

Les textures

Représentations, synthèse et transfert

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

Qu'est-ce qu'une texture?



Qu'est-ce qu'une texture?



Qu'est-ce qu'une texture?



“stuff” vs “things”

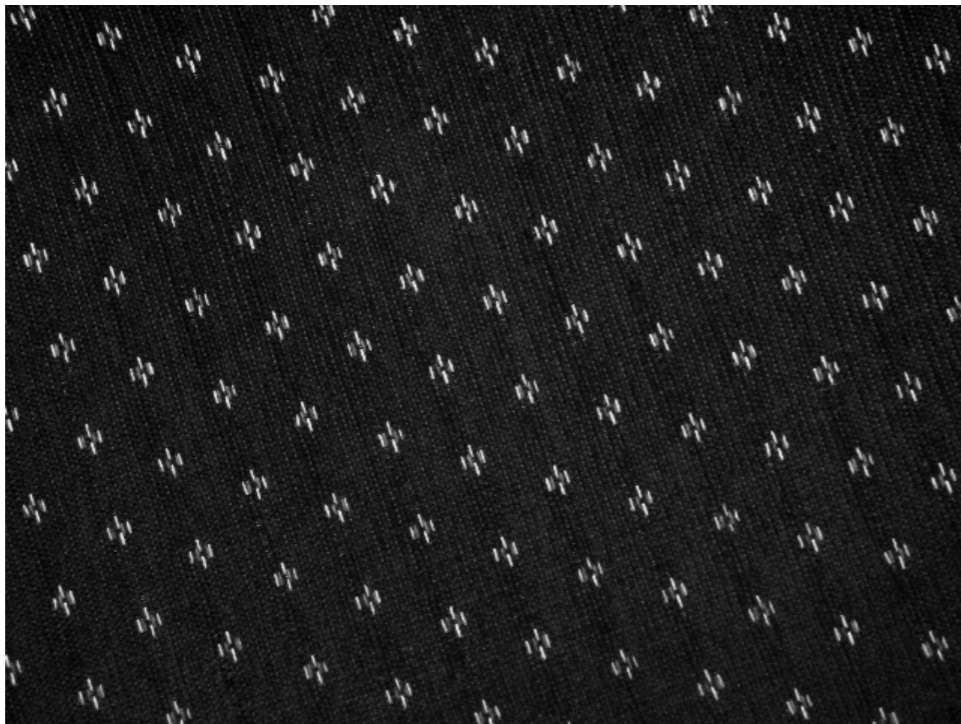
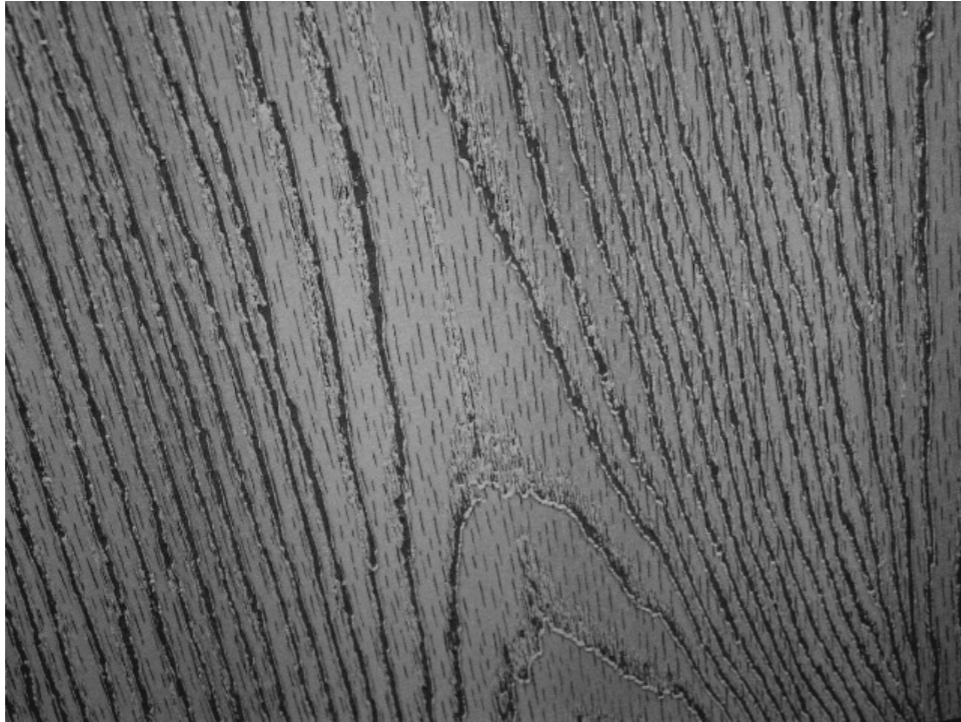
Thing (choses): Objet qui possède une taille et une forme spécifiques



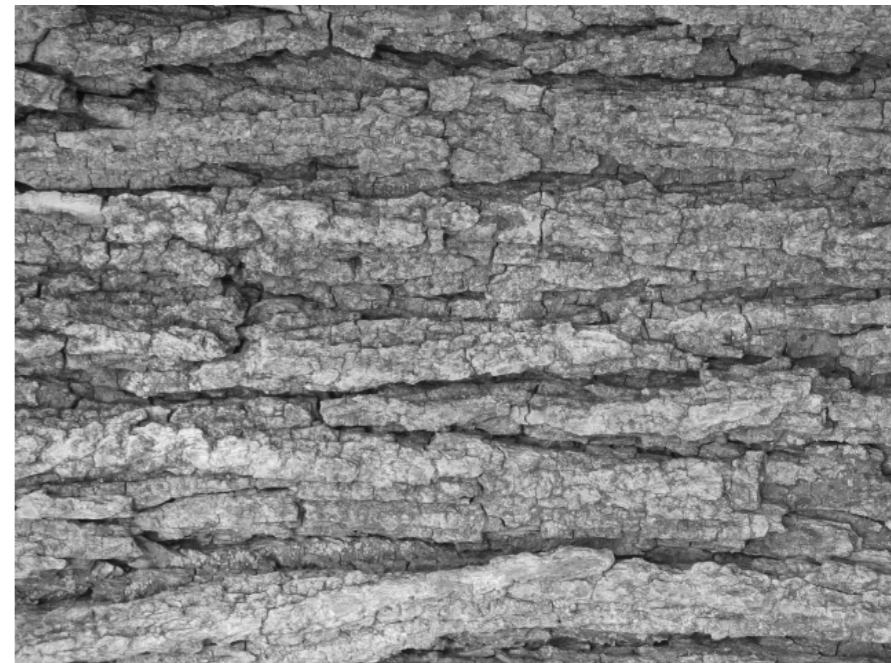
Stuff (?): Matériau défini par une distribution relativement homogène de propriétés, sans toutefois posséder de forme ou de taille spécifique



Textures et matériels



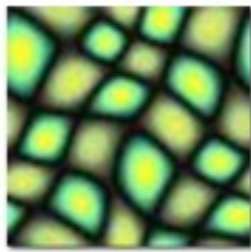
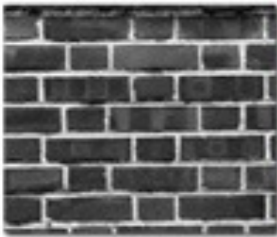
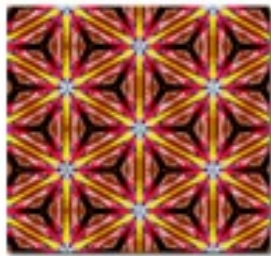
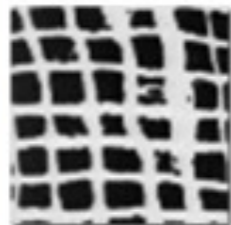
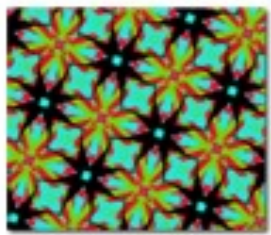
Textures et orientation



Textures et échelle



La texture



Régulières

Quasi-régulières

Irrégulières

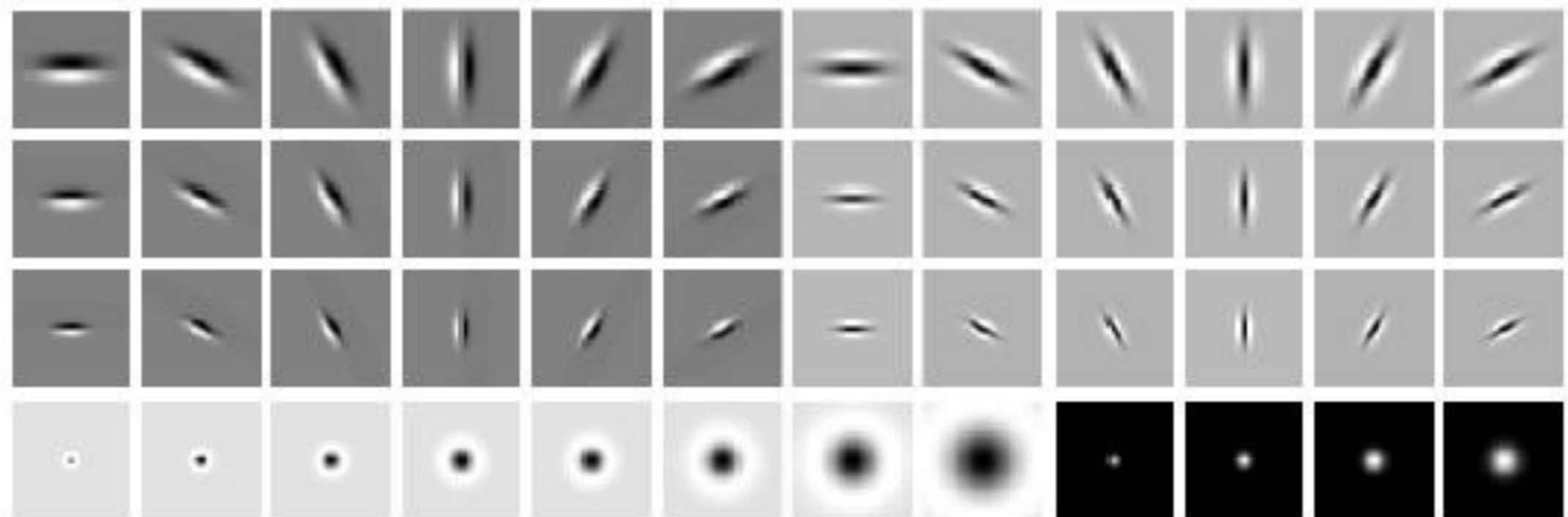
Quasi-stochastiques

Stochastiques

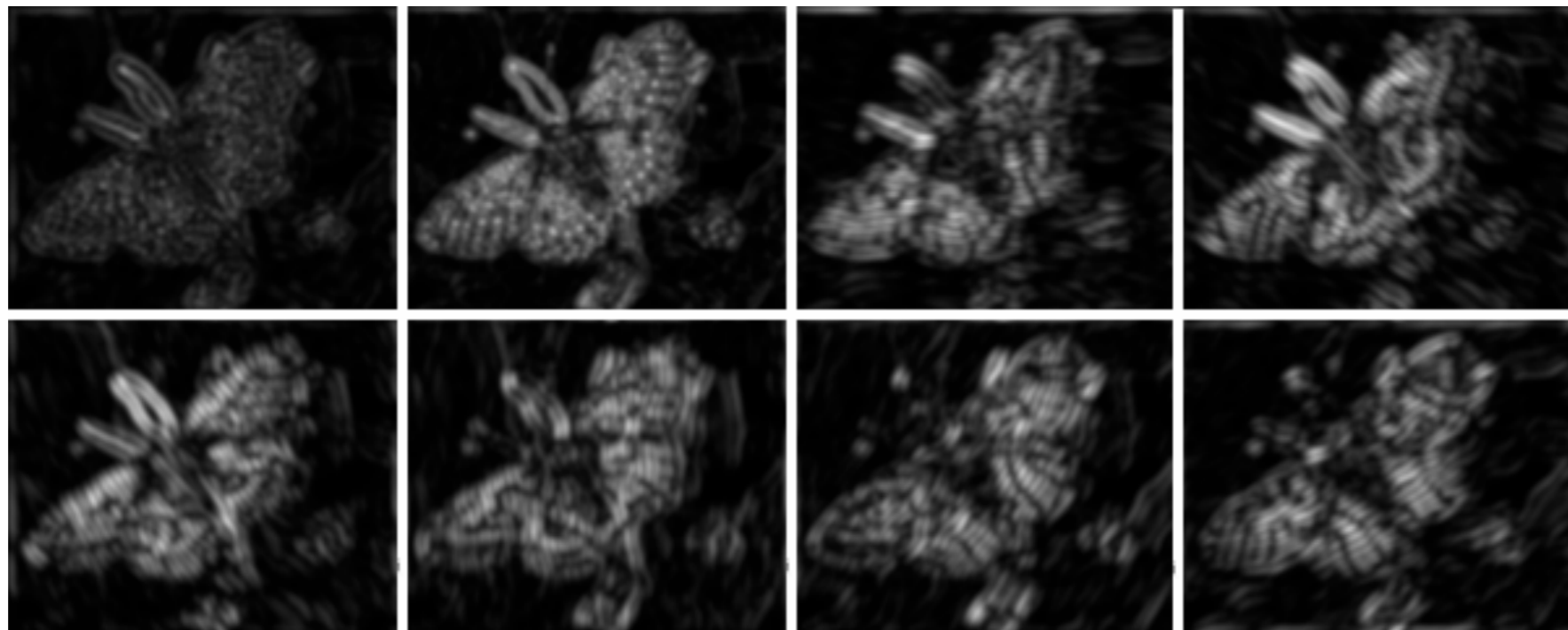
Comment peut-on la représenter?

