

Les textures

Représentations, synthèse et transfert

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique, Hiver 2017
Jean-François Lalonde

Qu'est-ce qu'une texture?



Qu'est-ce qu'une texture?



Qu'est-ce qu'une texture?



“stuff” vs “things”

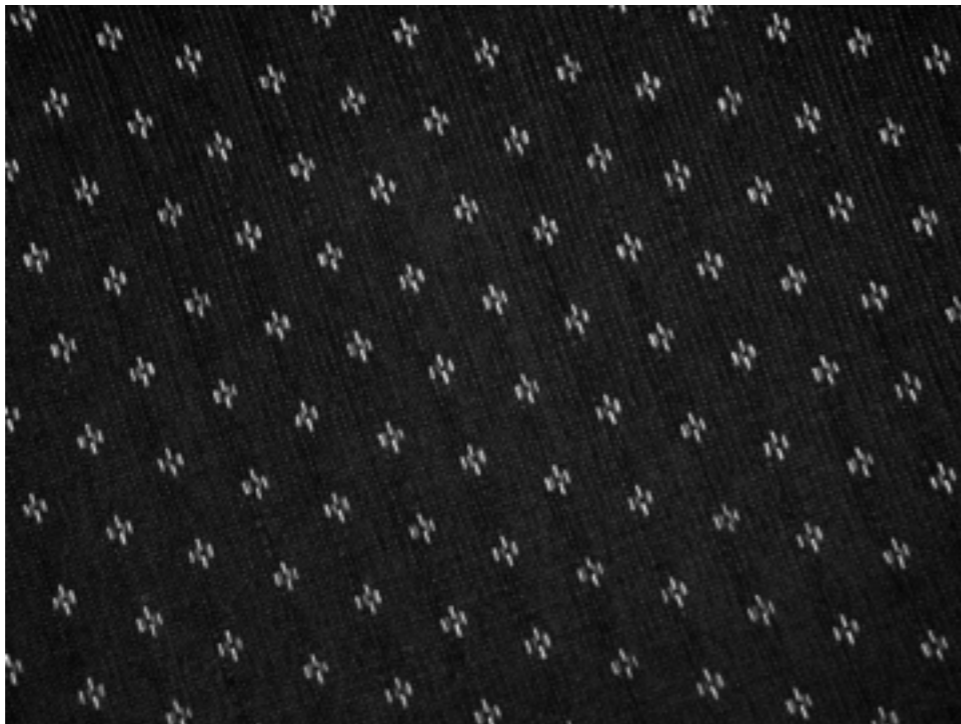
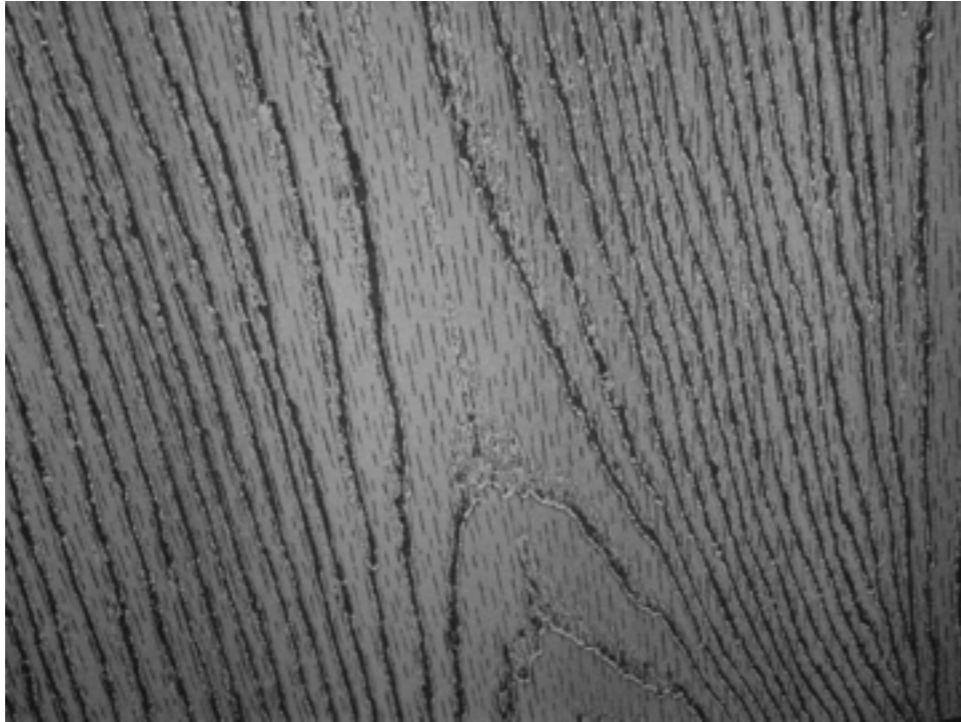
Thing (choses): Objet qui possède une taille et une forme spécifiques



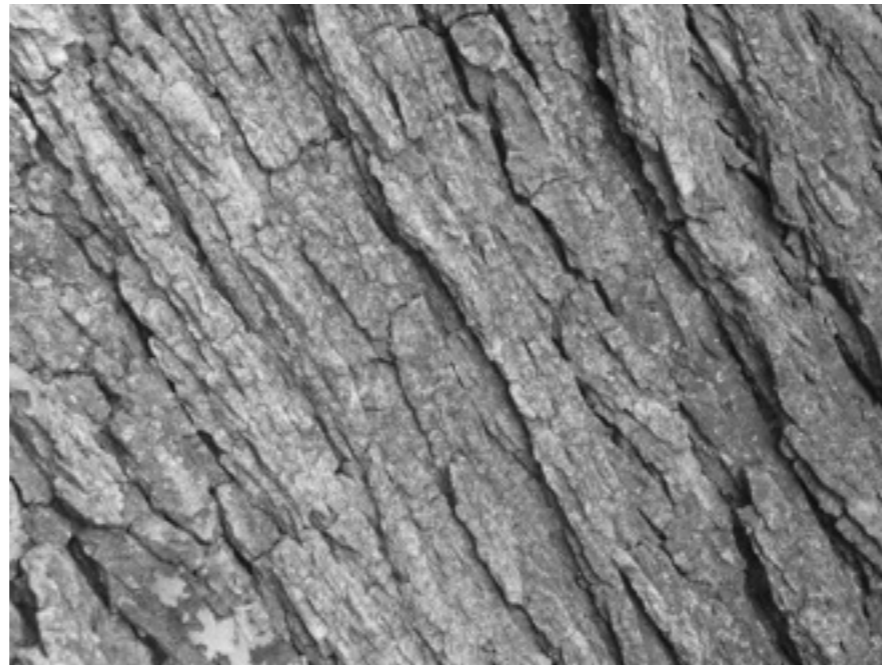
Stuff (?): Matériau défini par une distribution relativement homogène de propriétés, sans toutefois posséder de forme ou de taille spécifique



Textures et matériels



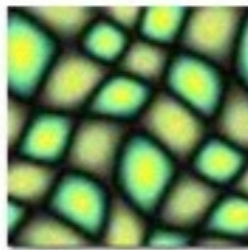
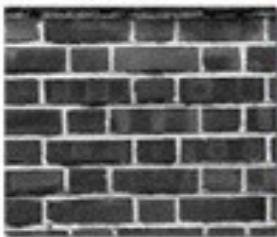
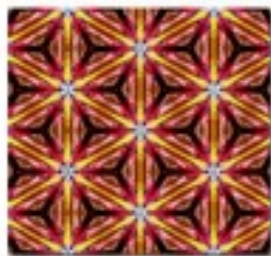
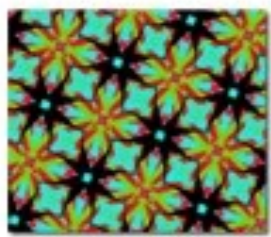
Textures et orientation



Textures et échelle



La texture



Régulières

Quasi-régulières

Irrégulières

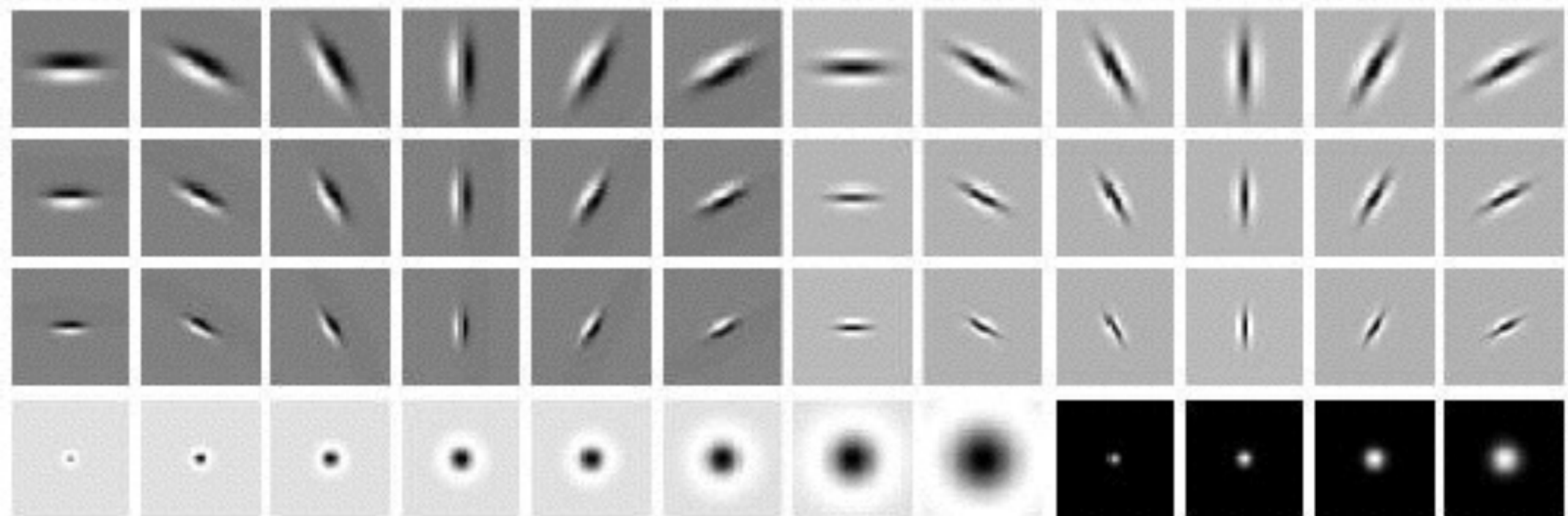
Quasi-stochastiques

Stochastiques

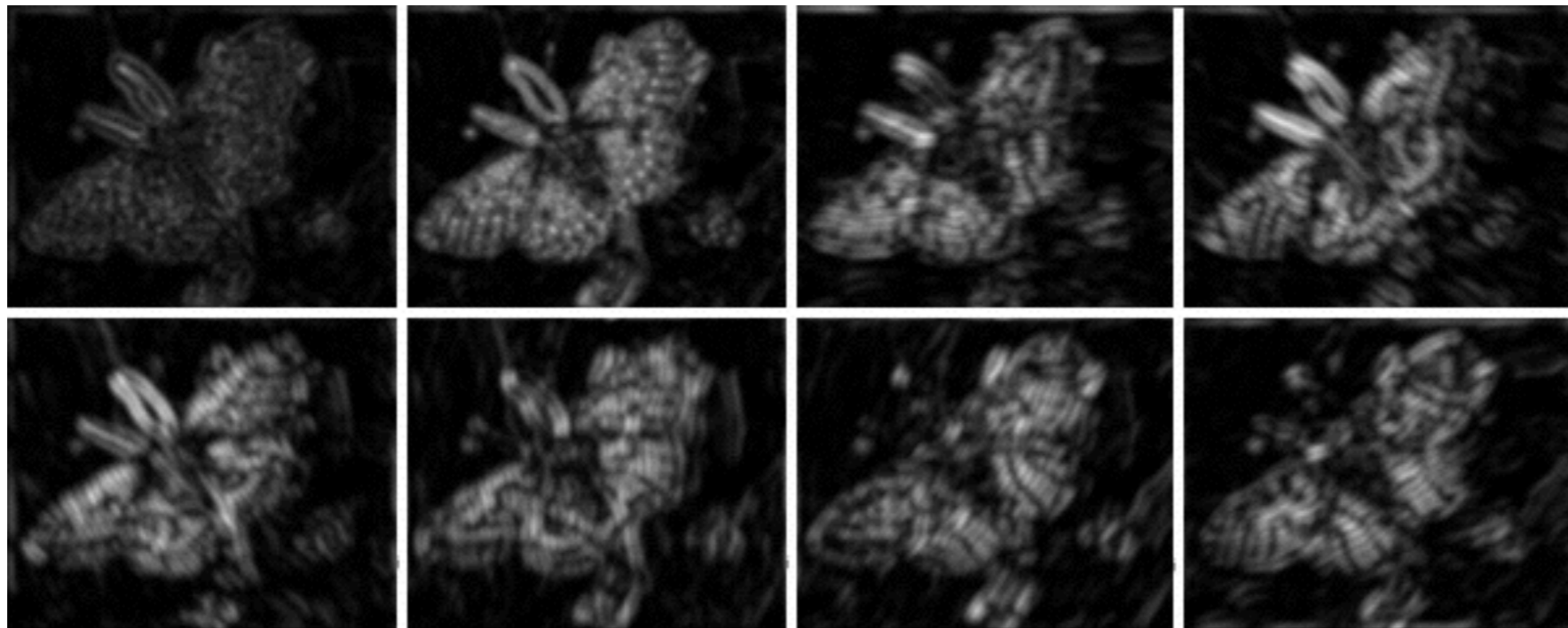
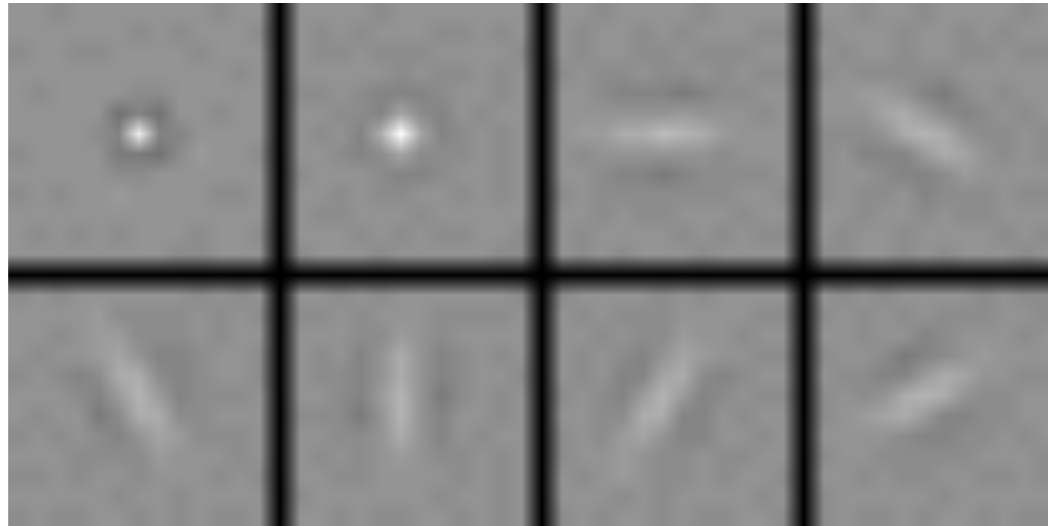
Comment peut-on la représenter?

- Calculer les caractéristiques des arêtes à différentes orientations, et à différentes échelles
- Calculer statistiques simples (e.g. moyenne, écart-type, etc.) des réponses

“sur-représentation”

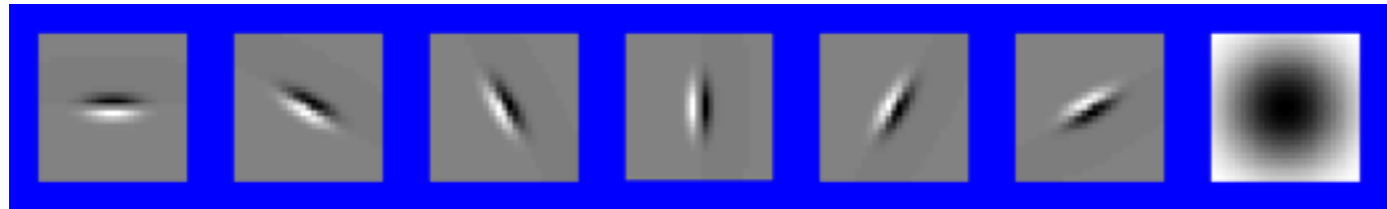


Banque de filtres

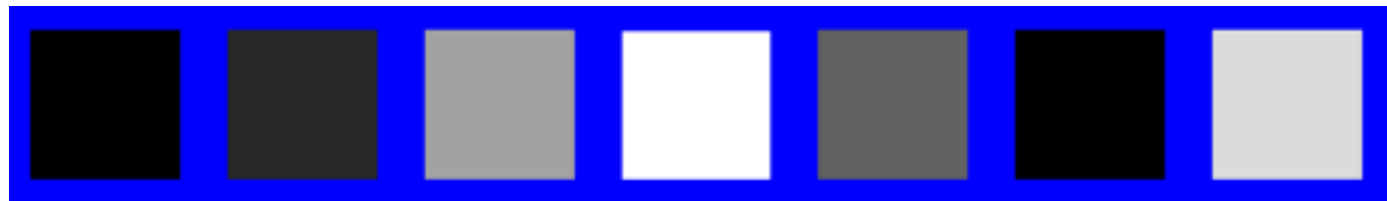


Associez les textures aux filtres

Filtres



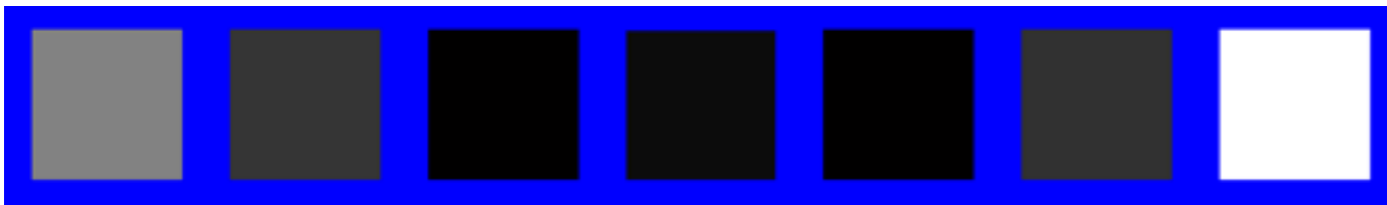
1



2

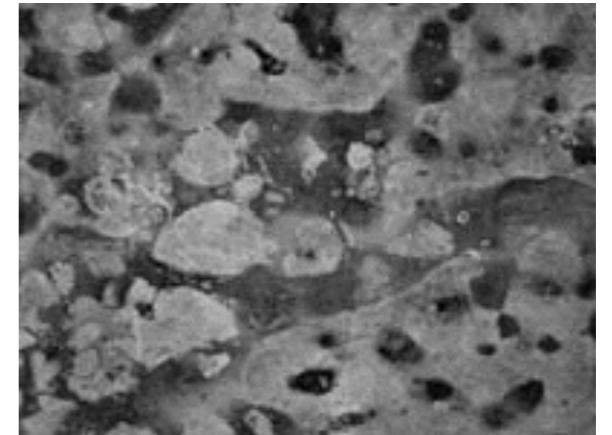


3



Réponse (valeur absolue)

