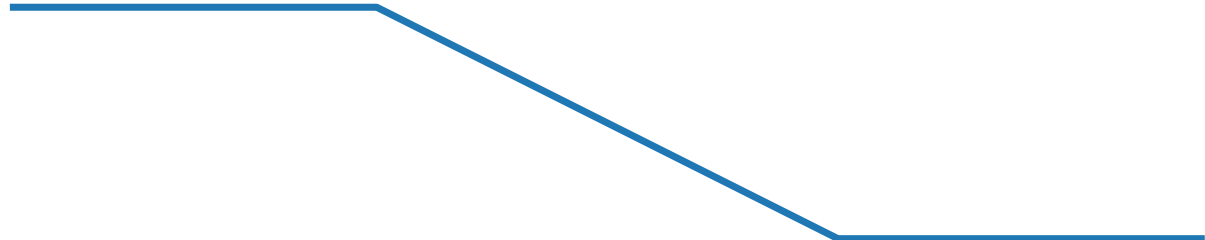
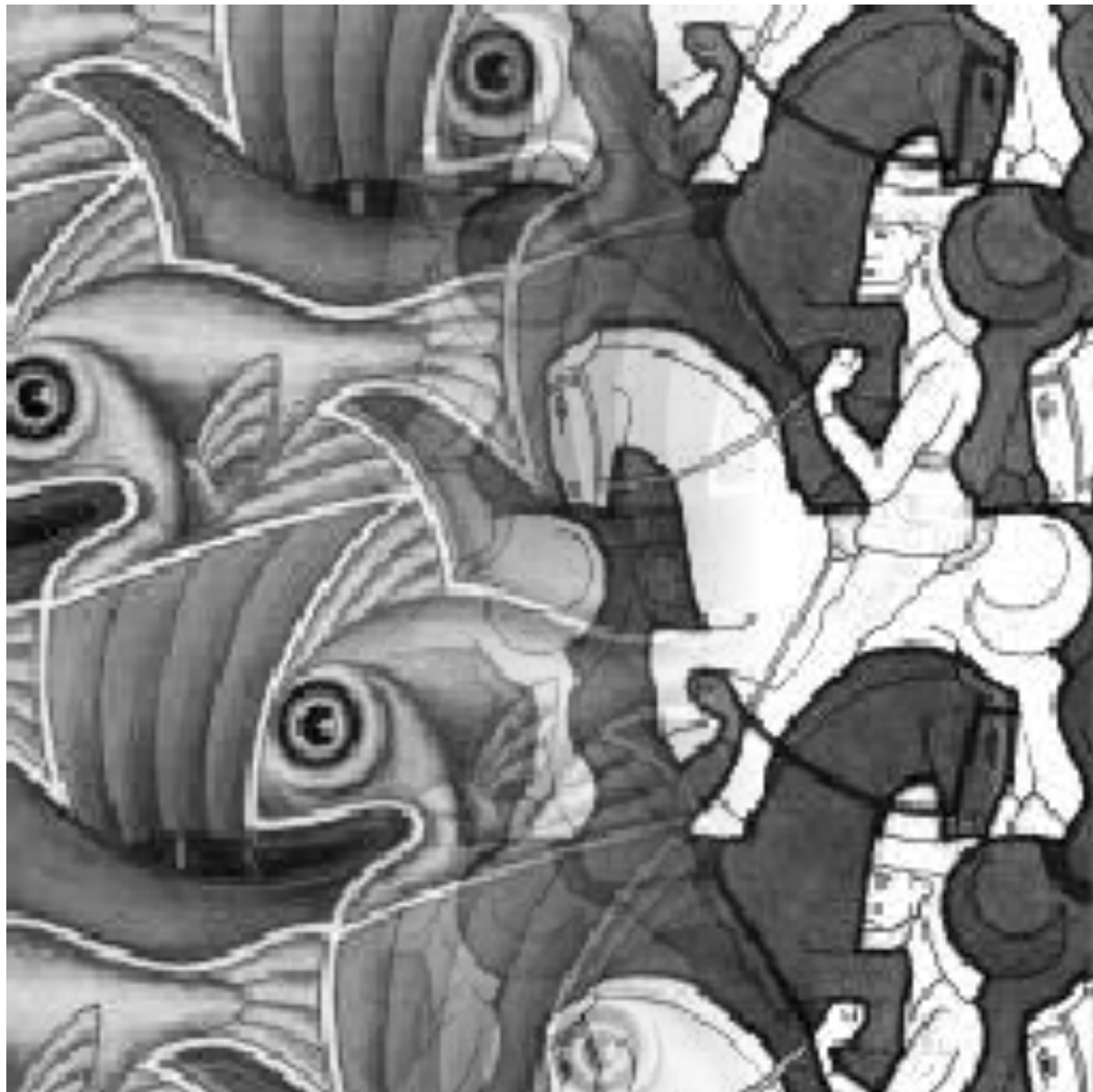
1



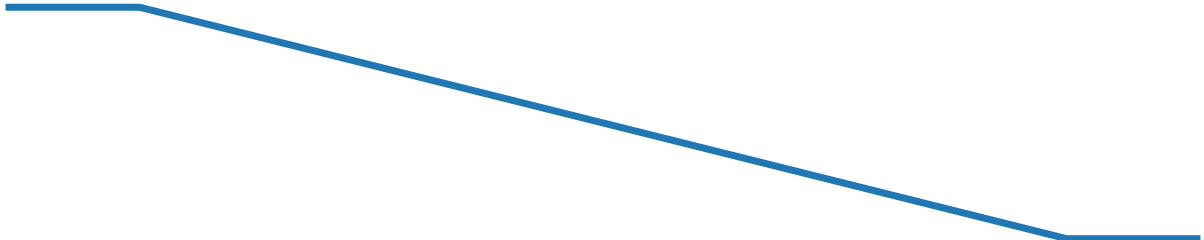
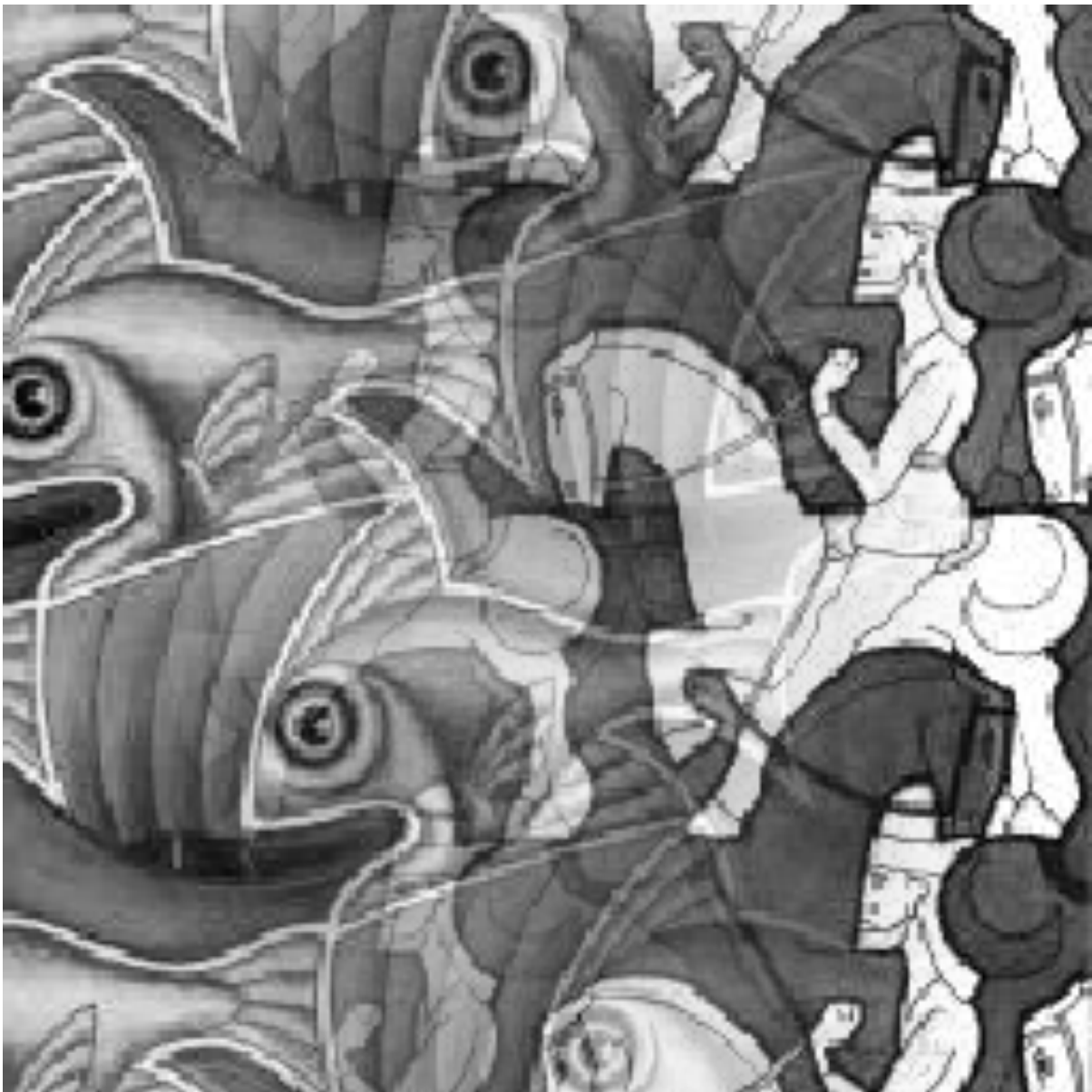
10



50

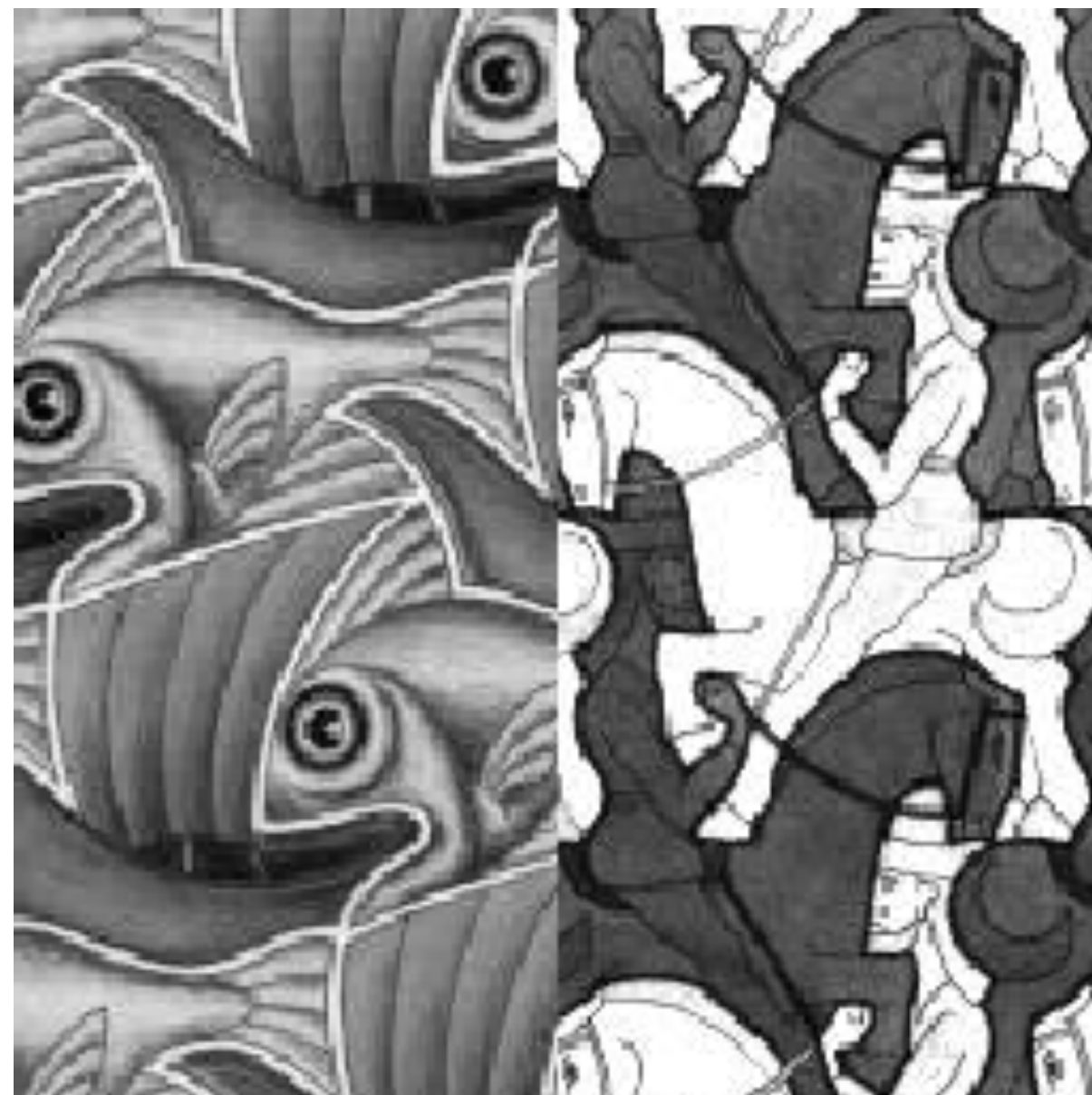


100



Quel niveau de dégradé?

1

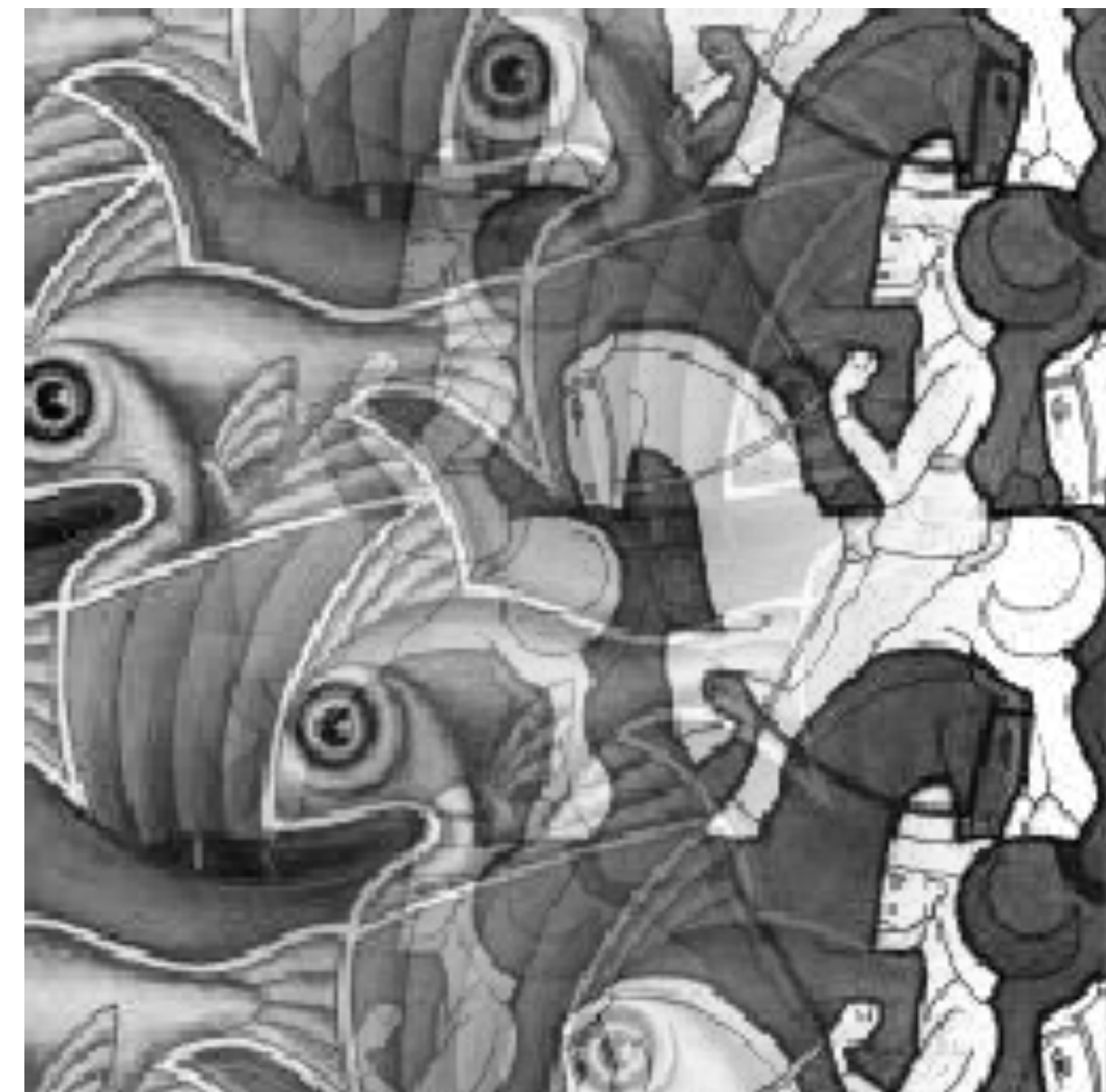


Dégradé rapide

Aucun fantôme
(*ghosting*)

Dégradé équivaut aux
variations les plus
rapides dans l'image

100



Dégradé lent

Aucune discontinuité

Dégradé équivaut aux
variations les plus
lentes dans l'image

Idée : ajuster le dégradé pour chaque type de variation dans l'image.

Variation = contenu fréquentiel!

Rappel : filtre laplacien

Image



Image filtrée



Différence



On répète?

Image



Image filtrée



Différence



Et encore?

Image



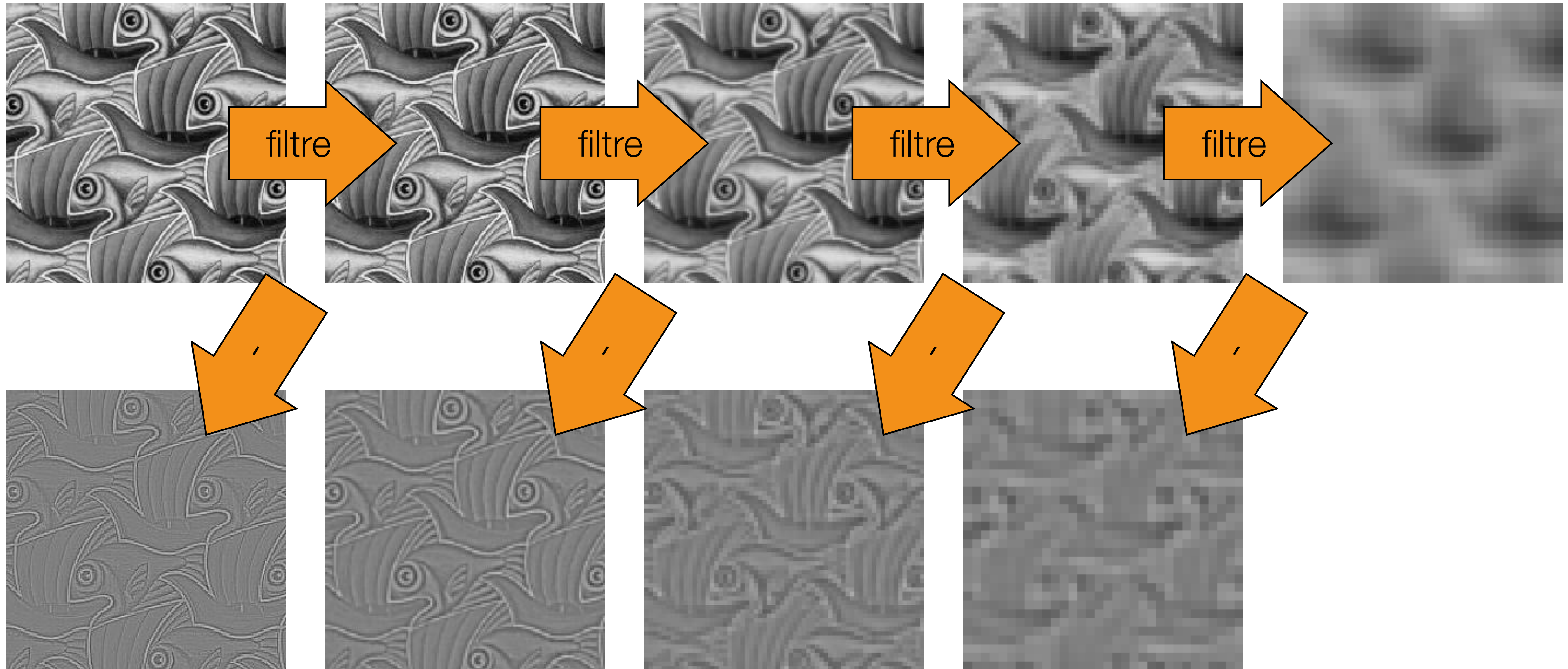
Image filtrée



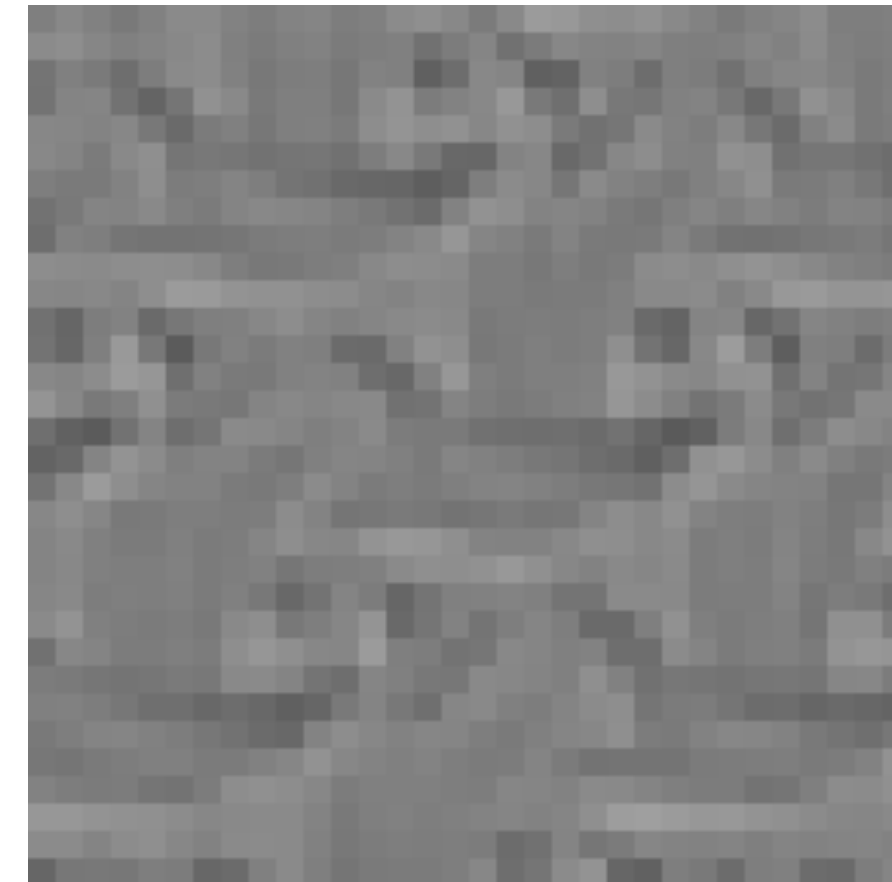
Différence



Décomposition en « bandes de fréquences »

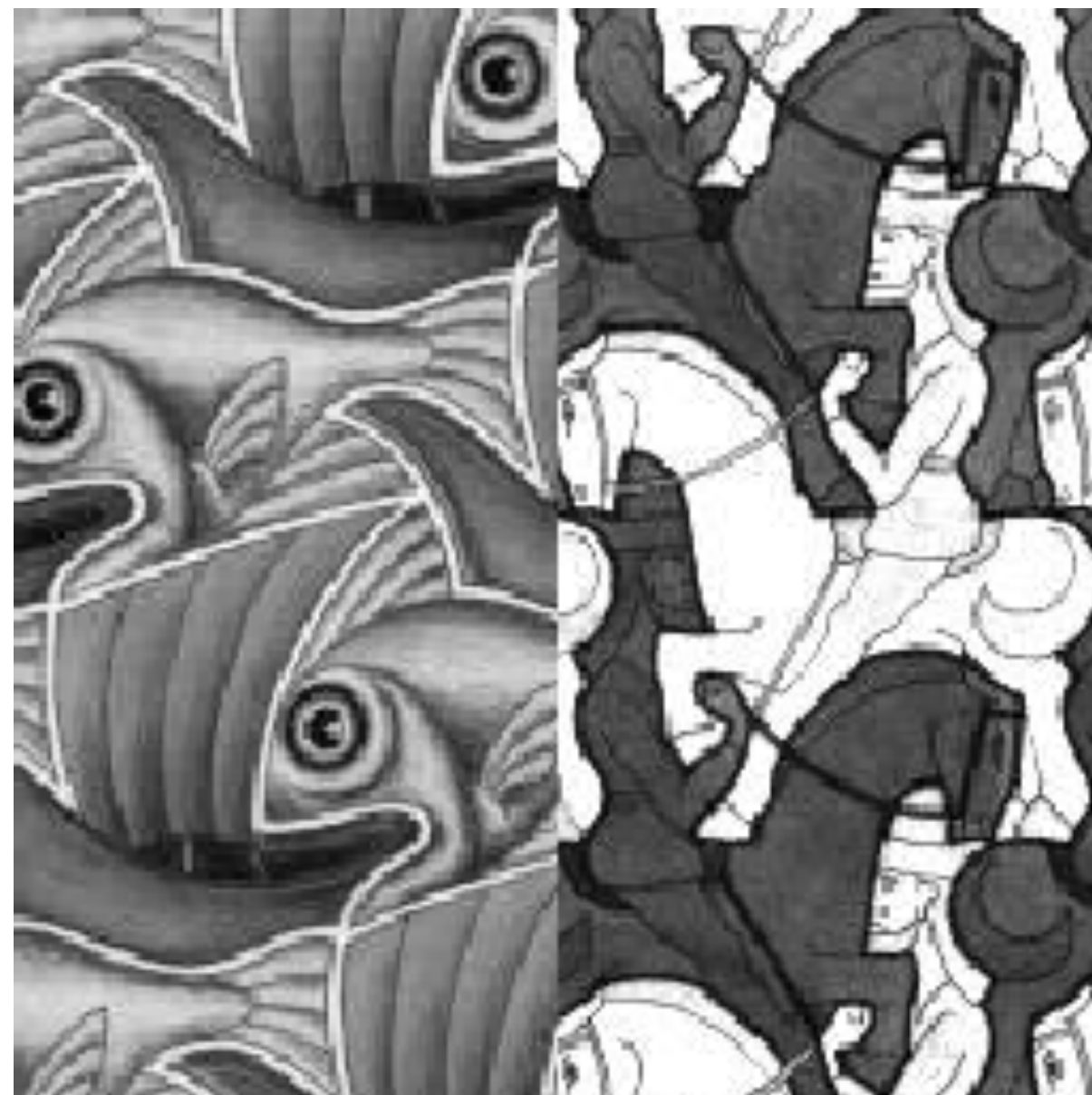


Pile Laplacienne!