- 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”

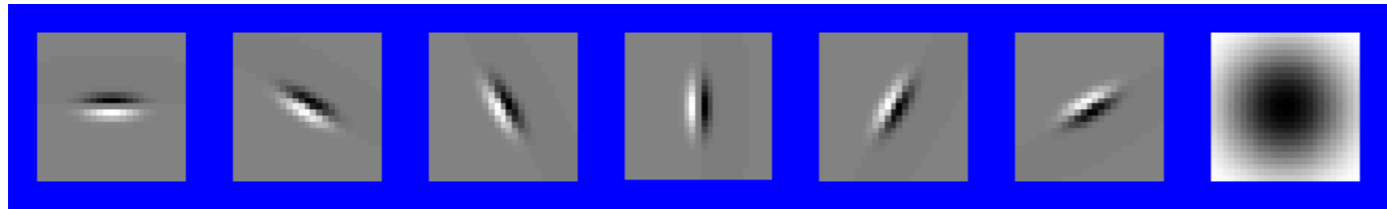


Banque de filtres

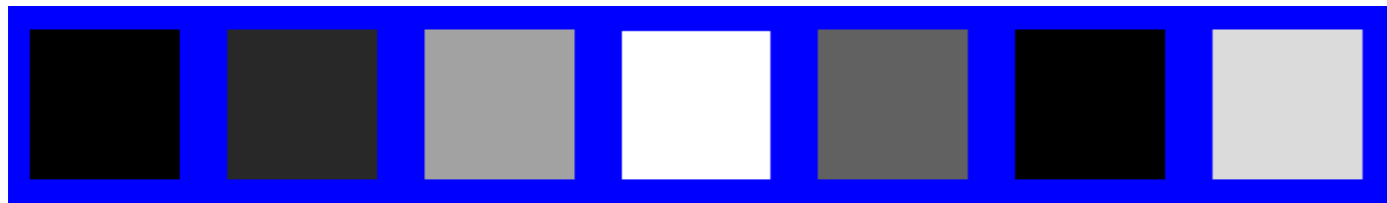


Associez les textures aux filtres

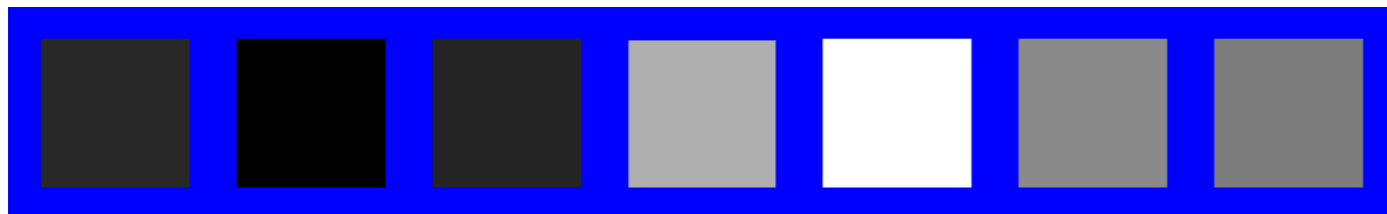
Filtres



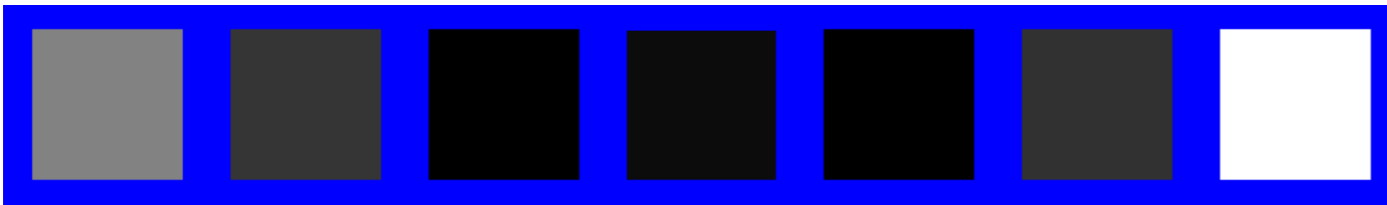
1



2

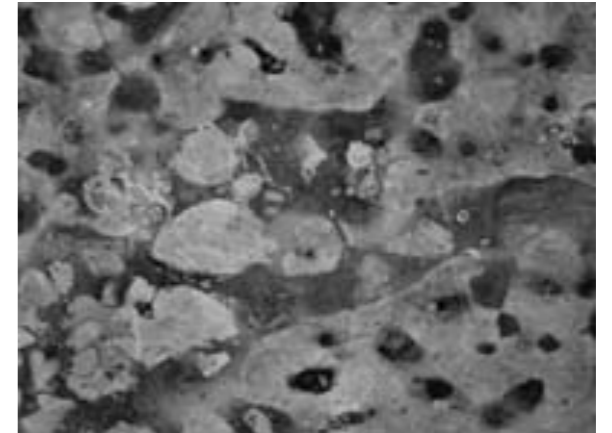


3



Réponse (valeur absolue)

A



B

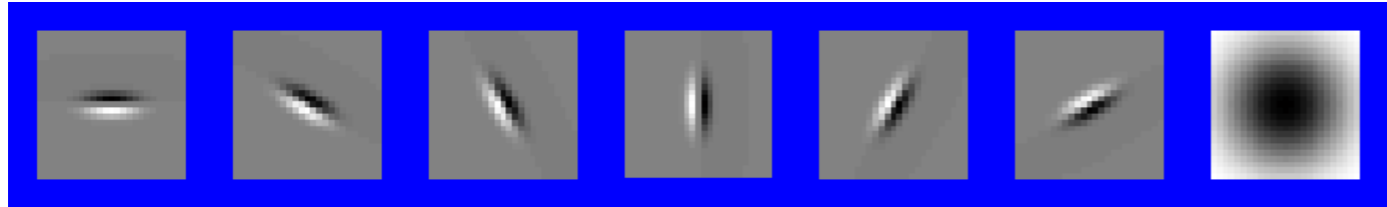


C

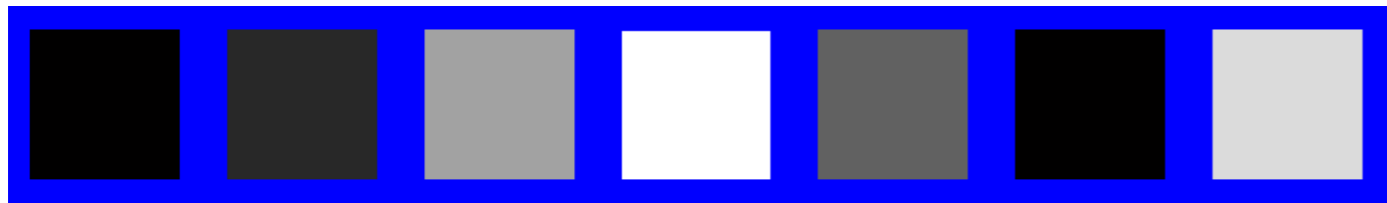


Associez les textures aux filtres

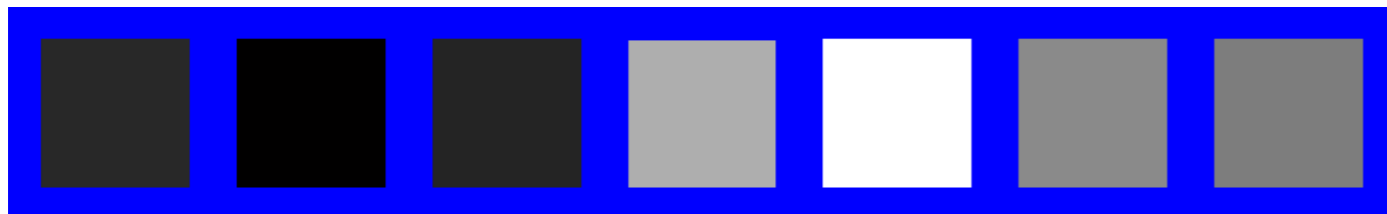
Filtres



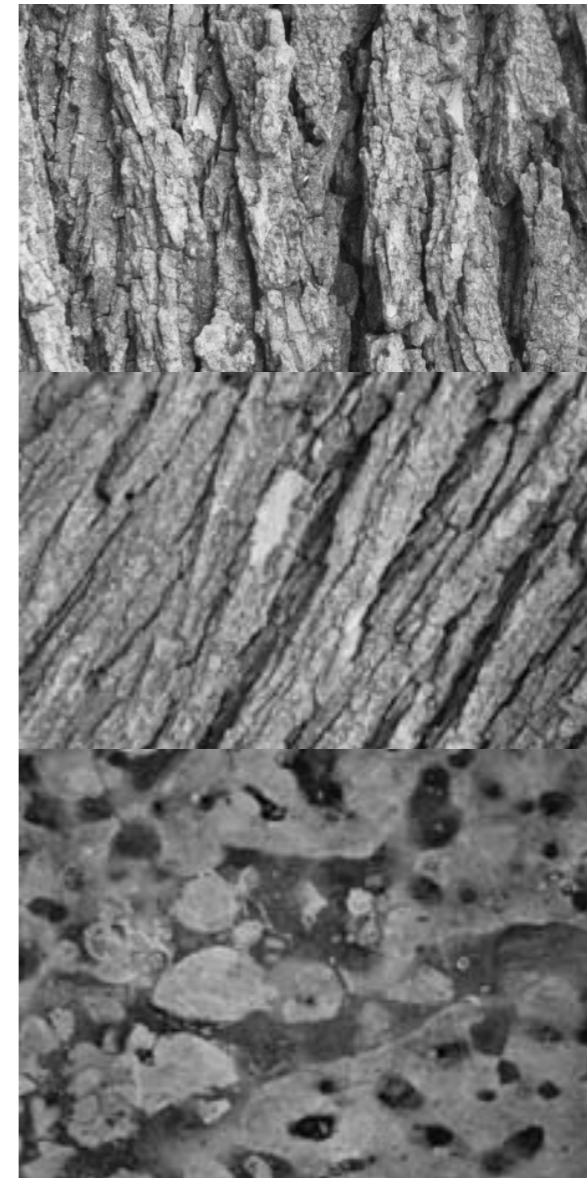
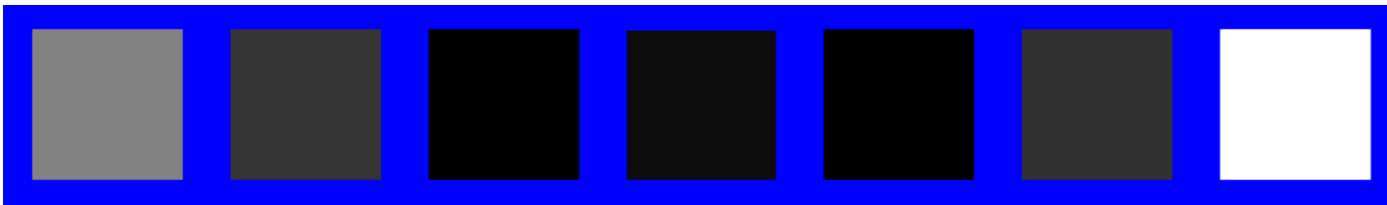
1