A



B

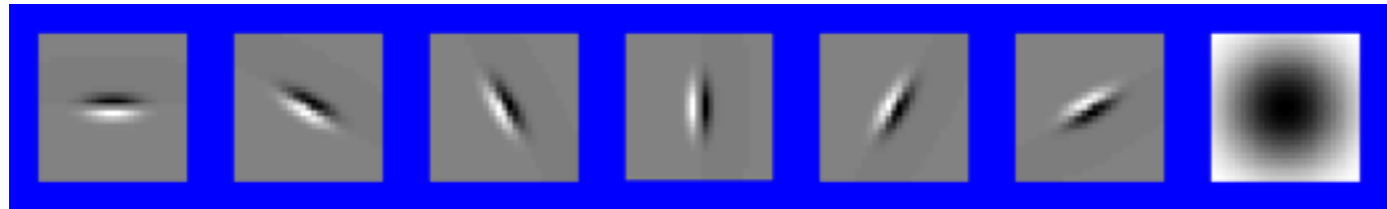


C

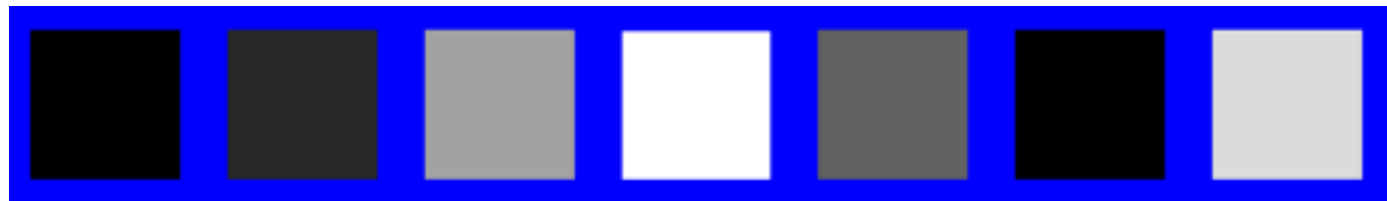


Associez les textures aux filtres

Filtres



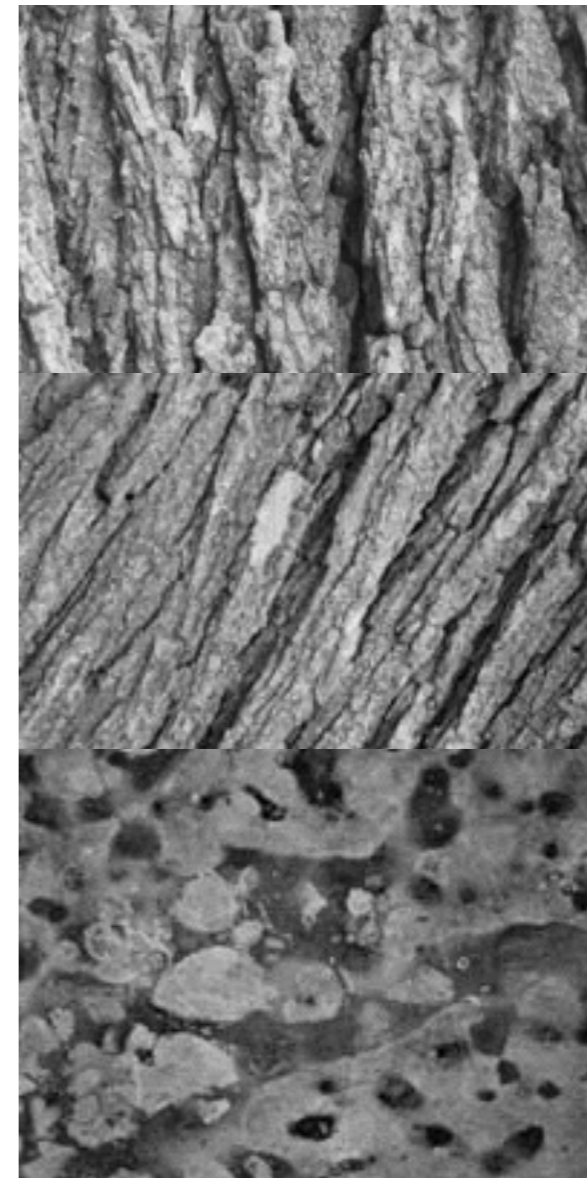
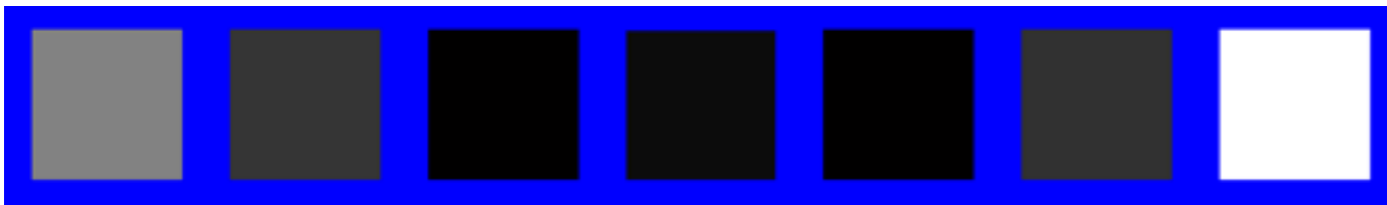
1



2



3



Réponse (valeur absolue)

Synthèse de texture & le remplissage de trous



Texture

- Représente des formes *qui se répètent*
- Les textures sont très fréquentes!



radis



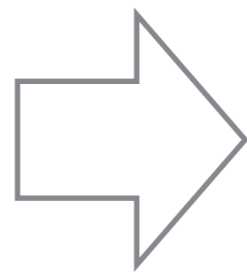
roches



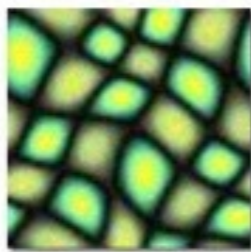
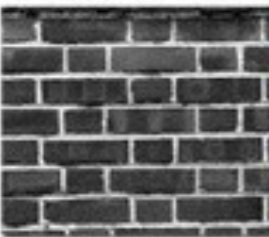
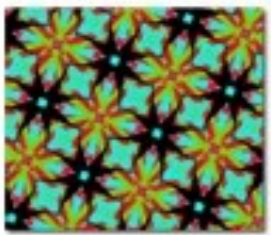
yogourt

Synthèse de textures

- But: répliquer la texture sur une plus grande surface
- Beaucoup d'applications: environnements virtuels, remplir les trous



Le défi



Régulières

Quasi-régulières

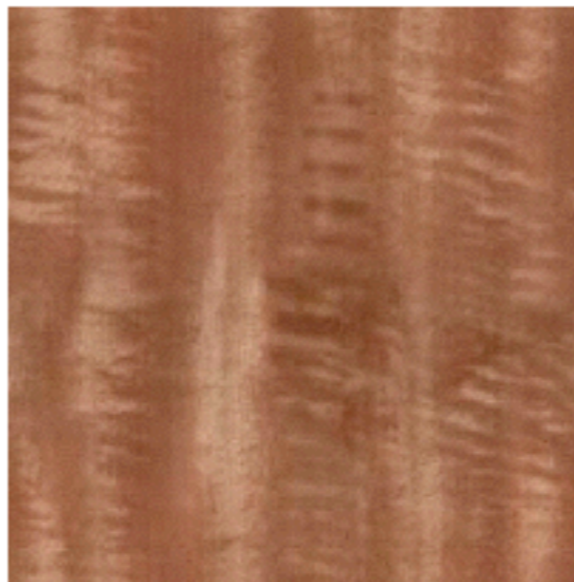
Irrégulières

Quasi-stochastiques

Stochastiques

Idée 1 : distribution de probabilités

- Calculer les statistiques de la texture
 - Histogramme des banques de filtre de détection d'arêtes
- Générer une nouvelle texture qui préserve ces statistiques



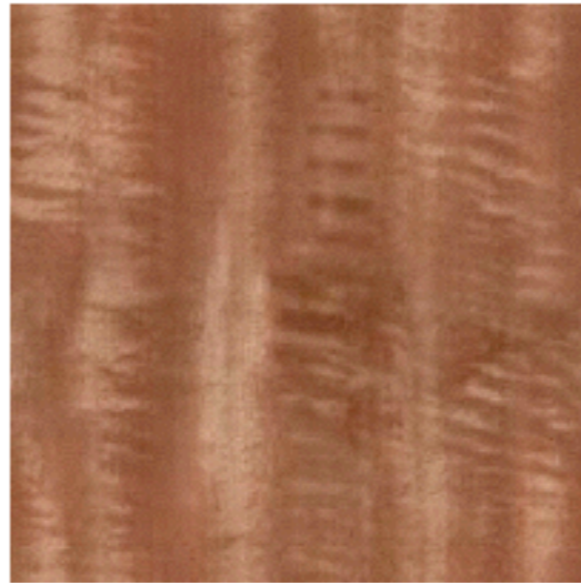
Démonstration

demo.m

Idée 1 : distribution de probabilités

- Ça ne fonctionne pas (la plupart du temps)!
- Problème: les distributions de probabilités sont difficiles à modéliser adéquatement

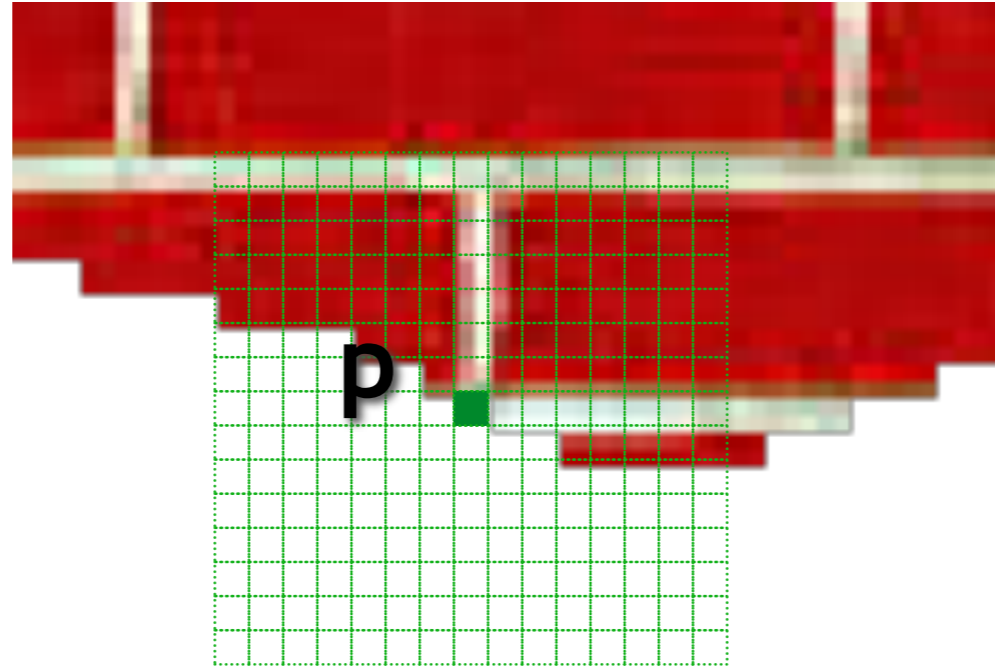
Entrée



Sortie

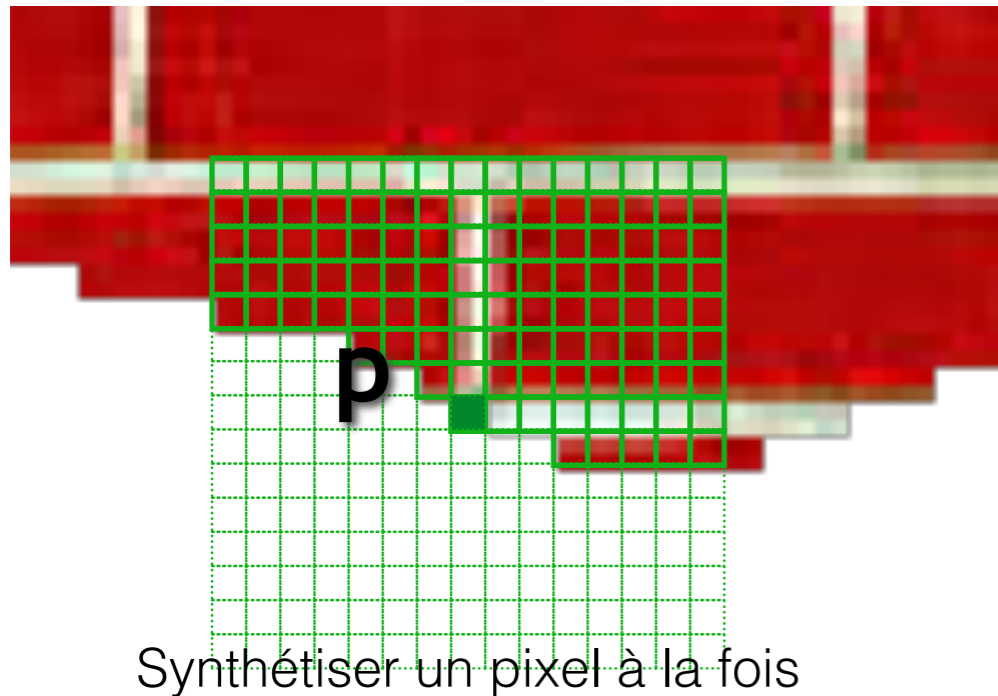


Autre idée: échantillonner l'image

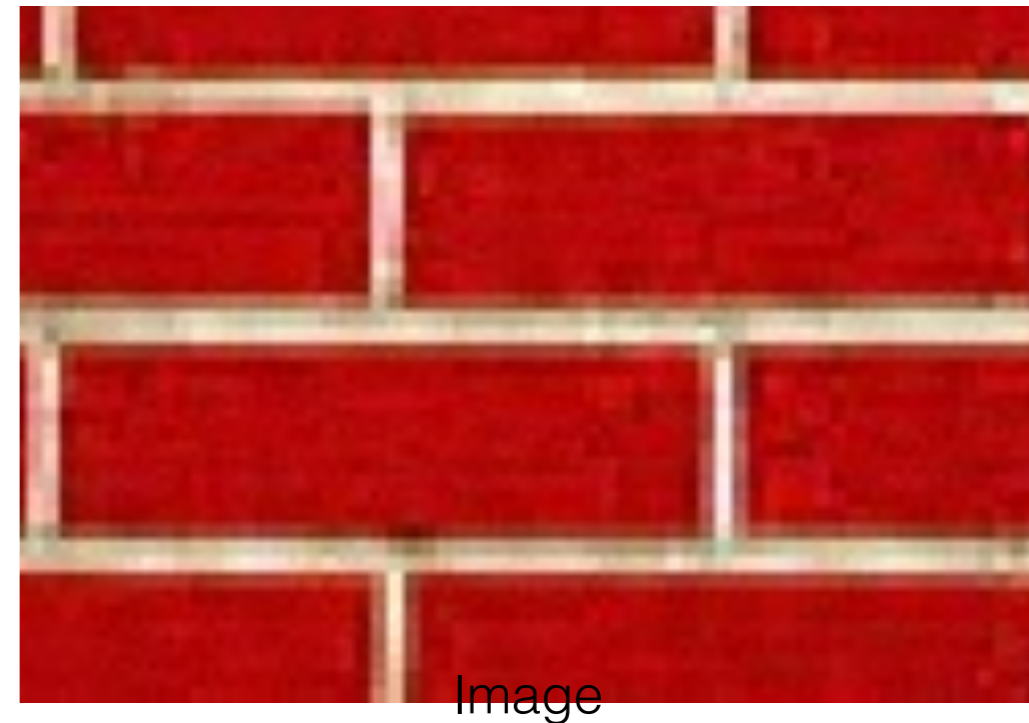


- Faisons l'hypothèse (Markovienne) que la valeur d'un pixel ne dépend que de celles de ses voisins
- Calculons la distribution de probabilité $P(p \mid N(p))$
- Trouvons la valeur qui maximise $P(p \mid N(p))$
- Est-ce que c'est possible?

Autre idée: échantillonner l'image



échantillonnage
non-paramétrique



Image

- À la place de calculer $P(p | N(p))$, cherchons dans l'image des endroits semblables à $N(p)$
- C'est une approximation pour $P(p | N(p))$!
- Au lieu de trouver le maximum, sélectionner un pixel aléatoirement

Cette idée vient de loin...

- Shannon et la théorie de l'information (1948)
- Générer des phrases (en anglais) en modélisant la probabilité de chaque mot étant donné les n mots précédents:
 - $P(\text{mot} \mid n \text{ mots précédents})$ — ça vous rappelle quelque chose?
- Valeur de n plus grande = phrases plus structurées

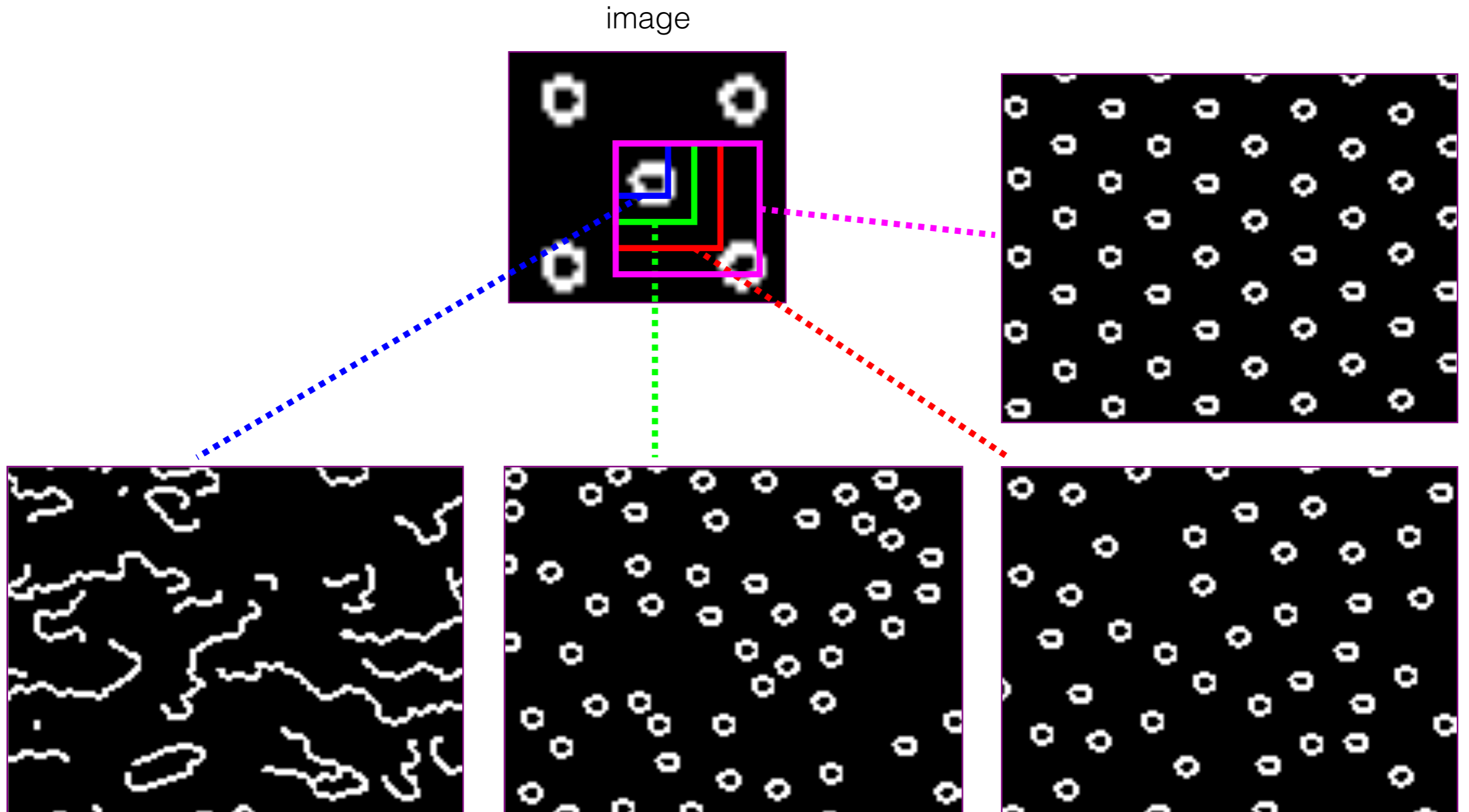
“I spent an interesting evening recently with a grain of salt.”