Retour : quel niveau de dégradé?

1

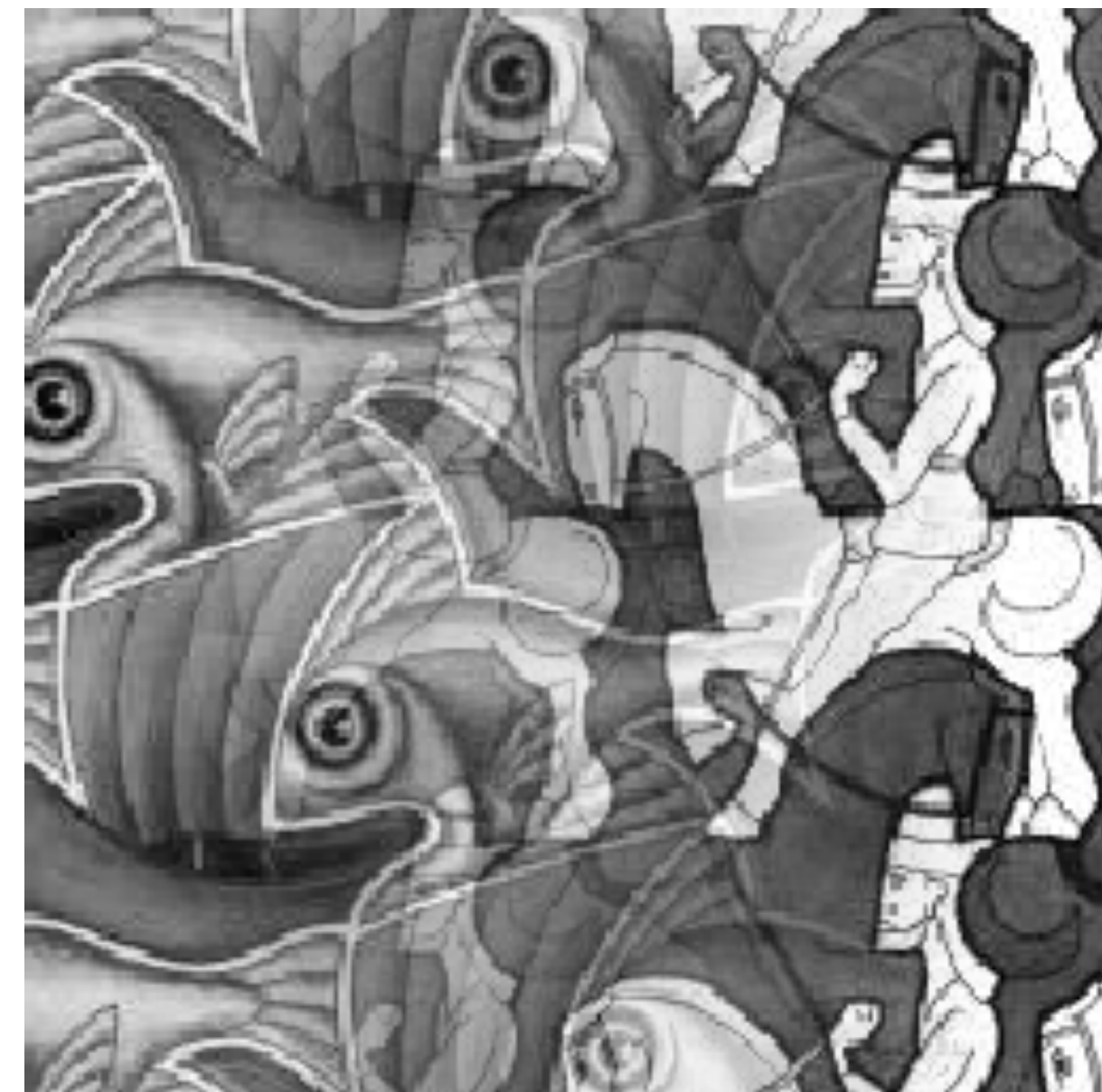


Dégradé rapide

Aucun fantôme
(*ghosting*)

Dégradé équivaut aux
variations les plus
rapides dans l'image

100



Dégradé lent

Aucune discontinuité

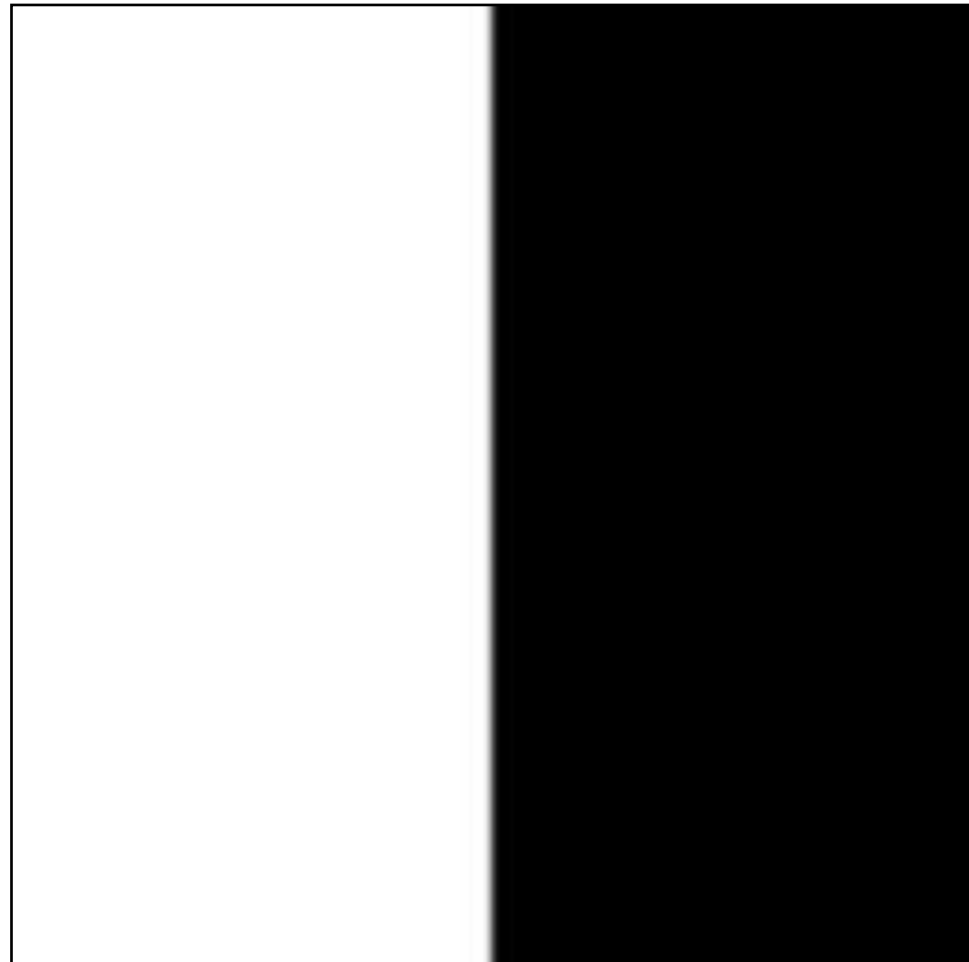
Dégradé équivaut aux
variations les plus
lentes dans l'image

Idée : ajuster le dégradé pour chaque type de variation dans l'image.

Reconstruction de l'image composée

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$

Masque (α)



Gauche



Droite



Image composée

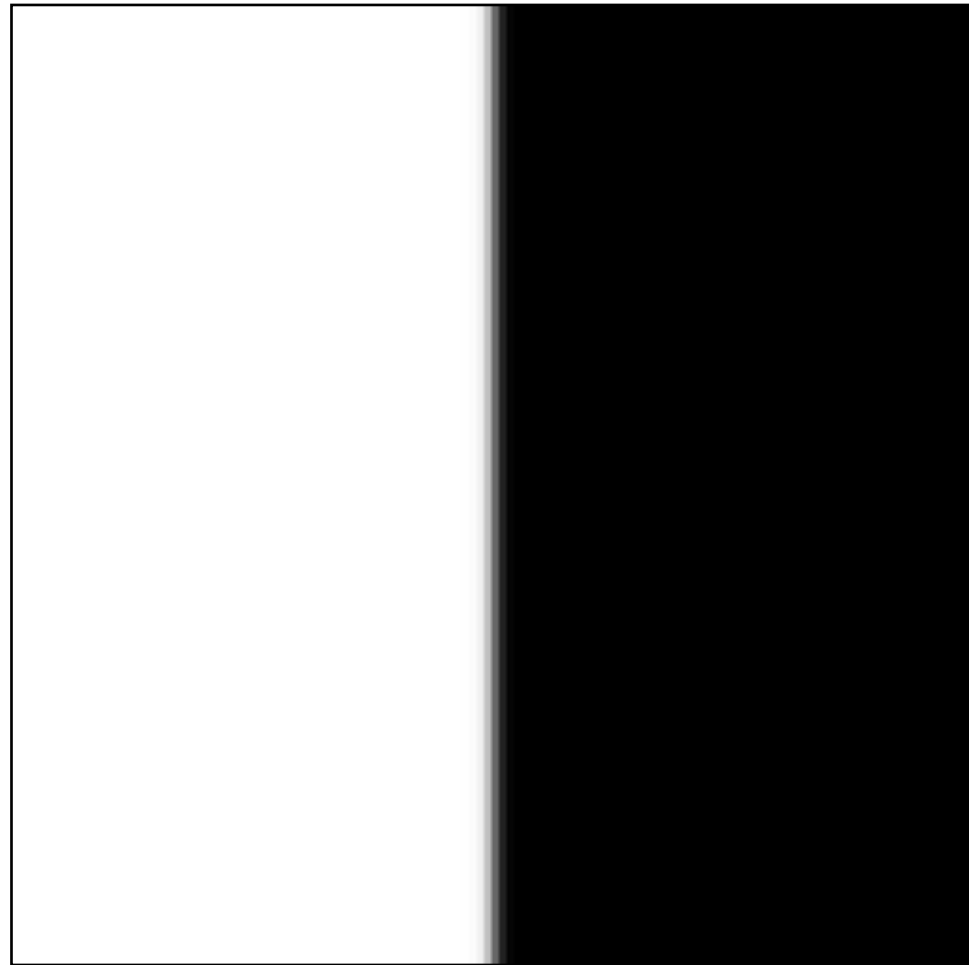


Aucune coupure
Aucune discontinuité

Reconstruction de l'image composée

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$

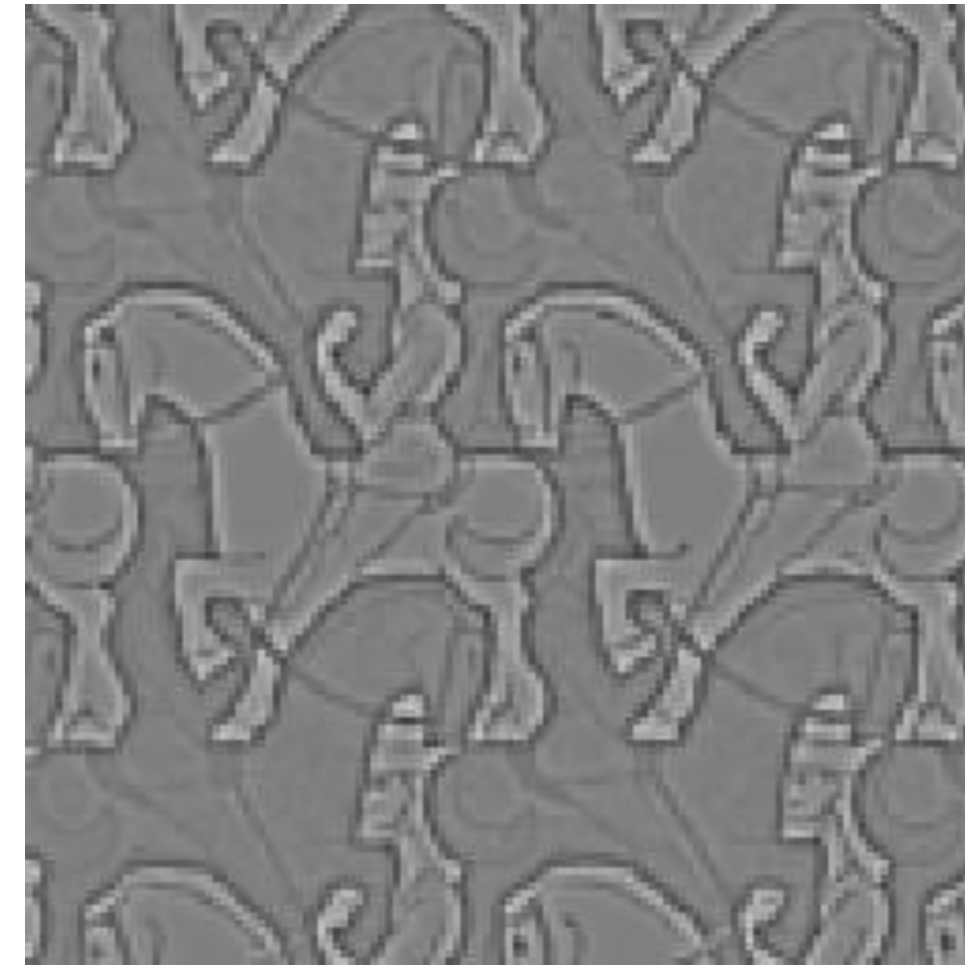
Masque (α)



Gauche



Droite



Aucune coupure
Aucune discontinuité

Image composée



Reconstruction de l'image composée

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$

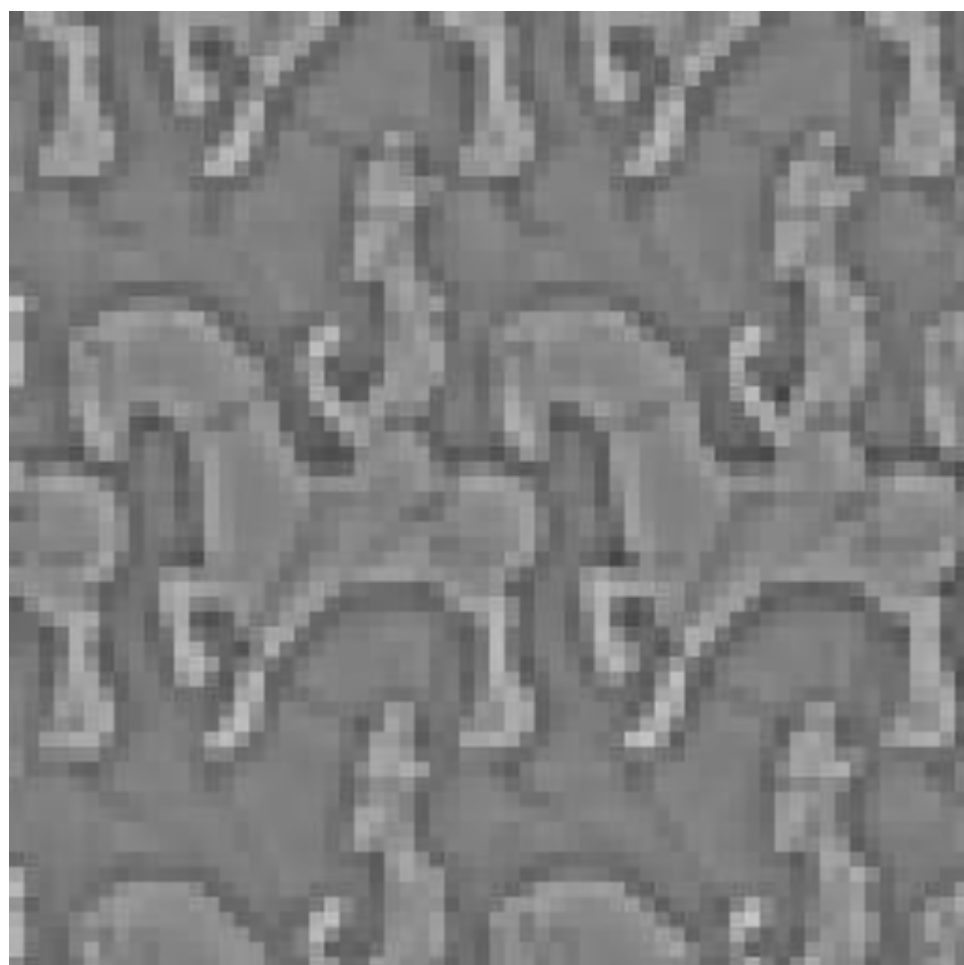
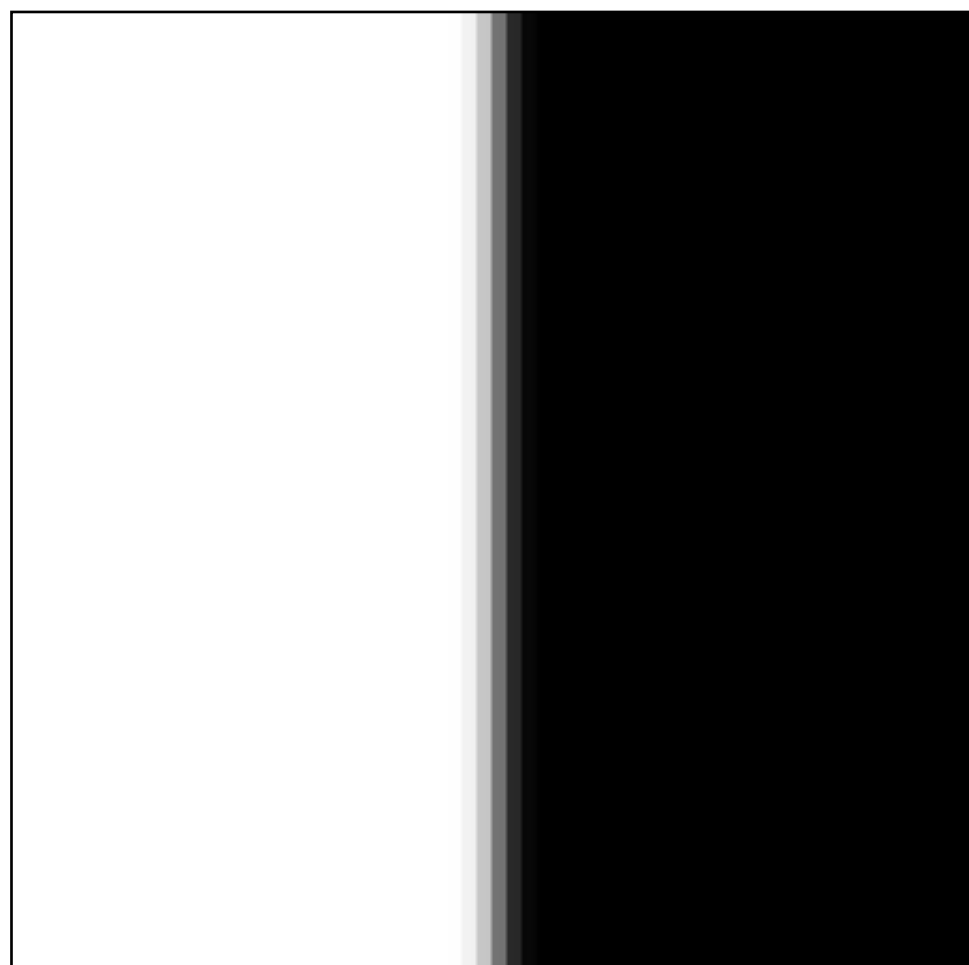
Gauche

Droite

Aucune coupure
Aucune discontinuité

Image composée

Masque (α)



Reconstruction de l'image composée

$$I = \alpha F + (1 - \alpha) B$$

Gauche

Droite

Aucune coupure
Aucune discontinuité

Masque (α)