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



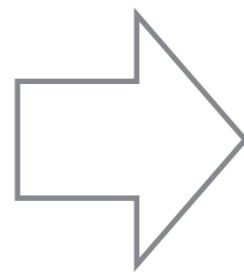
roches



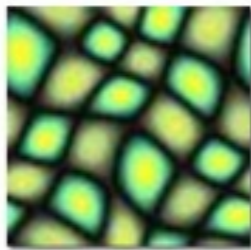
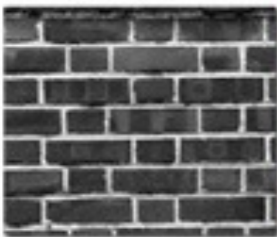
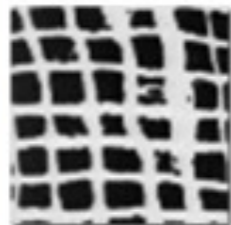
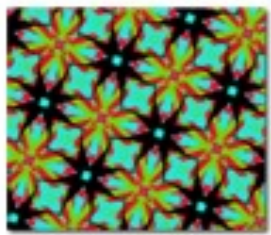
yogourt

Synthèse de textures

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



Le défi



Régulières

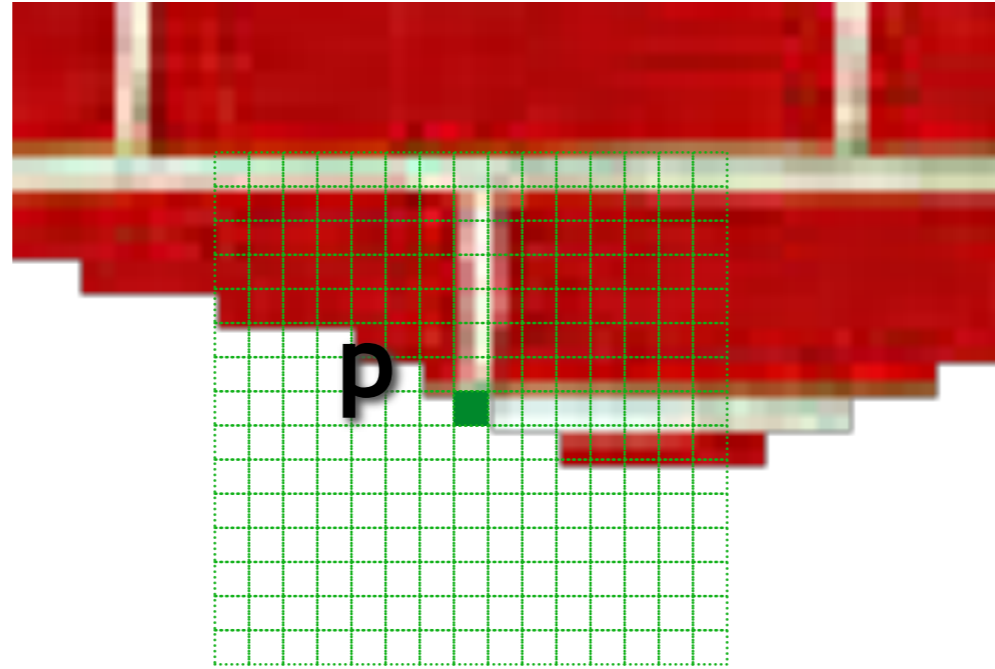
Quasi-régulières

Irrégulières

Quasi-stochastiques

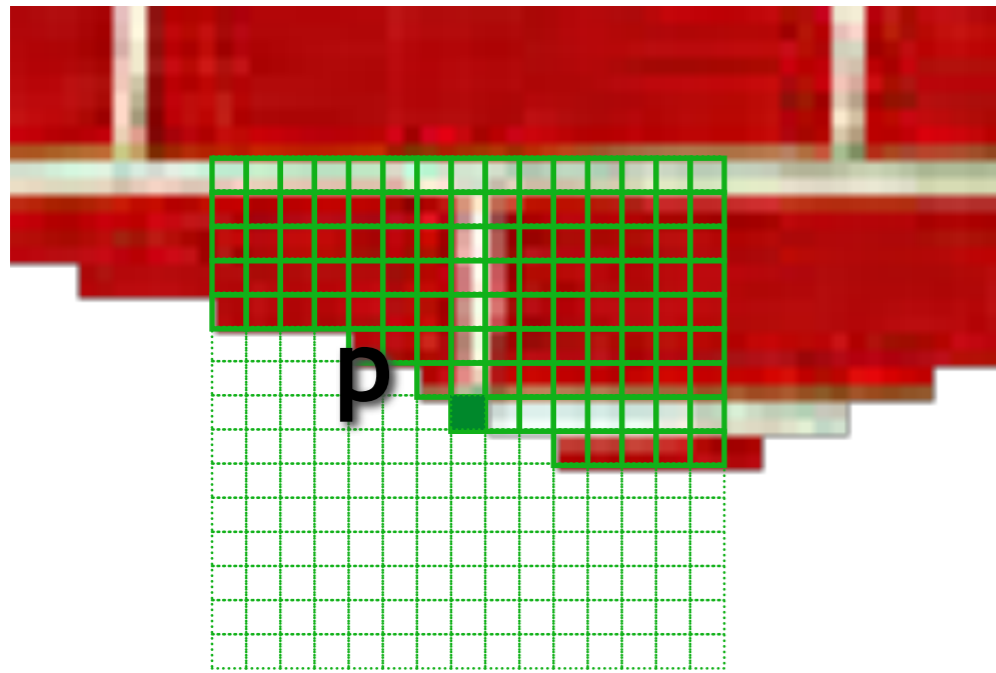
Stochastiques

Idée: échantillonner l'image



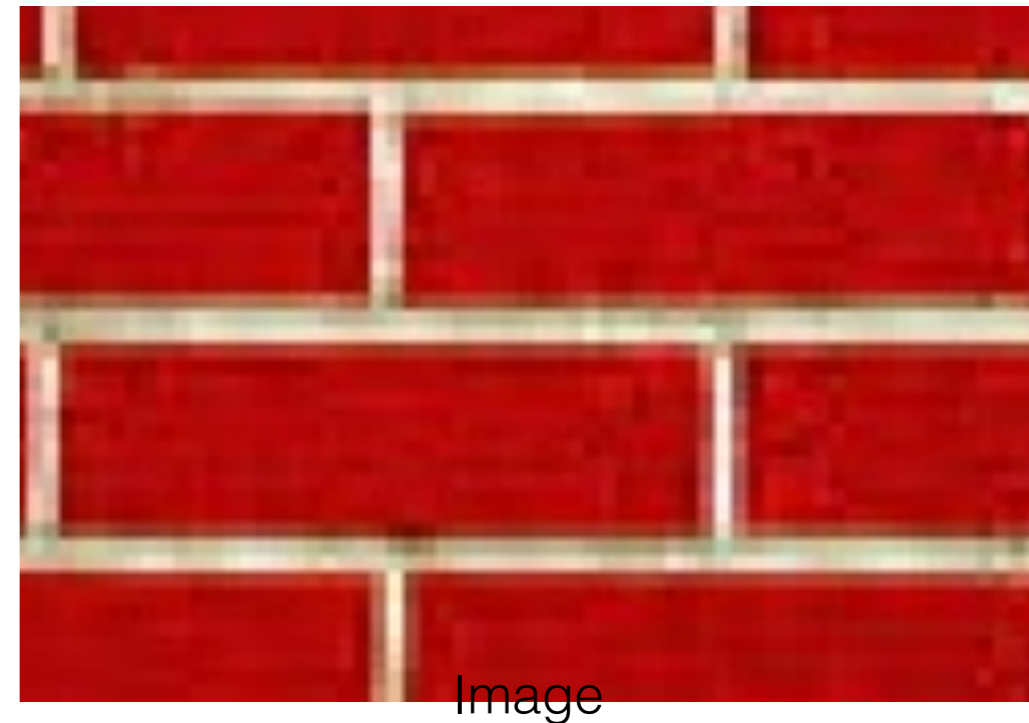
- Faisons l'hypothèse (Markovienne) que la valeur d'un pixel ne dépend que de celles de ses voisins
- Calculons la distribution de probabilité $P(p \mid N(p))$
- Trouvons la valeur qui maximise $P(p \mid N(p))$
- Est-ce que c'est possible?

Idée: échantillonner l'image



Synthétiser un pixel à la fois

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

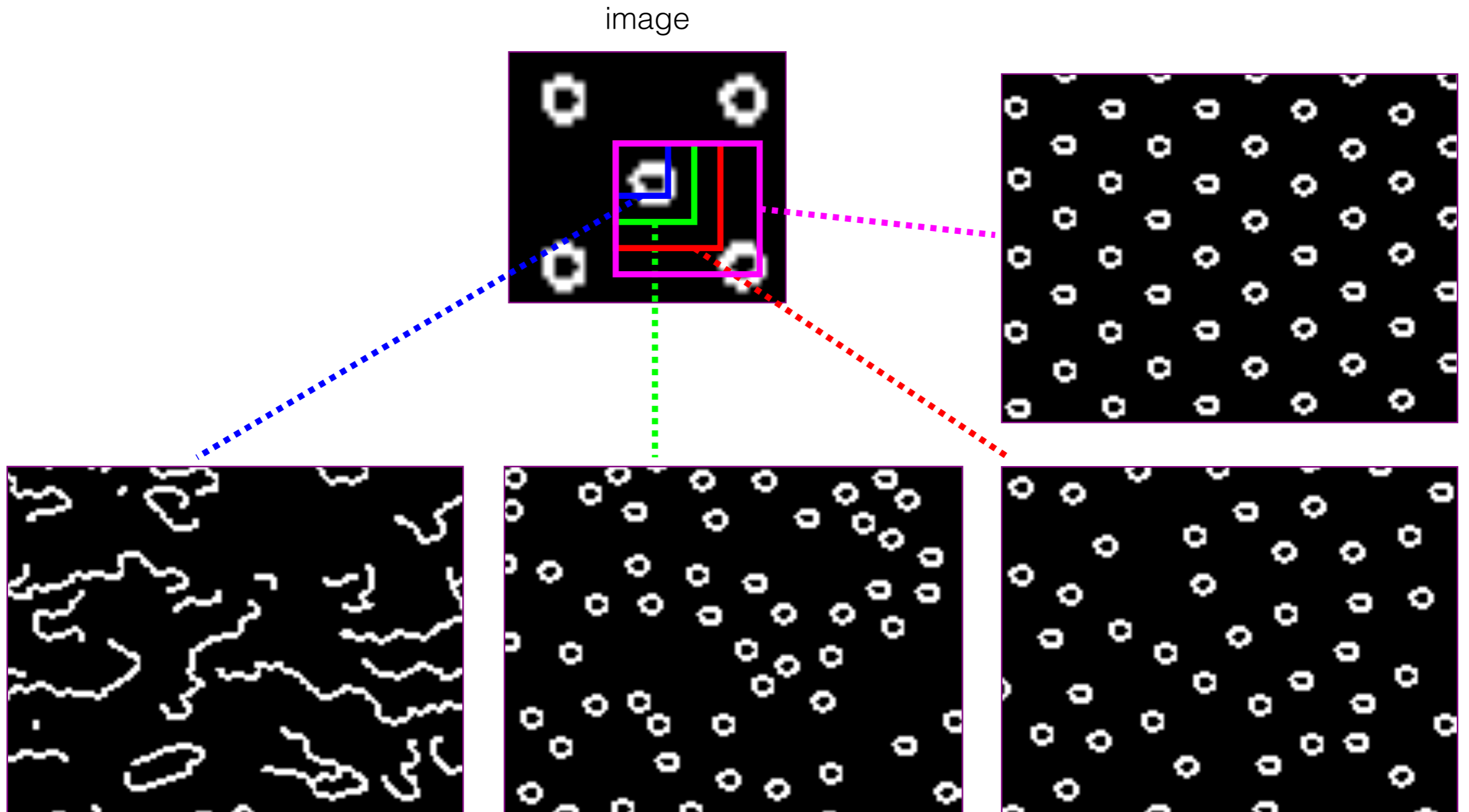
“I spent an interesting evening recently with a grain of salt.”