(exemple du faux utilisateur Mark V Shaney sur net.singles)

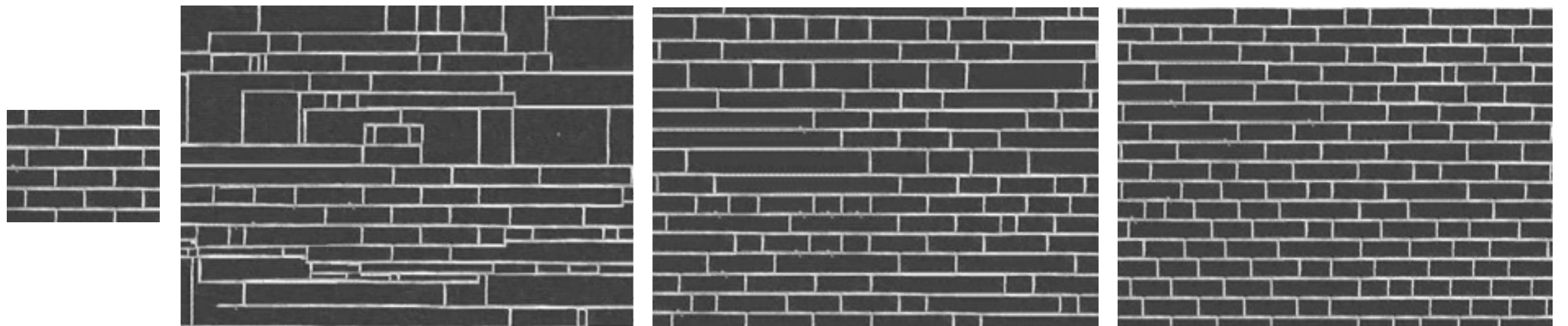
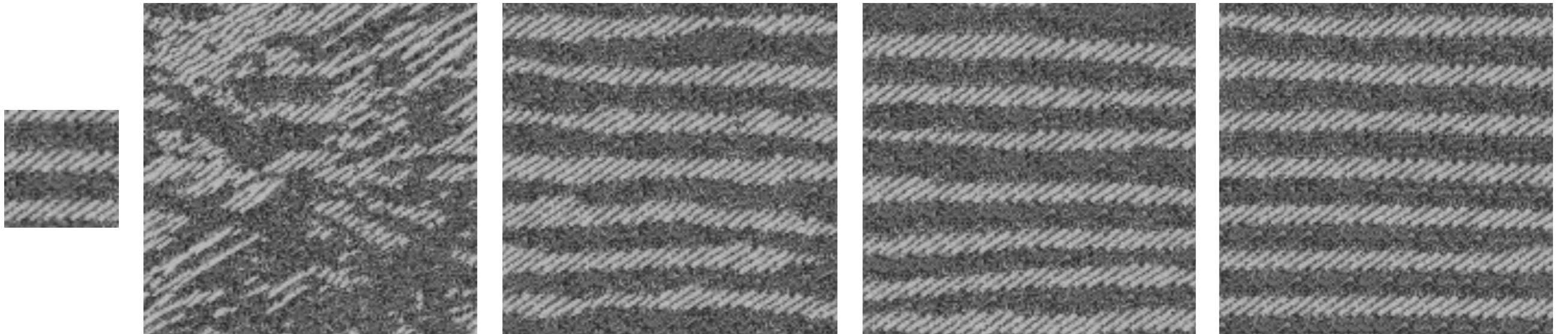
Détails

- Comment apparier les voisinages?
 - Somme des différences au carré (avec pondération gaussienne pour donner plus d'importance aux pixels plus proches)
- Dans quel ordre?
 - Pixels qui ont le plus de voisins en premier
 - Si on part de 0, commencer avec un endroit sélectionné aléatoirement
- De quelle taille devraient être les fenêtres?

Taille de la fenêtre



Taille de la fenêtre

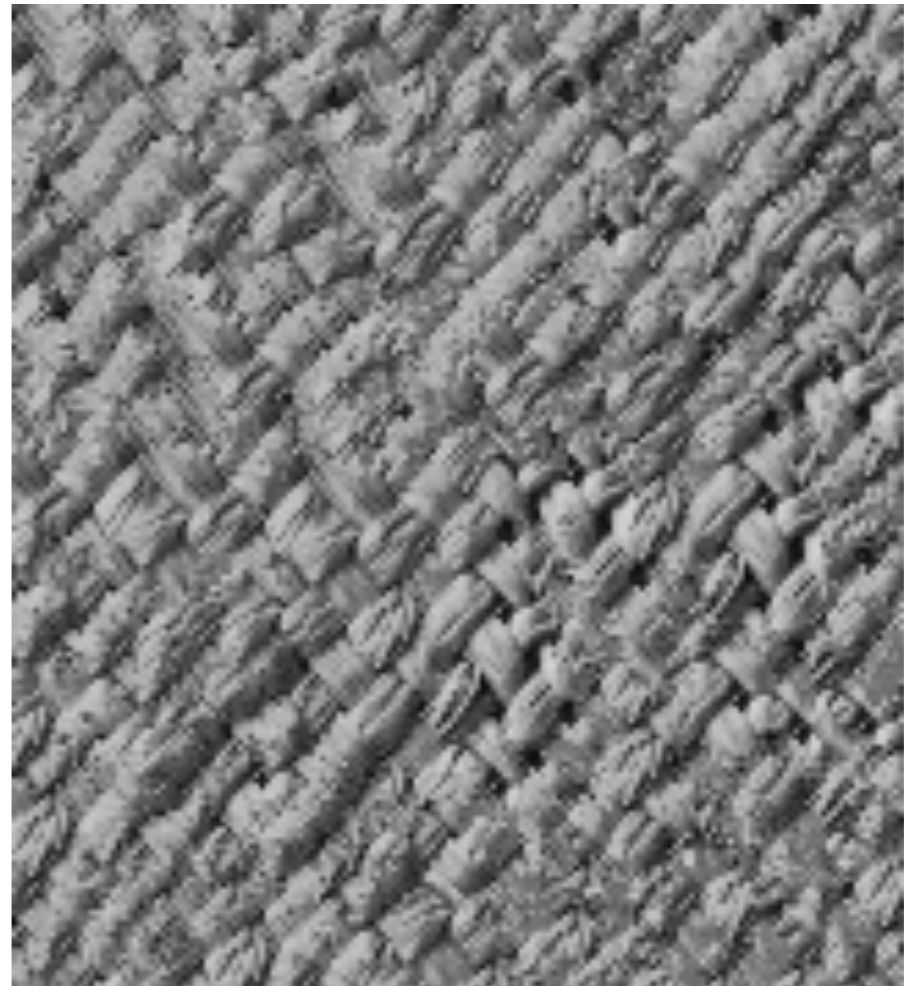
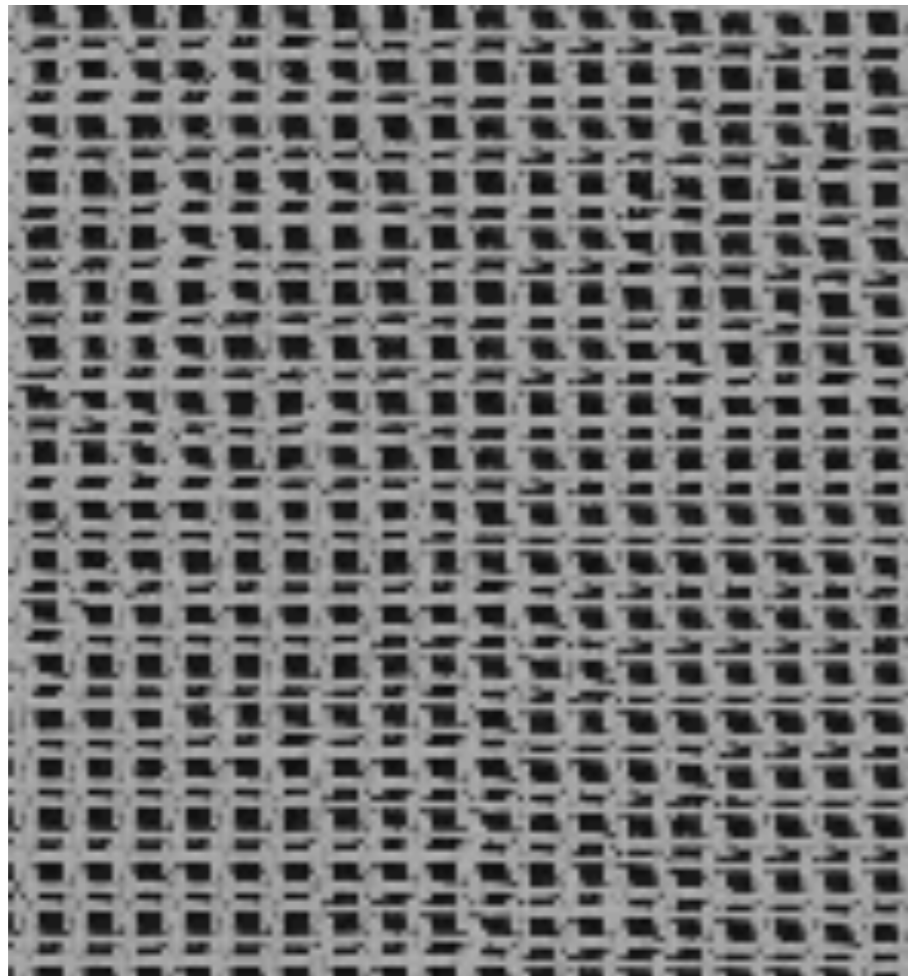
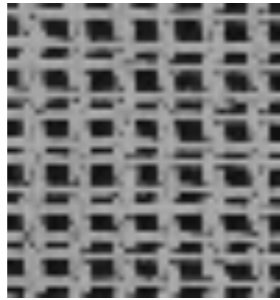


→ Taille

Algorithme

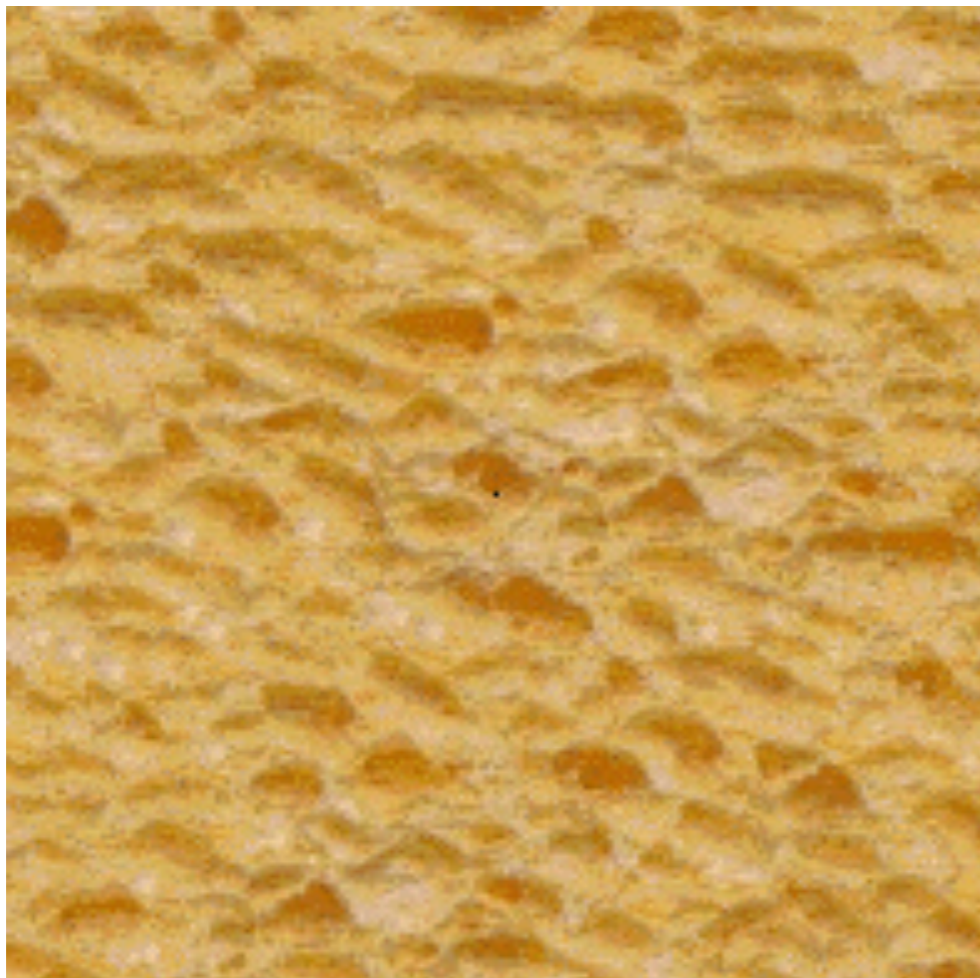
- Tant que l'image n'est pas remplie:
 - Trouver le pixel inconnu qui a le plus de voisins;
 - Trouver les N pixels dans l'image original dont le voisinage est le plus similaire à celui du pixel inconnu
 - Somme des différences au carré, pondérée par gaussienne
 - Sélectionner aléatoirement parmi les pixels semblables, et copier sa valeur dans l'image.

Résultats

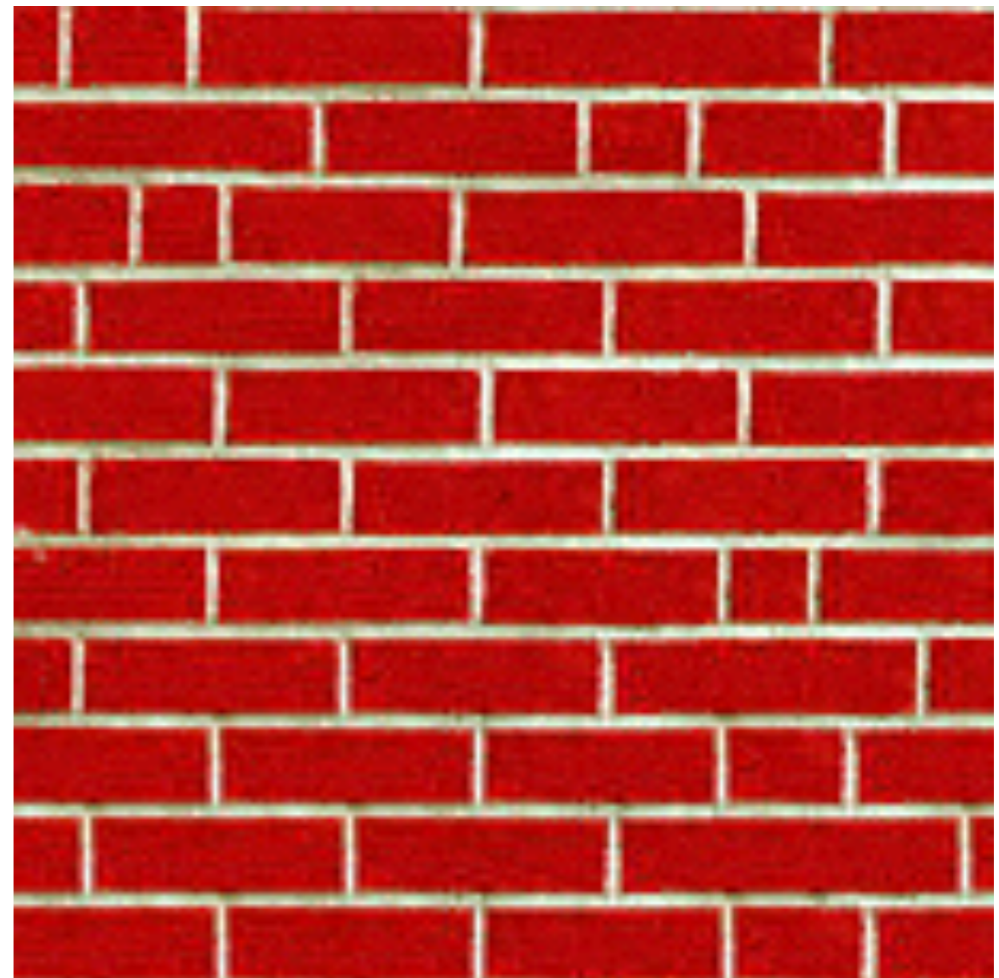


Résultats

pain



briques



En hommage à Shannon

...ing in the unsensuor
r Dick Gephardt was fai
rful riff on the looming
nly asked, "What's your
tions?" A heartfelt sigh
story about the emergen
es against Clinton. "Boy
g people about continuin
ardt began, patiently obs
s, that the legal system h
g with this latest tanger