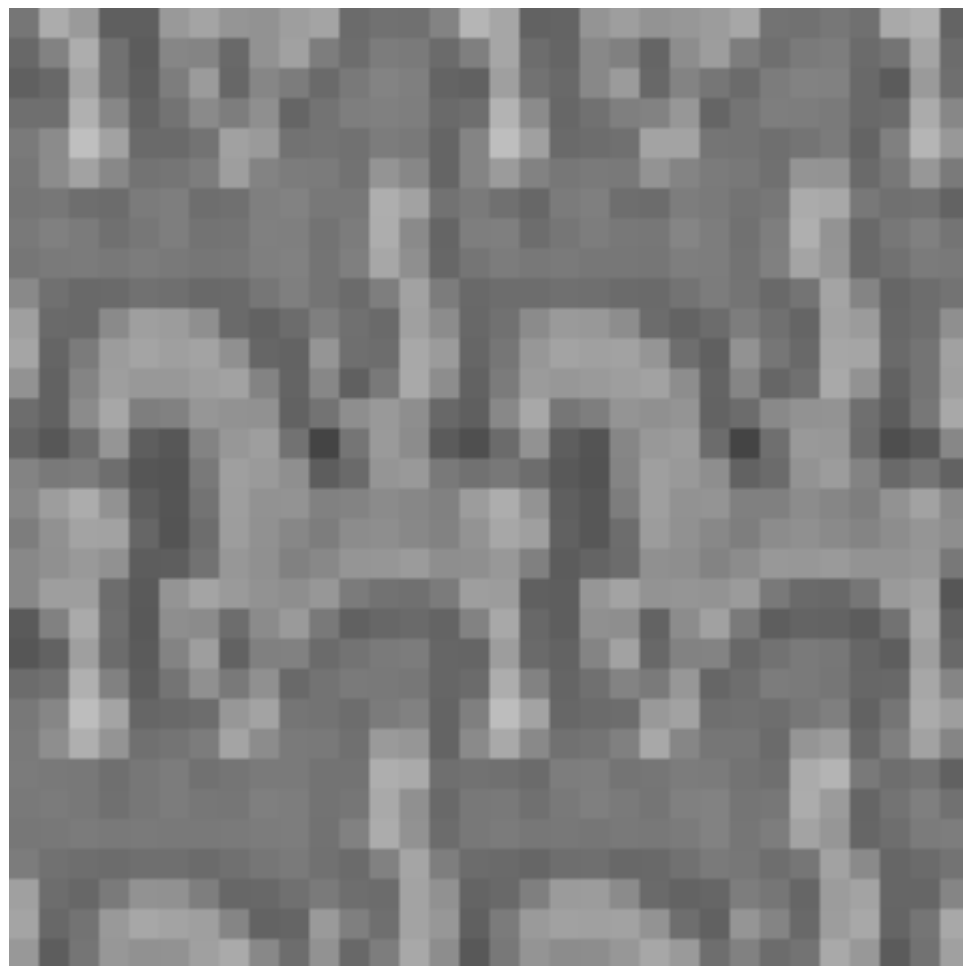
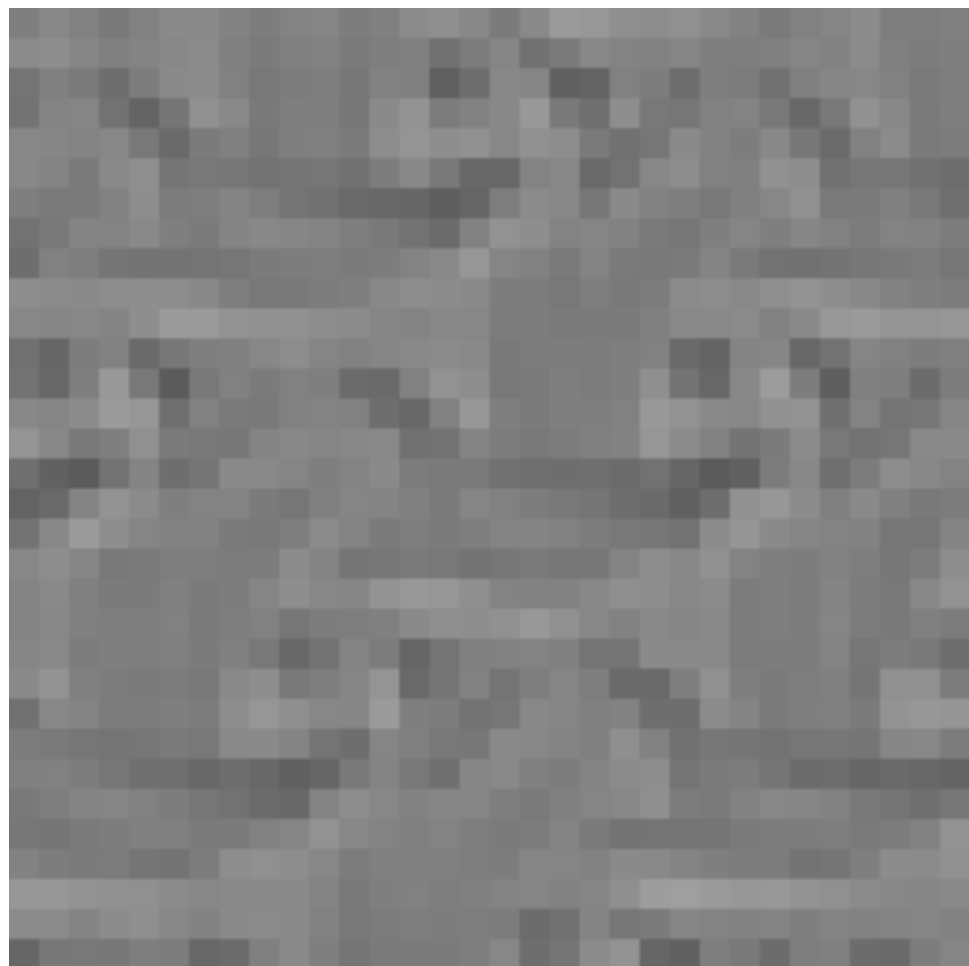
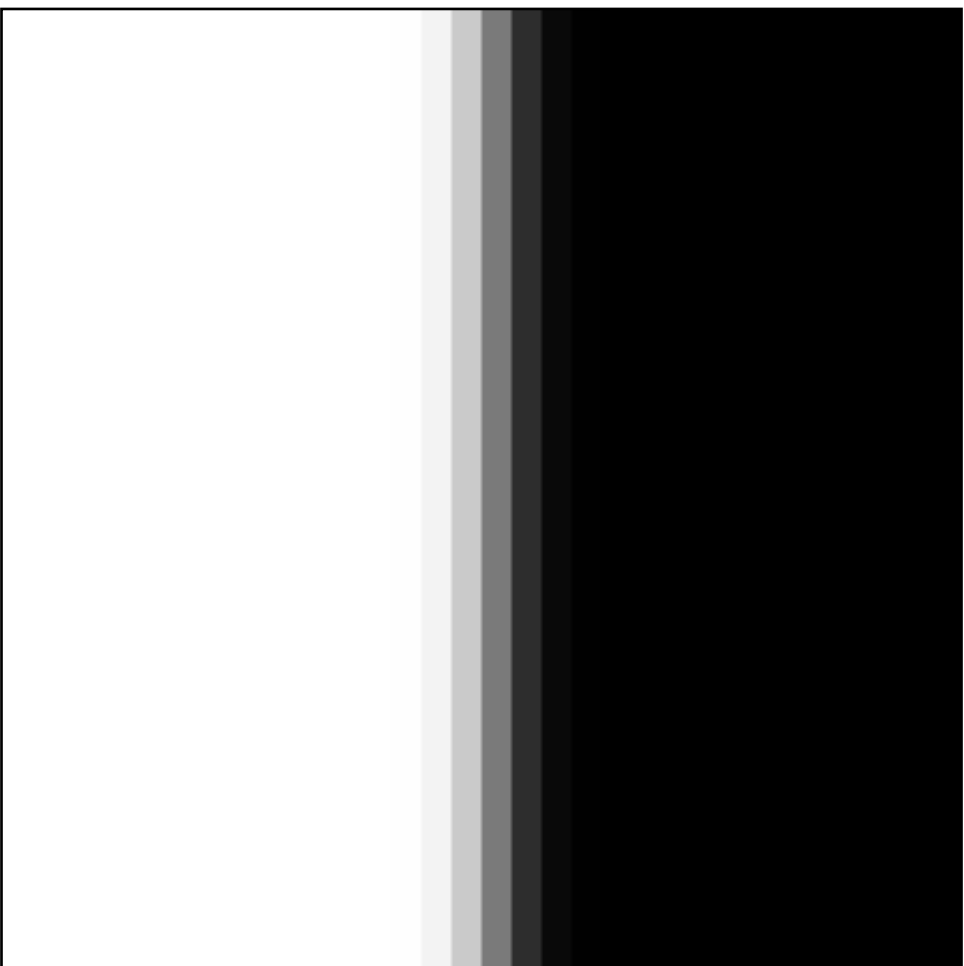
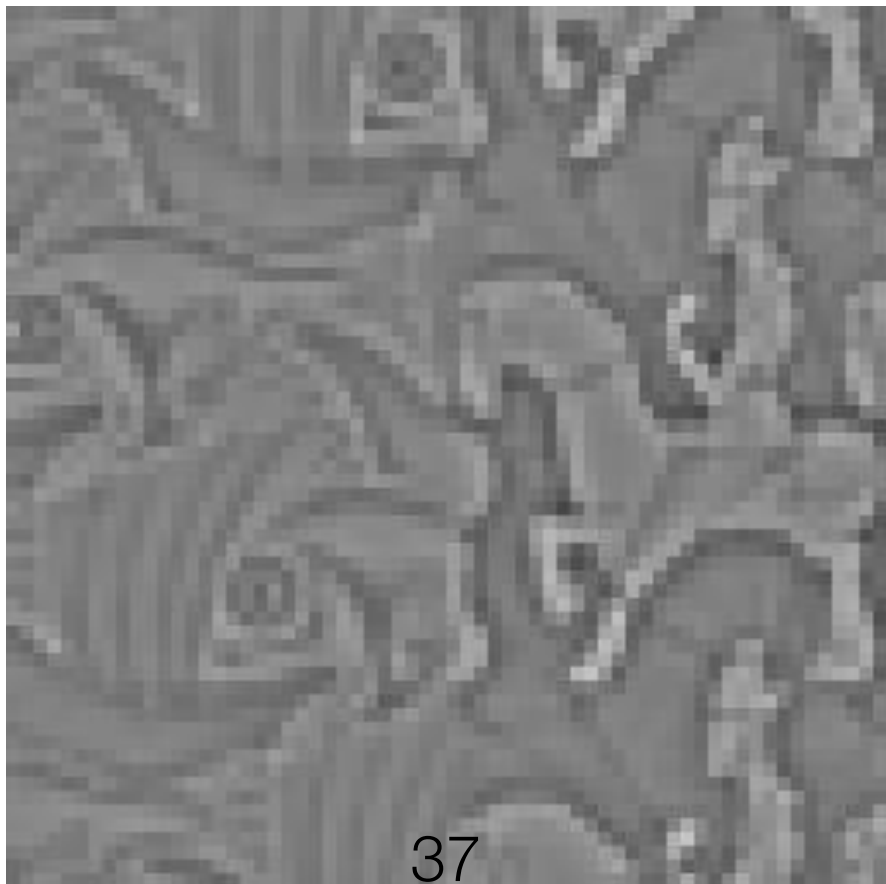
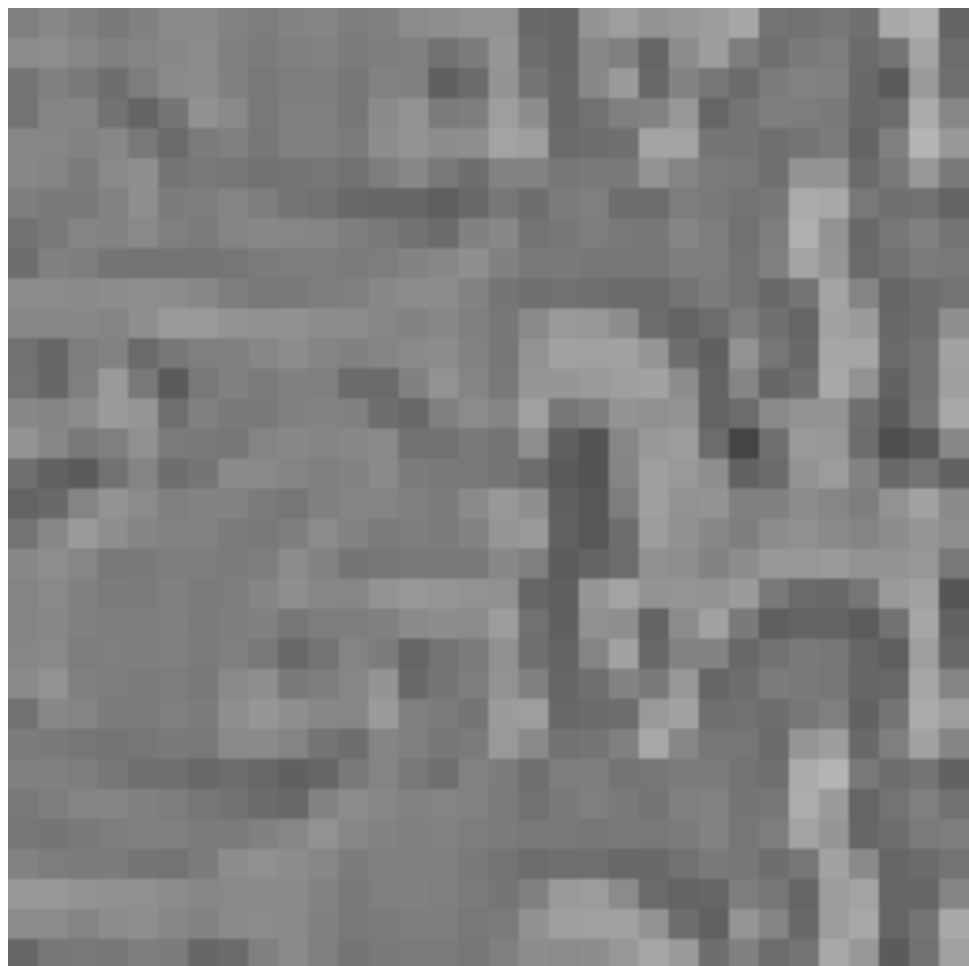


Image composée



Reconstruction de l'image composée

$$I = \alpha F + (1 - \alpha)B$$

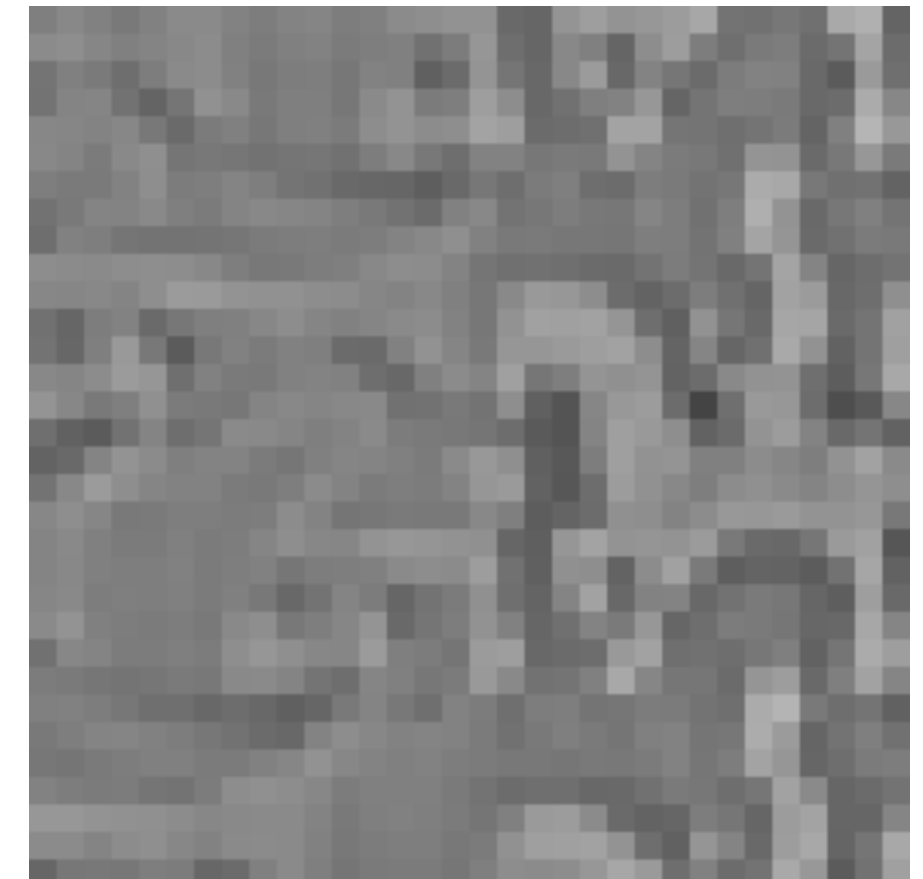
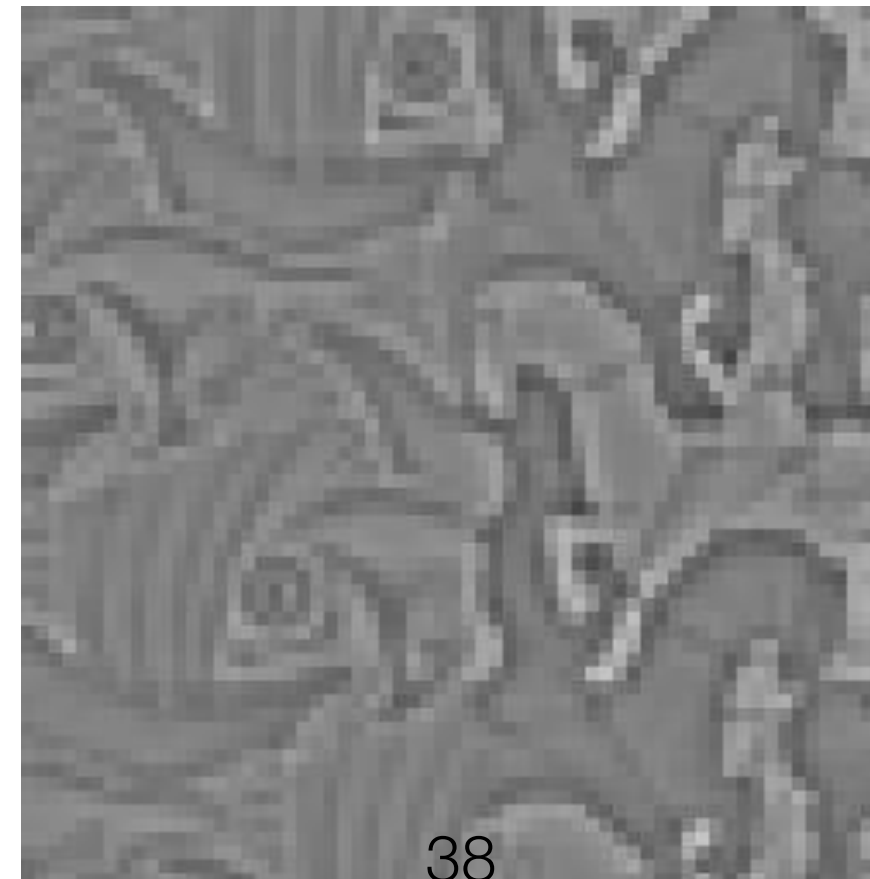
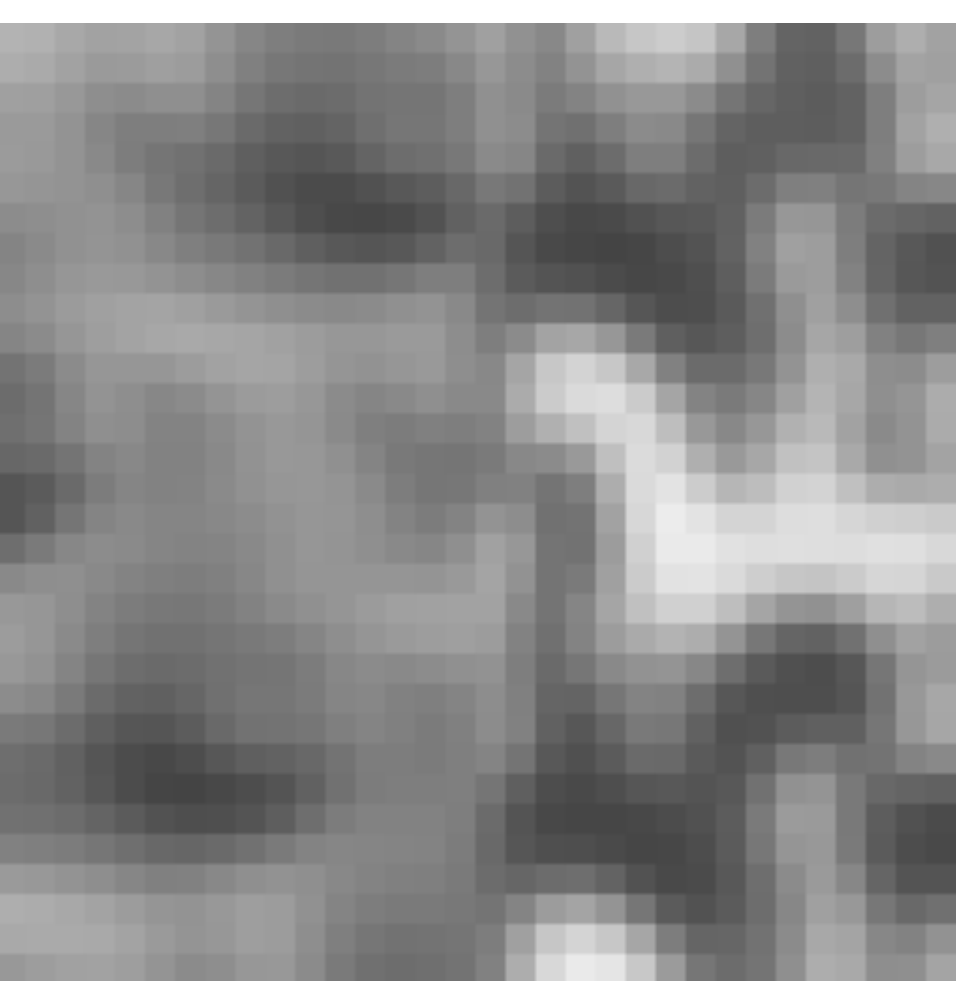
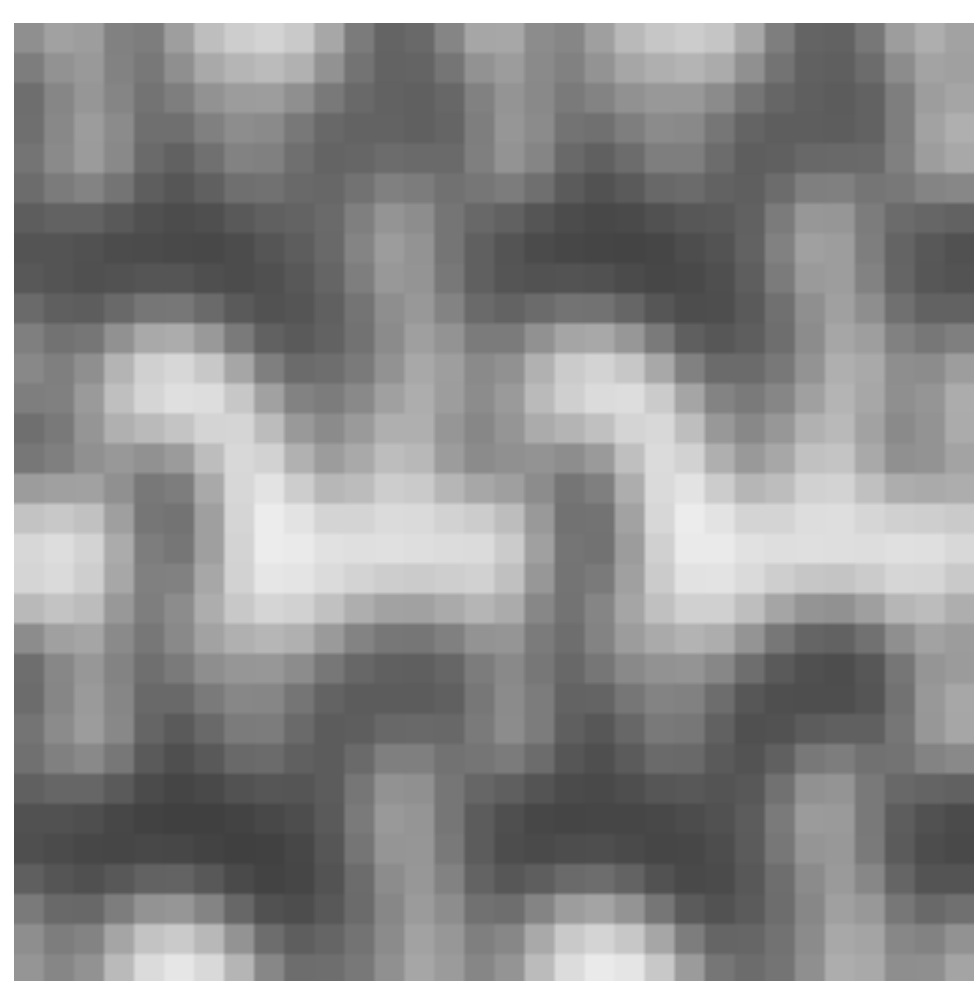
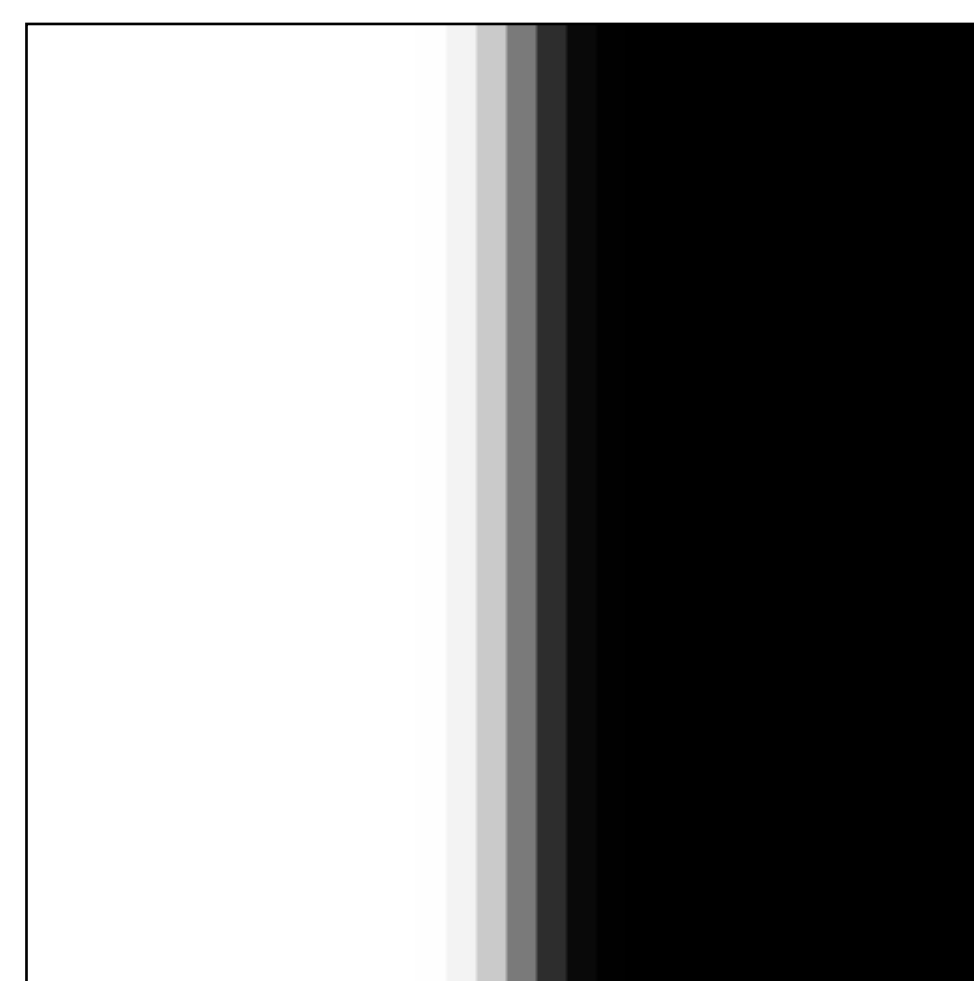
Gauche