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

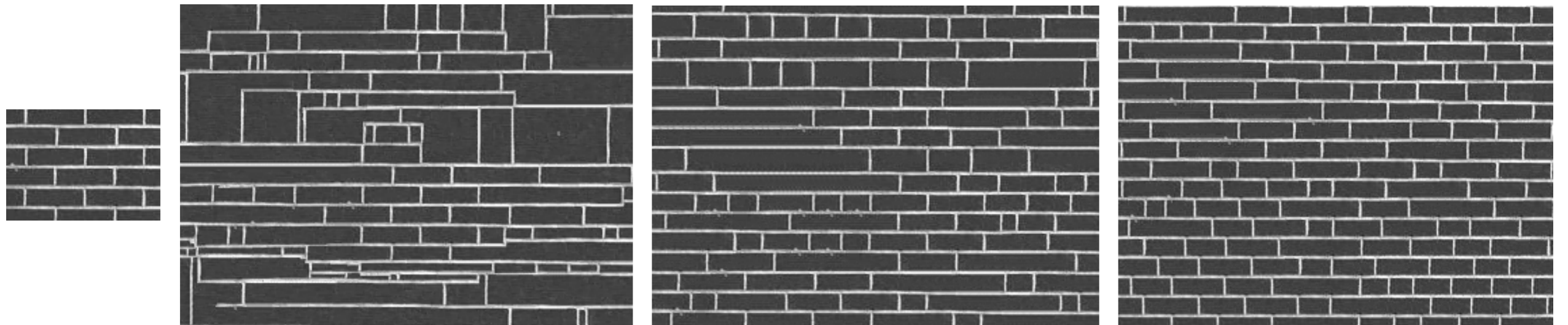
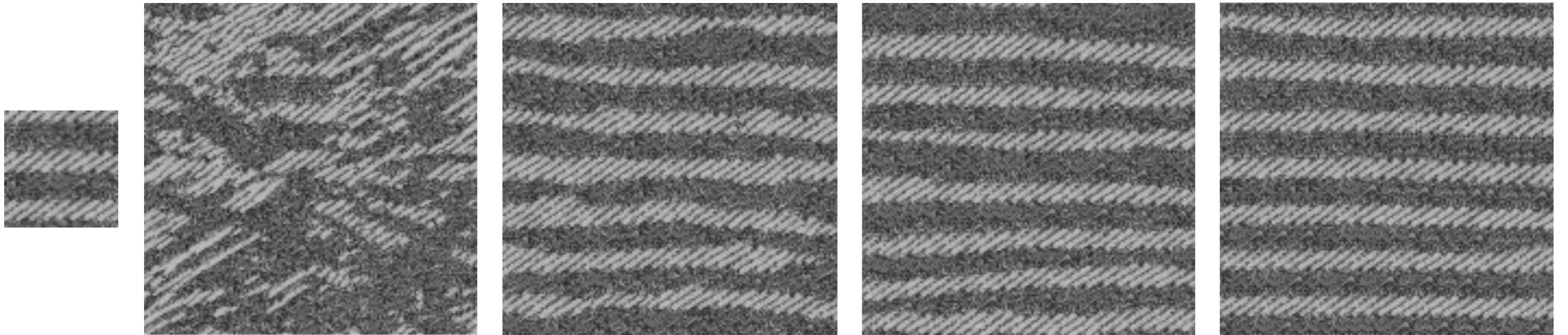
Détails

- 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

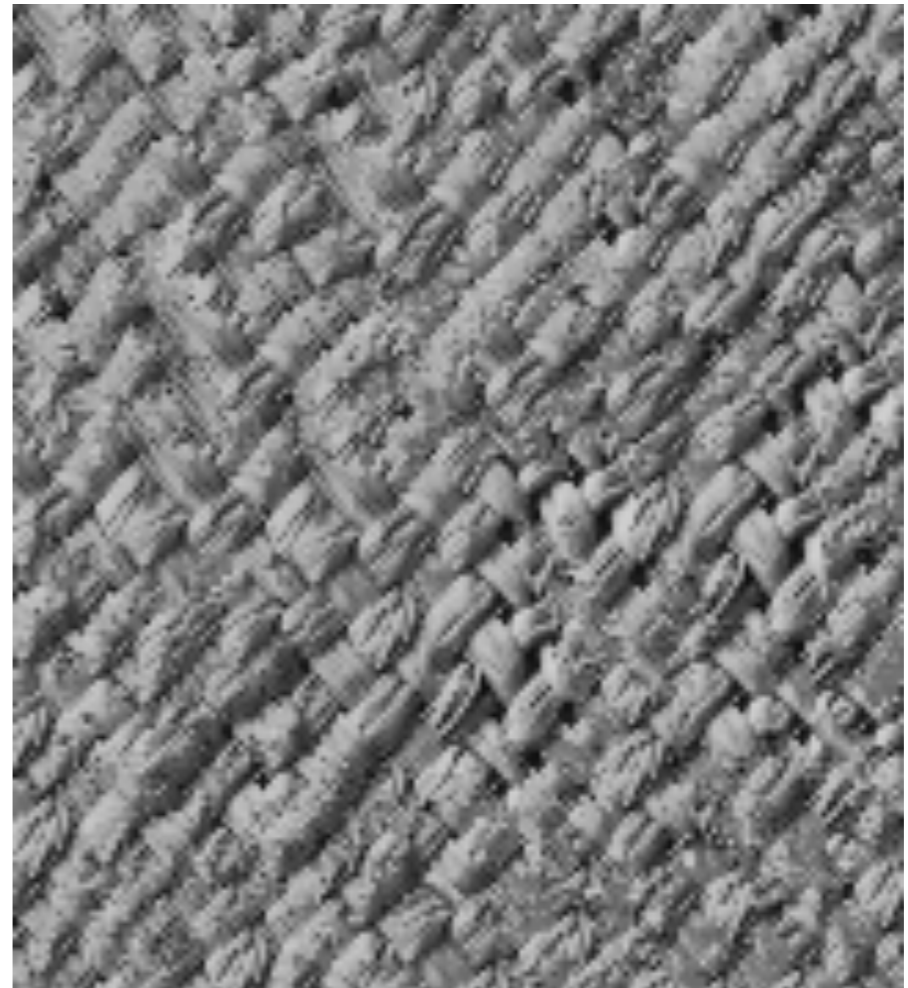
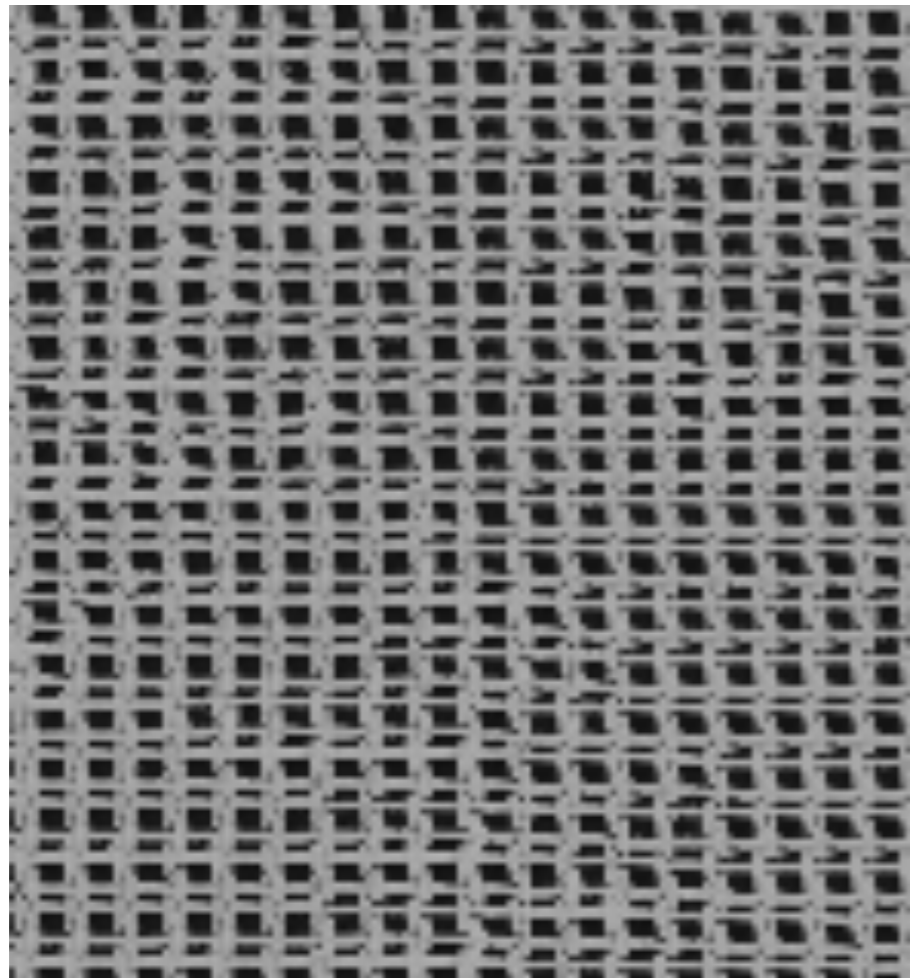
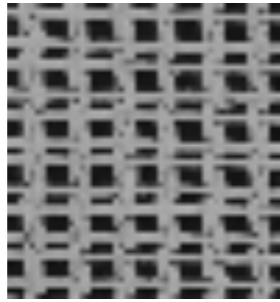