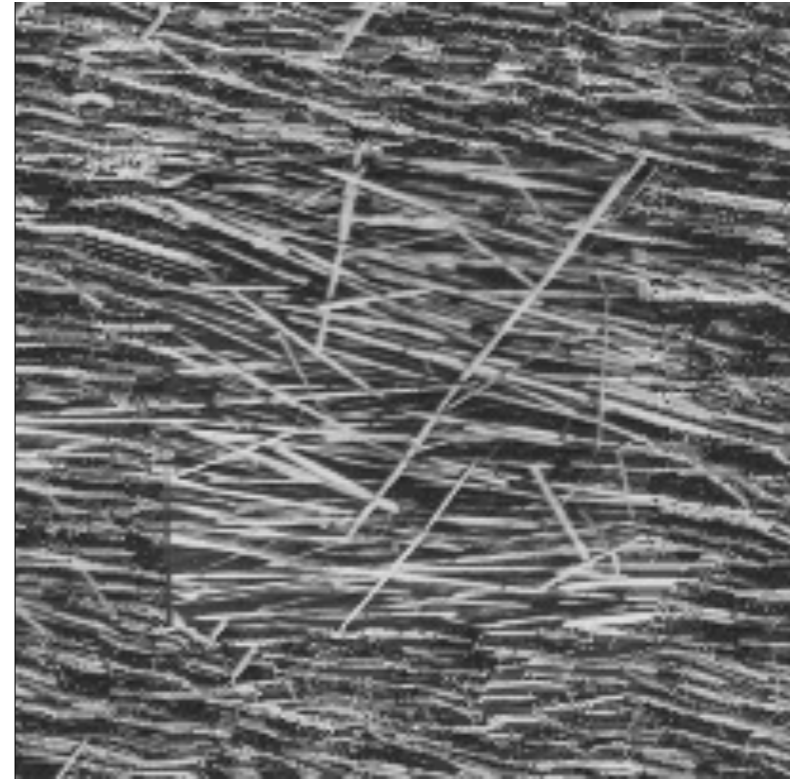
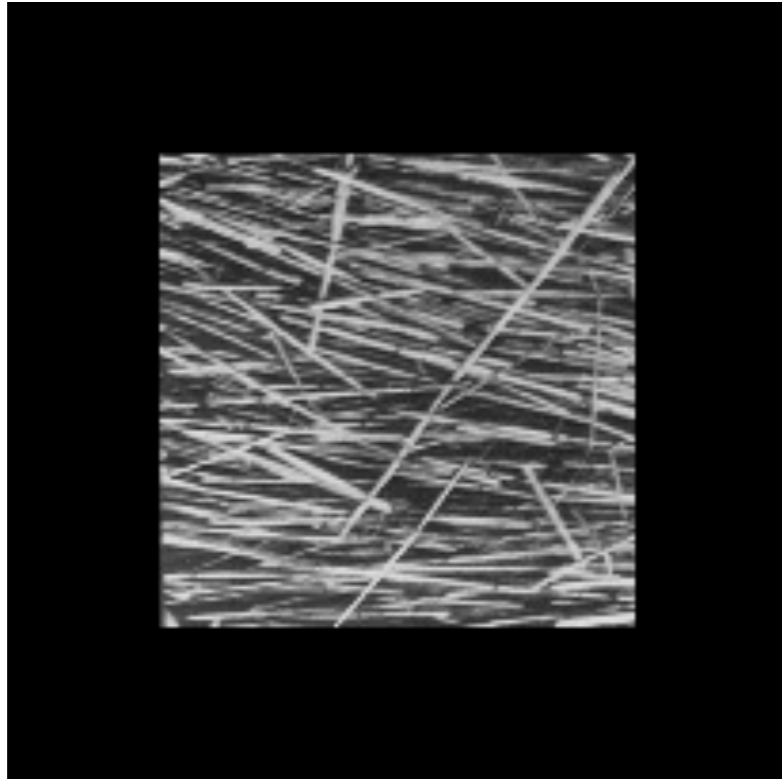


...thaim. them . "Whnephartfe lartifelintomimeru
fel ck Clirtioout omaim thartfelins.f out s anetc
the ry onst wartfe lck Gephtoomimeationl sigab
Chiooufit Clinut Clil riff on. hat's yo'dn, parut tly
ons yoontonsteht waked, paim t sahe loo riff on l
nskoneploourtfeas leil A nst Clit, "Wleontongal s
k Cirtioouirtfepe ong pne abegal fartfenstemem
tiensteneltorydt telemephminsberdt was agemer
ff ons artientont Cling peme as rtfte atih, "Boui s
nal s fartfelt sig pedrthdt ske abounutie aboutioo
stfaonewas you abonthardt thatins fain, ped, '
ains. them, pabout wasy arfiut coutly d, In A h
ole emthringbooreme agas fa bontinsyst Clinut
ory about continst Clipeopinst Cloke agatiff out C
stome zinemen tly ardt beoraboul n, thenly as t C
cons fairmeme Diontont wat coutlyohgans as fan
ien, phrtfaul, "Wbaut cout congagal comininga
mifmst Cliiy abon 'al coountha.emungairt tfoun
The loocrysta loontieph. Intly on, theoplegatick C
rul tatiezontly atie Diontiomt wal s f tbegeae ener
mthahgat's enenhhmas fan. "intchthorv abons w

Remplissons les trous



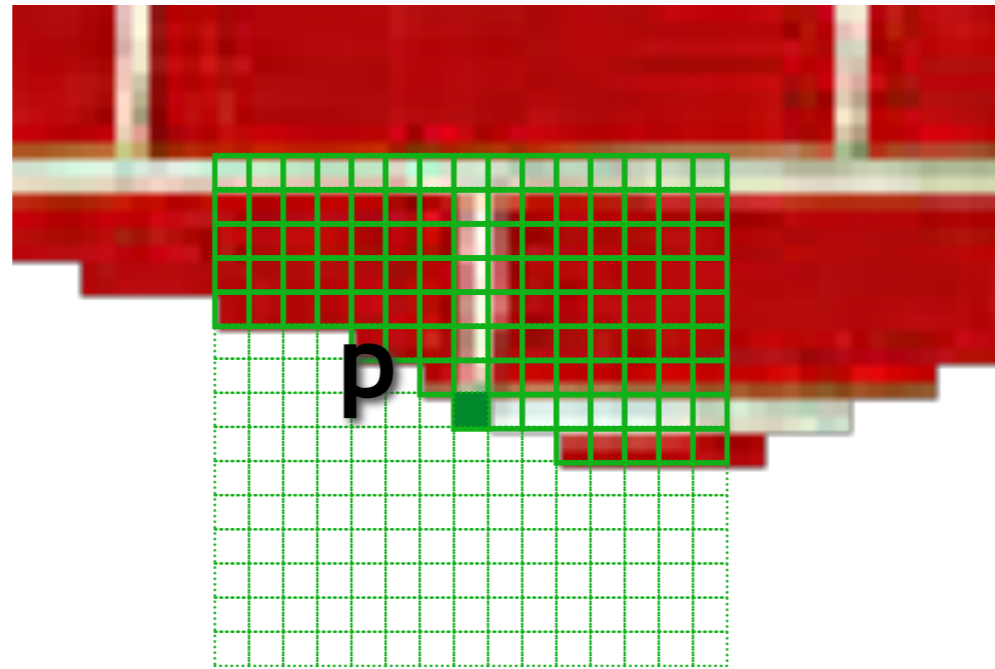
Extrapolation



Résumé

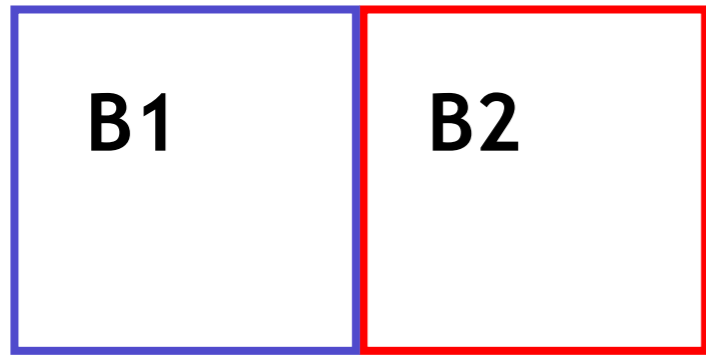
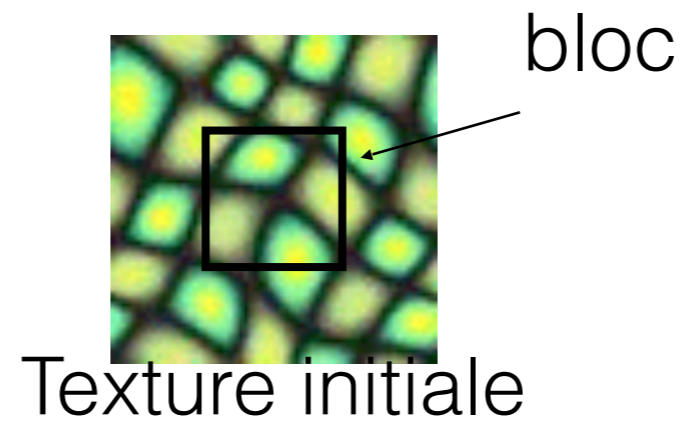
- La synthèse de texture selon “Efros & Leung”
 - Simple
 - Résultats surprenants
 - ... mais extrêêêêêêément lent!

Faire de la courtepointe: “Image Quilting”

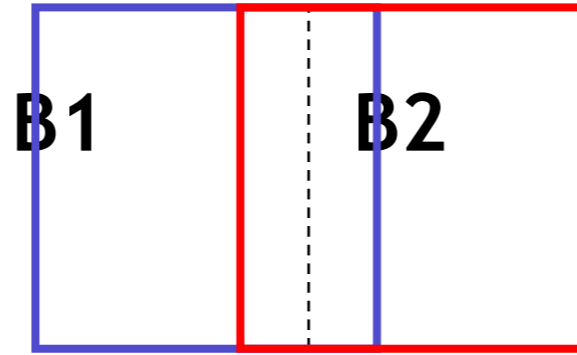


Synthétiser un pixel à la fois

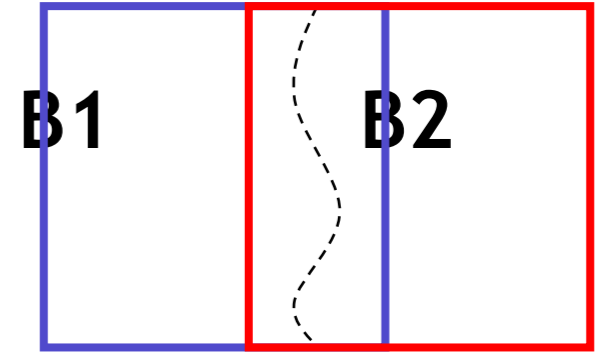
- Observation: les pixels voisins sont fortement corrélés
- Idée: remplacer un pixel par un bloc de pixels
- Exactement pareil qu'avant, sauf que maintenant on veut modéliser $P(B | N(B))$
- Beaucoup plus rapide: on synthétise plusieurs pixels à la fois



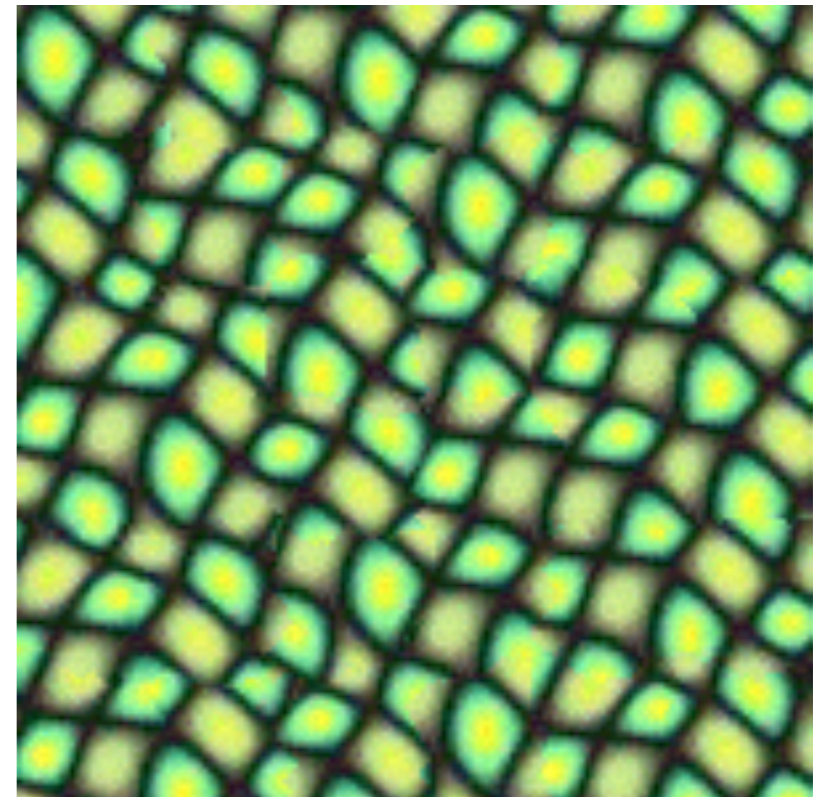
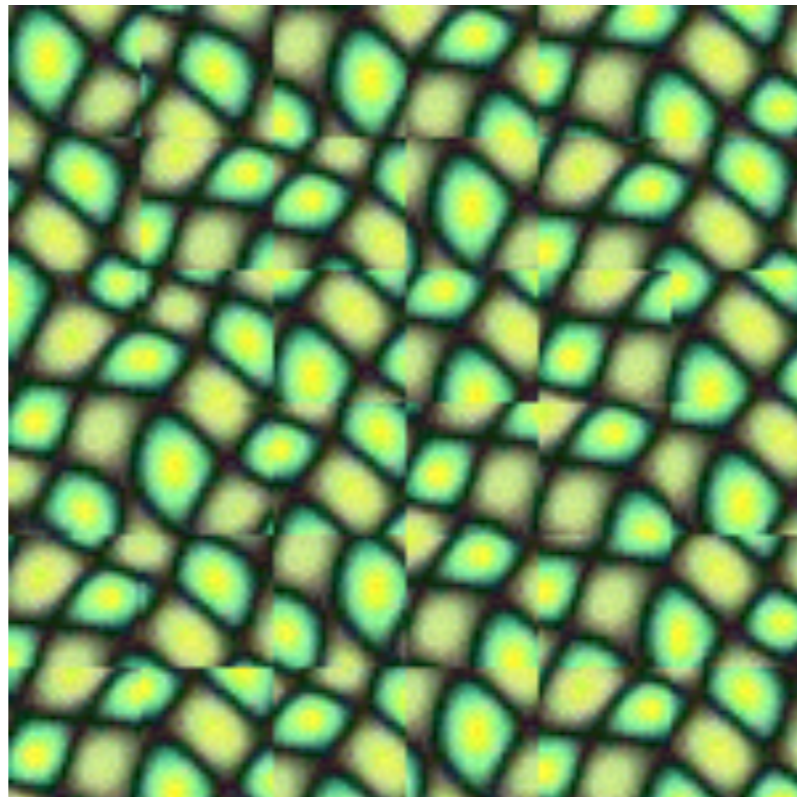
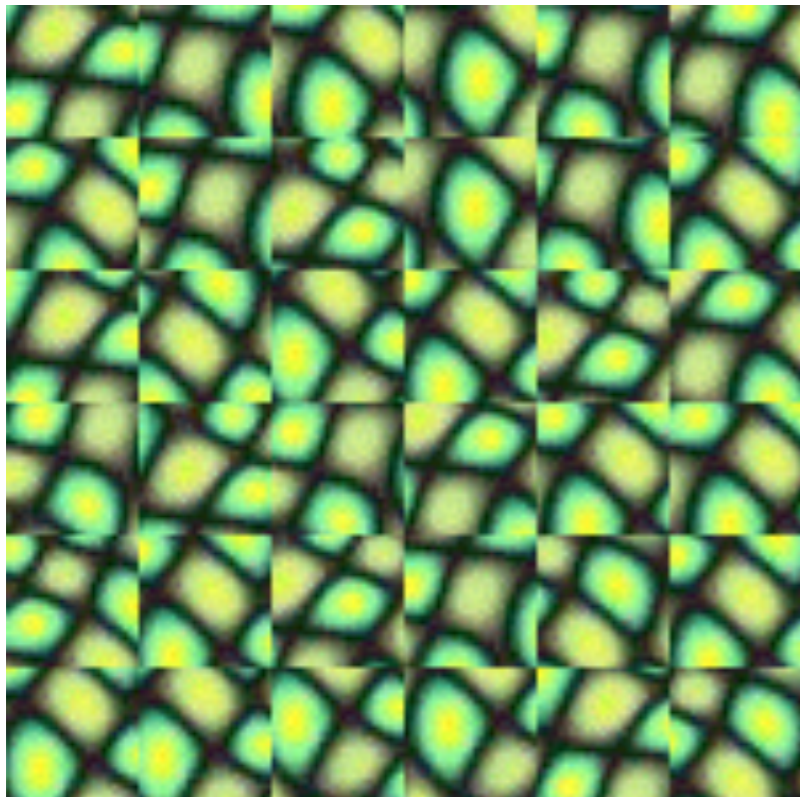
Placement des blocs aléatoire



Blocs voisins se chevauchent



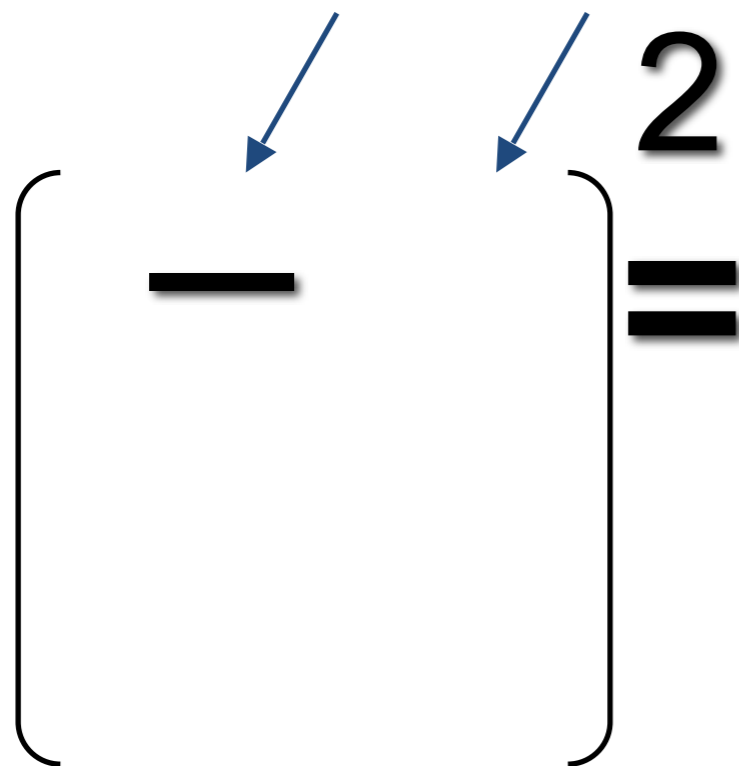
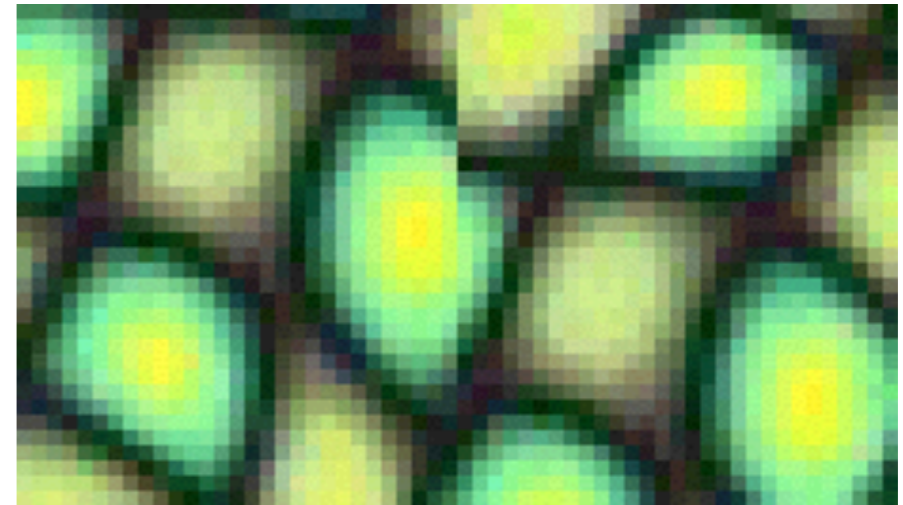
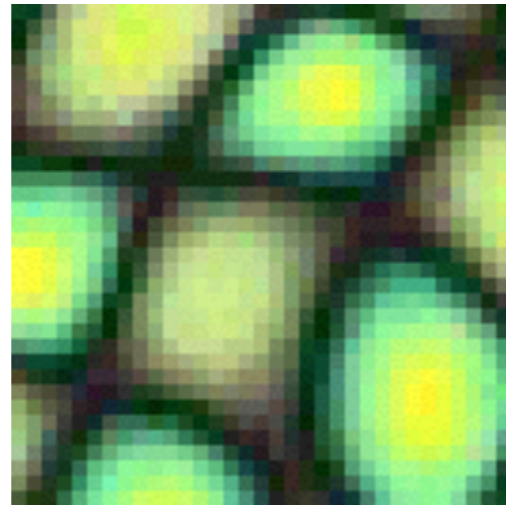
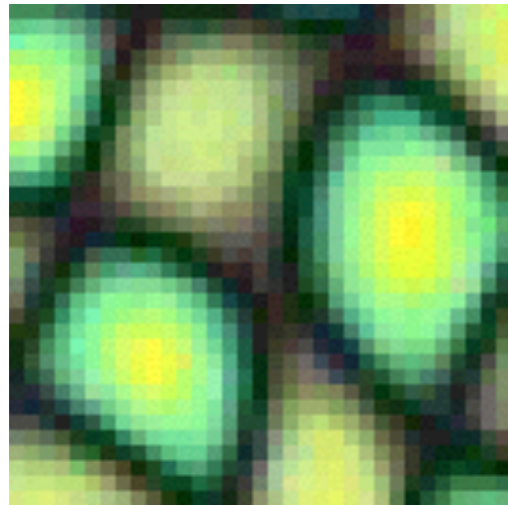
Coupure minimisant les discontinuités