Droite

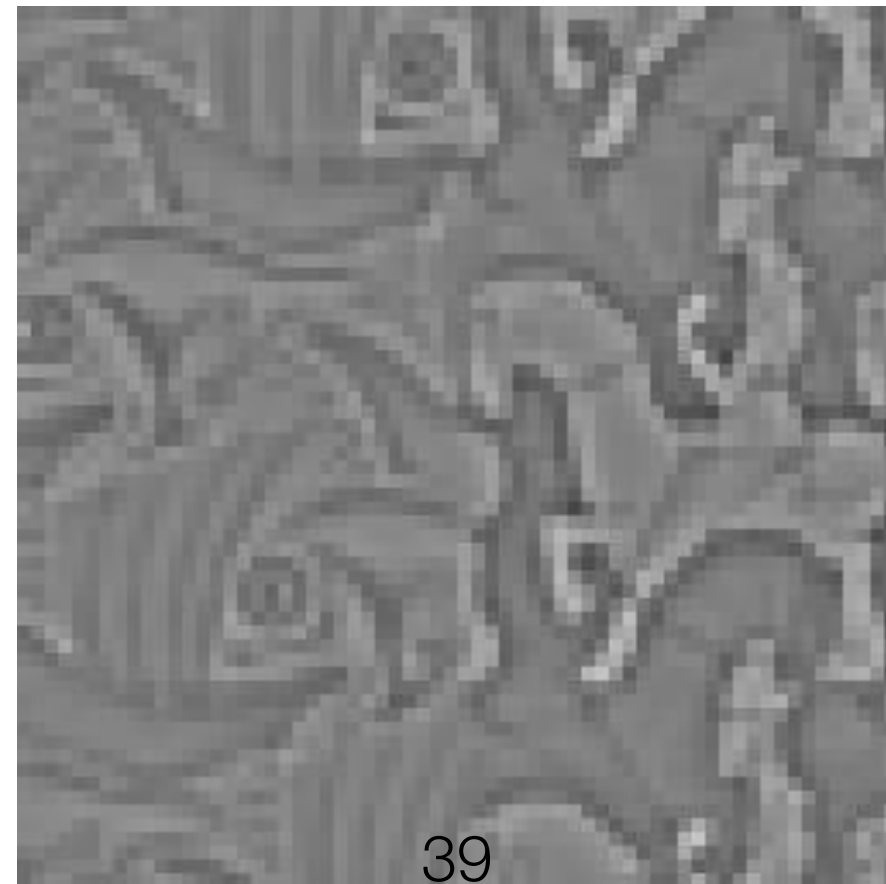
Aucune coupure
Aucune discontinuité

Image composée

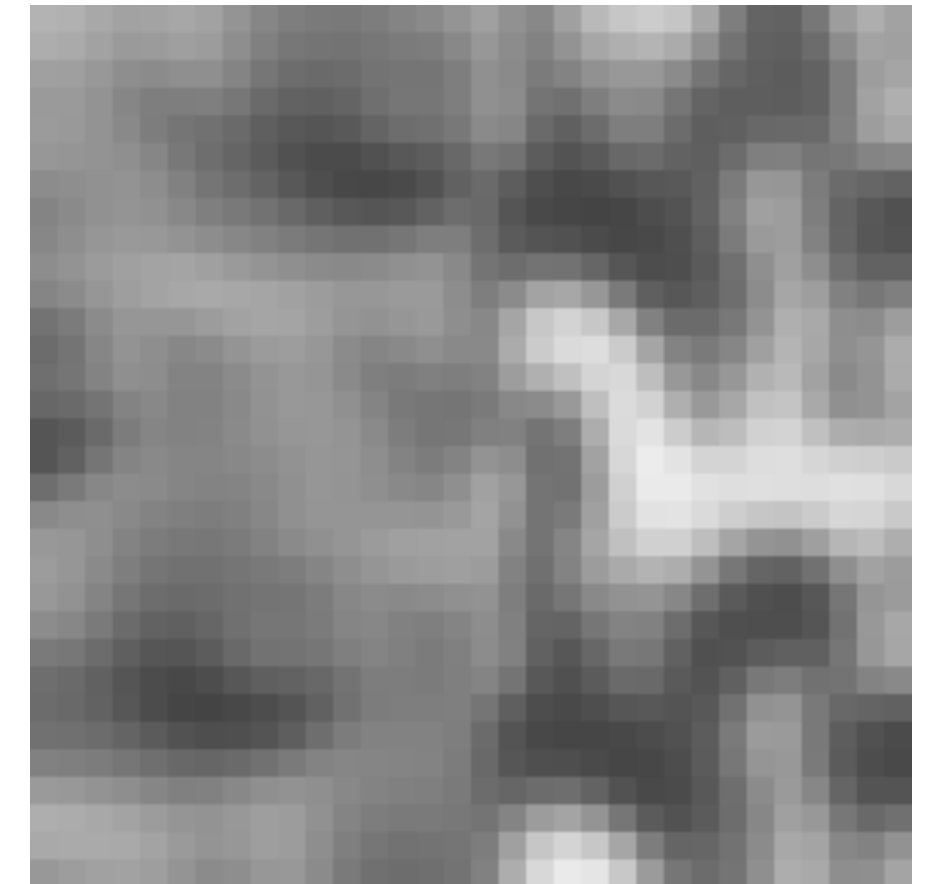
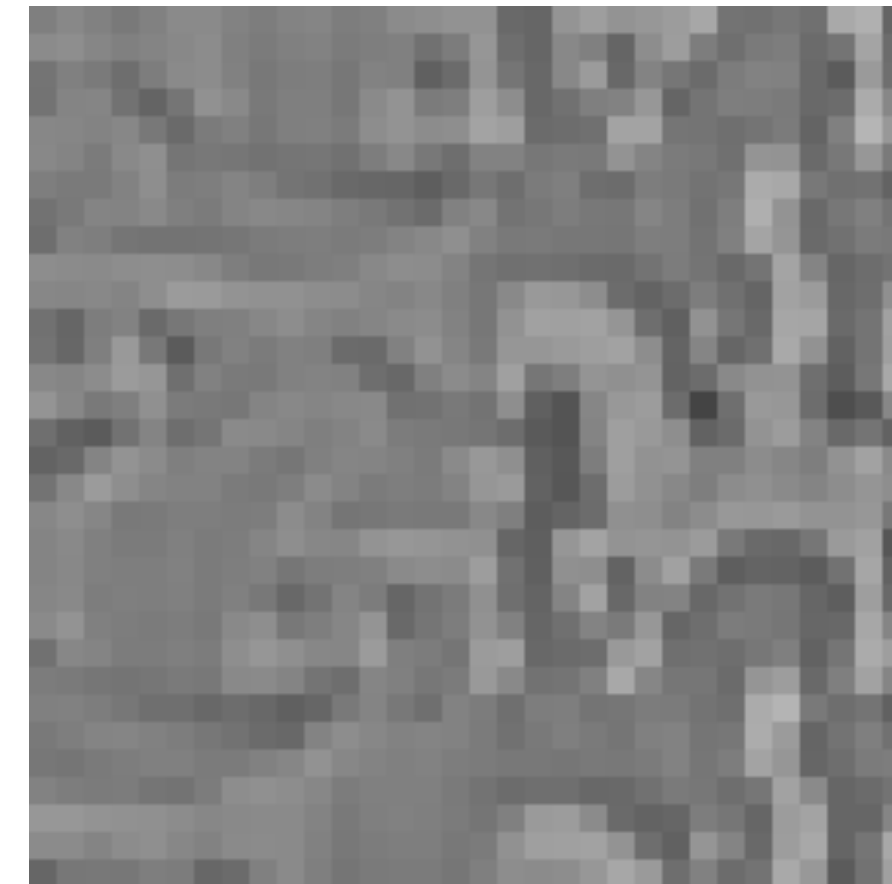
Masque (α)



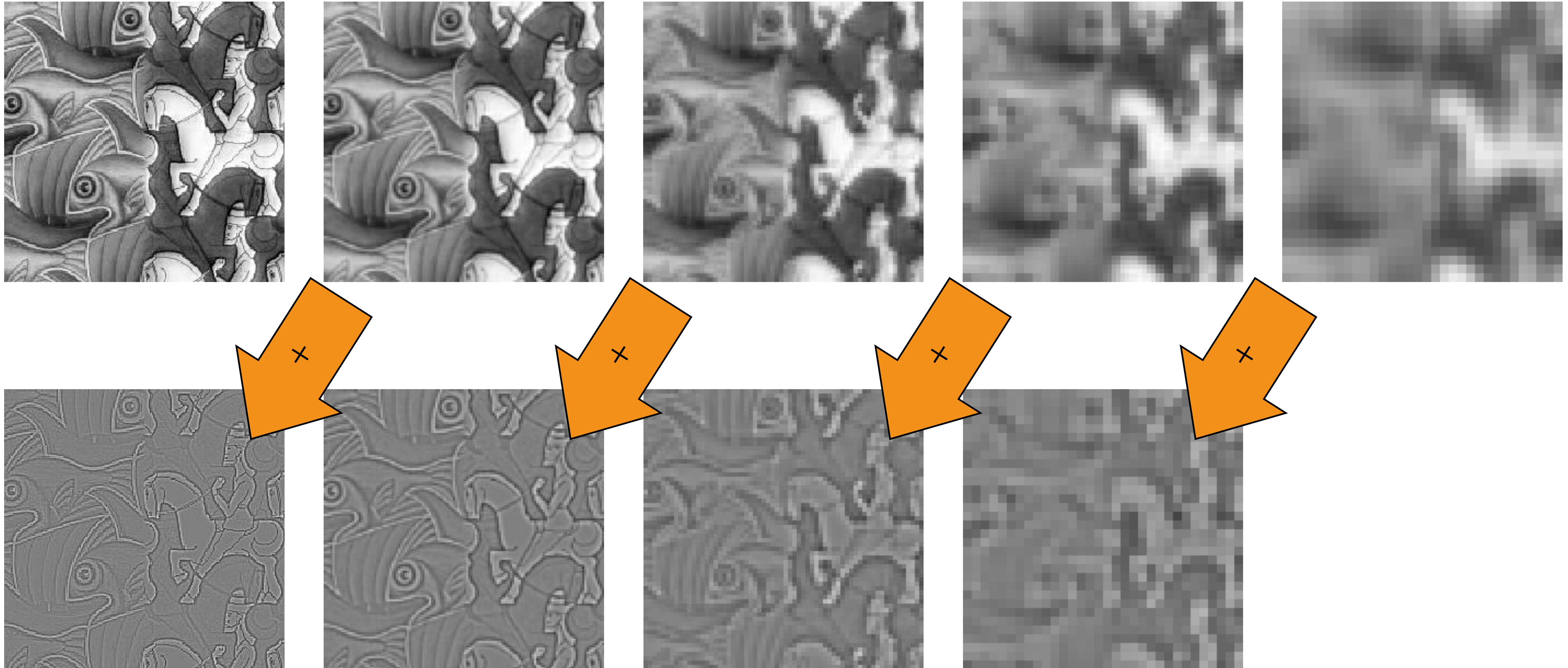
Pile Laplacienne de l'image composée



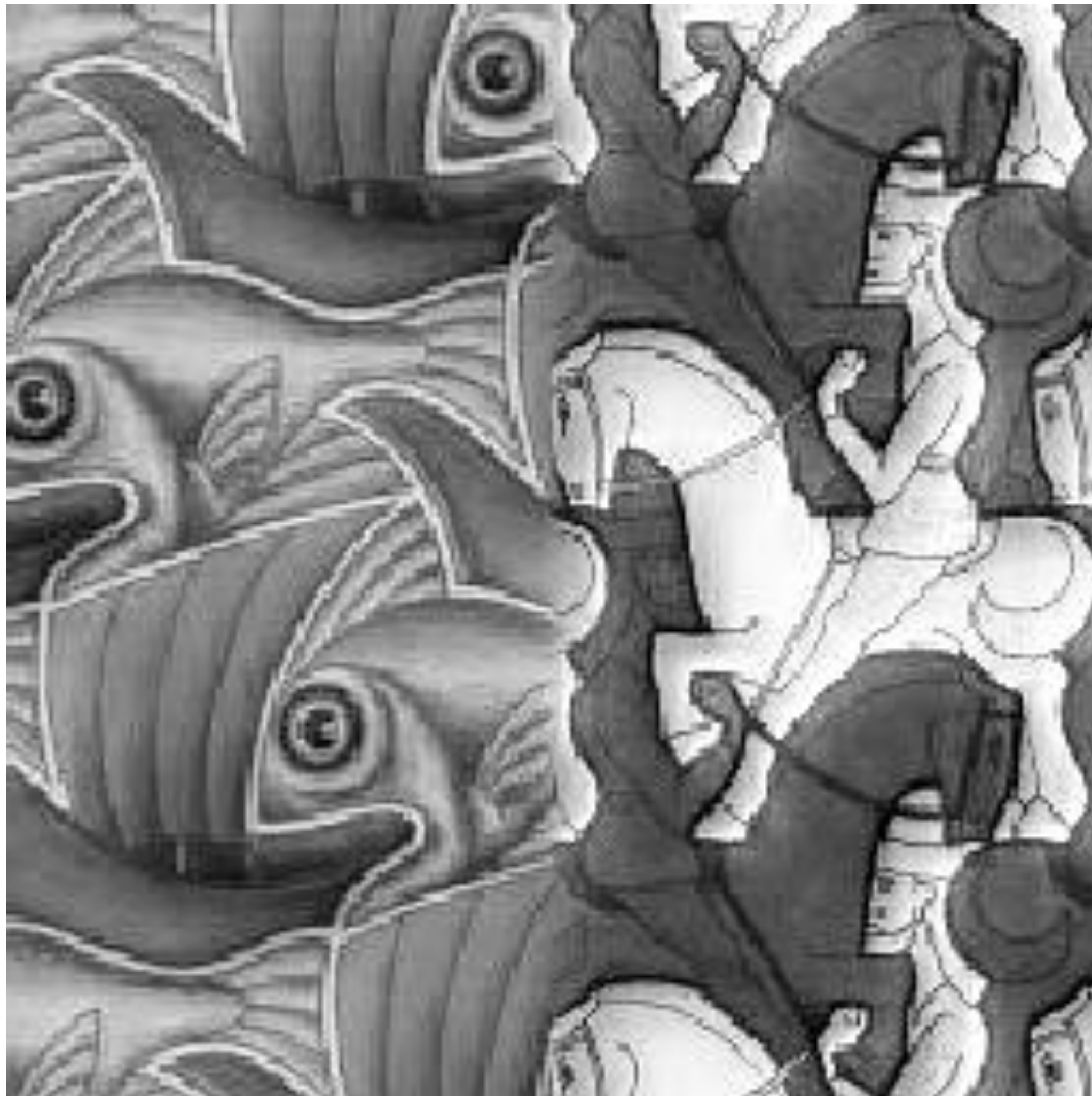
39



Reconstruction de l'image



Reconstruction de l'image



Idée : ajuster le dégradé pour chaque type de variation dans l'image.

Dégradé rapide

Aucun fantôme
(*ghosting*)

Dégradé équivalent aux
variations les plus
rapides dans l'image

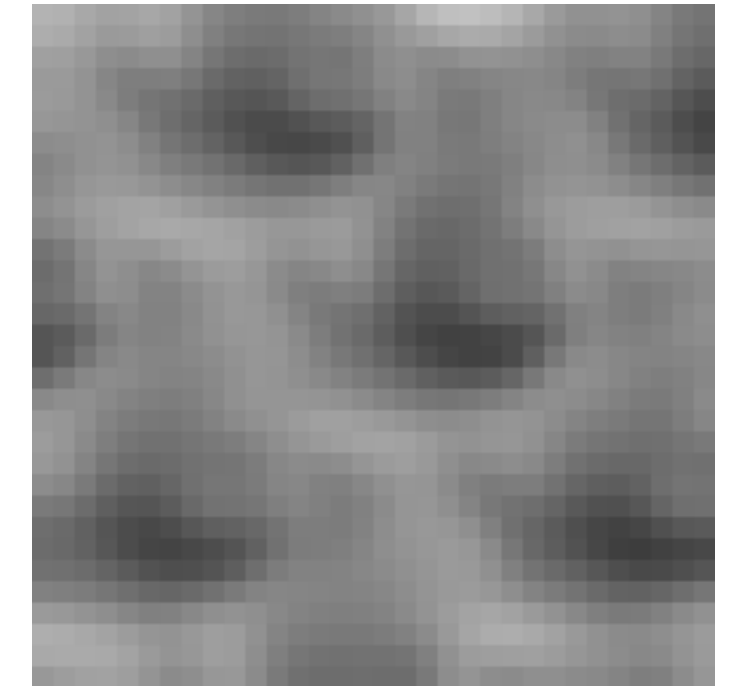
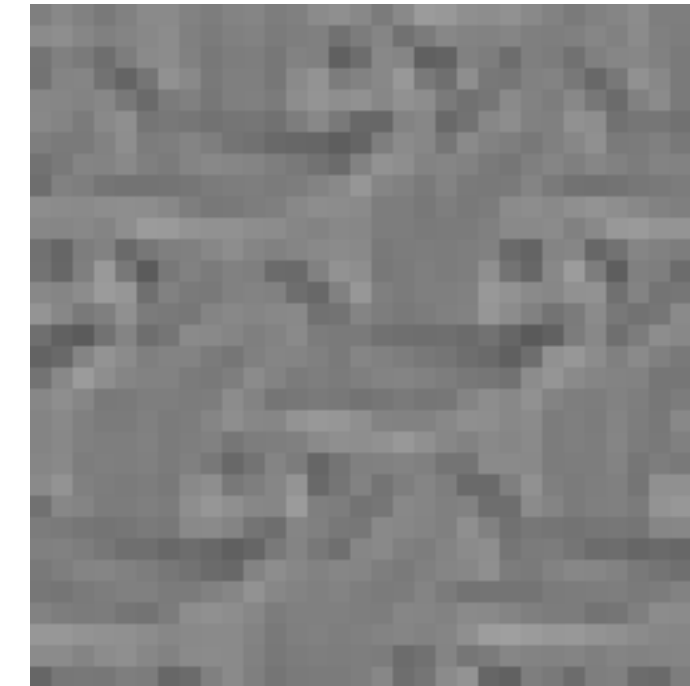
Dégradé lent

Aucune discontinuité

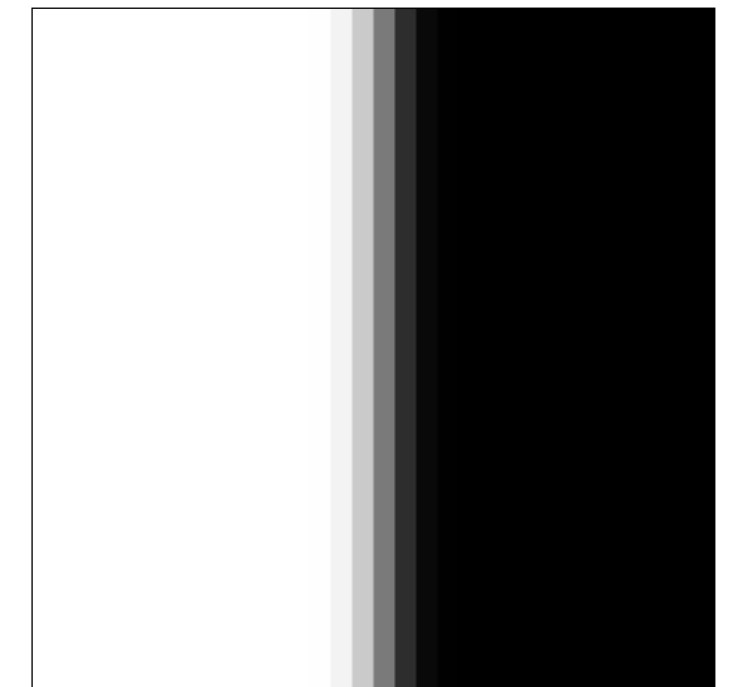
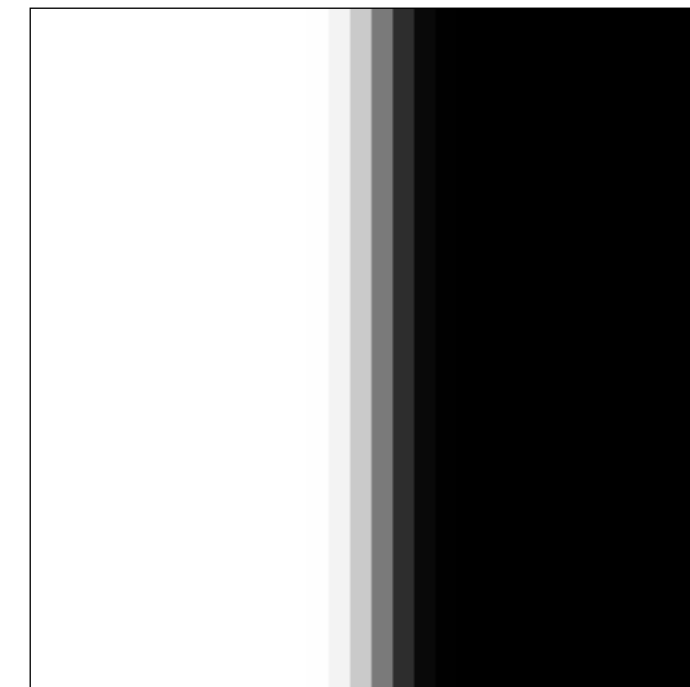
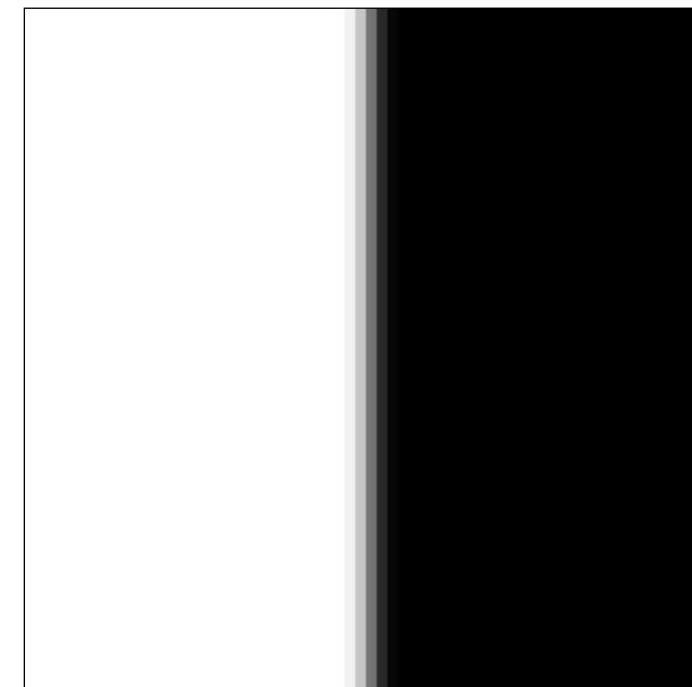
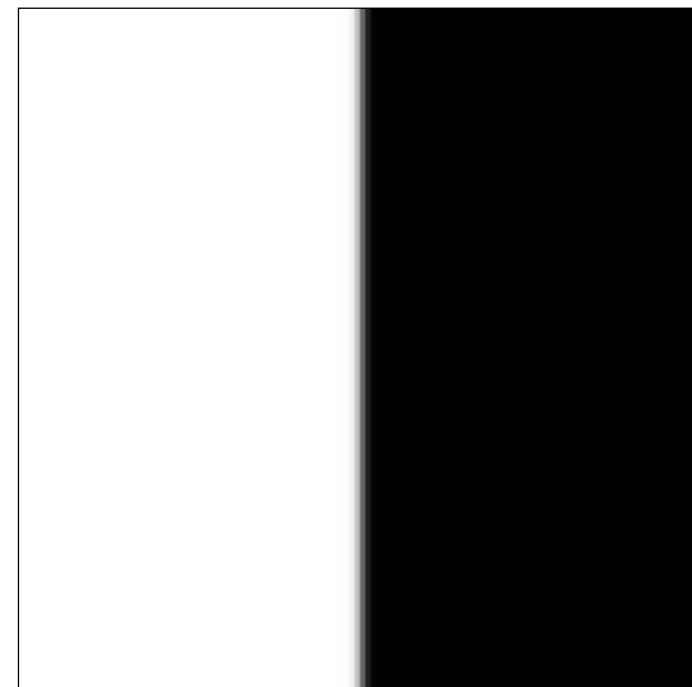
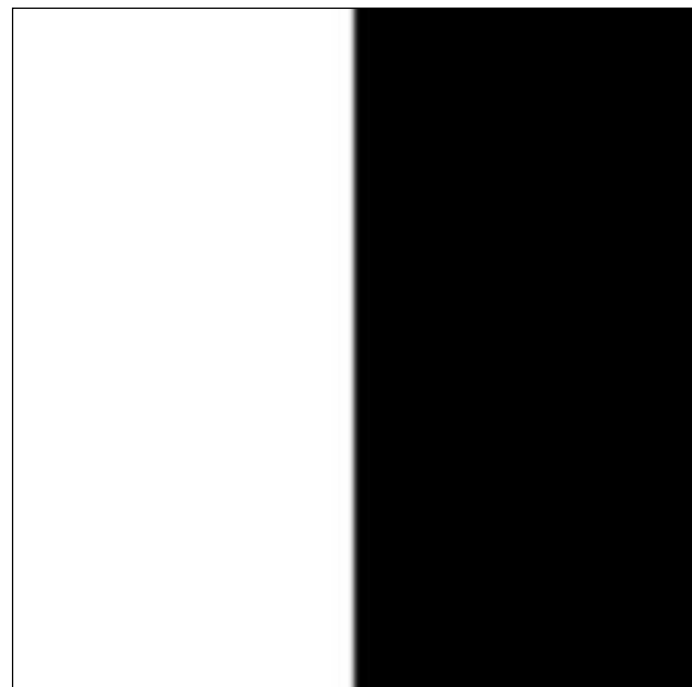
Dégradé équivalent aux
variations les plus
lentes dans l'image

Mélange par pile Laplacienne : récapitulation

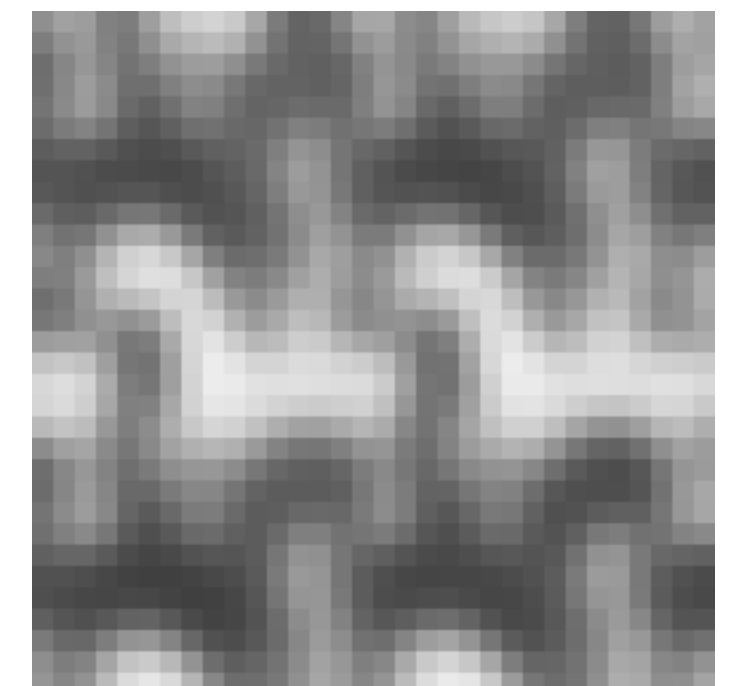
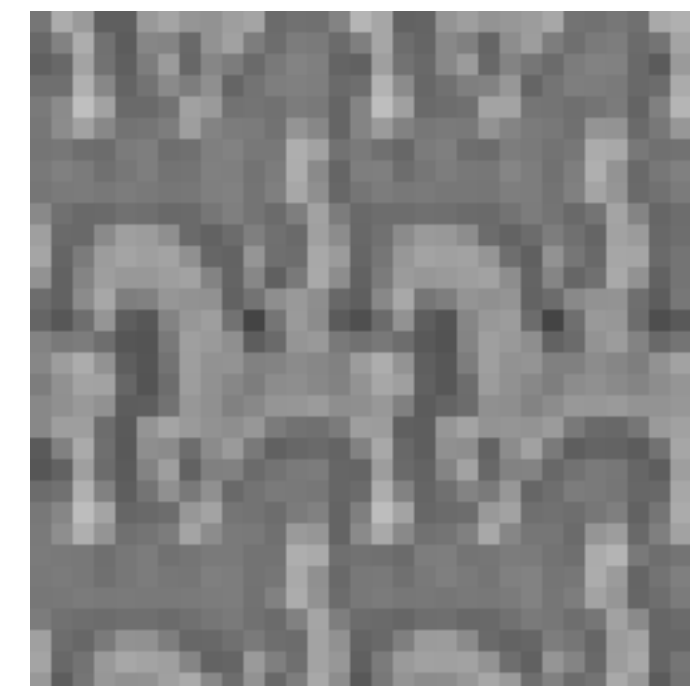
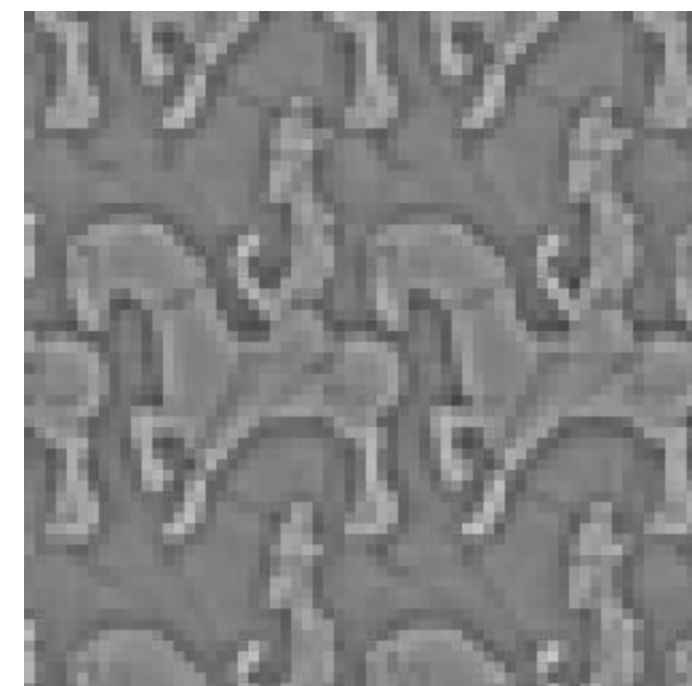
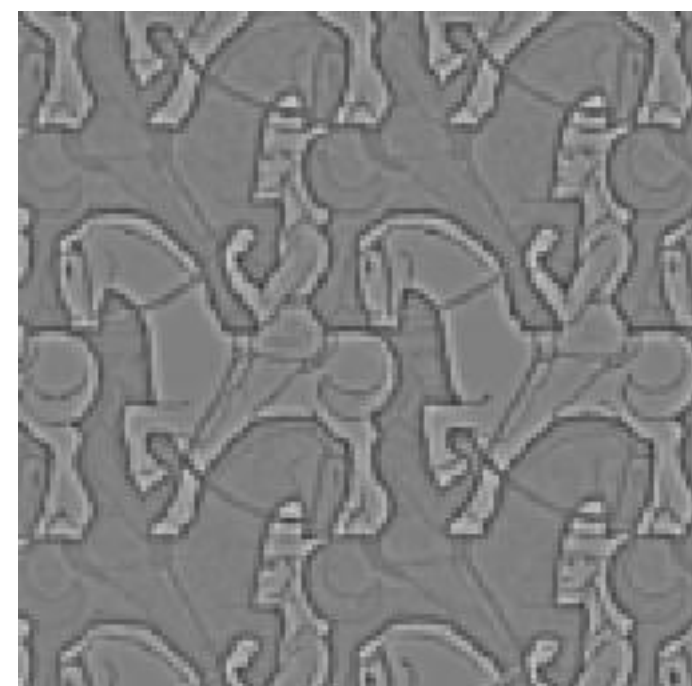
1. Construire la pile laplacienne de l'image 1