→
Taille

Algorithme

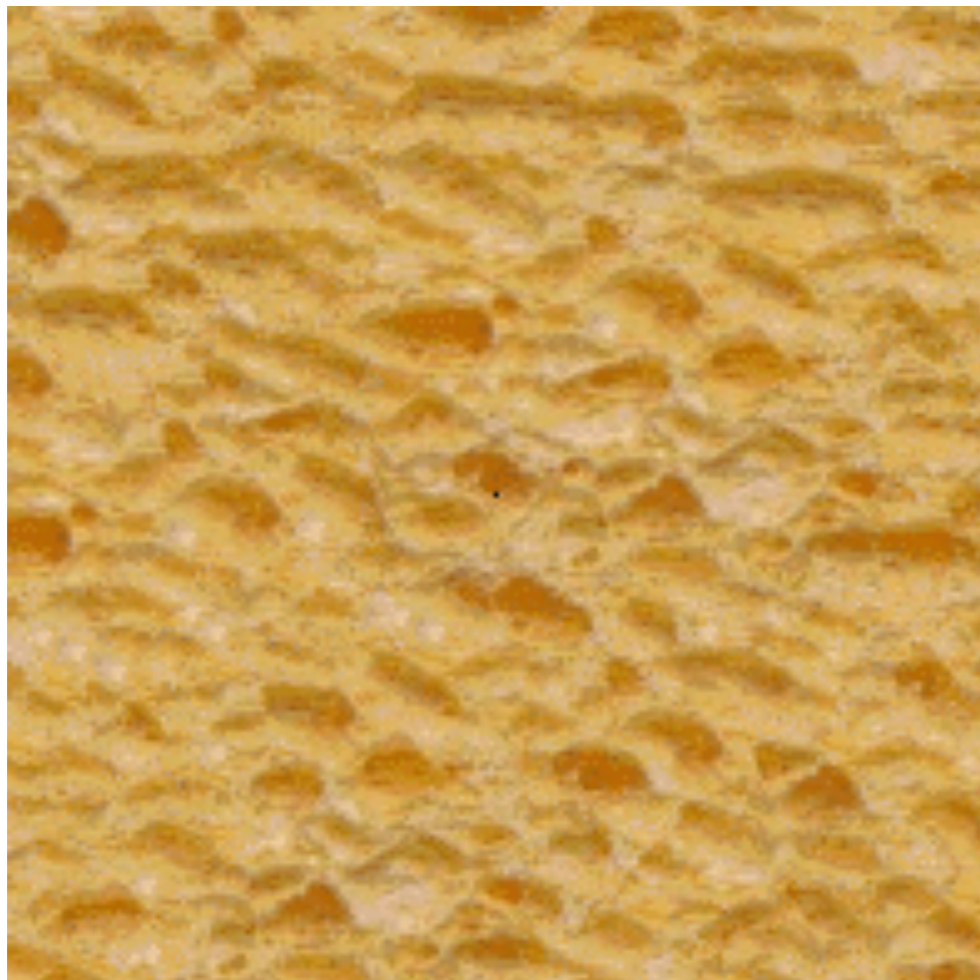
- Tant que l'image n'est pas remplie:
 - Trouver le pixel inconnu qui a le plus de voisins;
 - Trouver les N pixels dans l'image original dont le voisinage est le plus similaire à celui du pixel inconnu
 - Somme des différences au carré, pondérée par gaussienne
 - Sélectionner aléatoirement parmi les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

Résultats

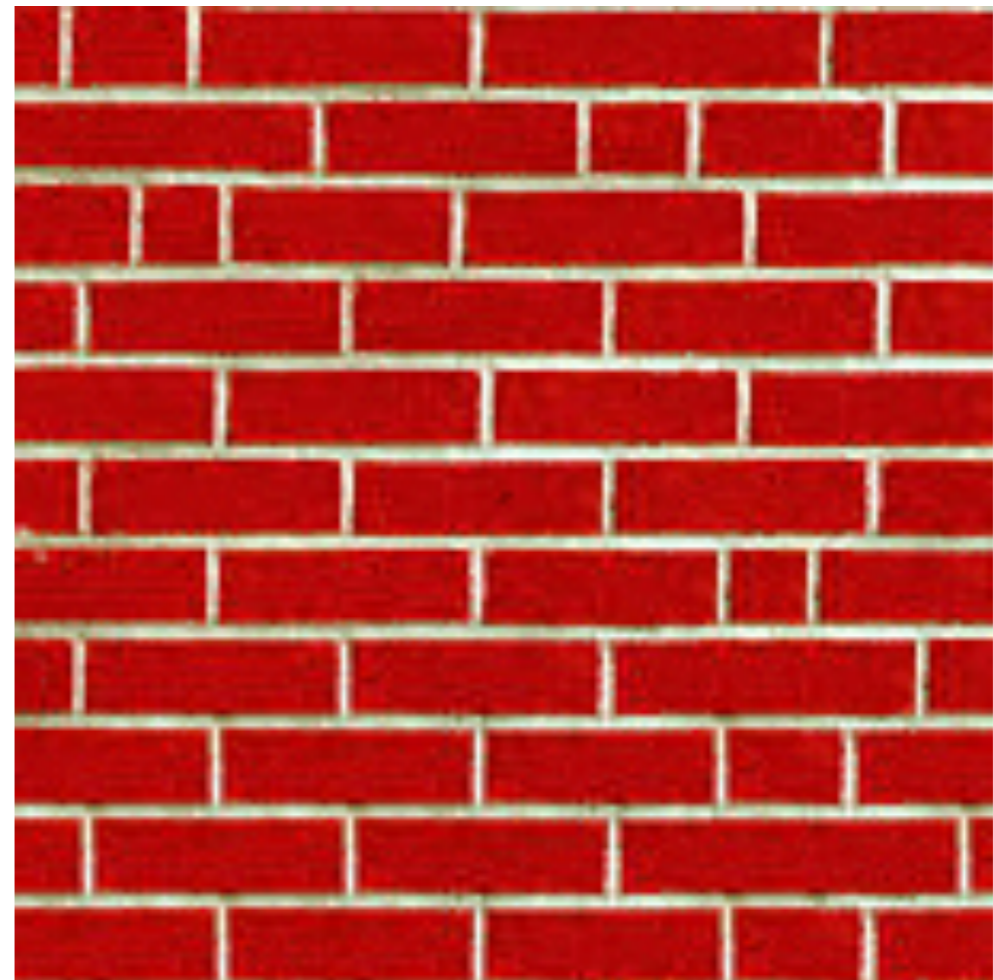


Résultats

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

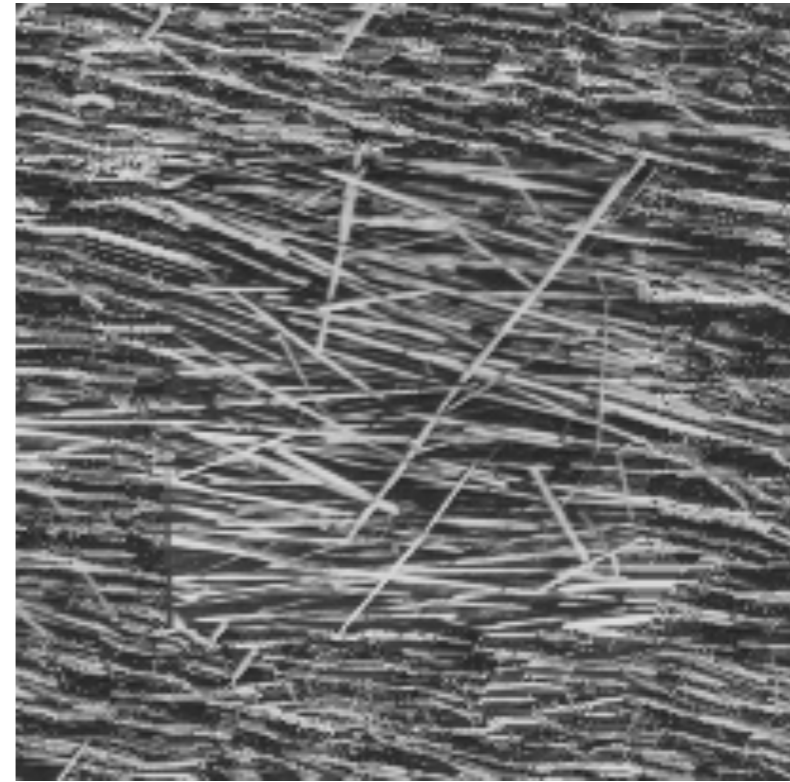
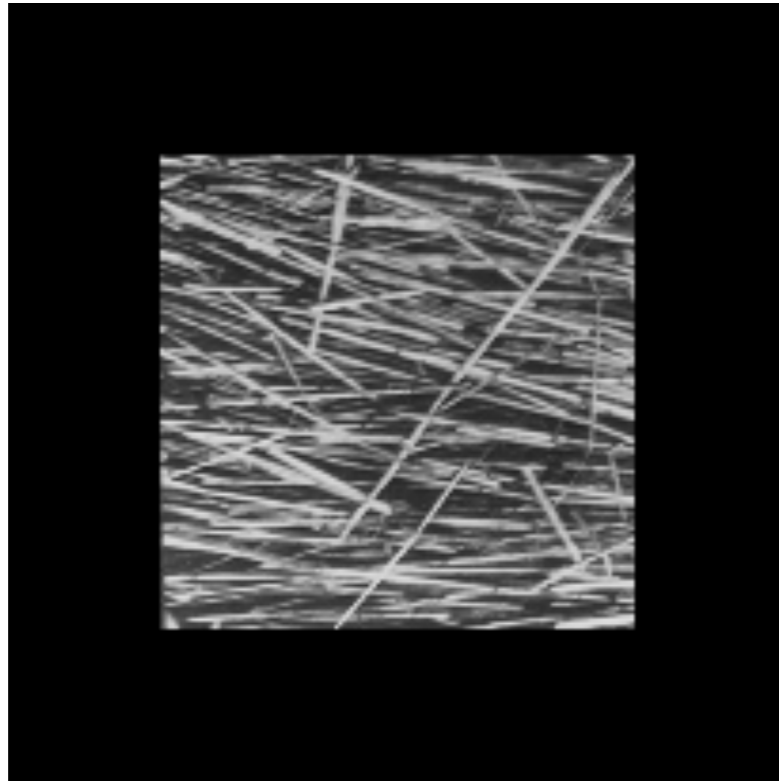


thaim. them . "Whnephartfe lartifelintomimen
el ck Clirtioout omaim thartfelins.f out s anetc
the ry onst wartfe lck Gephtoomimeationl sigab
Chiooufit Clinut Cll riff on. hat's yo'dn, parut tly
ons yoontonsteht waked, paim t sahe loo riff on l
nskoneploourtfeas leil A nst Clit, "Wheontongal s
k Cirtioouirtfepe ong pne abegal fartfenstemem
tiensteneltorydt telemephminsverdt was agemer
ff ons artientont Cling peme as rtfte atih, "Boui s
nal s fartfelt sig pedr thdt ske abounutie aboutioo
stfaonewas you abon thardt 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.emungait tfoun
The loocrysta loontieph. Intly on, theoplegatick C
rul fatiezontly atie Diontiomt wal s f tbegeae ener
mthahgat's enenhhmas fan. "intchthorv ahons w

Remplissons les trous



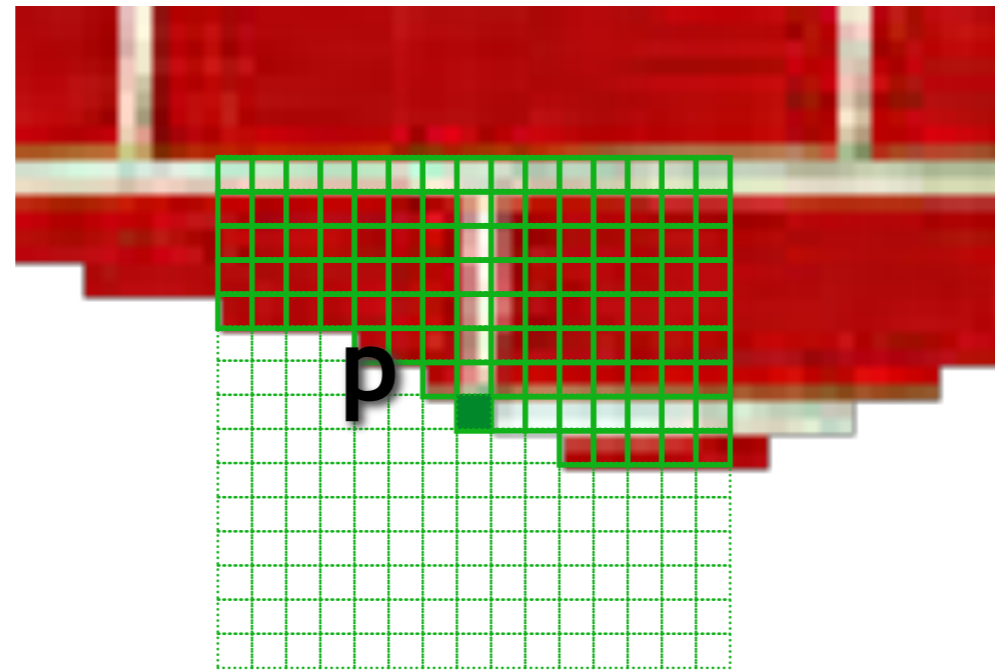
Extrapolation



Résumé

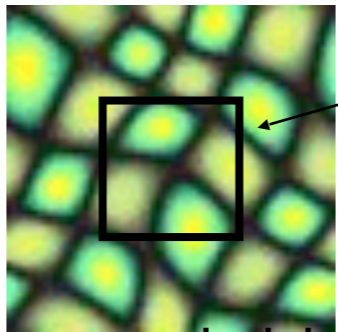
- La synthèse de texture selon “Efros & Leung”
 - Simple
 - Résultats surprenants
 - ... mais extrêêêêêêément lent!