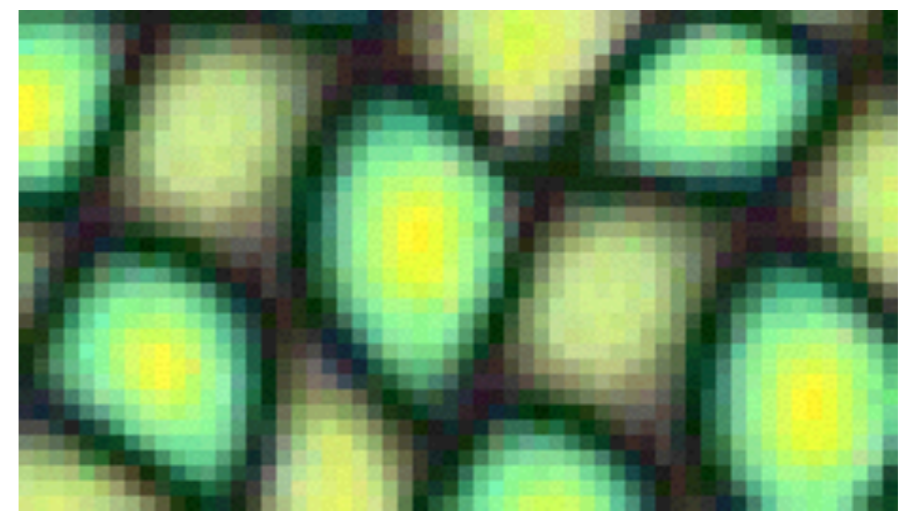
Coupure minimisant les discontinuités

blocs se chevauchant

discontinuité verticale



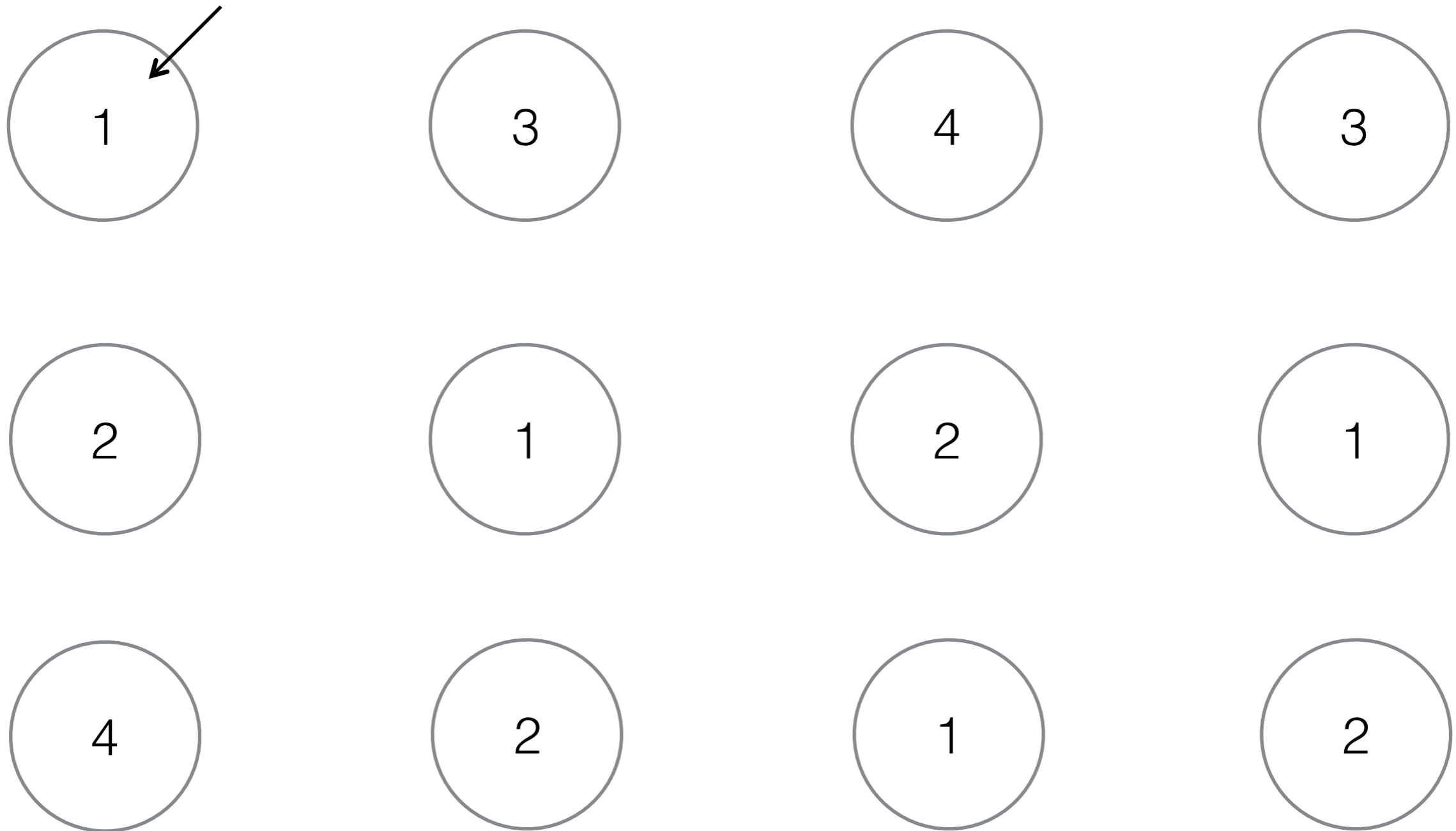
erreur de
chevauchement



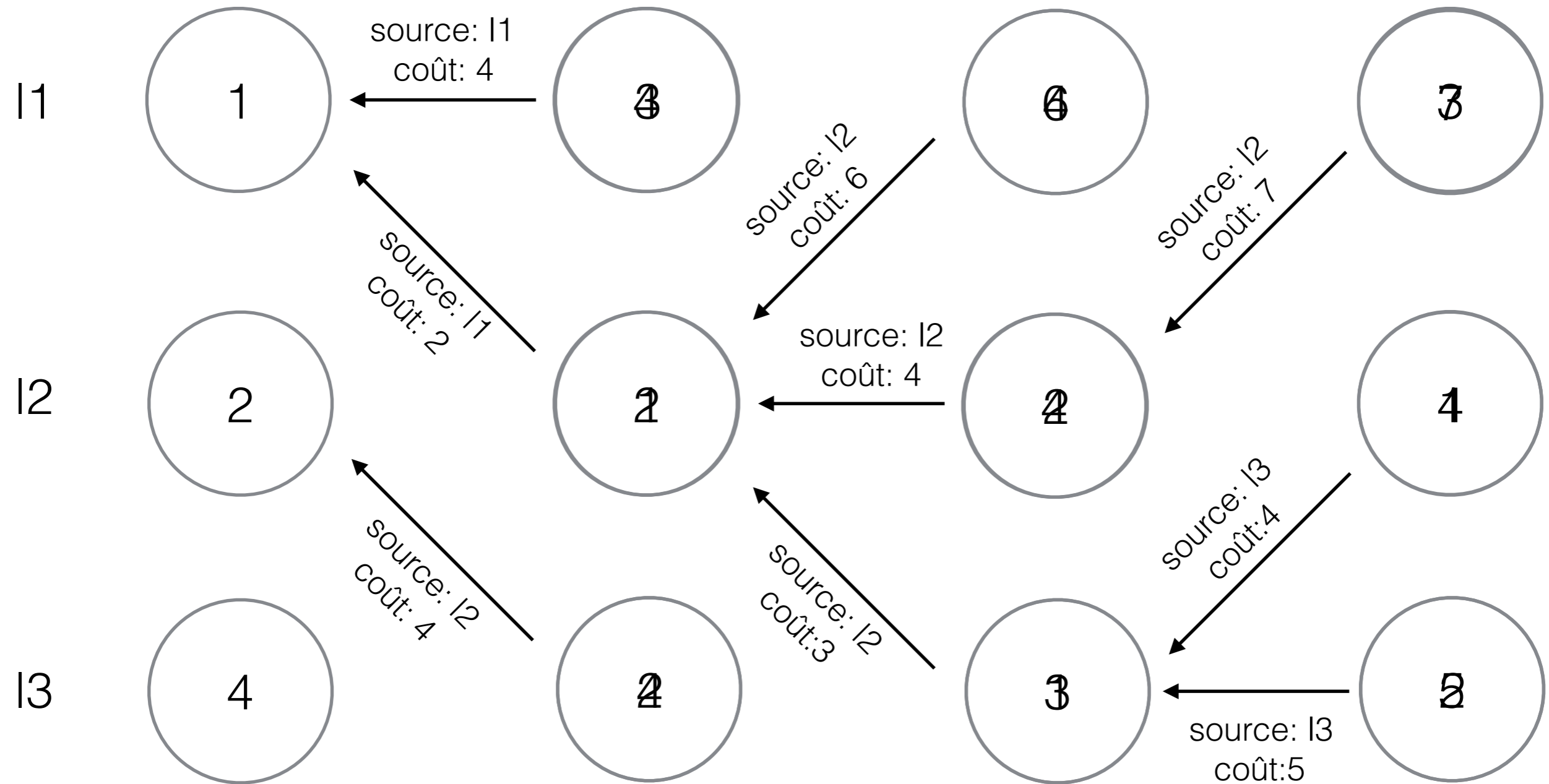
erreur minimale

Trouver le chemin au coût minimum

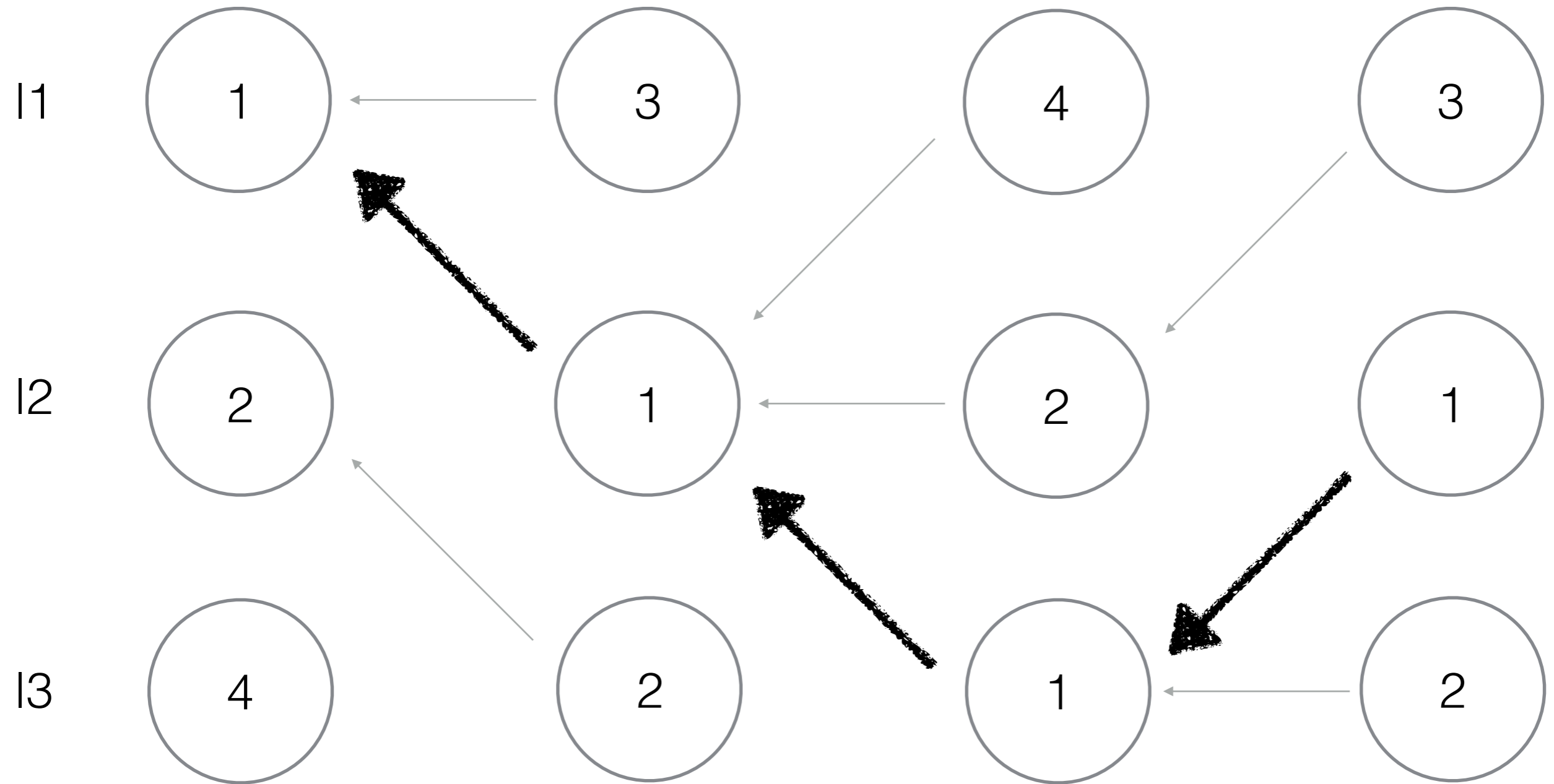
Coût de passer par ce pixel