3. Construire la pile gaussienne du masque

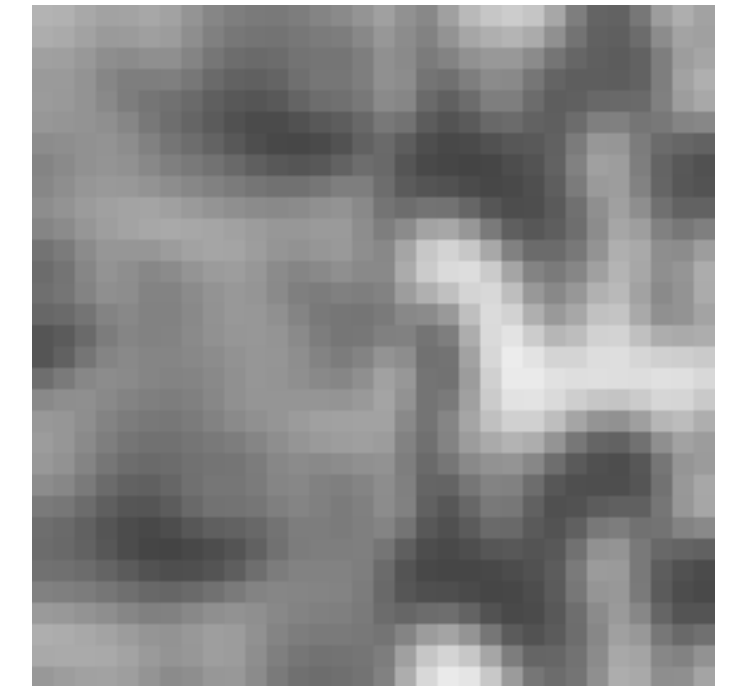
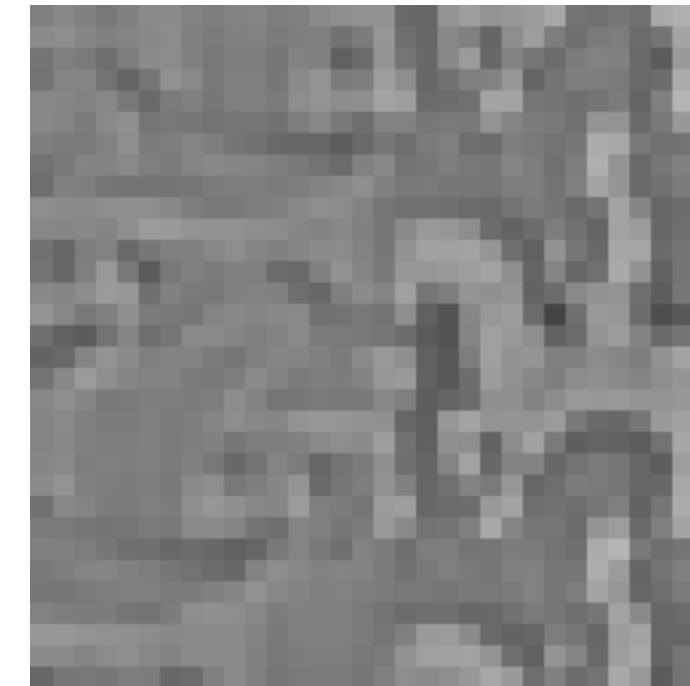


2. Construire la pile laplacienne de l'image 2



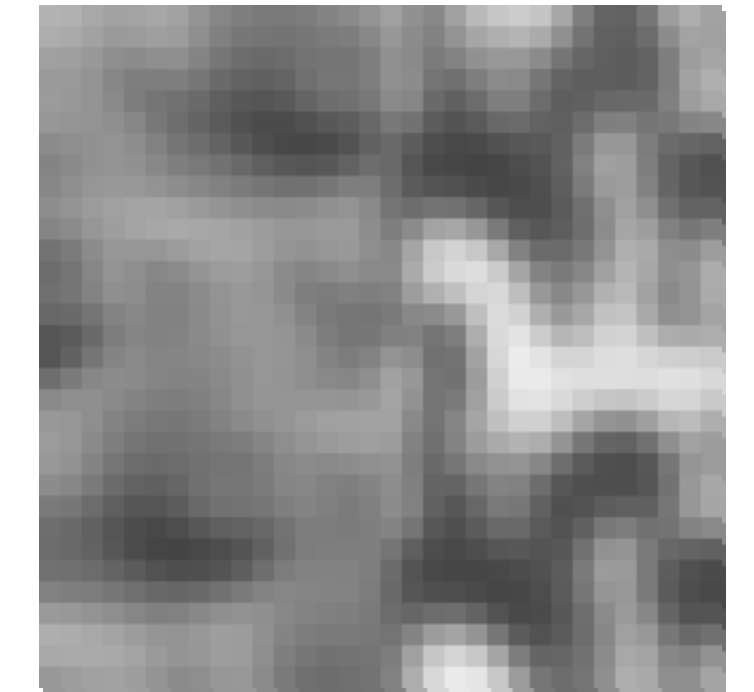
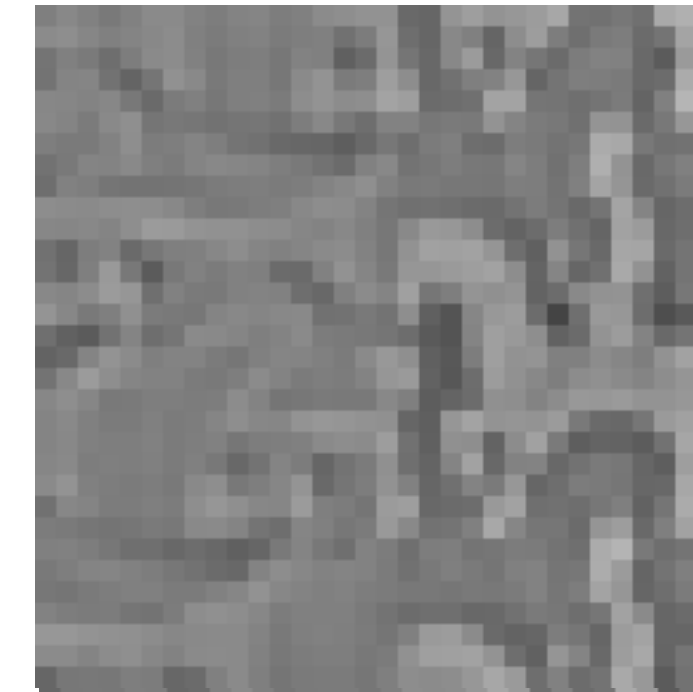
Mélange par pile Laplacienne : récapitulation

4. Composer les piles

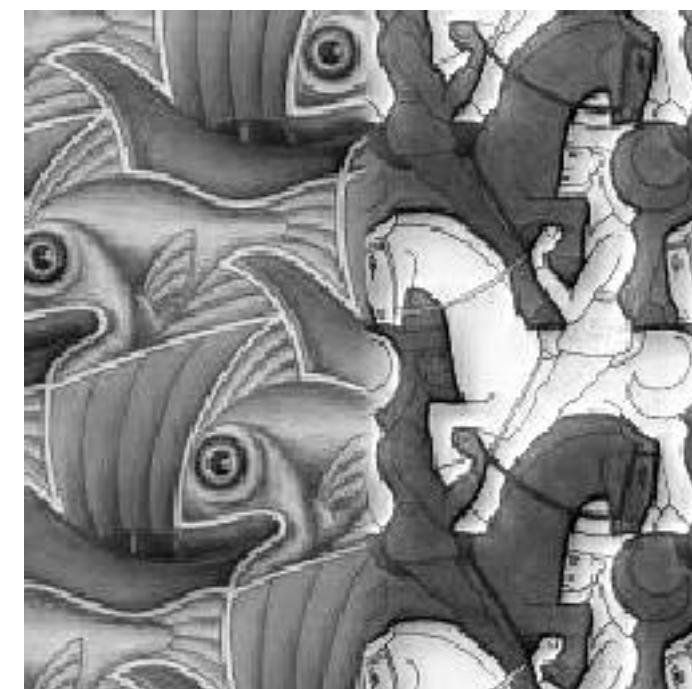


Mélange par pile Laplacienne : récapitulation

4. Composer les piles



5. Reconstruire l'image



Observation

Chaque niveau de la pile « perd » de l'information :
on n'a donc pas besoin de tous ces pixels



Pyramide laplacienne

16×16



32×32



64×64



128×128

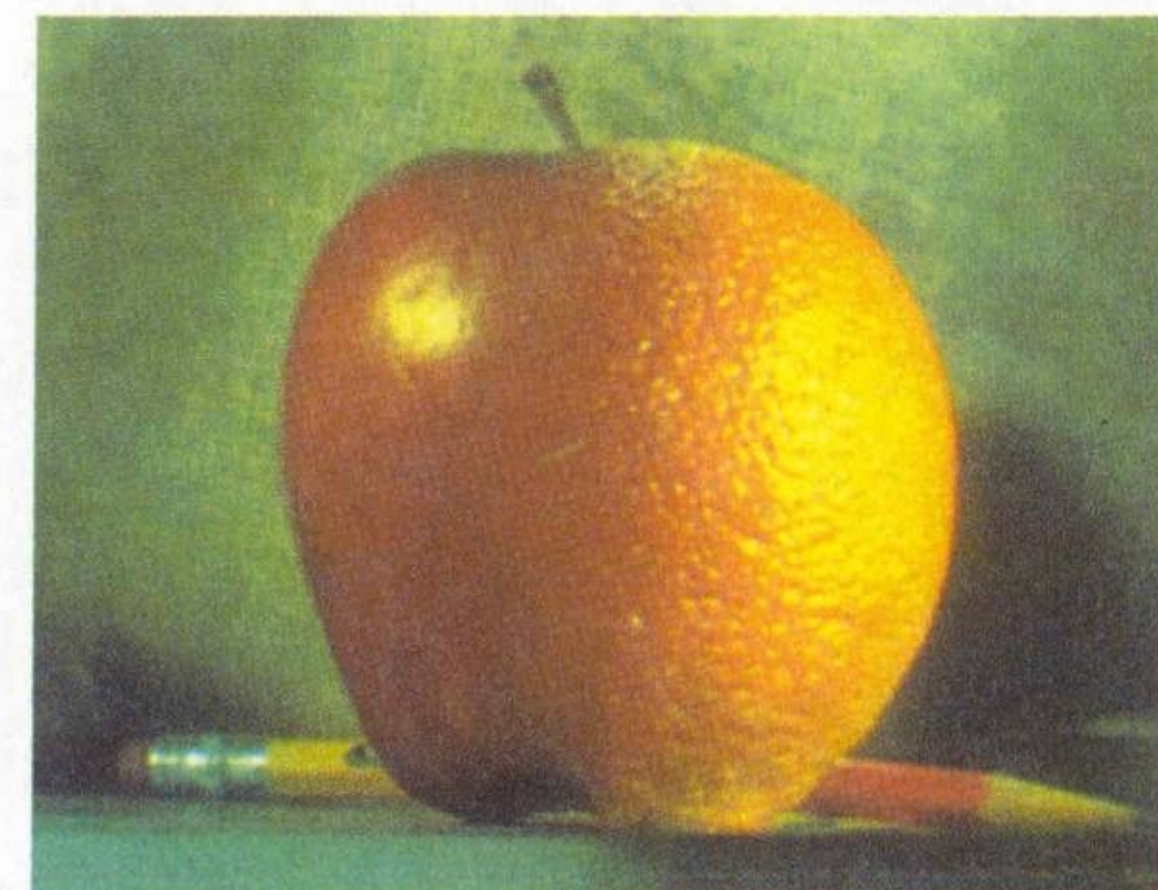
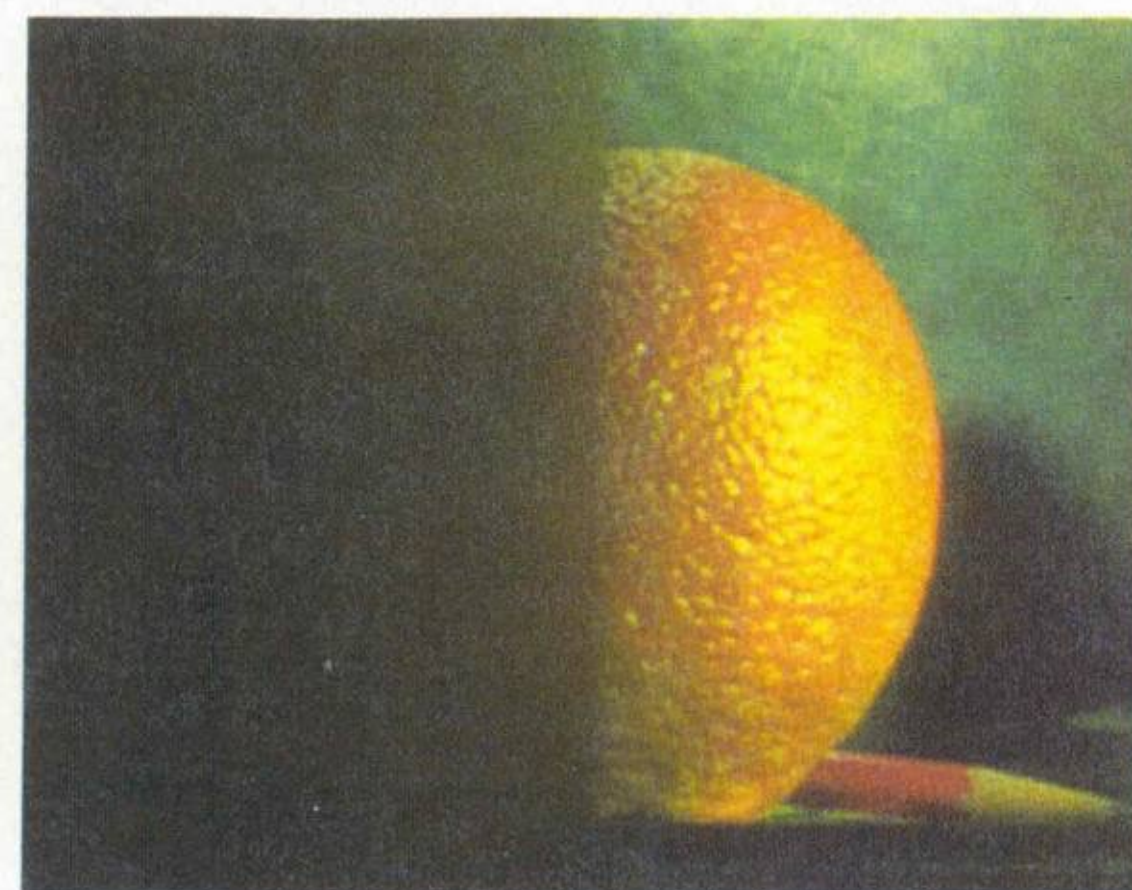
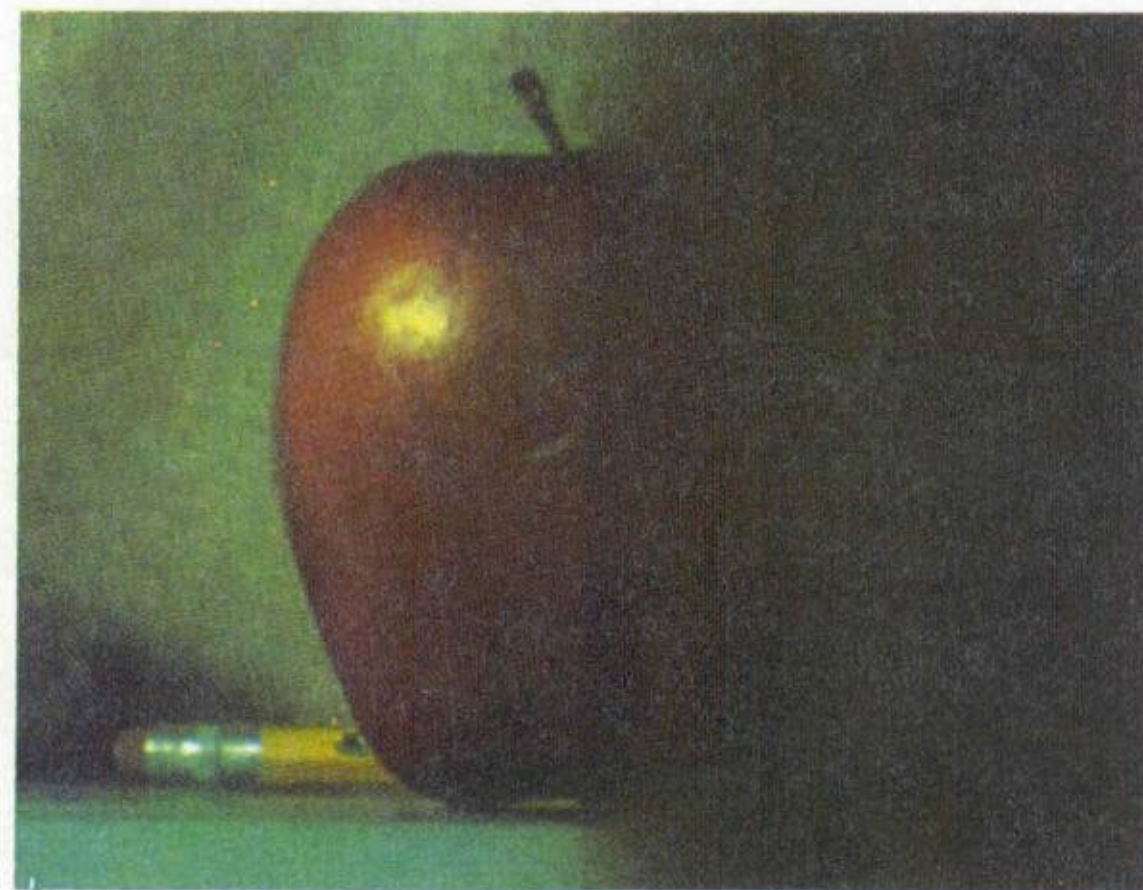
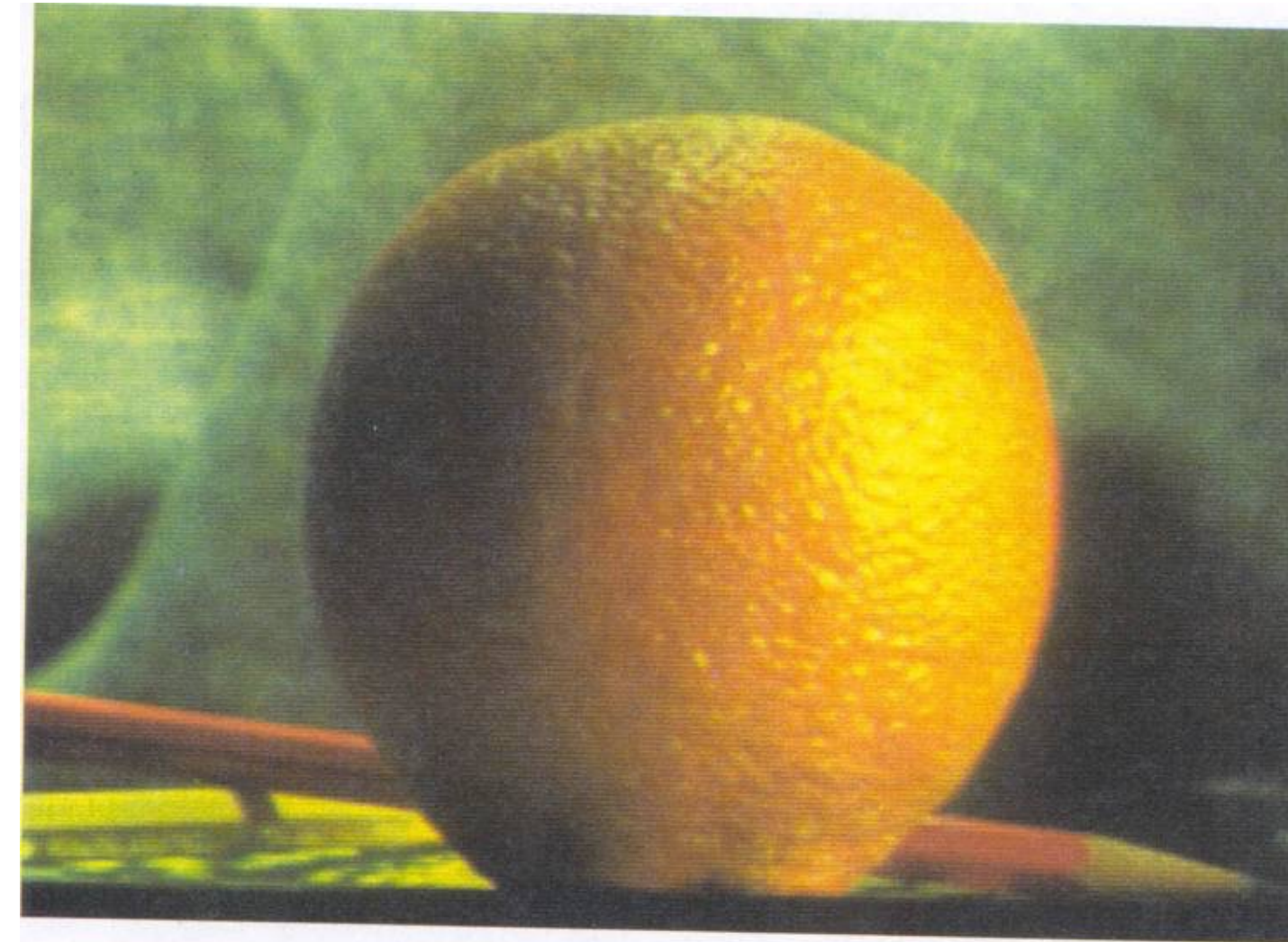
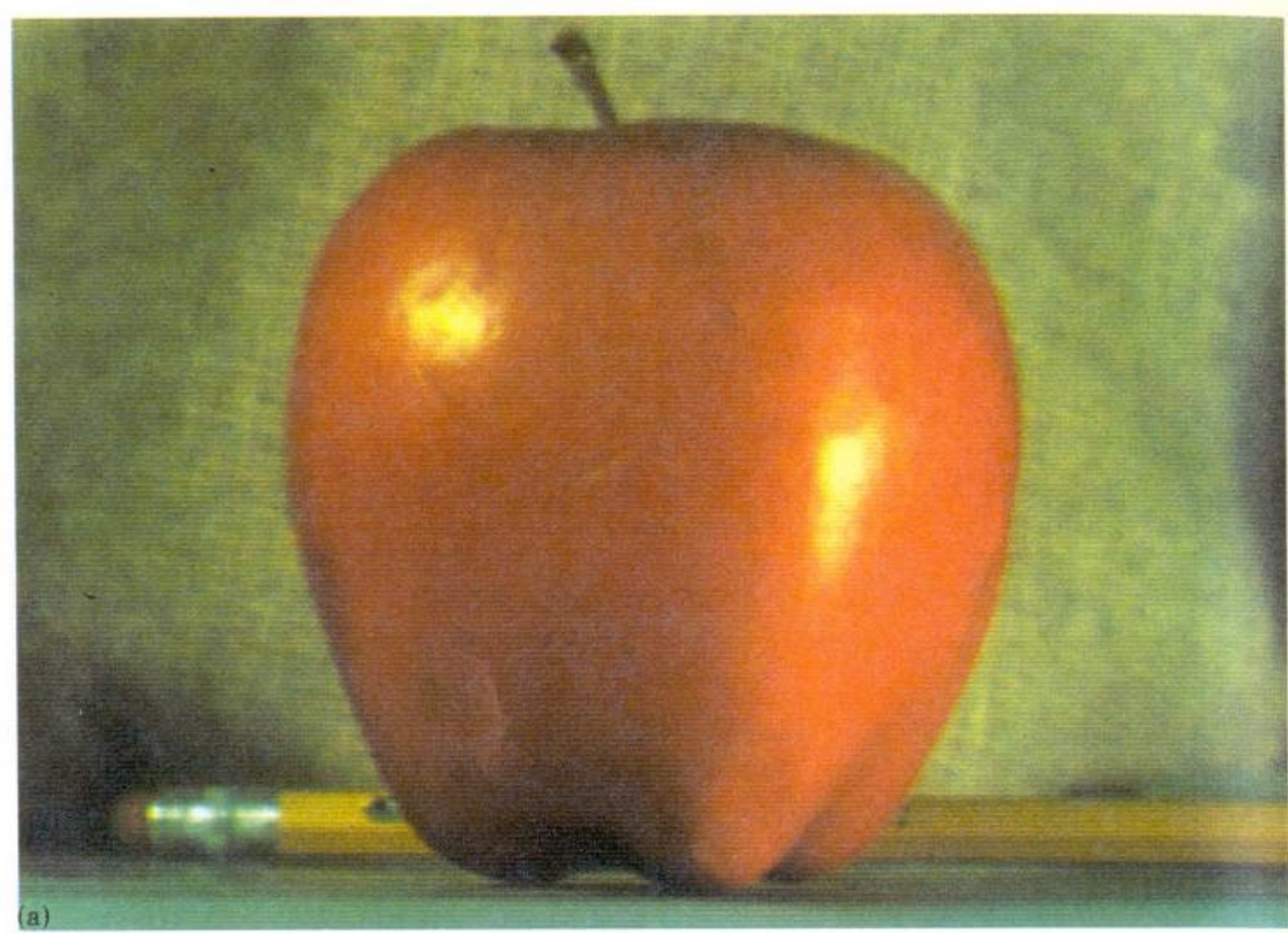


256×256



Avantage?