Faire de la courtepointe: “Image Quilting”



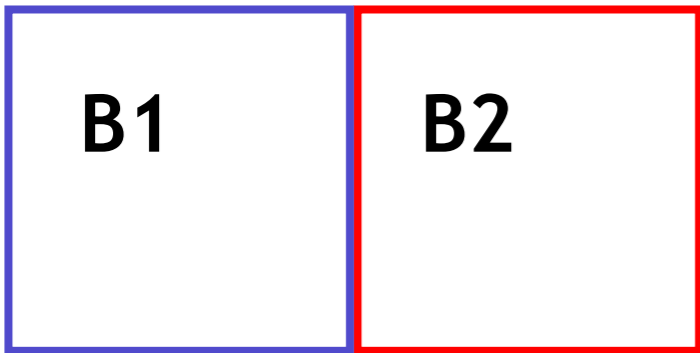
Synthétiser un pixel à la fois

- 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

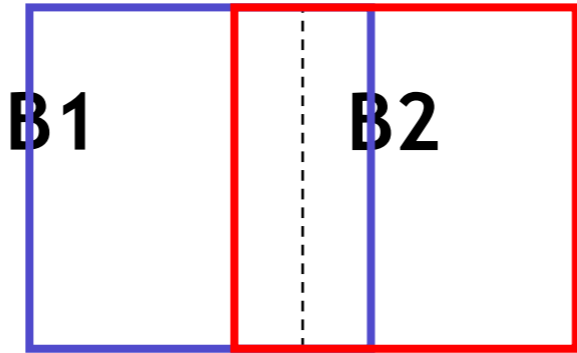


bloc

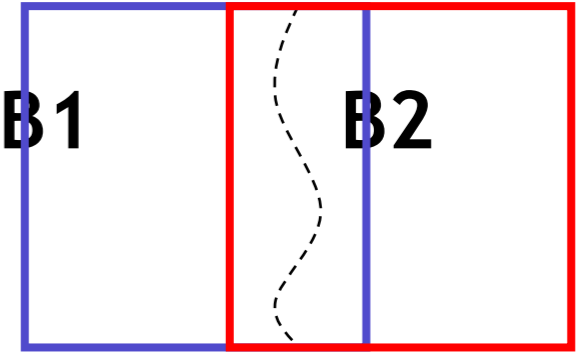
Texture initiale



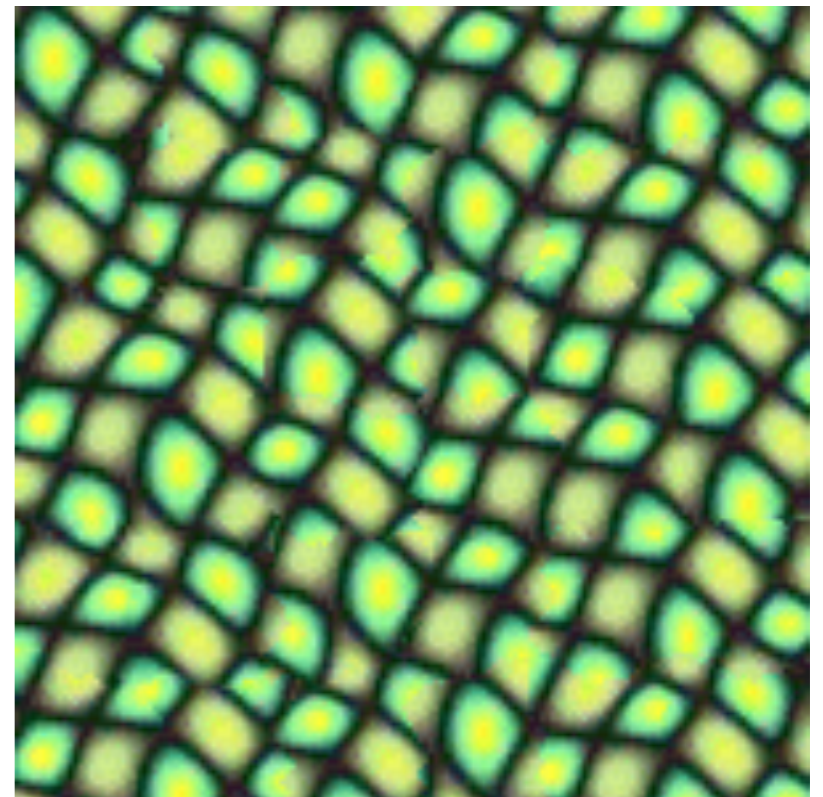
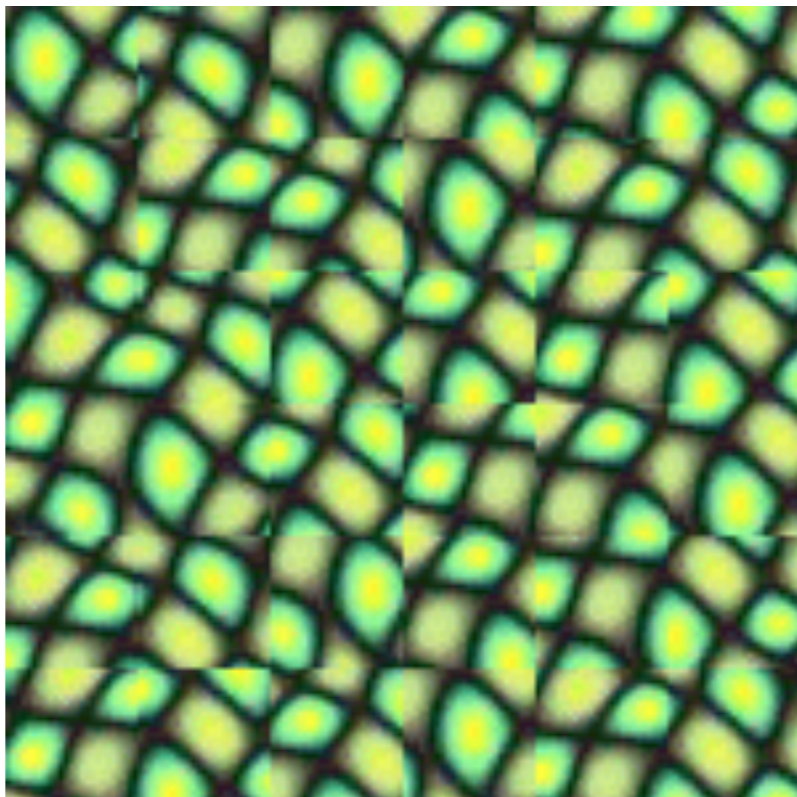
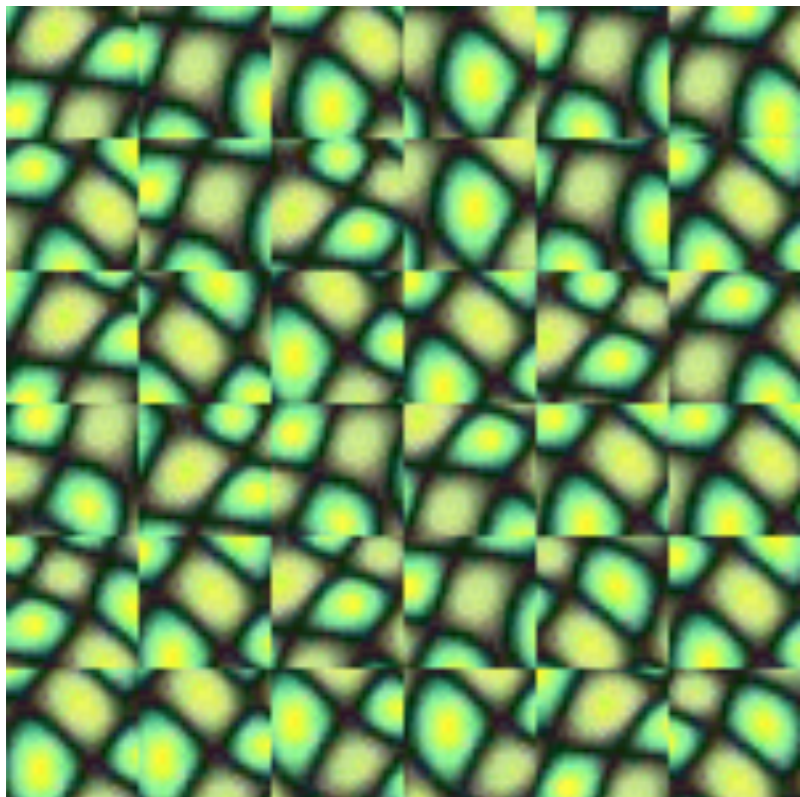
Placement des blocs aléatoire



Blocs voisins se chevauchent



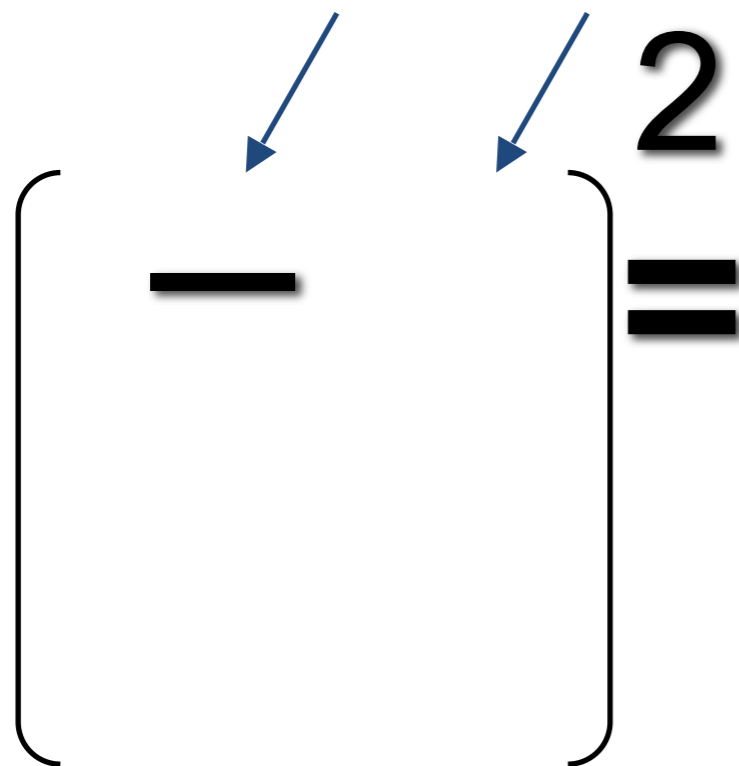
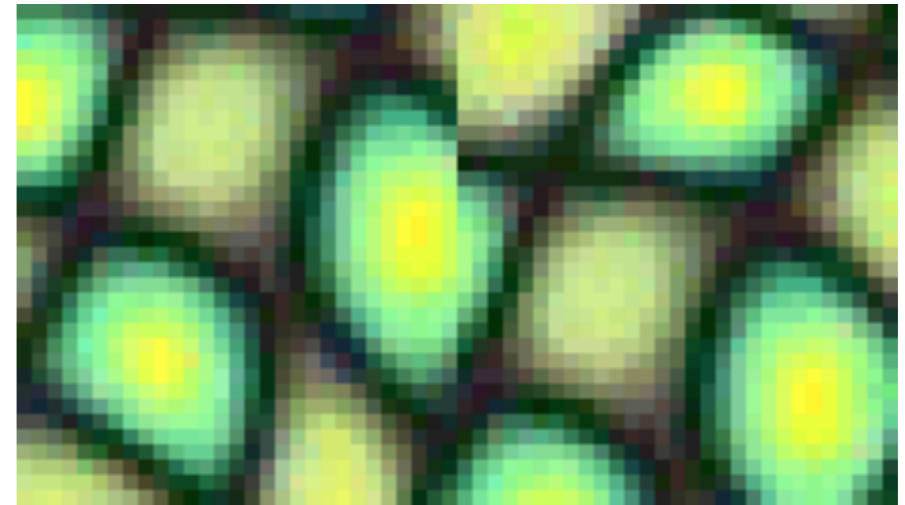
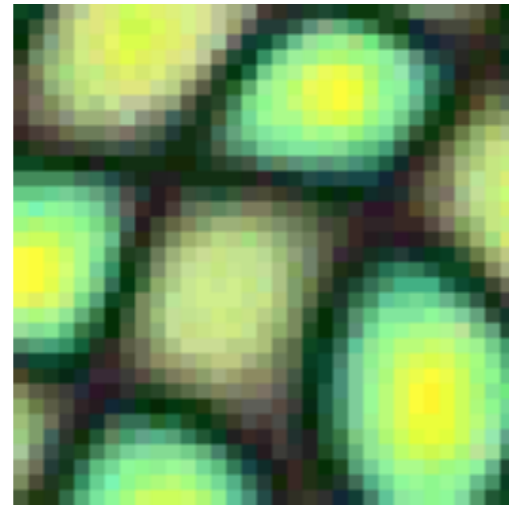
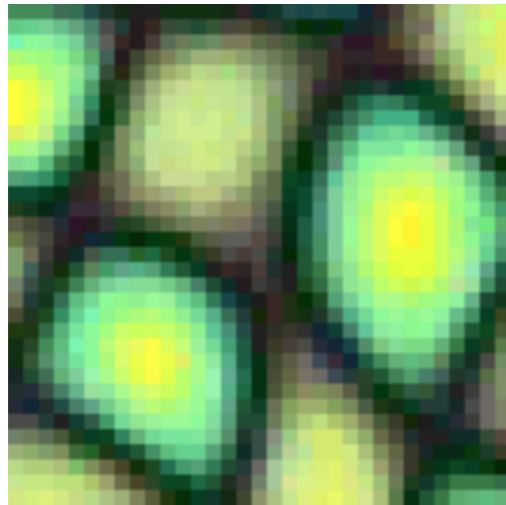
Coupure minimisant les discontinuités