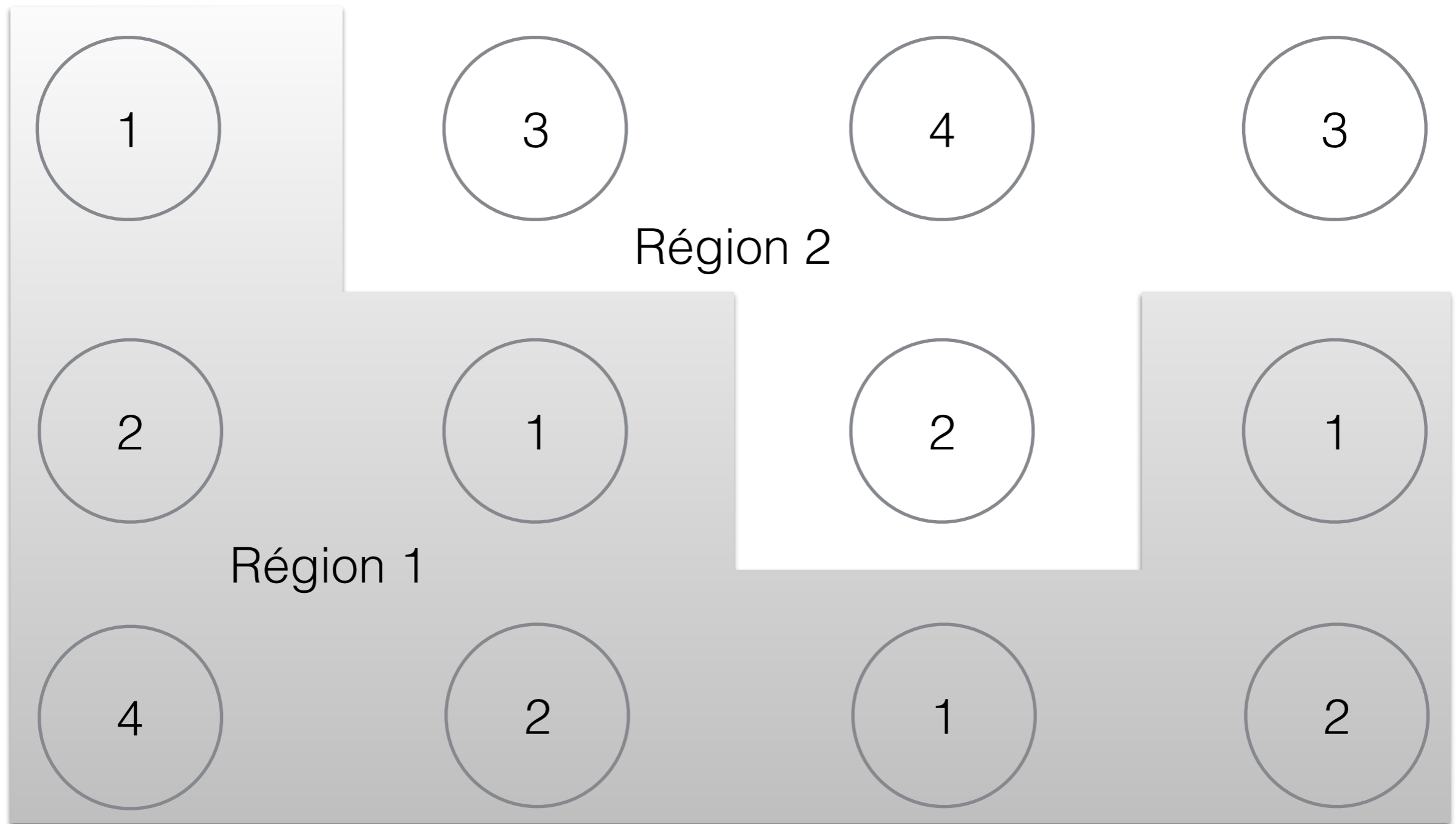
Trouver le chemin au coût minimum

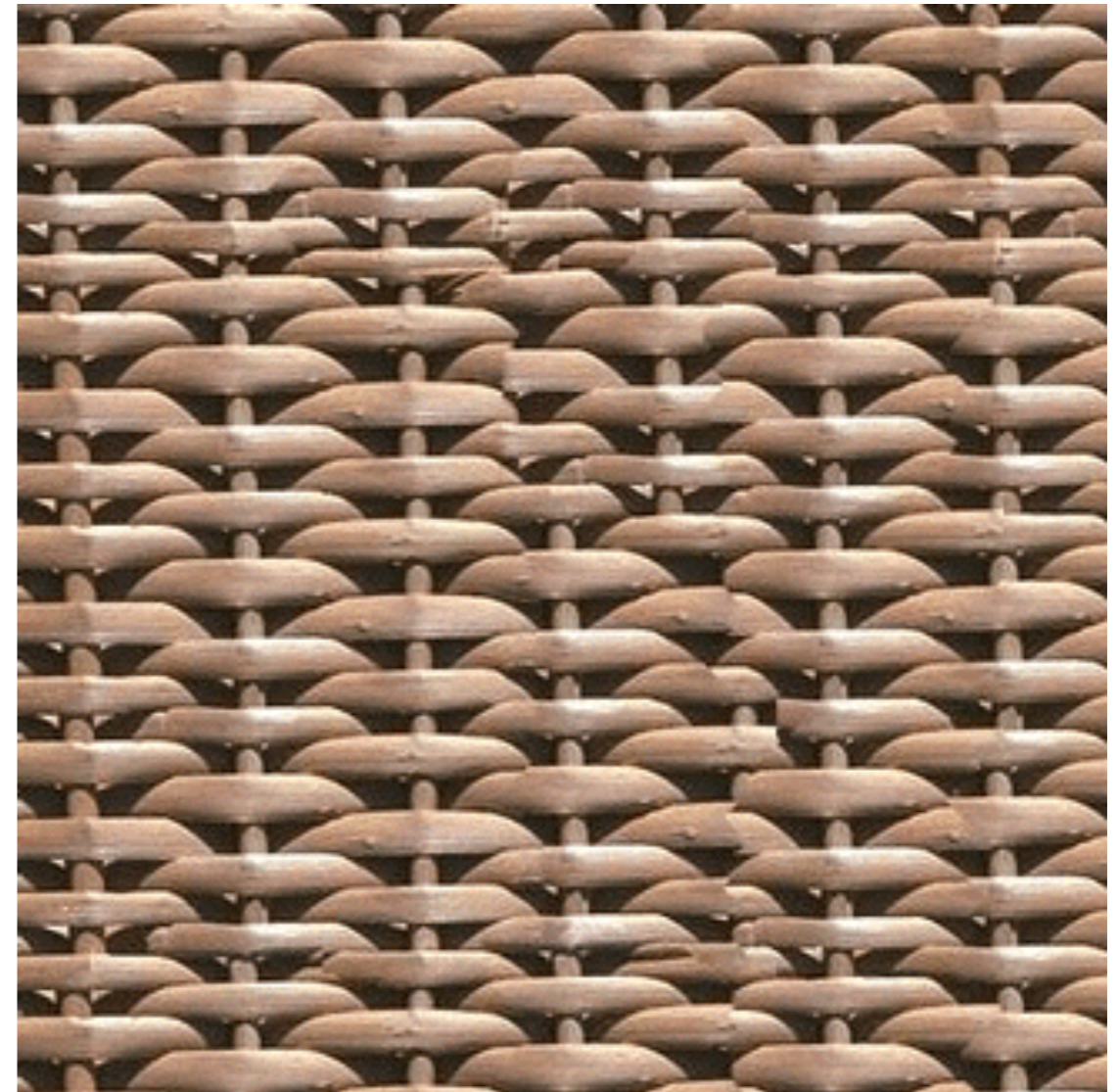
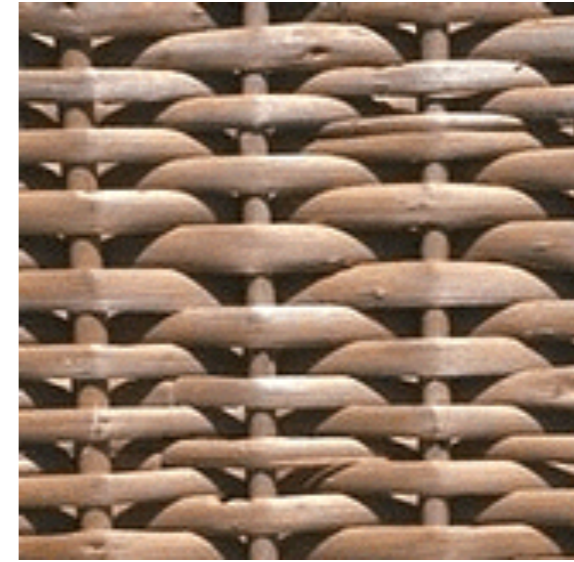


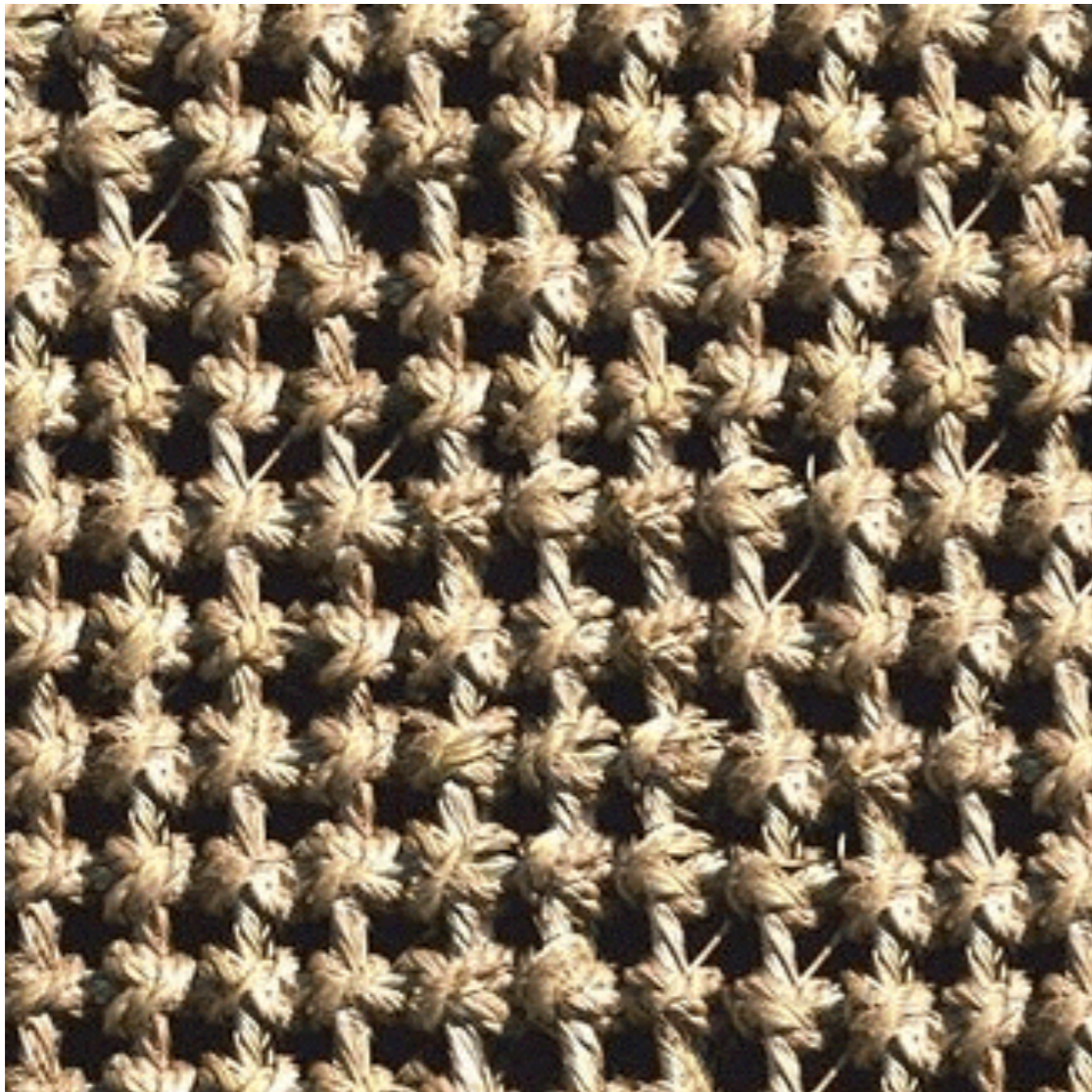
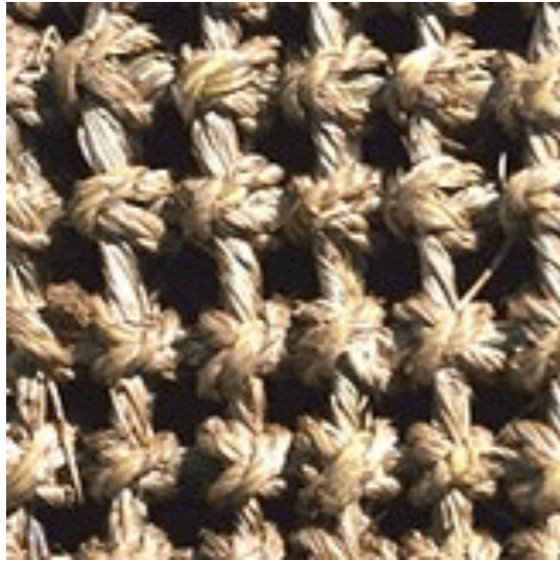
Trouver le chemin au coût minimum

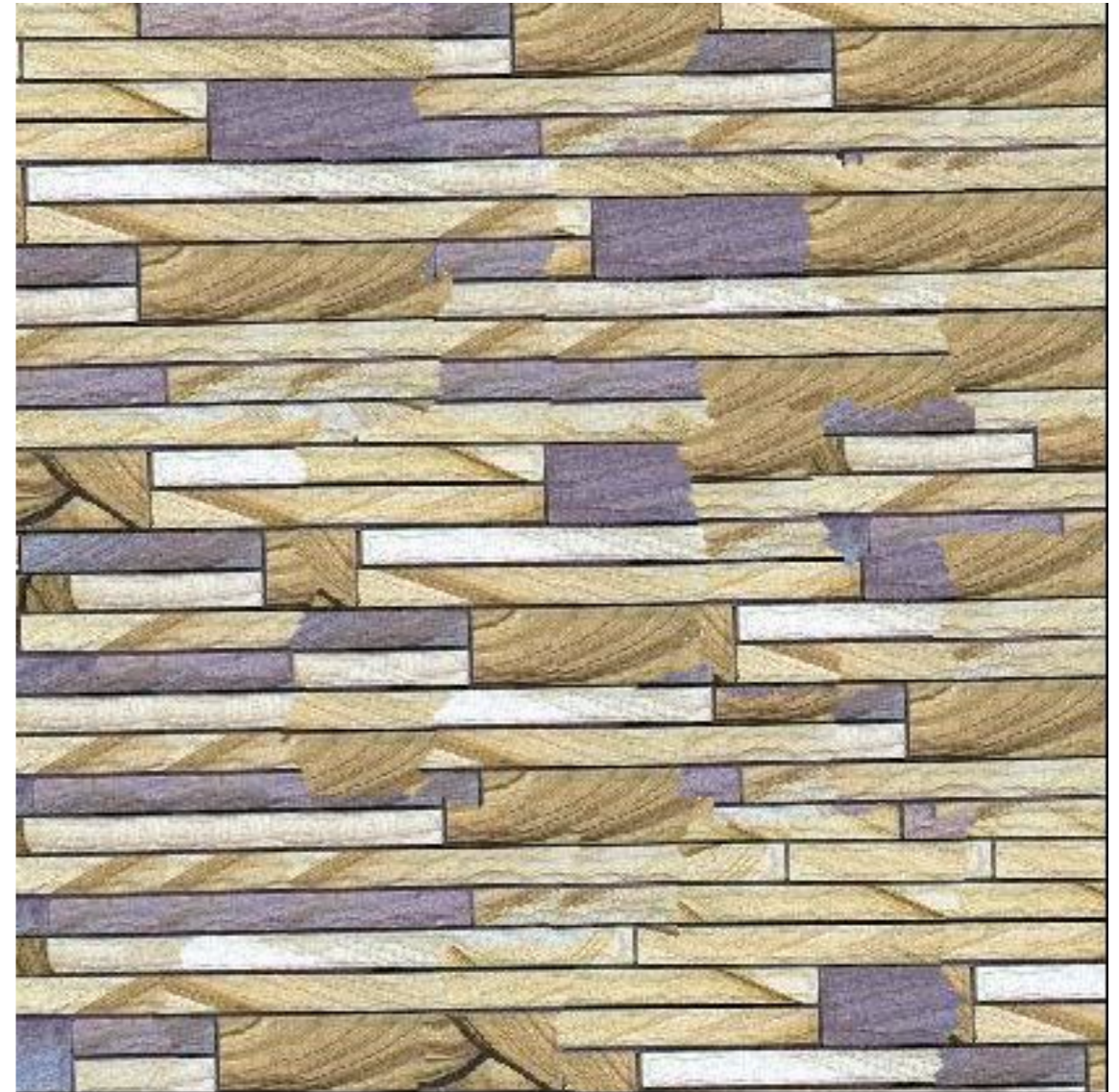
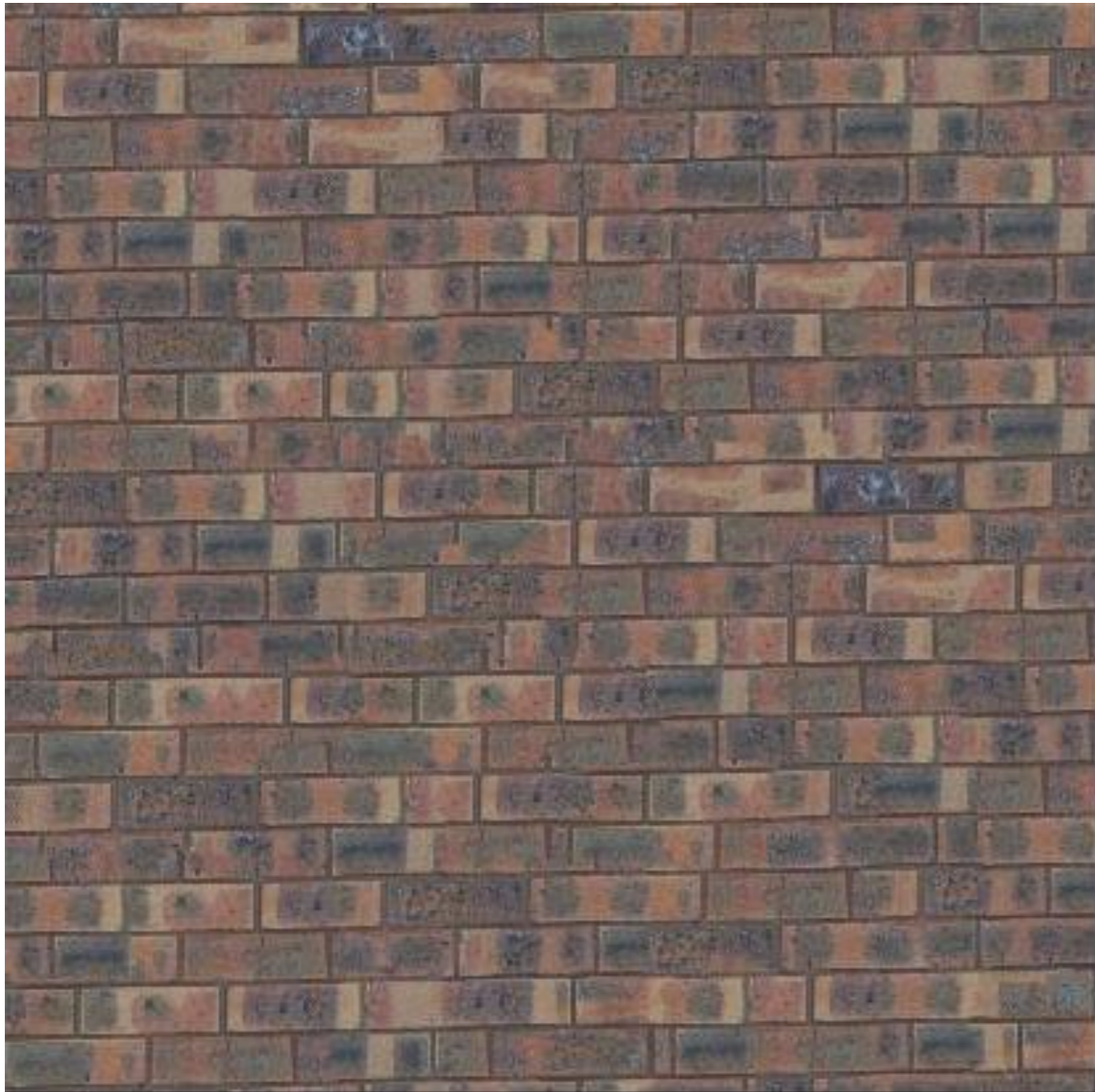