Mélange par pyramides

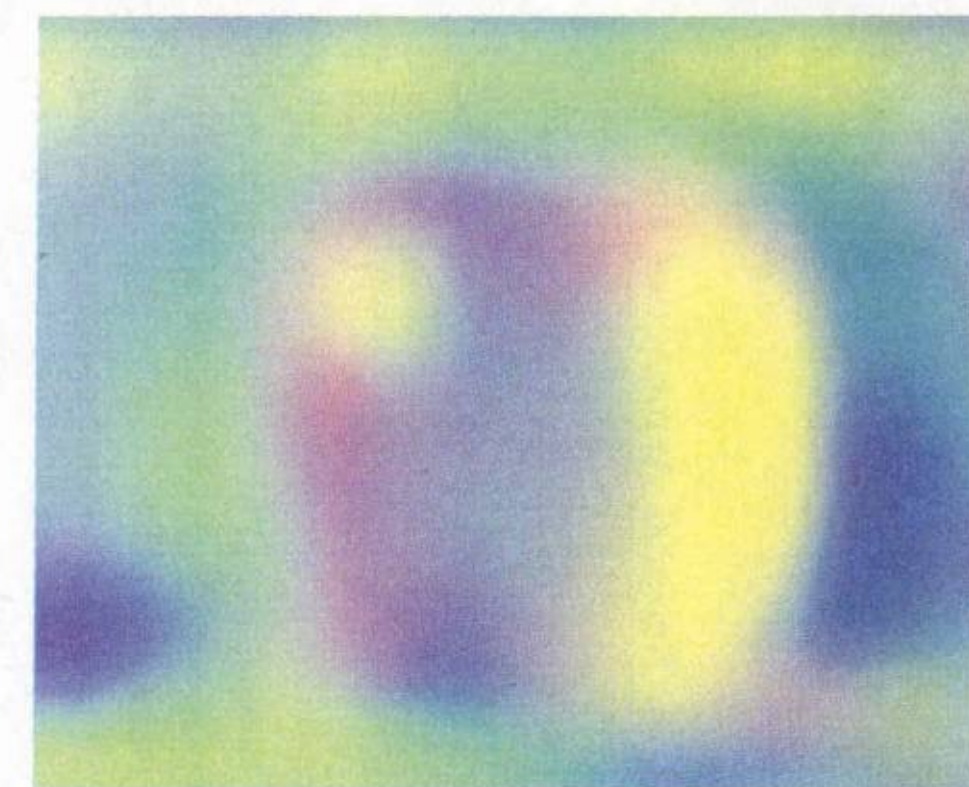
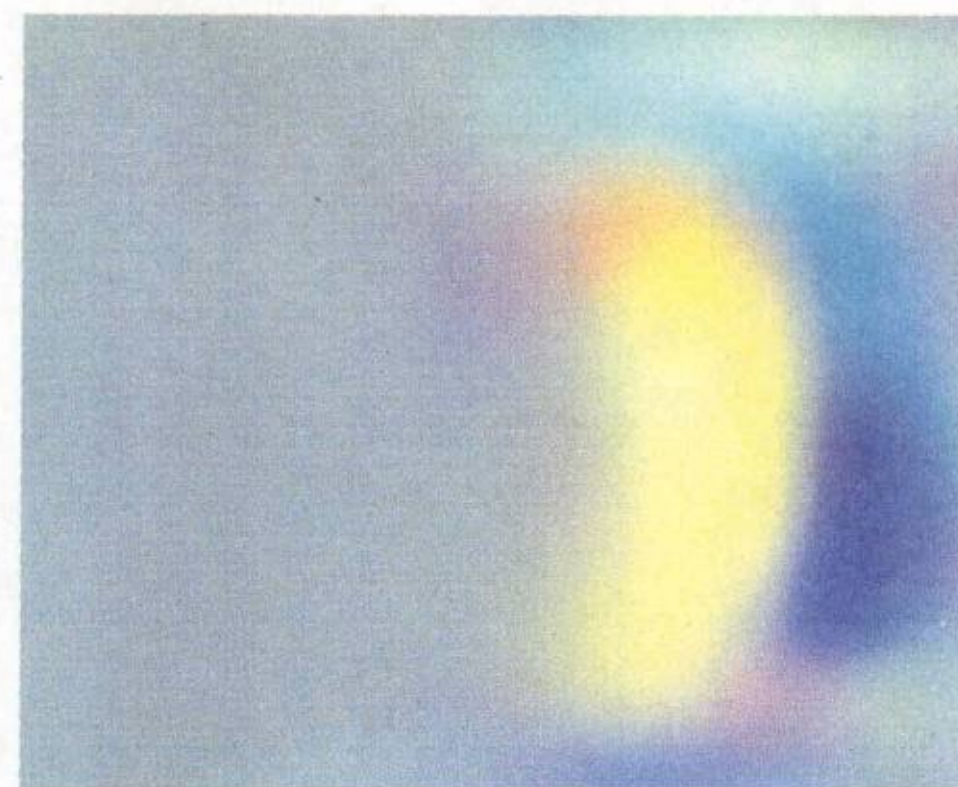
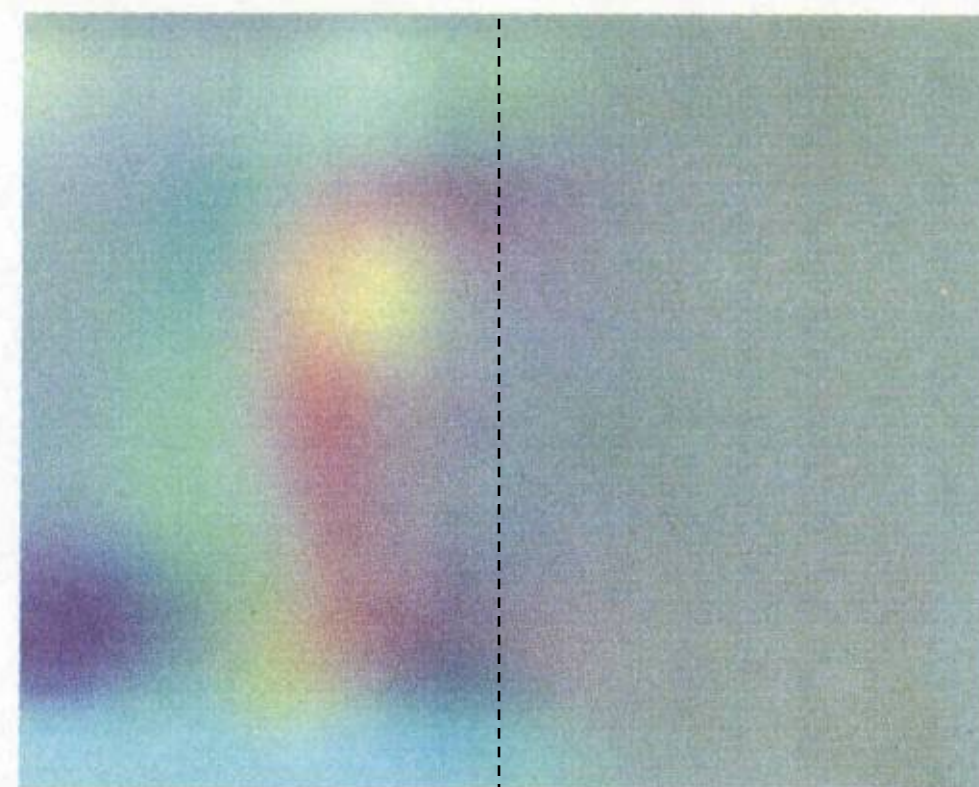


(d)

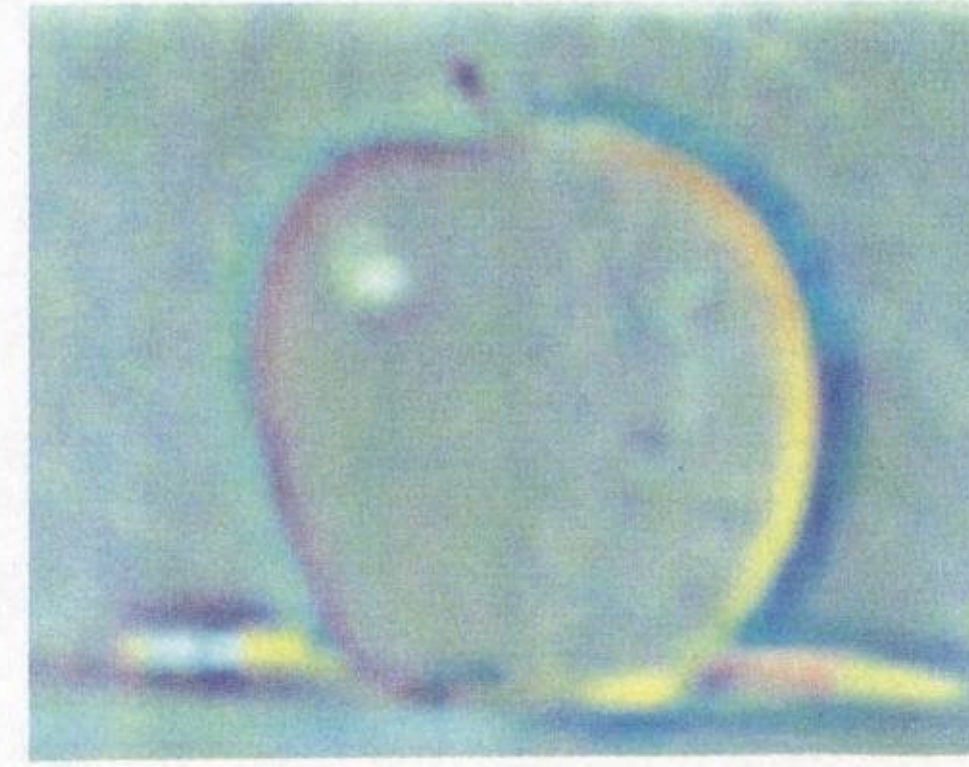
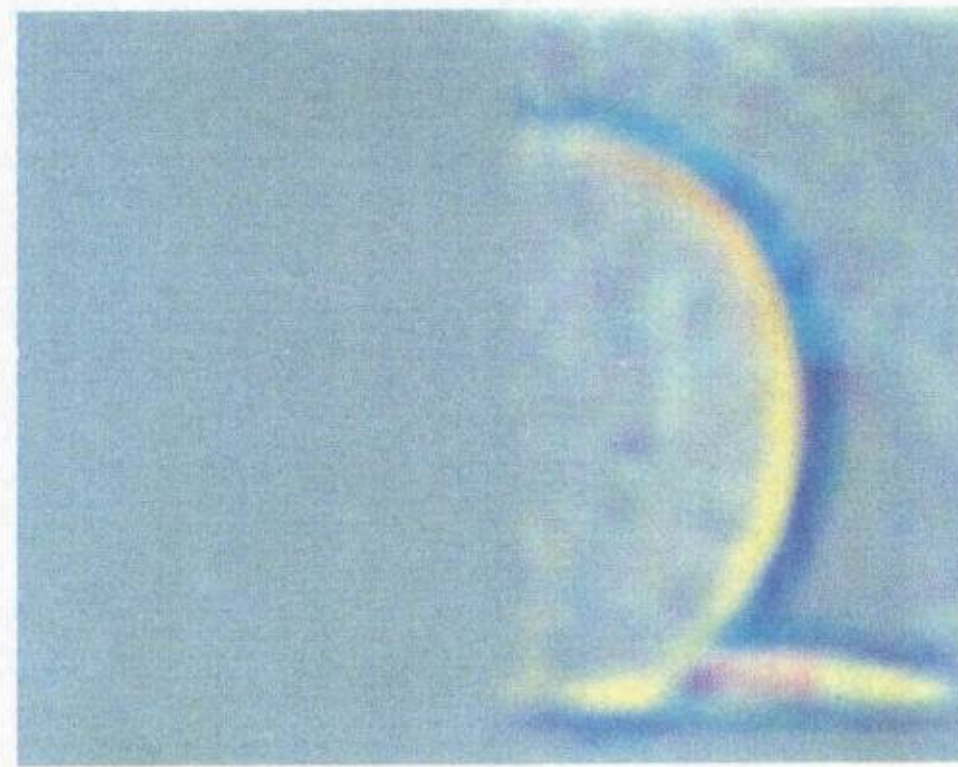
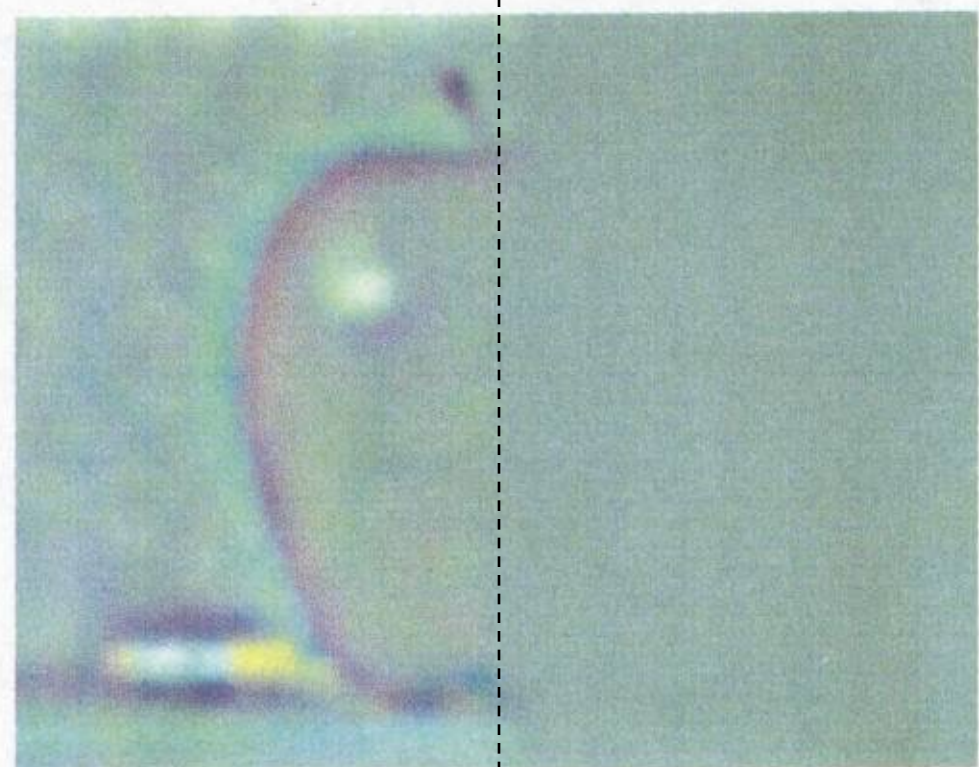
(h)

(l)

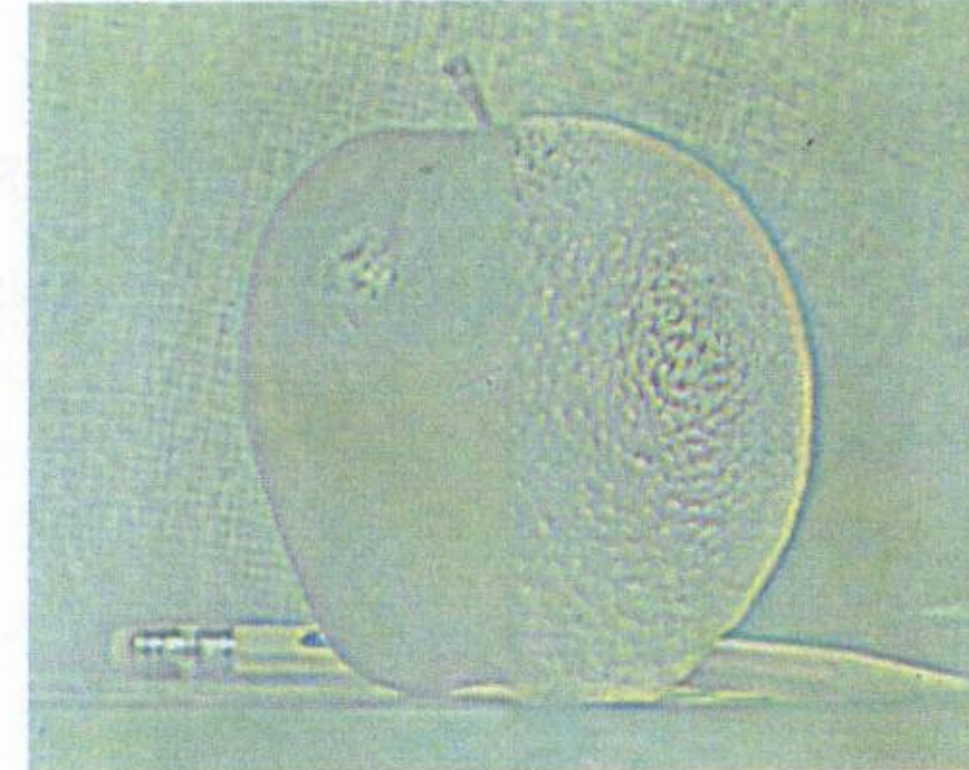
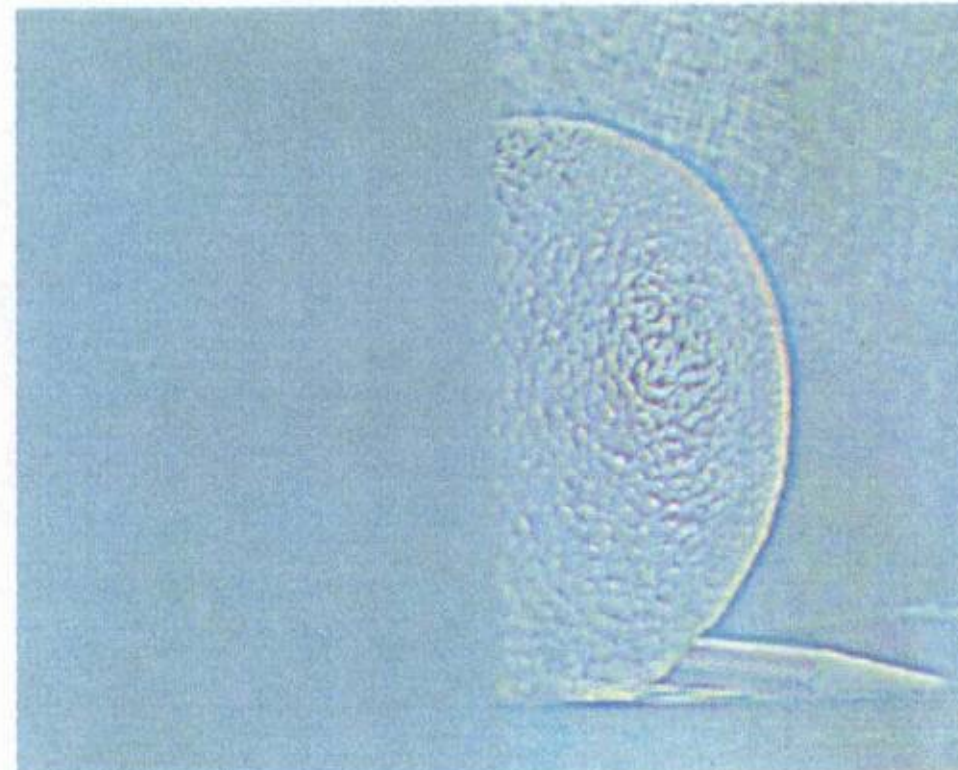
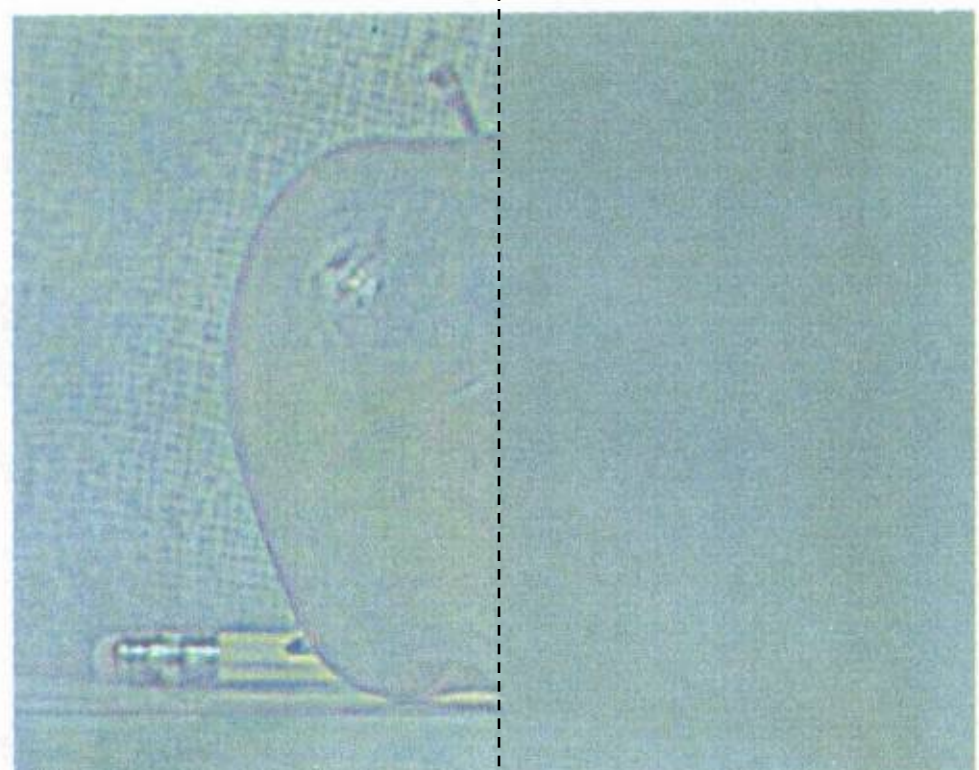
niveau
laplacien
4



niveau
laplacien
2



niveau
laplacien
0



gauche

₄₈ droite

mélange

Horreur!



Mélange d'images

Intégration de gradients



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Autre idée

Image + segmentations

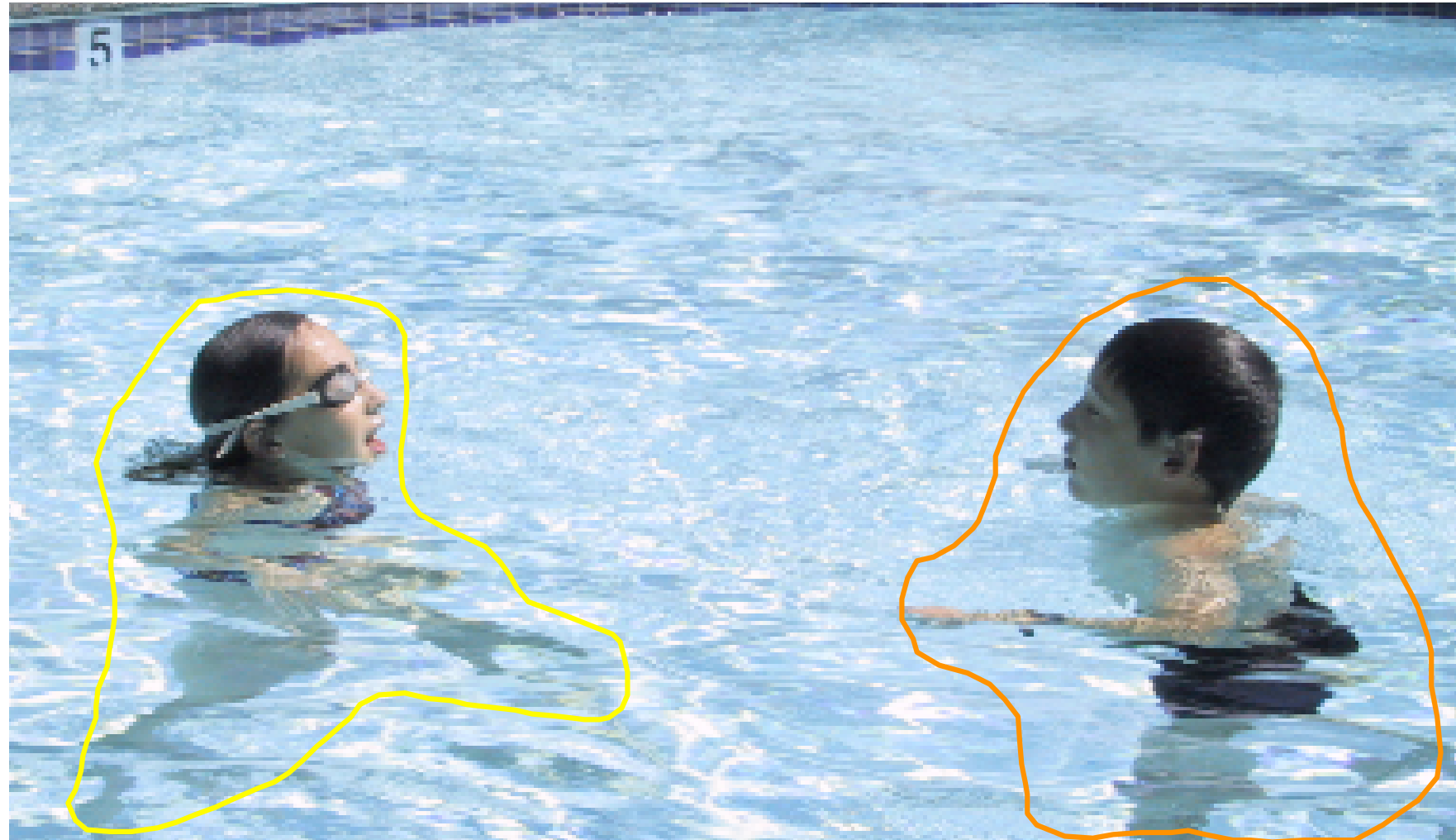


Image de destination



Résultat



Qu'est-ce qui crée la discontinuité visible?