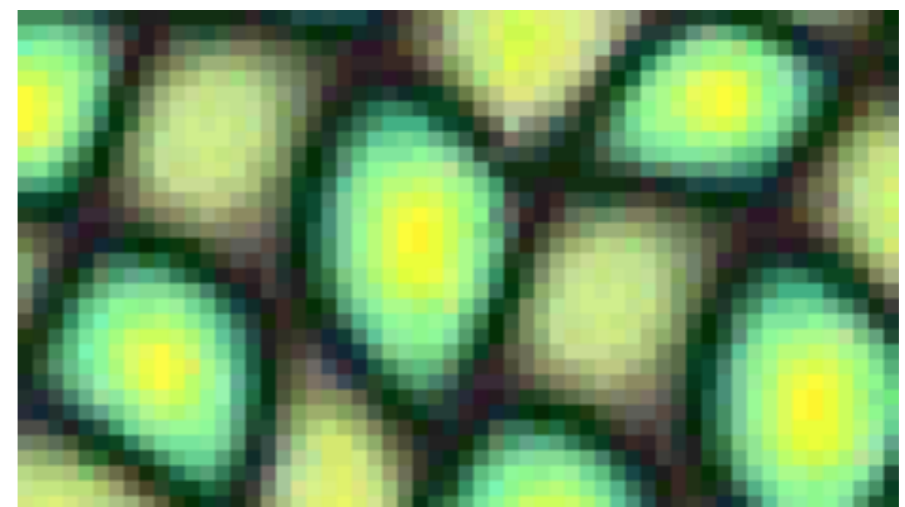
Coupure minimisant les discontinuités

blocs se chevauchant

discontinuité verticale



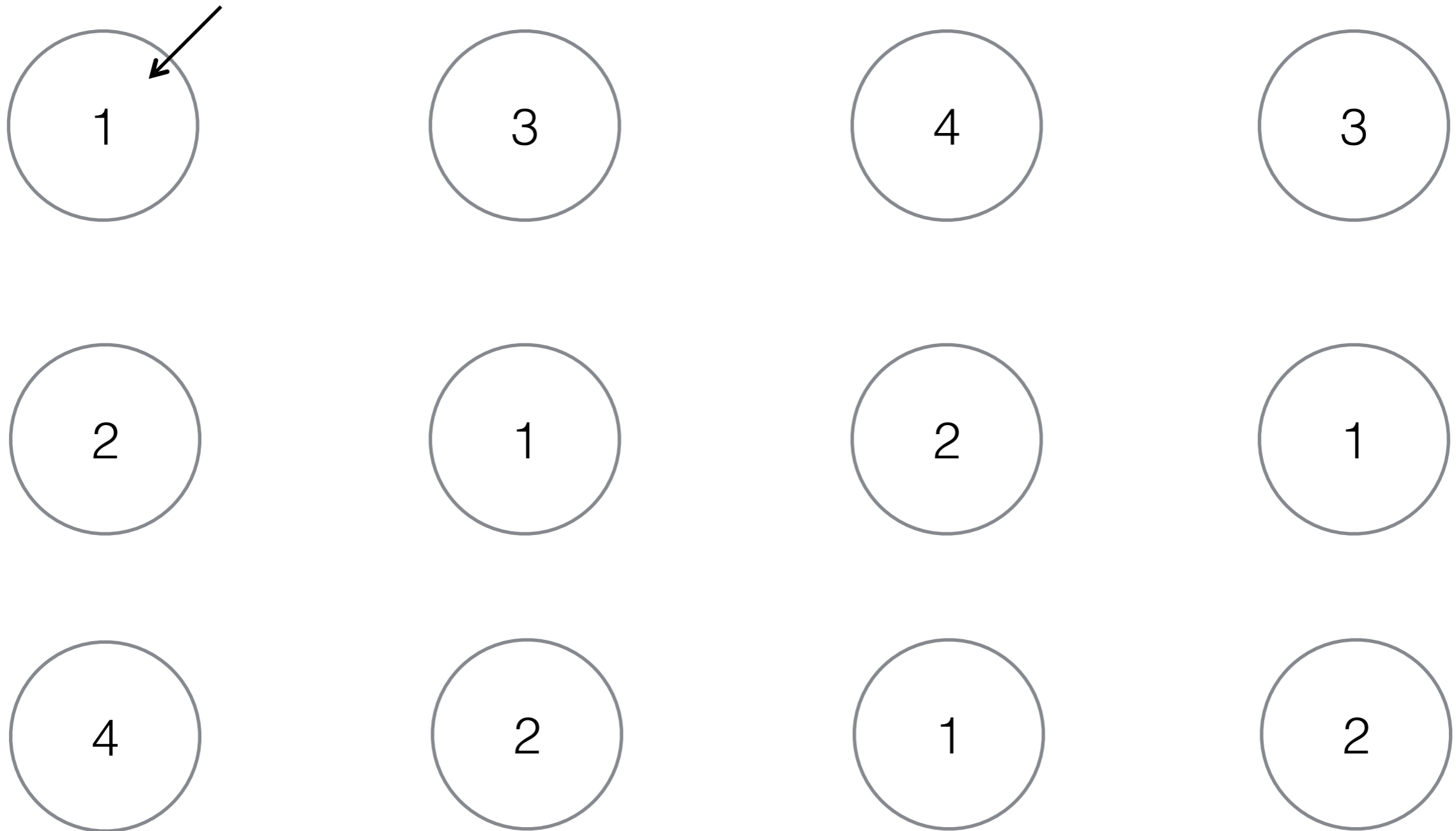
erreur de
chevauchement



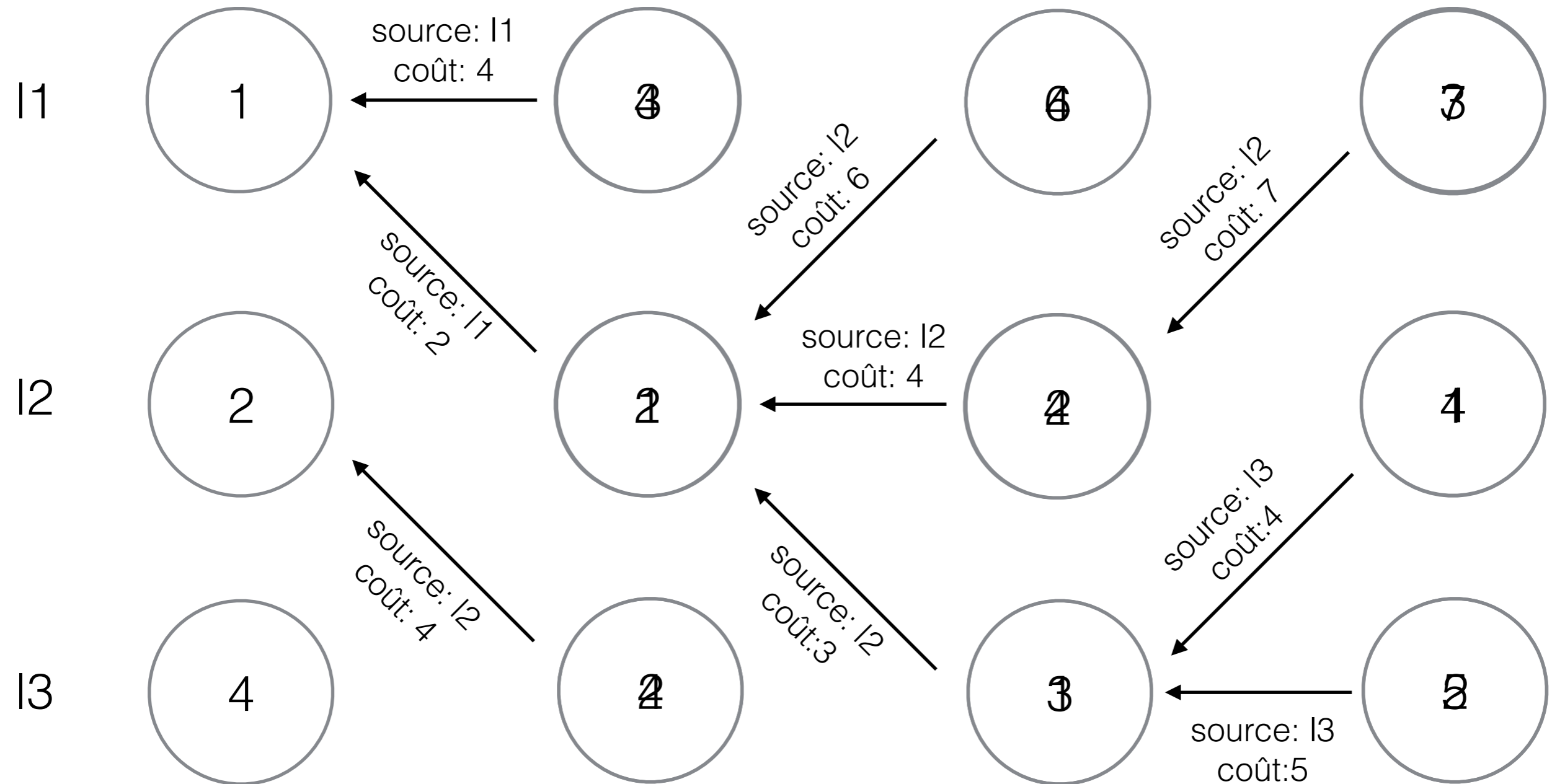
erreur minimale