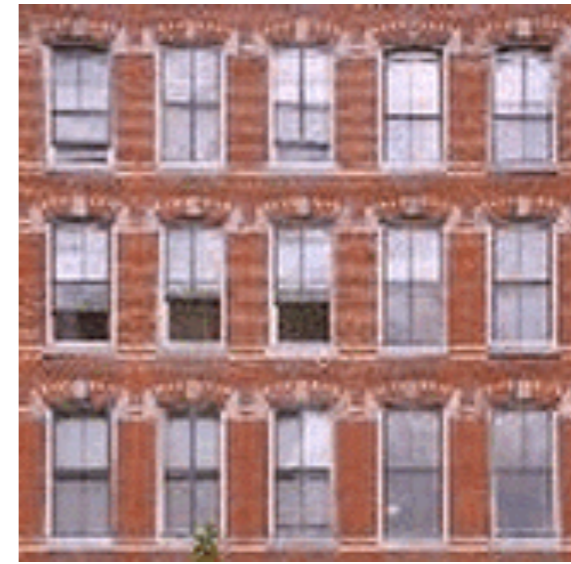
Trouver le chemin au coût minimum



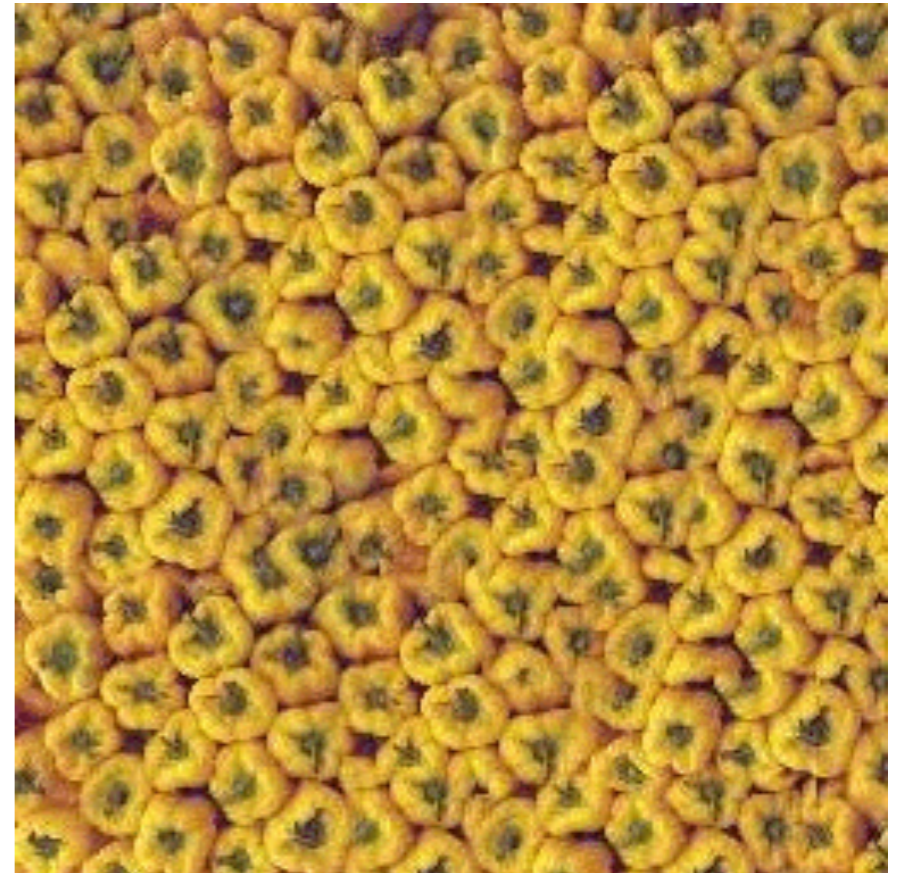
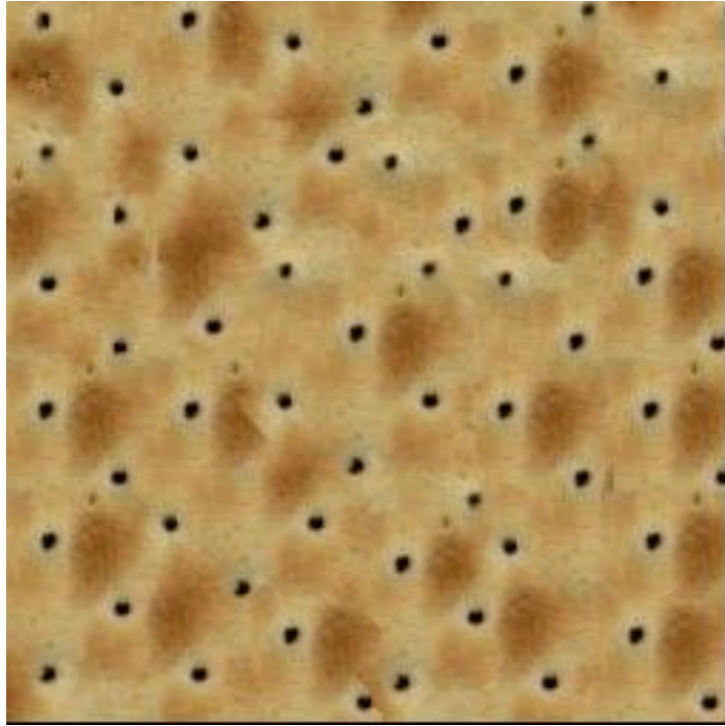
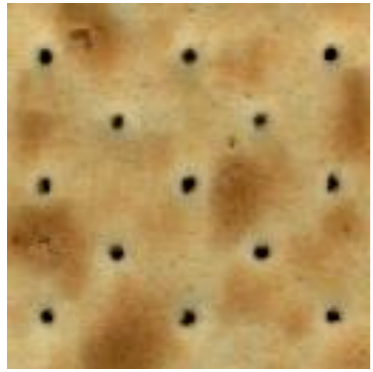












Synthèse de texture politique!

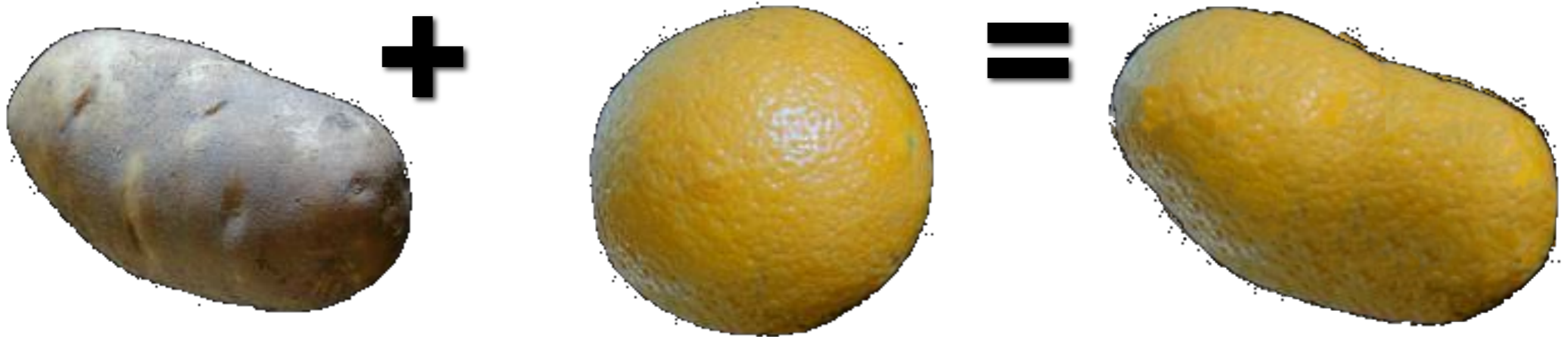
Bush campaign digitally altered TV ad

President Bush's campaign acknowledged Thursday that it had digitally altered a photo that appeared in a national cable television commercial. In the photo, a handful of soldiers were multiplied many times.



Transfert de textures

- Représenter un objet à partir d'un autre



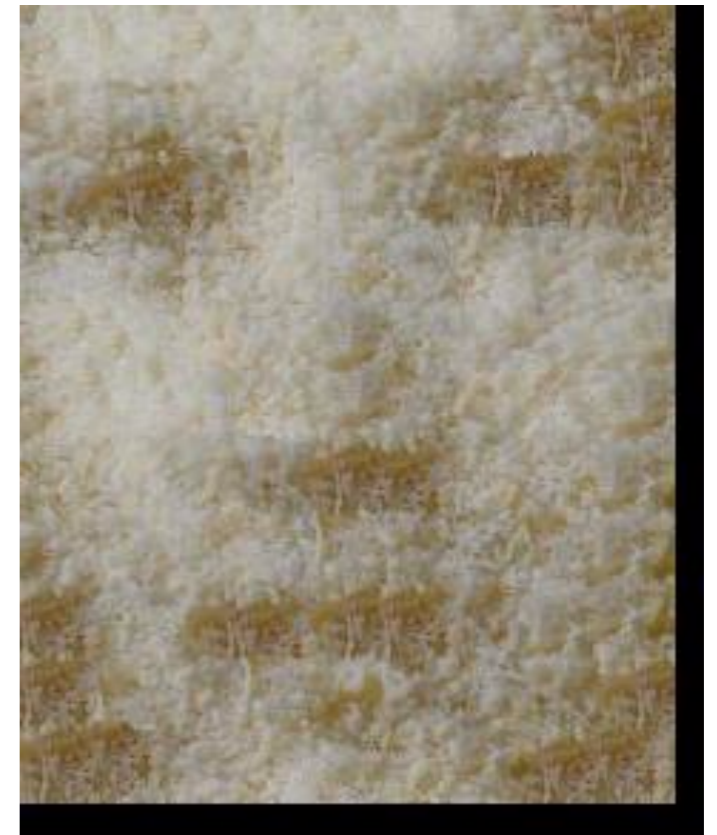
Transfert de textures



Contrainte



Exemple de texture



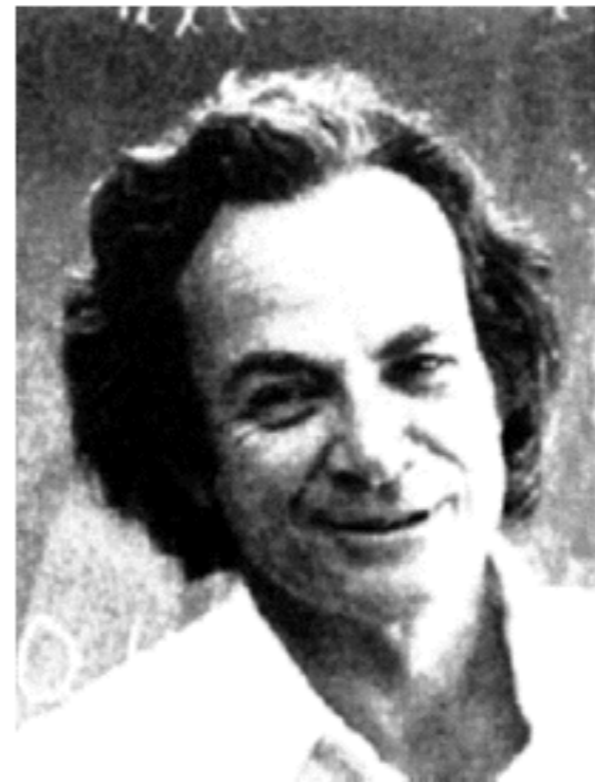
Transfert de textures

- Prendre la texture d'une image et la "peinturer" sur une autre image
- Identique à la synthèse de texture, excepté qu'on rajoute une contrainte additionnelle:
- Consistence de la texture (les blocs de texture devraient être similaire à l'image (e.g. SDC sur la luminance))





source texture



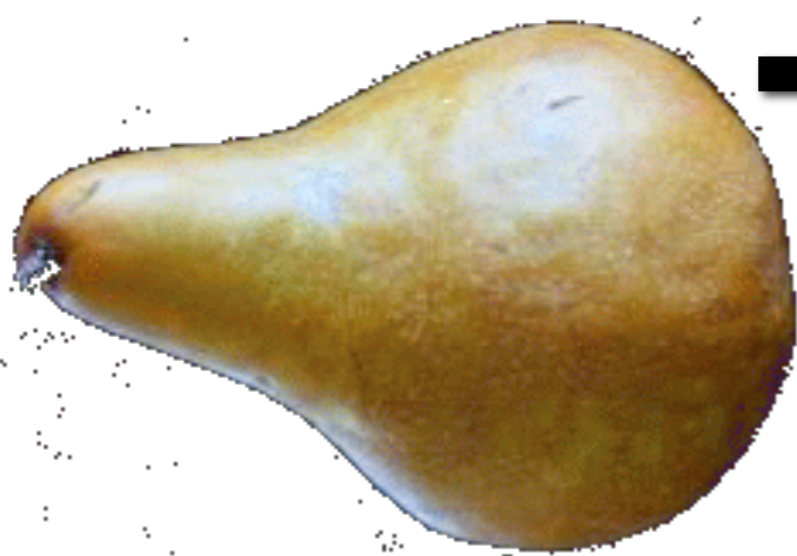
target image



correspondence maps



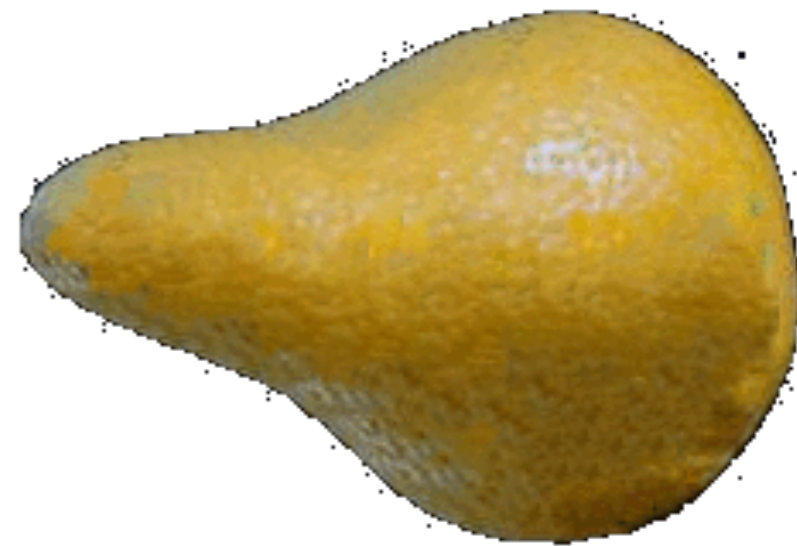
texture transfer result

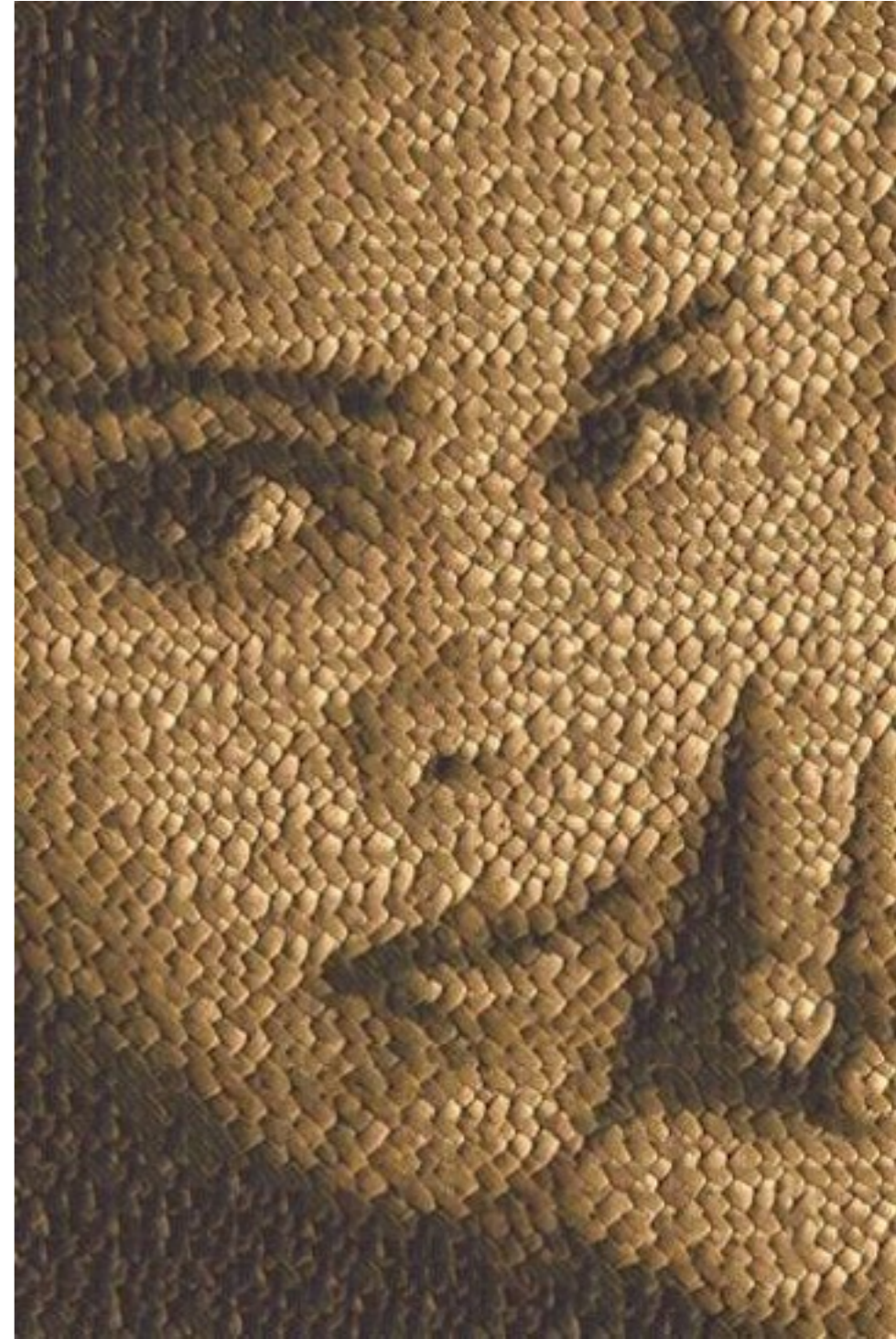


+



=





Le Pain Sacré



+









PatchMatch [Barnes et al. 2009]

Image originale



Région masquée

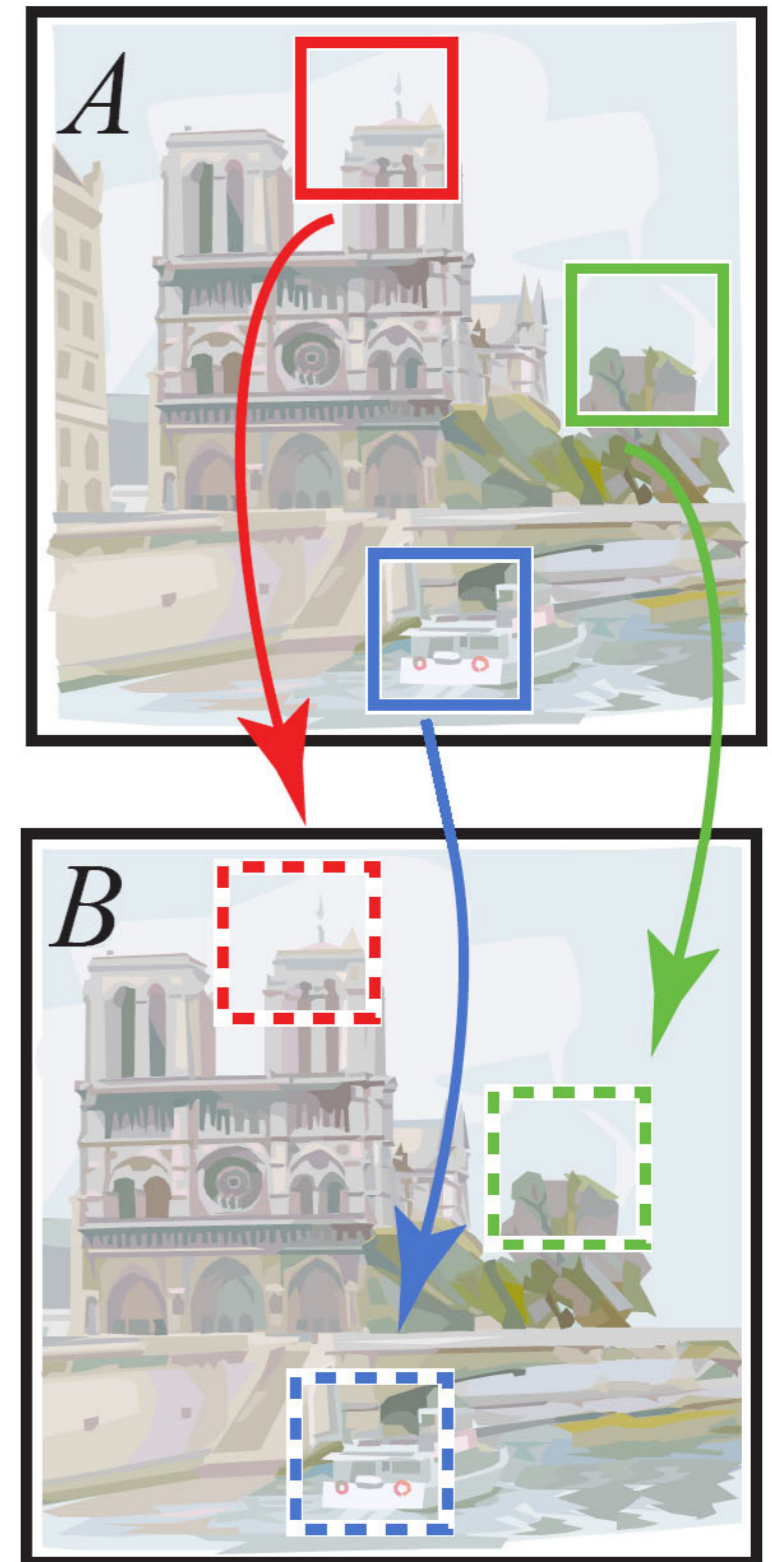


Résultat (agrandi)