La **variation** d'intensité de part et d'autre de la bordure

Idée : imposer des contraintes sur les gradients de l'image

Source



Destination



Discontinuité :

La **variation** d'intensité de part et d'autre de la bordure

2 objectifs :

1. Pas de discontinuité
gradients de l'image résultante = 0

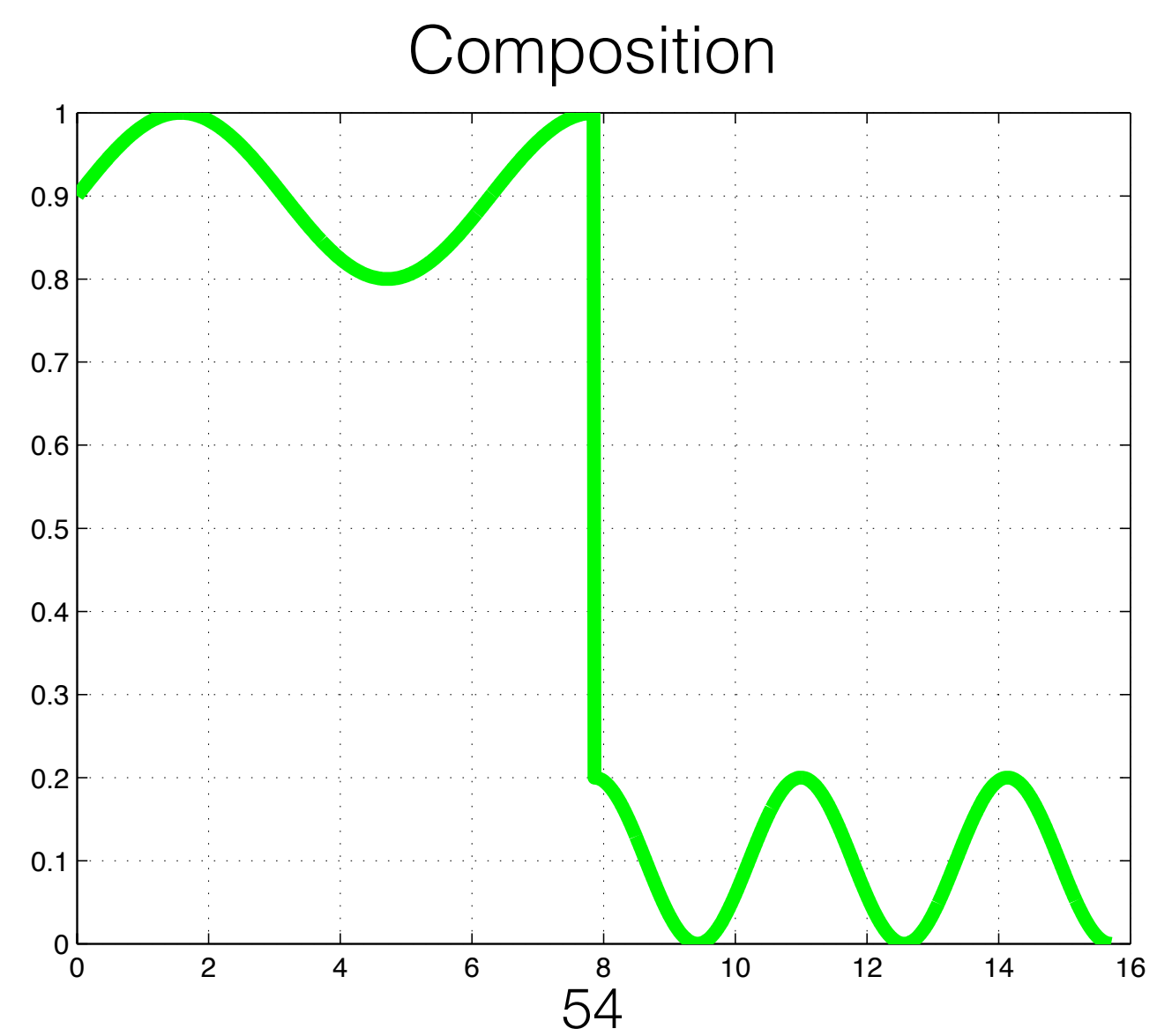
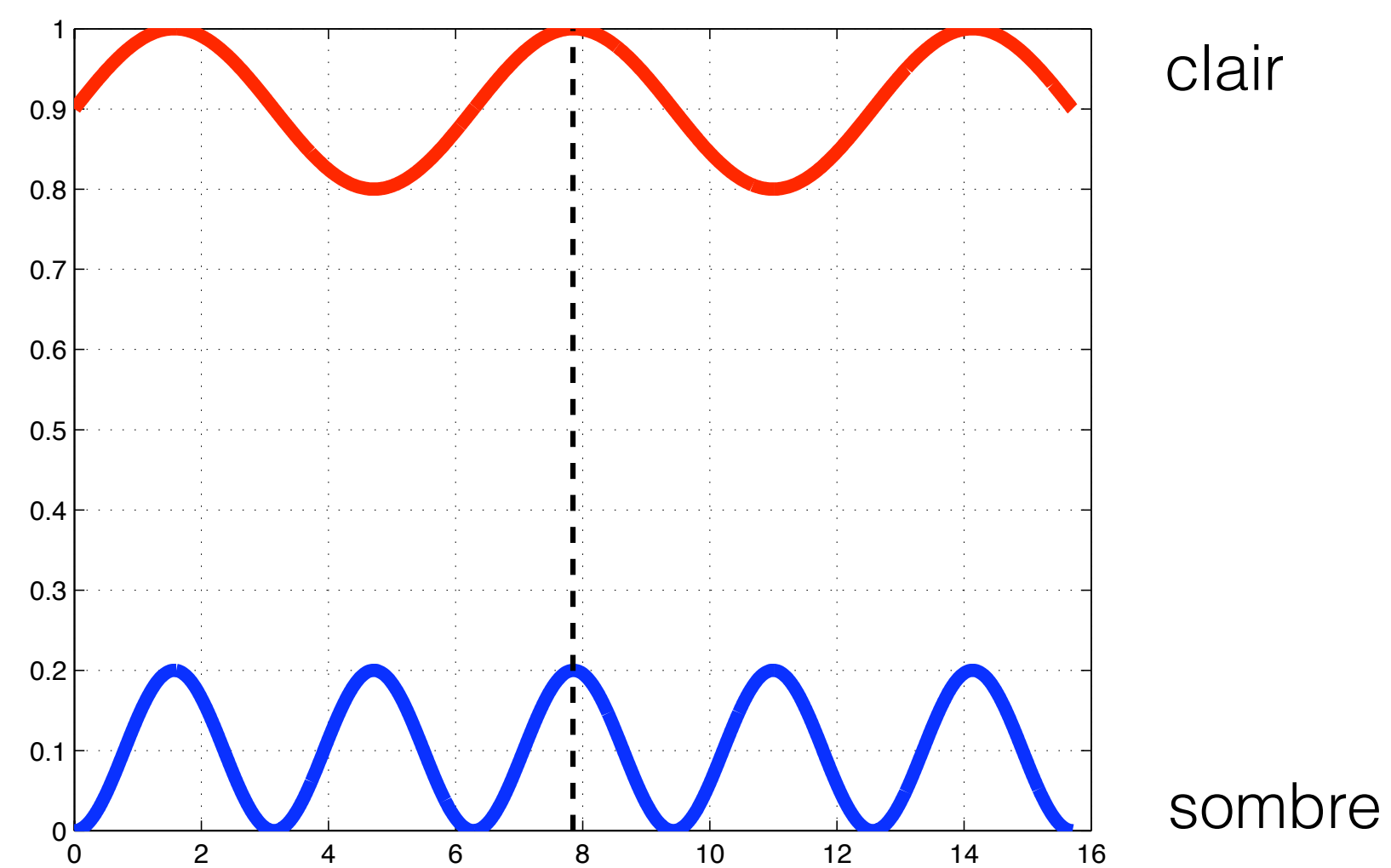
2. Préserver le contenu de l'image source

gradients de l'image résultante =
gradients de l'image source

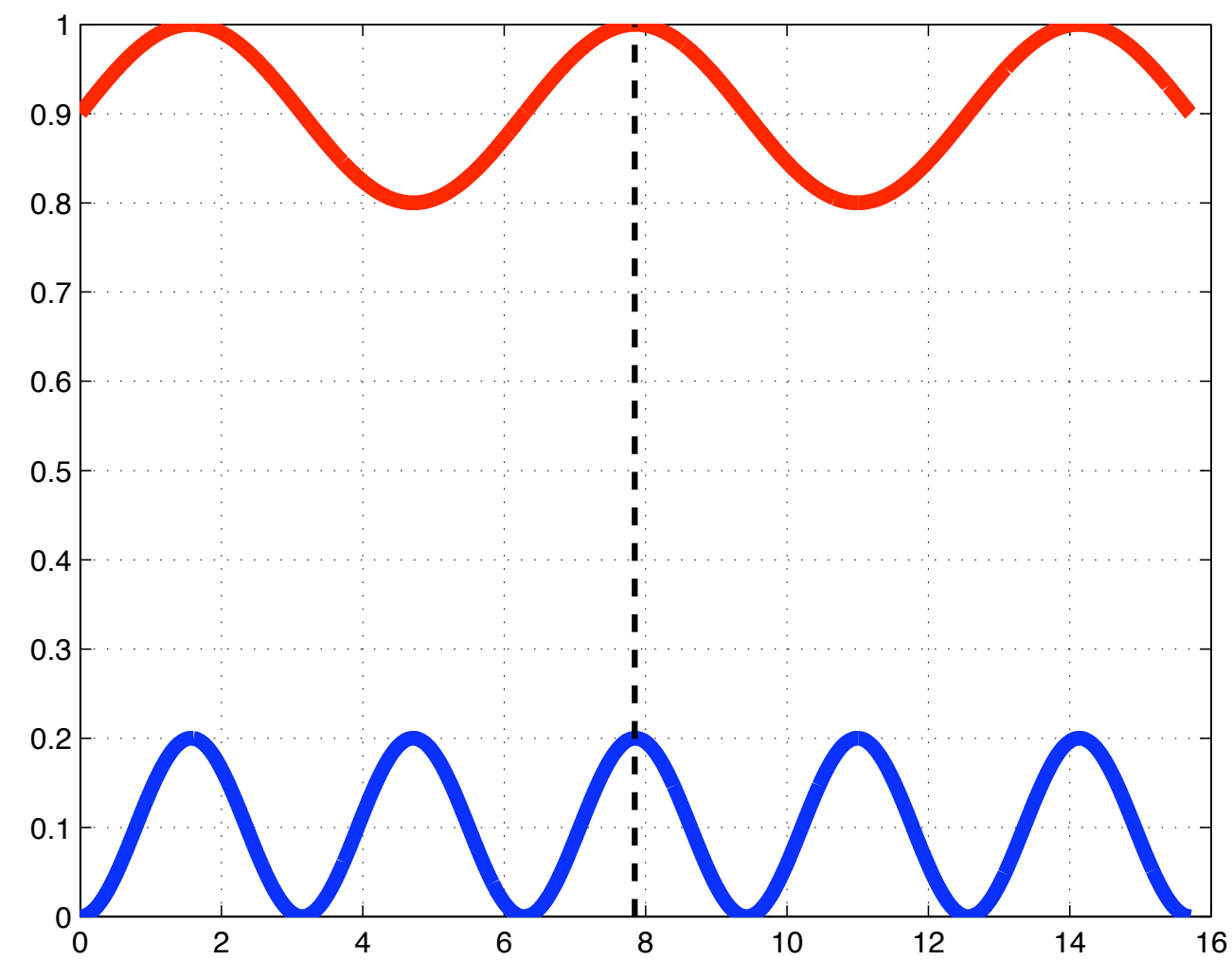
Fusion dans le domaine des gradients



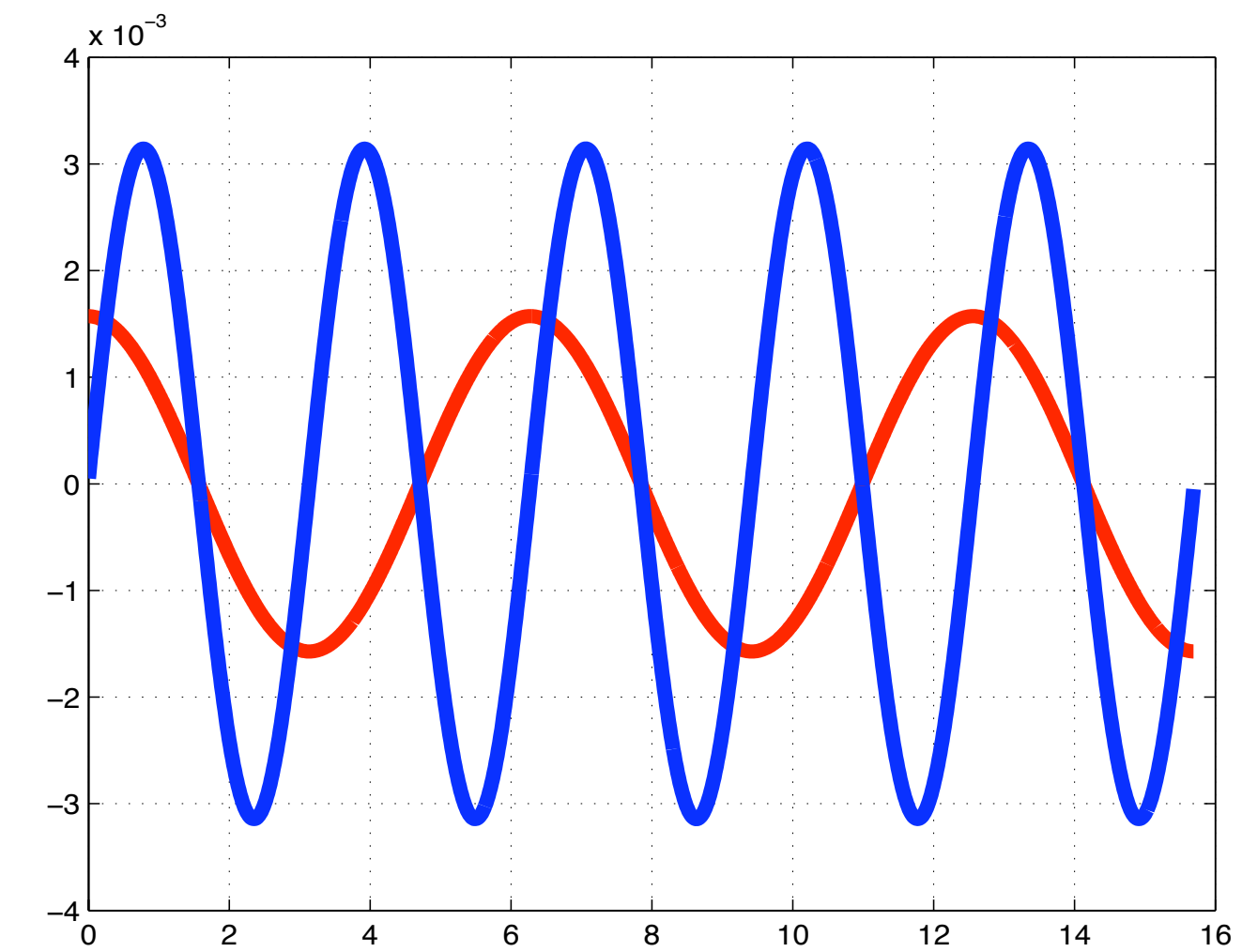
Exemple 1D



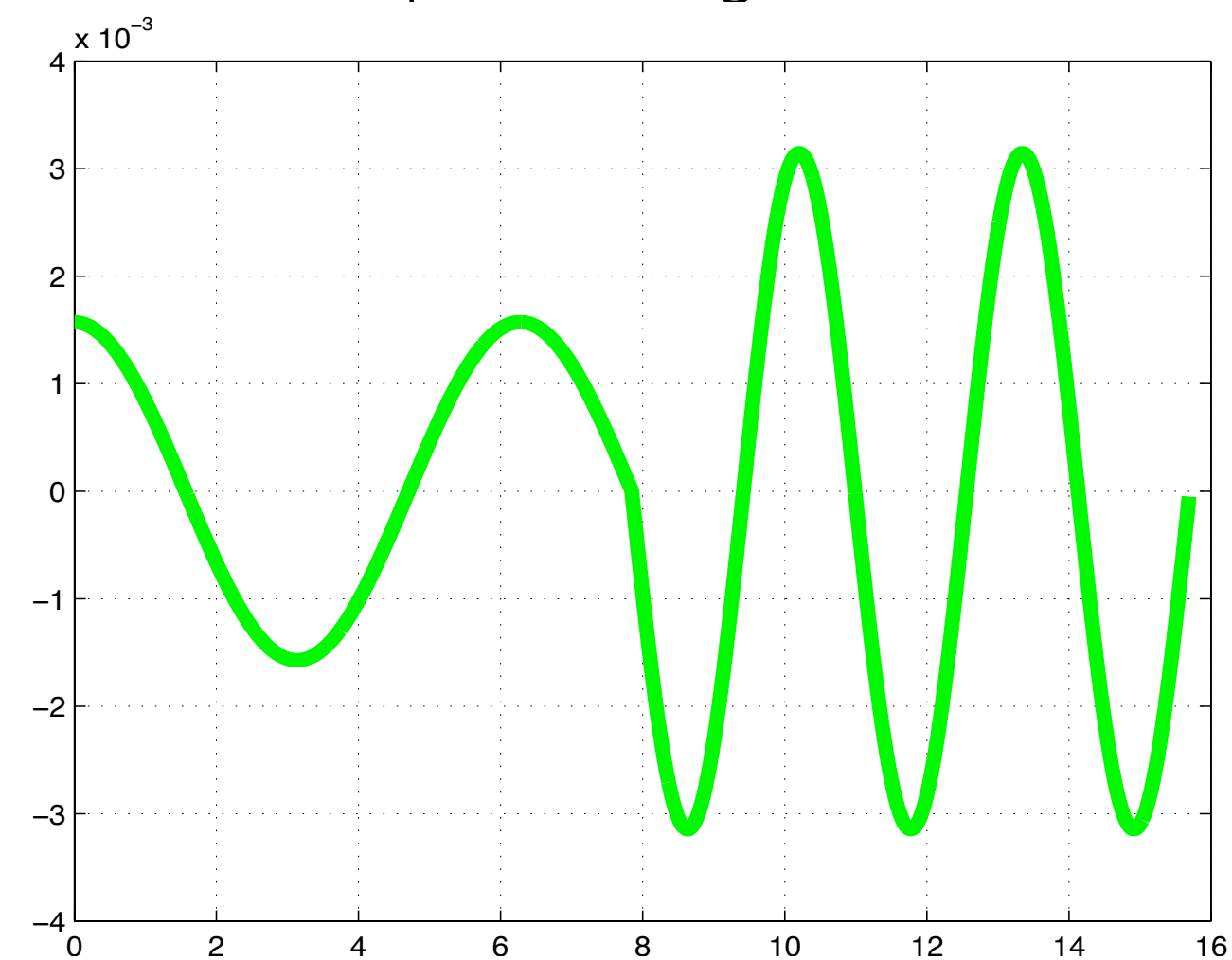
Exemple 1D



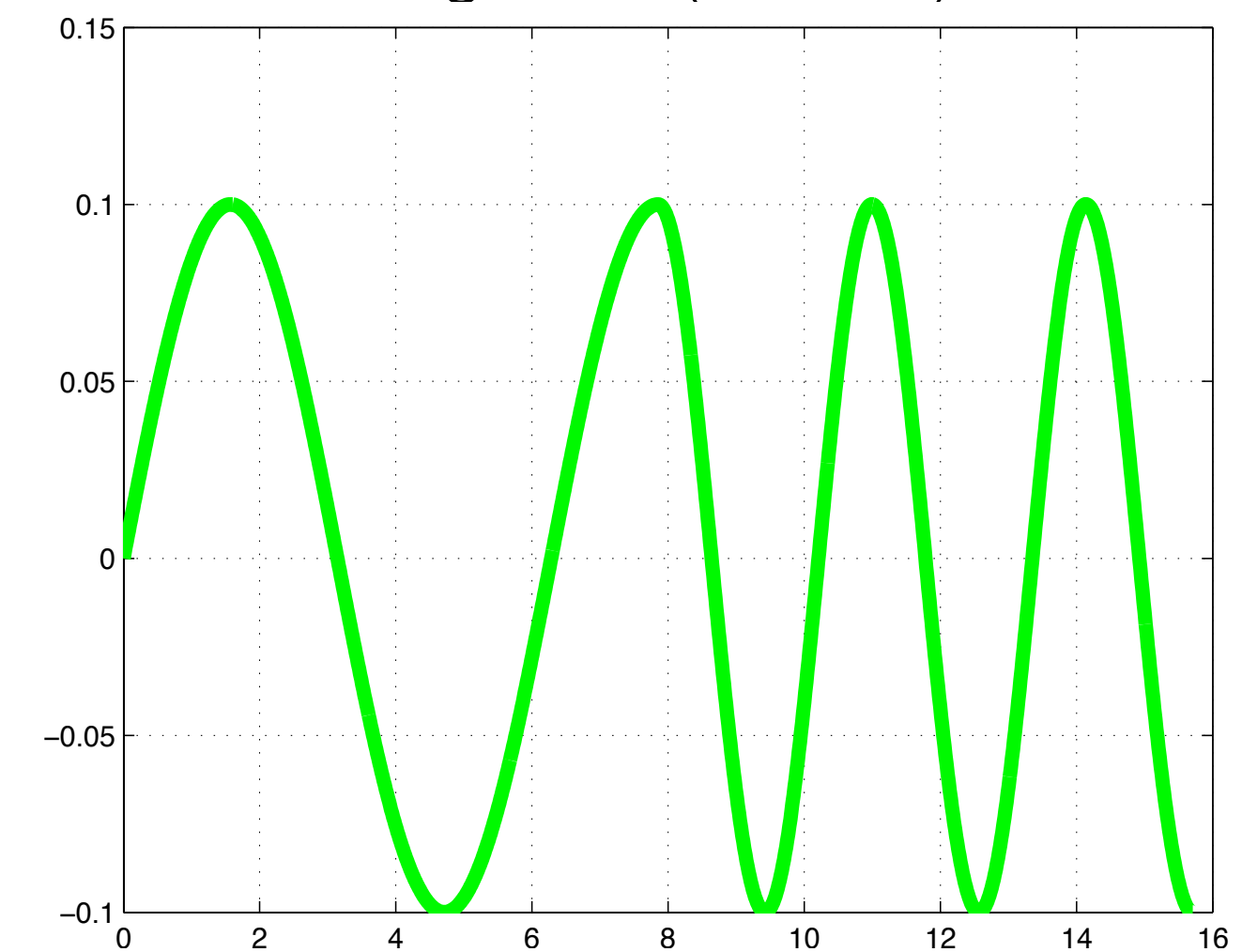
Dérivées (gradient)



Composer les gradients

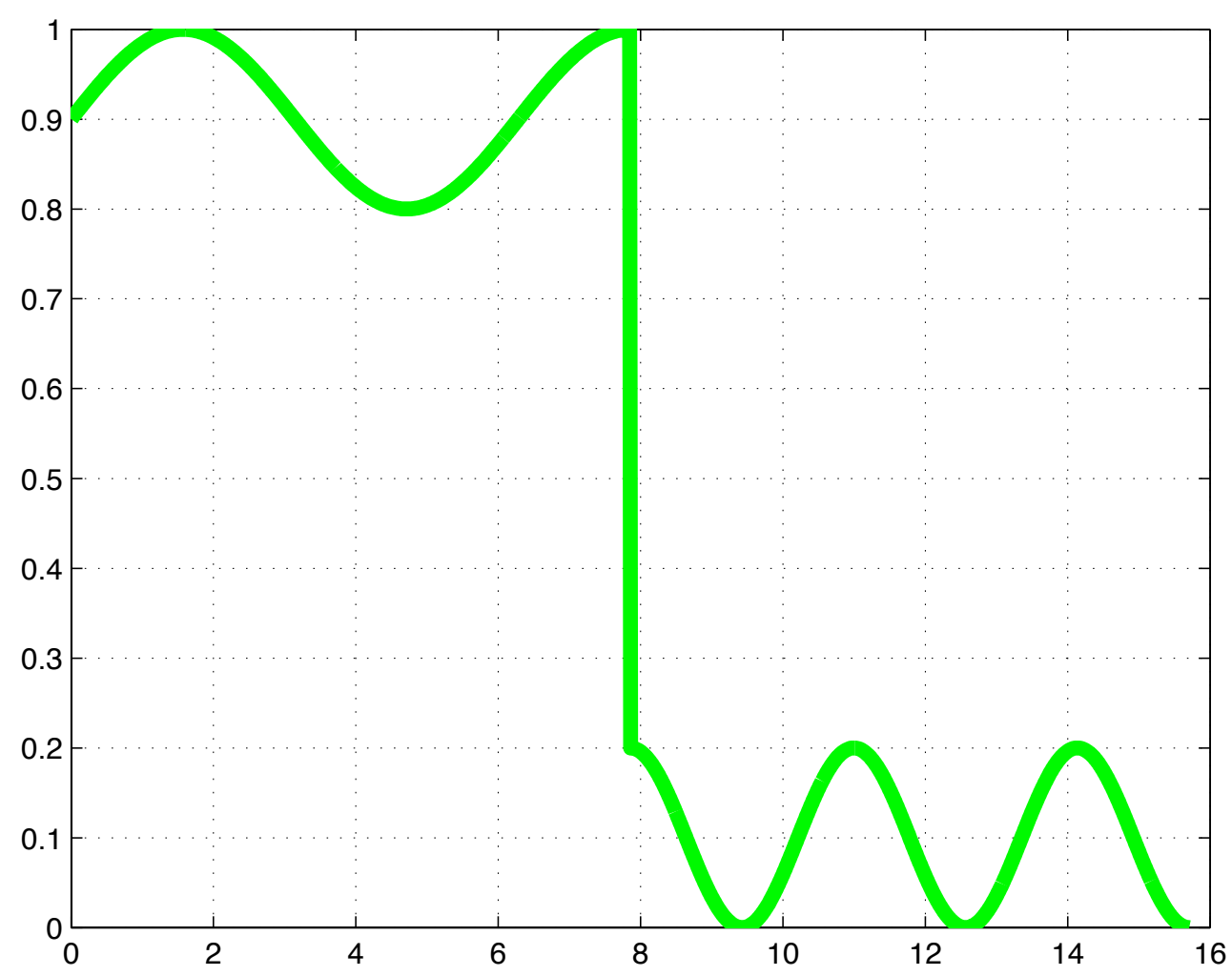


Intégration (somme)

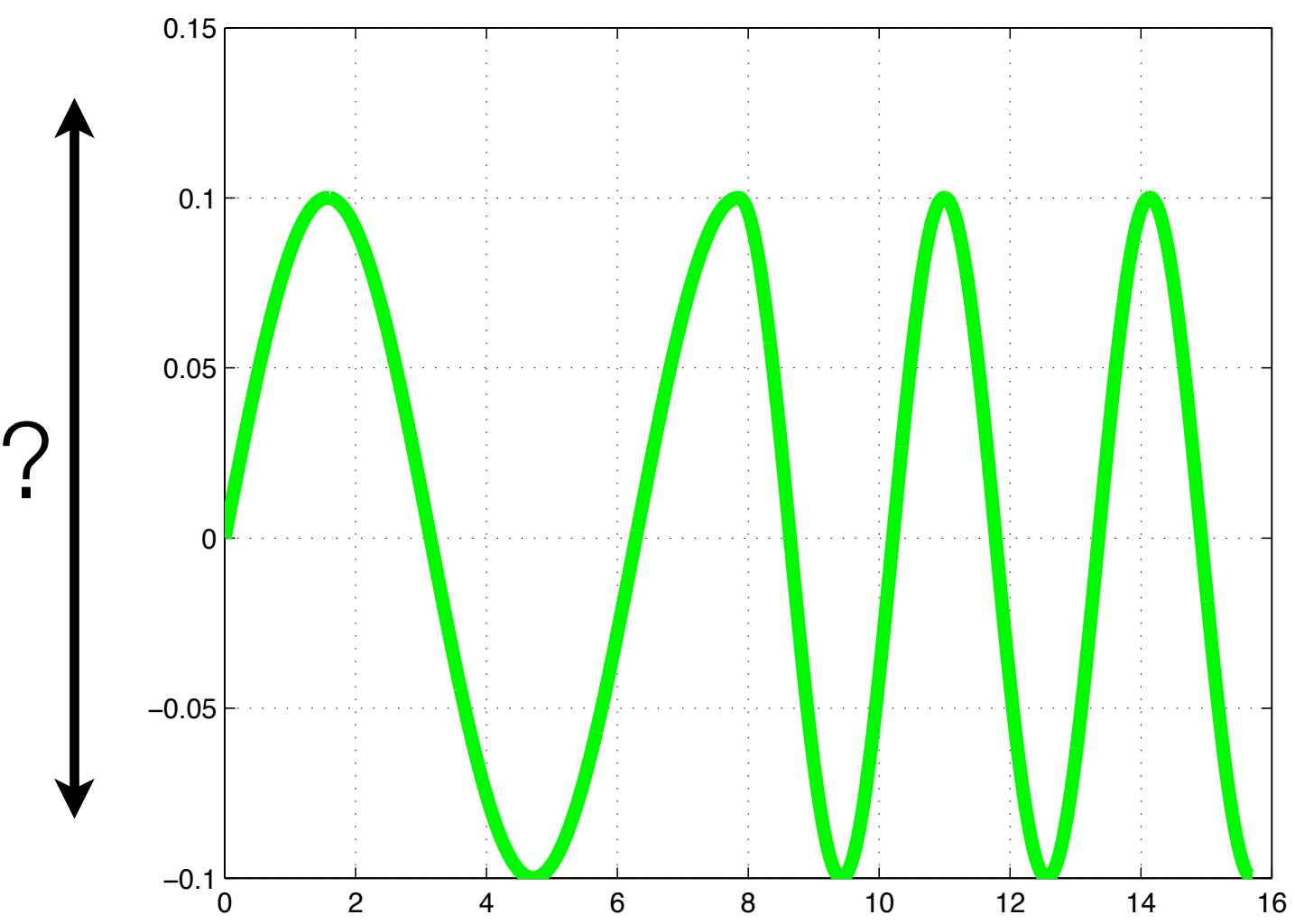


Exemple 1D

Intensité

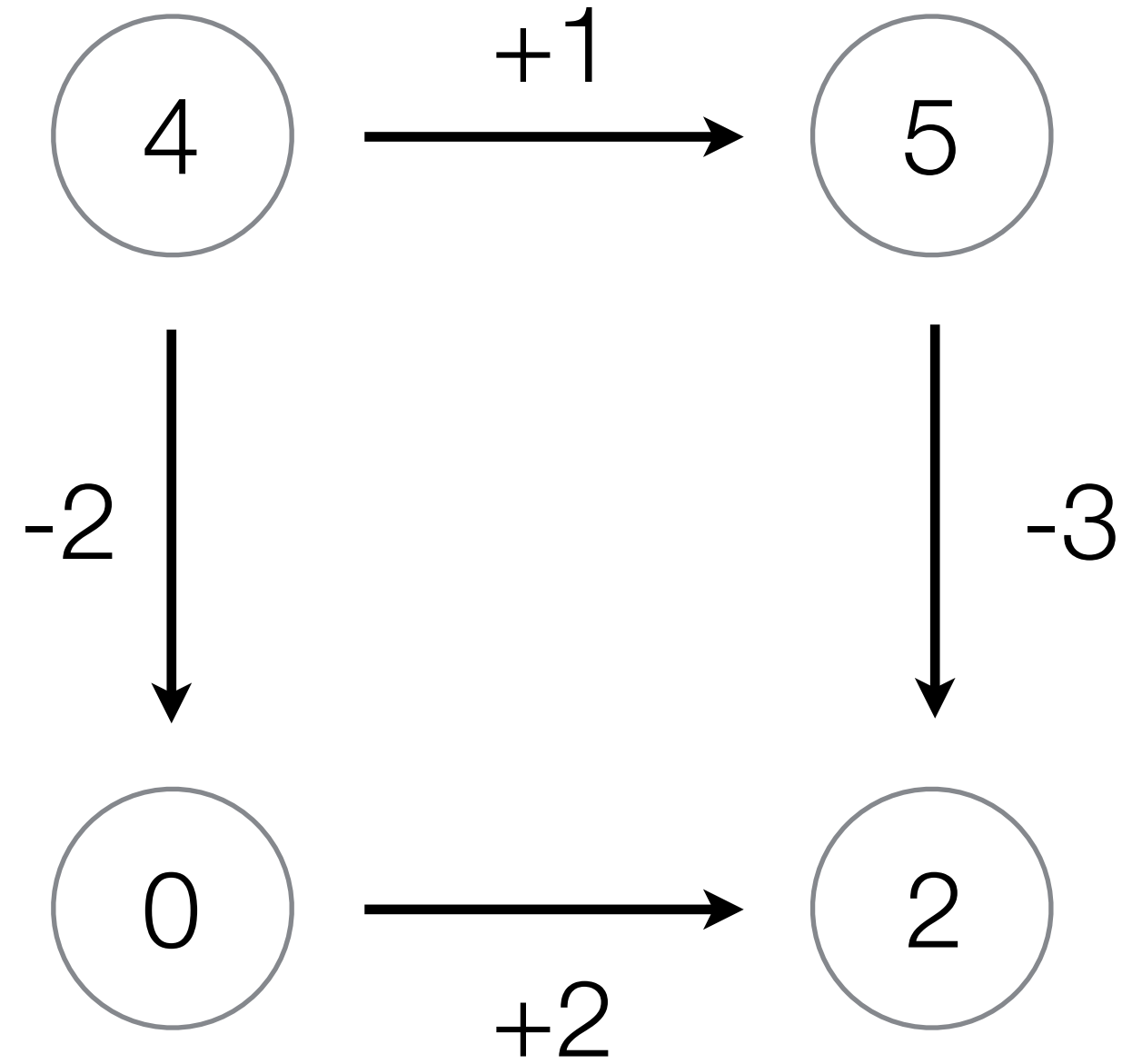


Gradients



En 2D? Pas si facile...

Somme sur une boucle $\neq 0$: pas intégrable



Malheureusement, cela arrive constamment en pratique!

Rappel : gradients d'une image



g_x



I

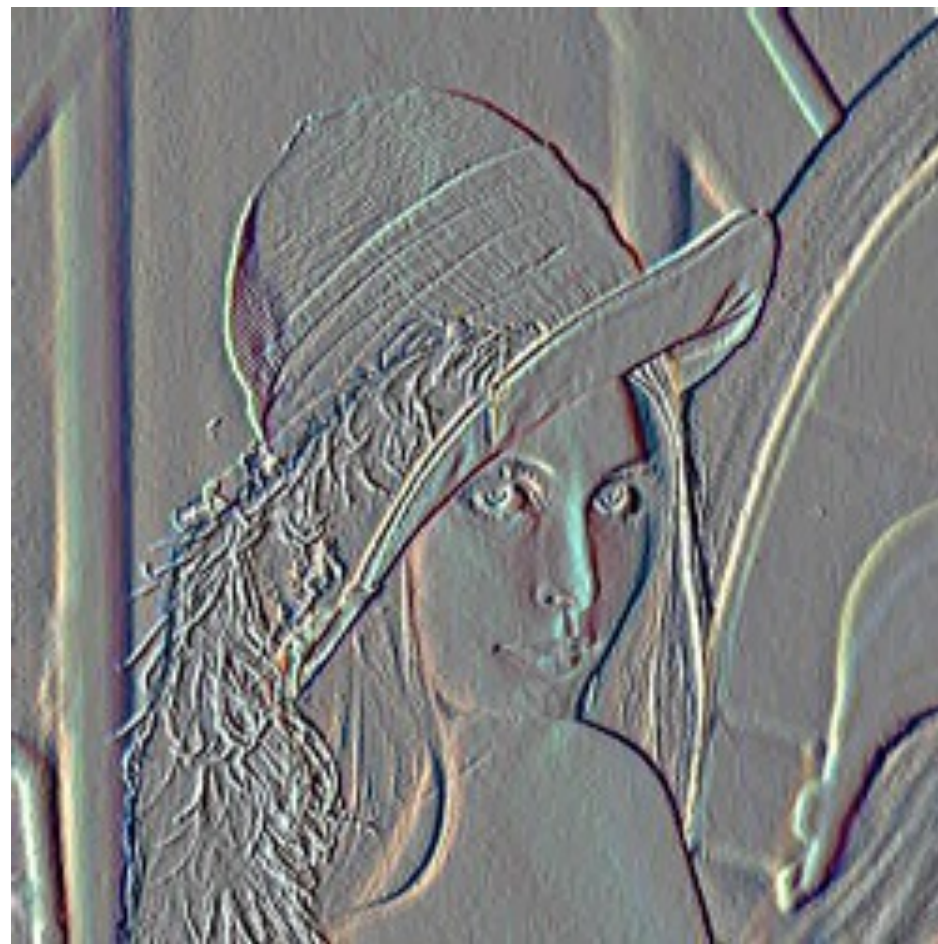


g_y

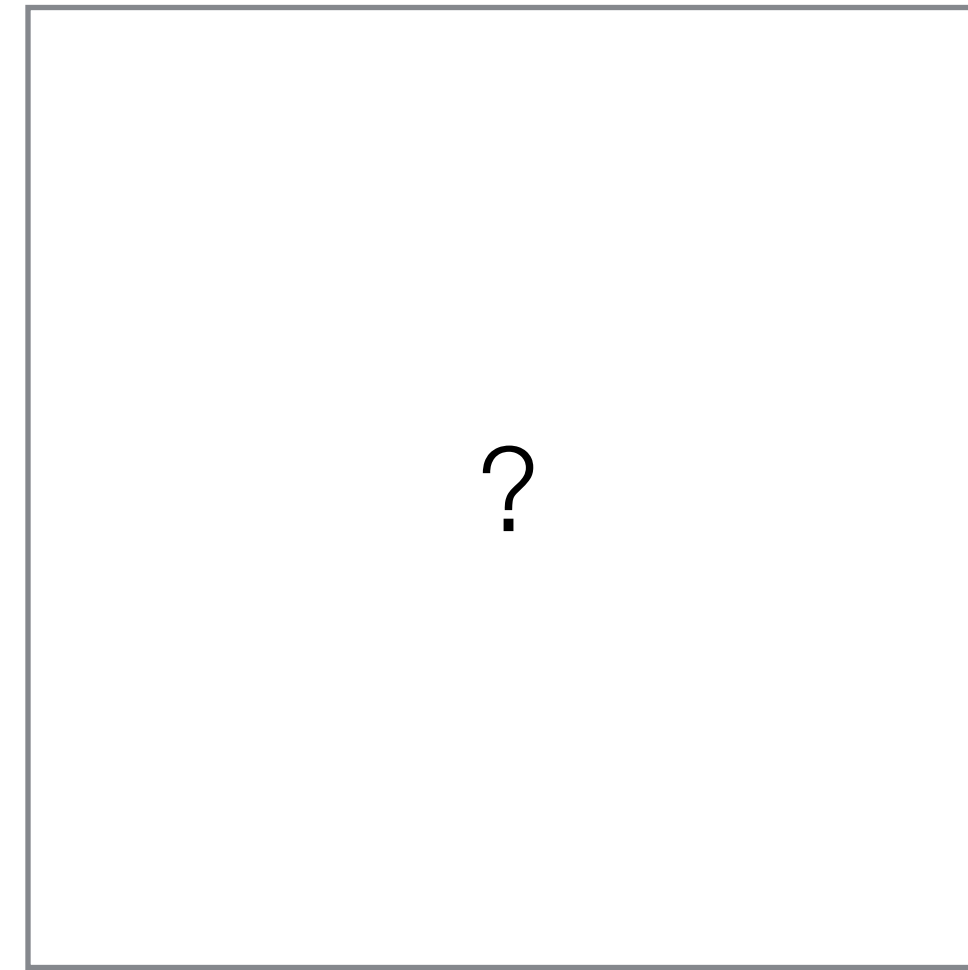
$$g_x(x, y) = I(x + 1, y) - I(x, y)$$

$$g_y(x, y) = I(x, y + 1) - I(x, y)$$

Reconstruire une image à partir de gradients?



g_x



F



g_y

$$g_x(x, y) = F(x + 1, y) - F(x, y)$$

$$g_y(x, y) = F(x, y + 1) - F(x, y)$$

Comment trouver $\mathbf{F}$

- Nous avons un système d'équations linéaires de la forme

$$\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$$

où $\mathbf{A}$ est « sous-contraint »

(car on peut ajouter n'importe quelle constante à $\mathbf{x}$!)

- En python, on peut le résoudre avec la fonction

```
from scipy import linalg  
x = linalg.lstsq(A, b)
```

qui trouve le $\mathbf{x}$ qui minimise $||\mathbf{Ax} - \mathbf{b}||_2$

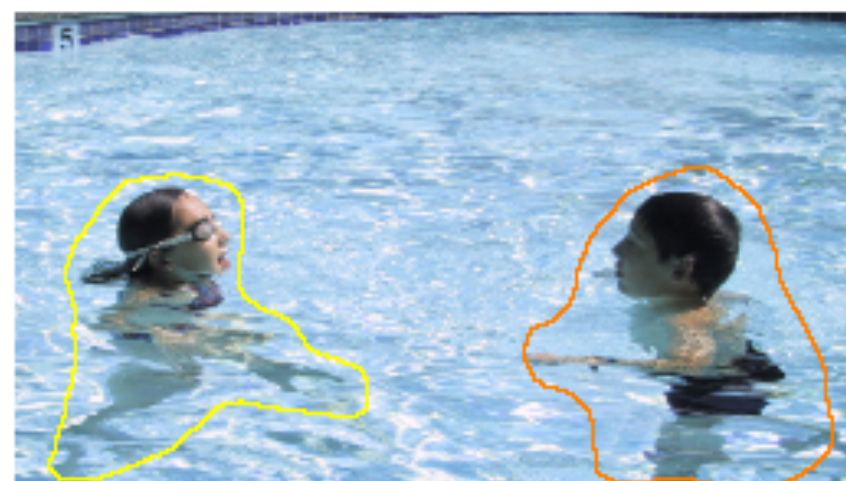
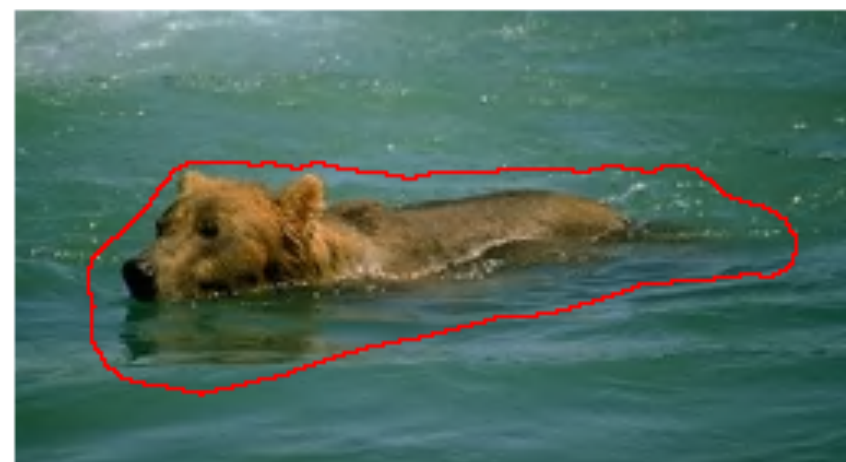
Comment régler le problème de la constante inconnue?

$$\begin{bmatrix} F(0,0) & F(0,1) & F(0,2) & \cdots & F(1,0) & F(1,1) & F(1,2) & \cdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F(0,0) \\ F(0,1) \\ F(0,2) \\ \vdots \\ F(1,0) \\ F(1,1) \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_x(0,0) \\ g_x(0,1) \\ \vdots \\ g_y(0,0) \\ g_y(0,1) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Comment régler le problème de la constante inconnue?

$$\begin{bmatrix} F(0,0) & F(0,1) & F(0,2) & \cdots & F(1,0) & F(1,1) & F(1,2) & \cdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F(0,0) \\ F(0,1) \\ F(0,2) \\ \vdots \\ F(1,0) \\ F(1,1) \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_x(0,0) \\ g_x(0,1) \\ \vdots \\ g_y(0,0) \\ g_y(0,1) \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Résultats



sources/destinations



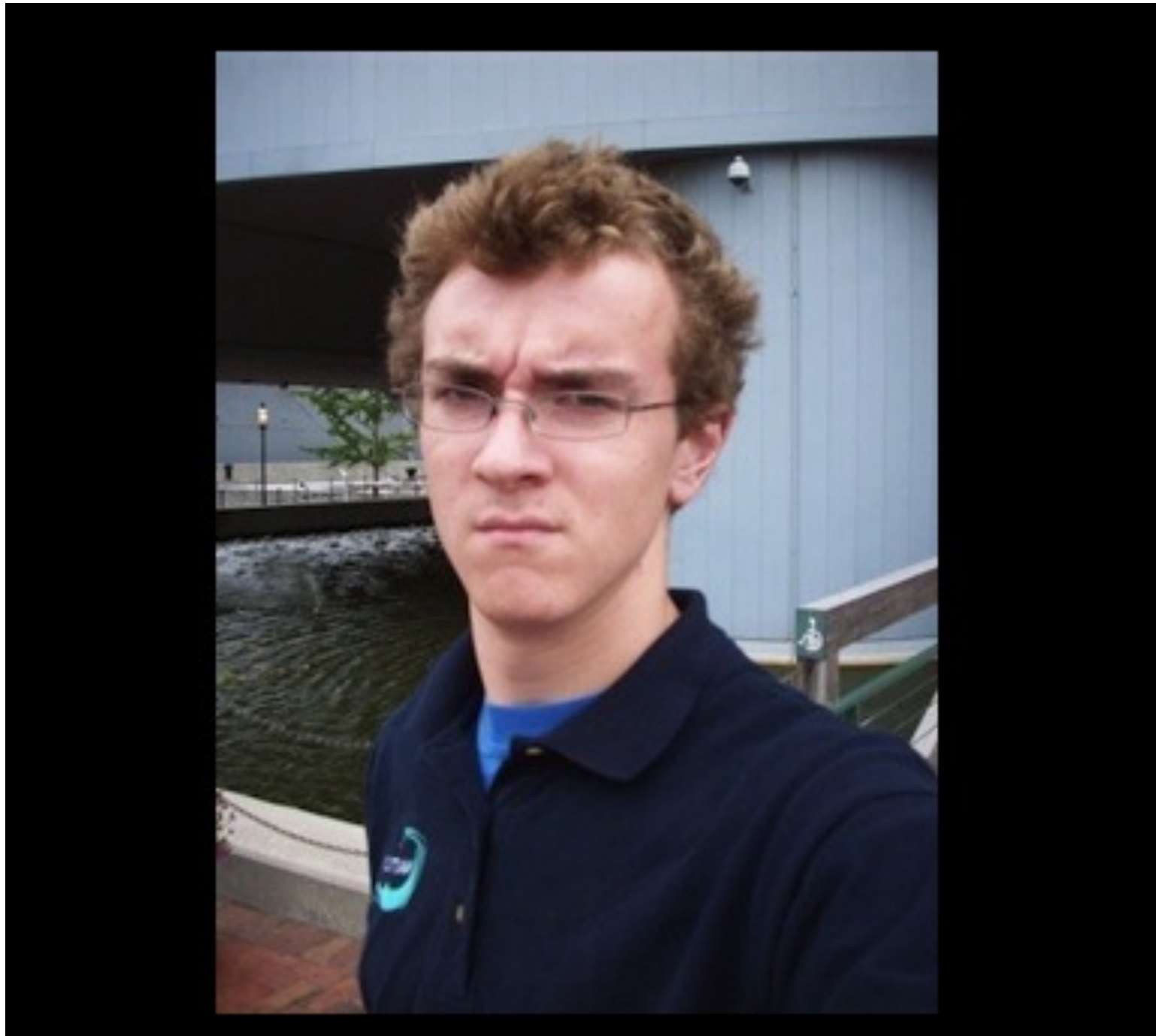
cloning



seamless cloning

Autre exemple

Image

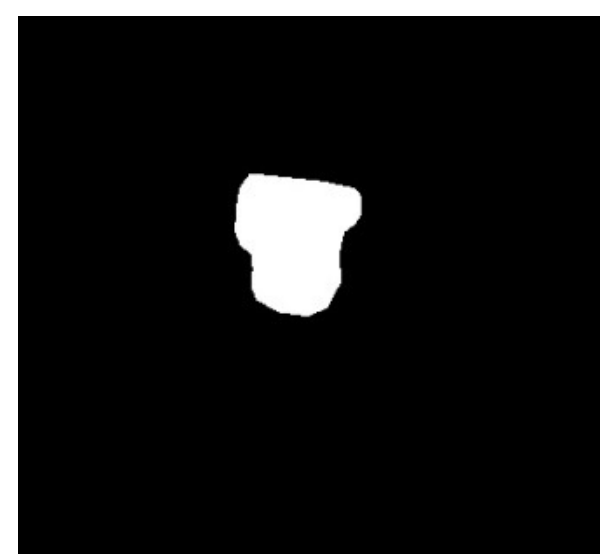


Gradients



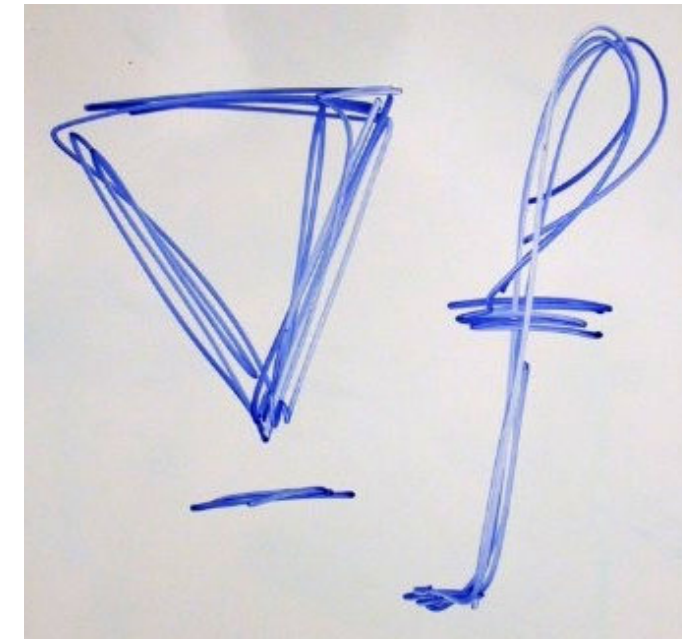


+



Quels gradients choisir?

Source



Destination



Copie basée sur la couleur



Gradients



Gradients + moyenne



Sélection des gradients



Application : « peindre » des gradients