PatchMatch [Barnes et al. 2009]

- Algorithme semi-aléatoire pour trouver les correspondances entre les blocs d'une image *de façon très rapide*
- Définition du problème:
 - Nous avons deux images, A et B.
 - Pour chaque bloc dans l'image A, calculer la translation (t_x, t_y) qui entre ce bloc et son plus proche voisin dans l'image B
 - Nous avons donc une translation (t_x, t_y) pour chaque pixel

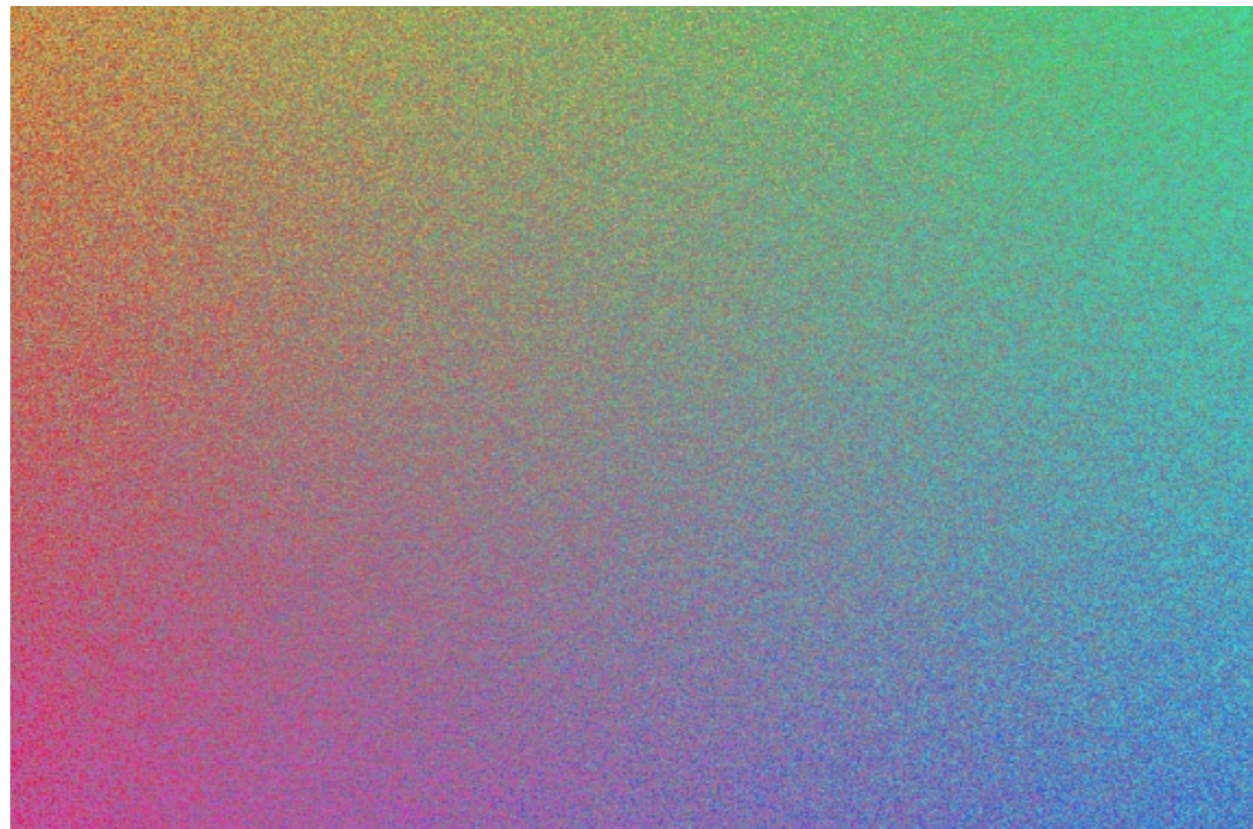


PatchMatch [Barnes et al. 2009]

- Idée #1: une translation aléatoire (une devinette!) sera bonne pour un certain nombre de pixels
- Initialisons avec une translation aléatoire

translation (t_x, t_y) pour chaque pixel

Légende



PatchMatch [Barnes et al. 2009]

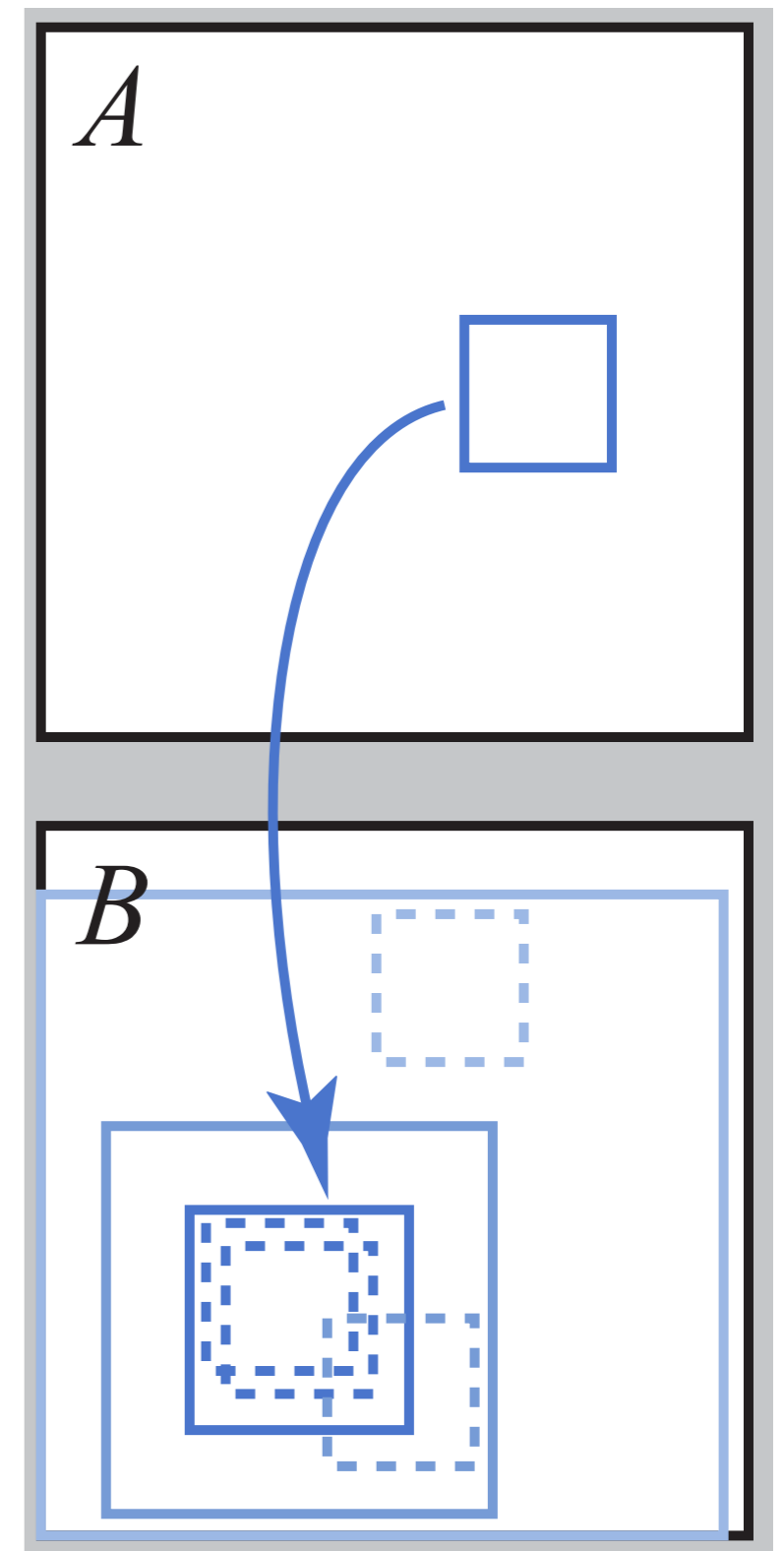
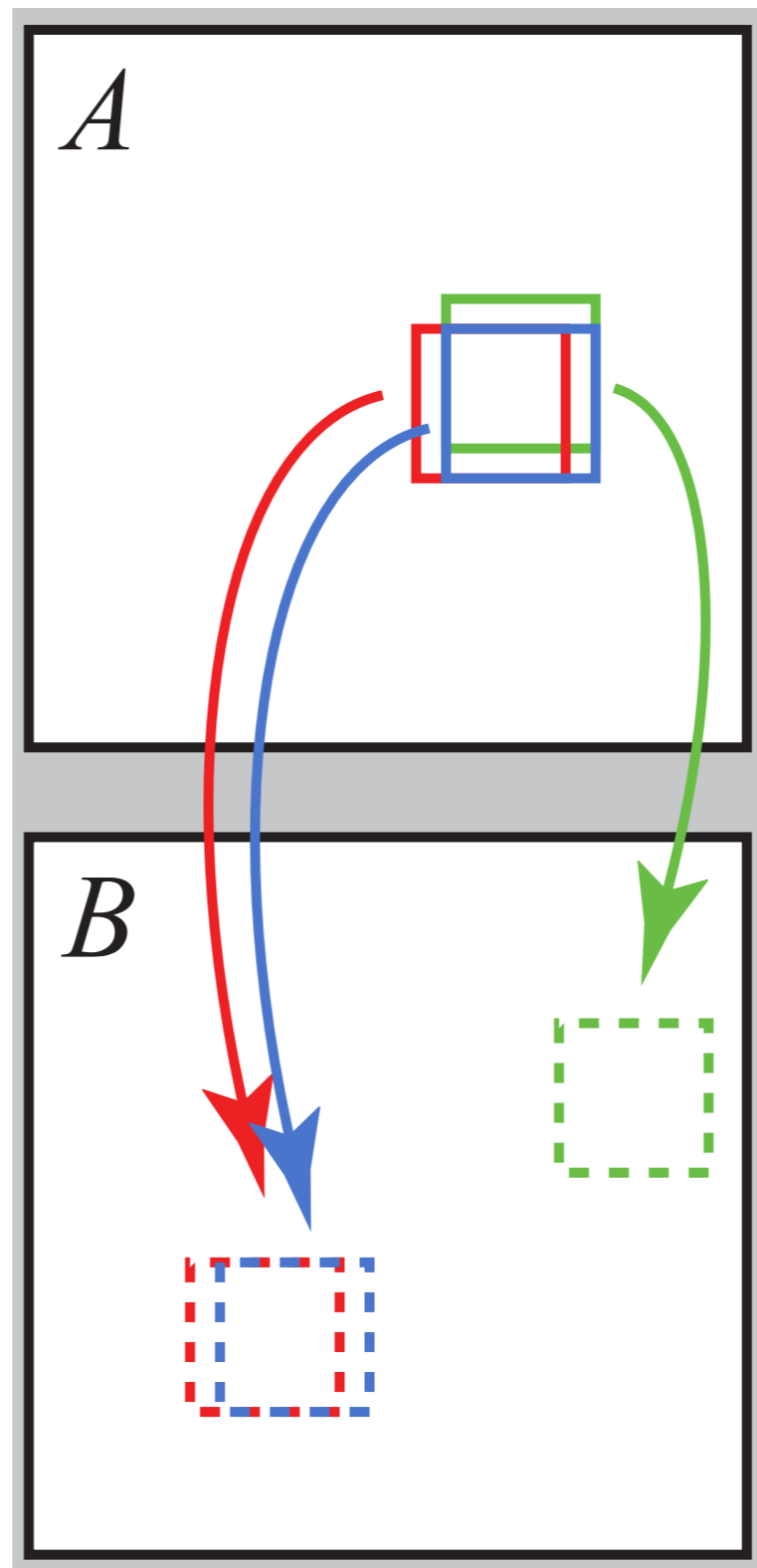
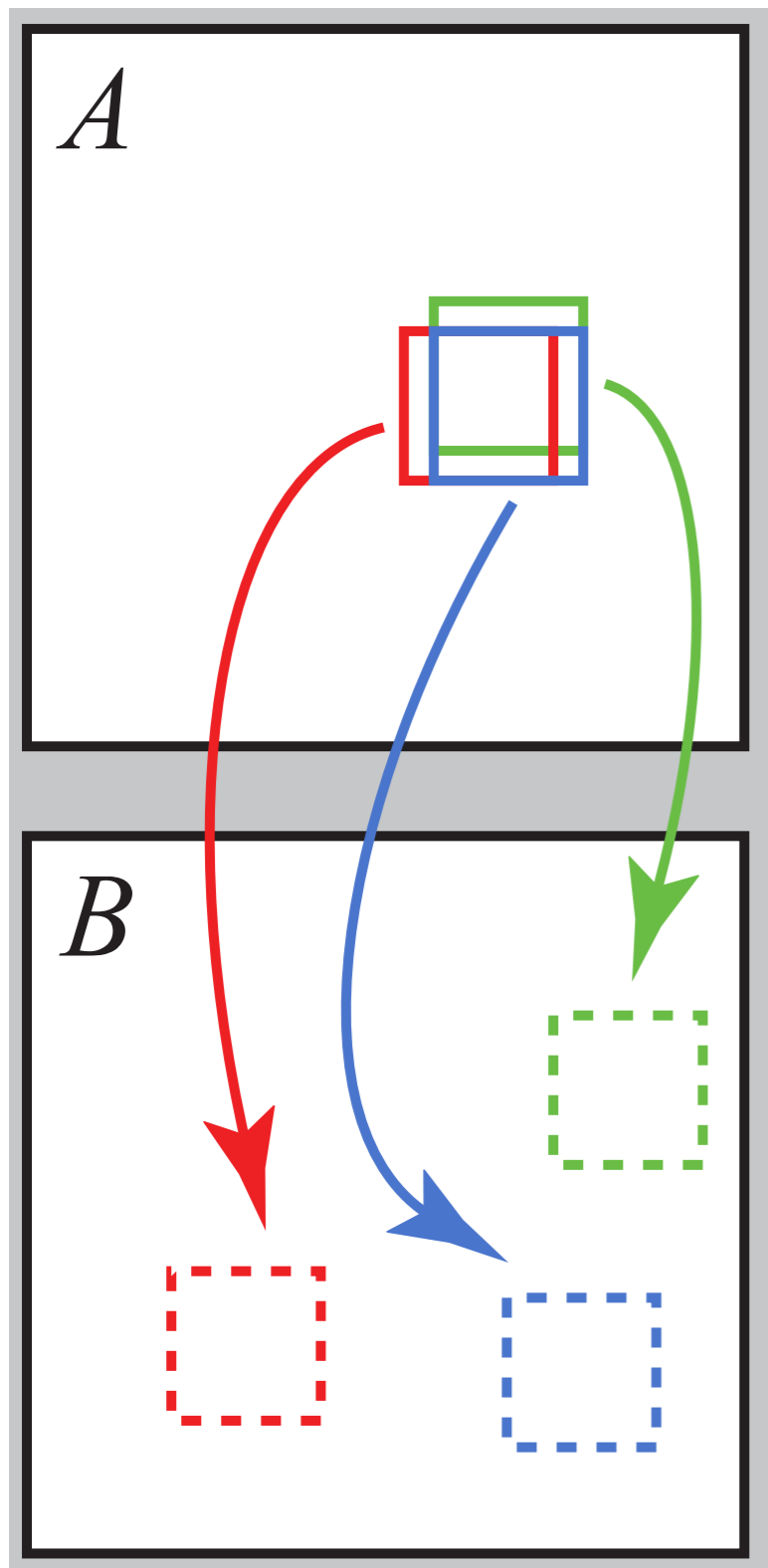
- Idée #2: les voisins sont cohérents
 - Le plus proche voisin d'un bloc centré à (x, y) devrait être un bon indice pour trouver le plus proche voisin du bloc à $(x+1, y)$
- Boucler sur chaque pixel:
 - Regarder si le voisin à gauche: si le bloc à sa droite est un meilleur candidat pour le bloc courant, alors remplacer le voisin du bloc courant. Sinon, garder le résultat précédent.
 - Répéter l'opération avec le voisin en haut.
- À la prochaine itération, utiliser les voisins en bas et à droite

Étapes principales

Initialisation (aléatoire)

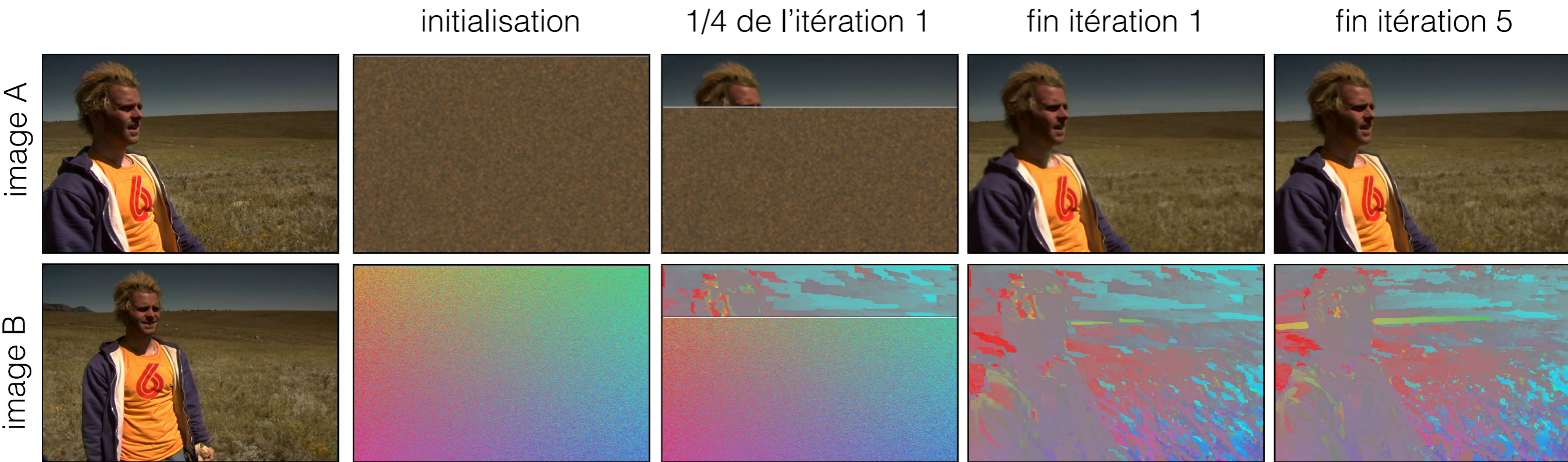
Propagation

Recherche (aléatoire)



Amélioration itérative [Barnes et al. 2009]

But: reconstruire l'image A à partir de l'image B



<https://vimeo.com/5024379>

À retenir

- Texture: forme se répétant de manière structurée, ou stochastique



- Synthèse de texture:
 - par pixel: $P(p \mid N(p))$
 - par bloc: $P(b \mid N(b))$