Trouver le chemin au coût minimum

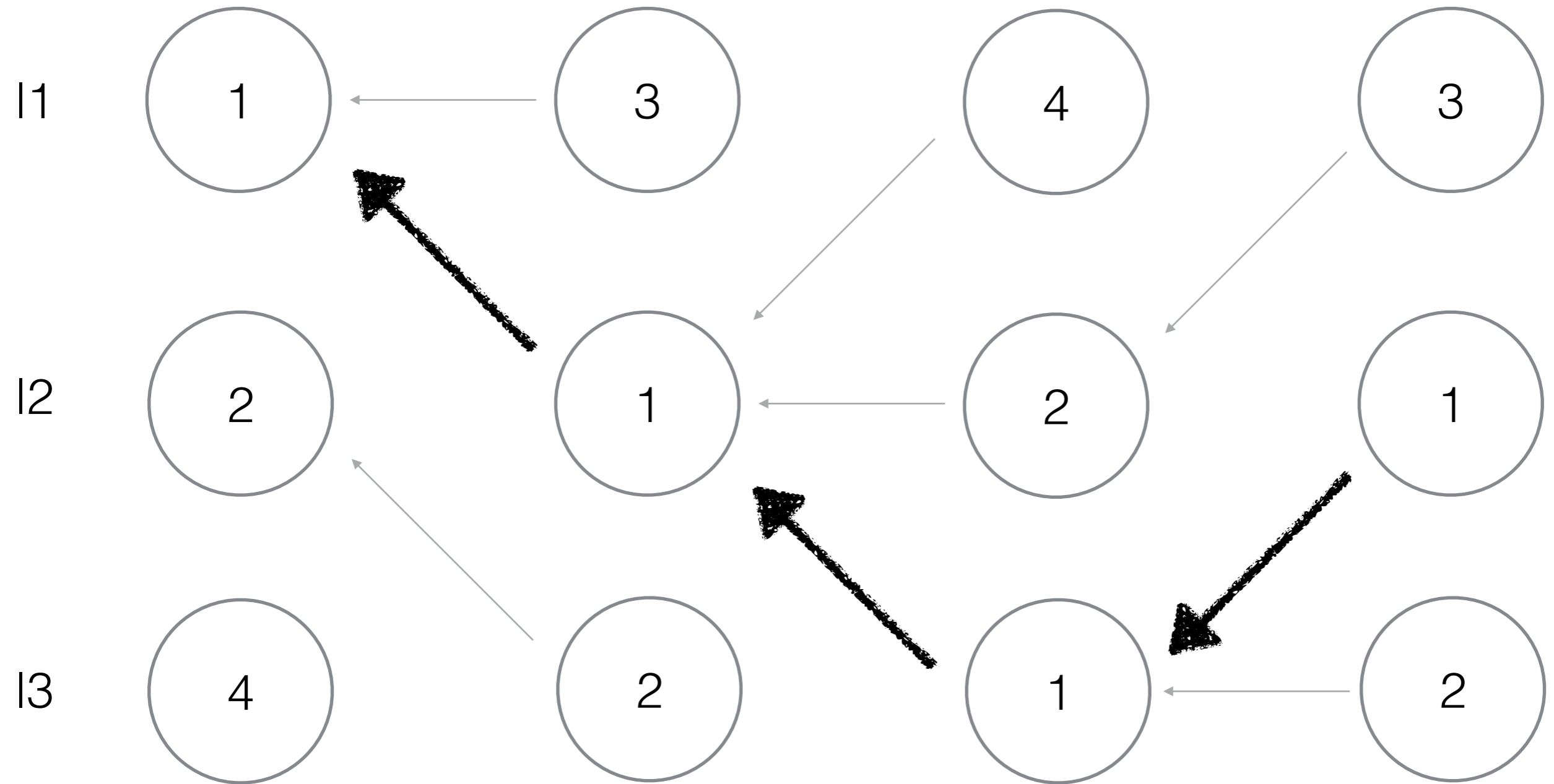
Coût de passer par ce pixel



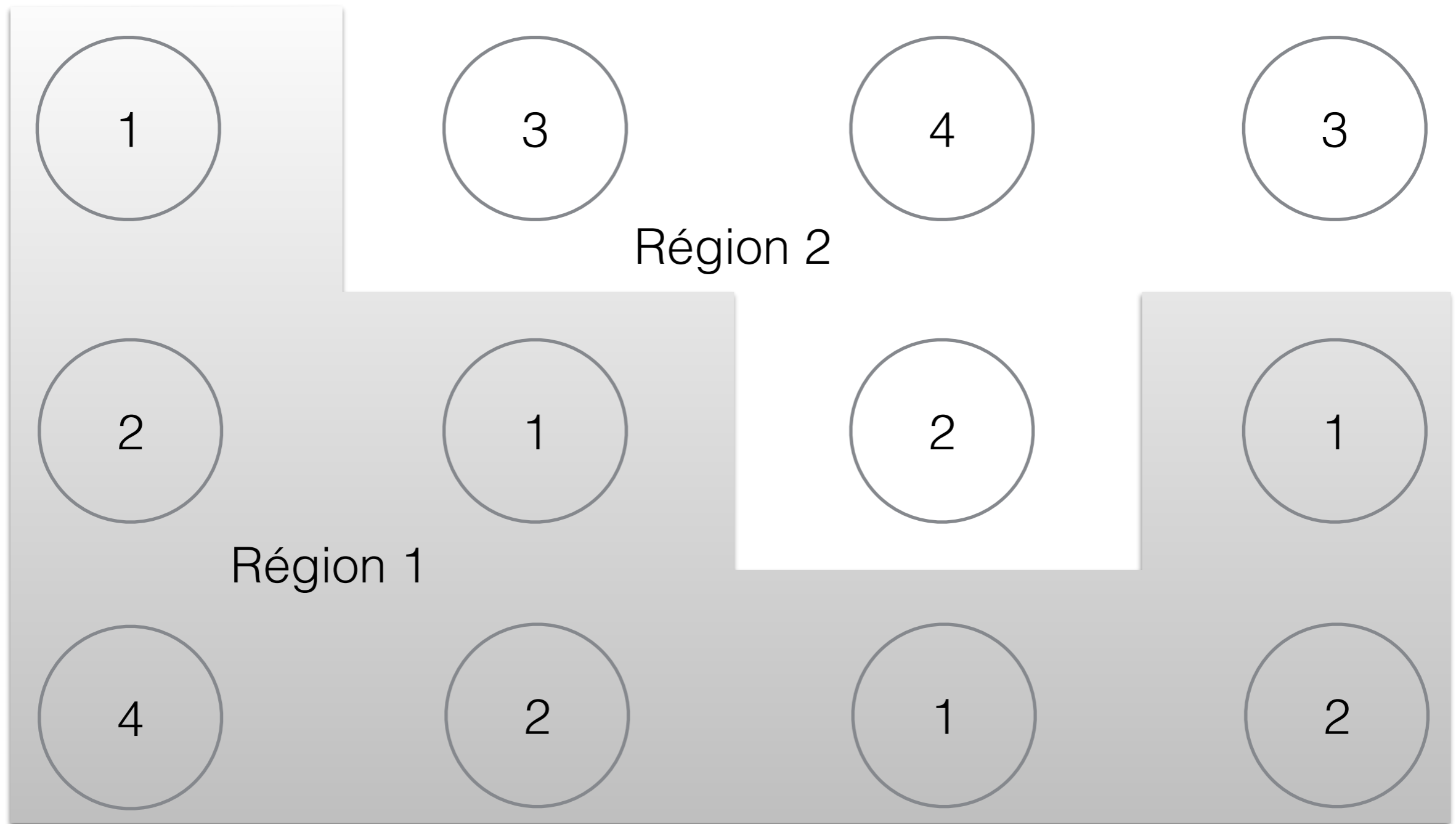
Trouver le chemin au coût minimum

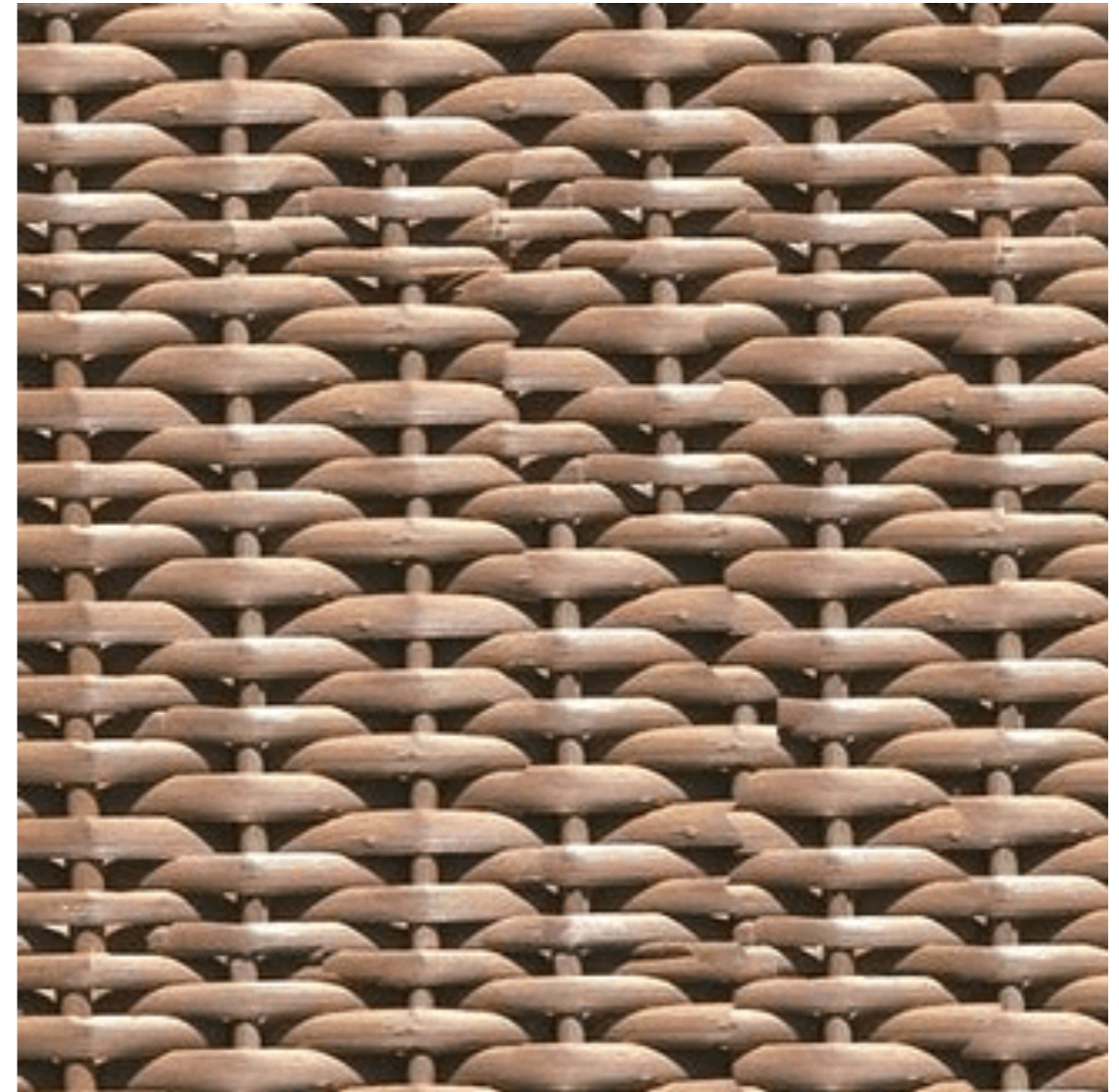
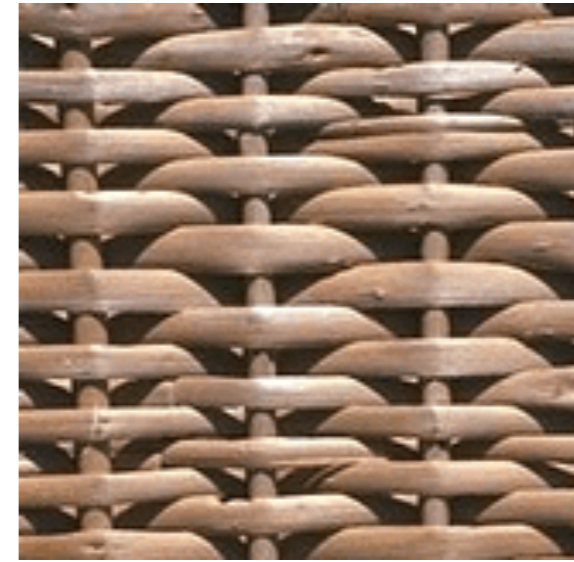


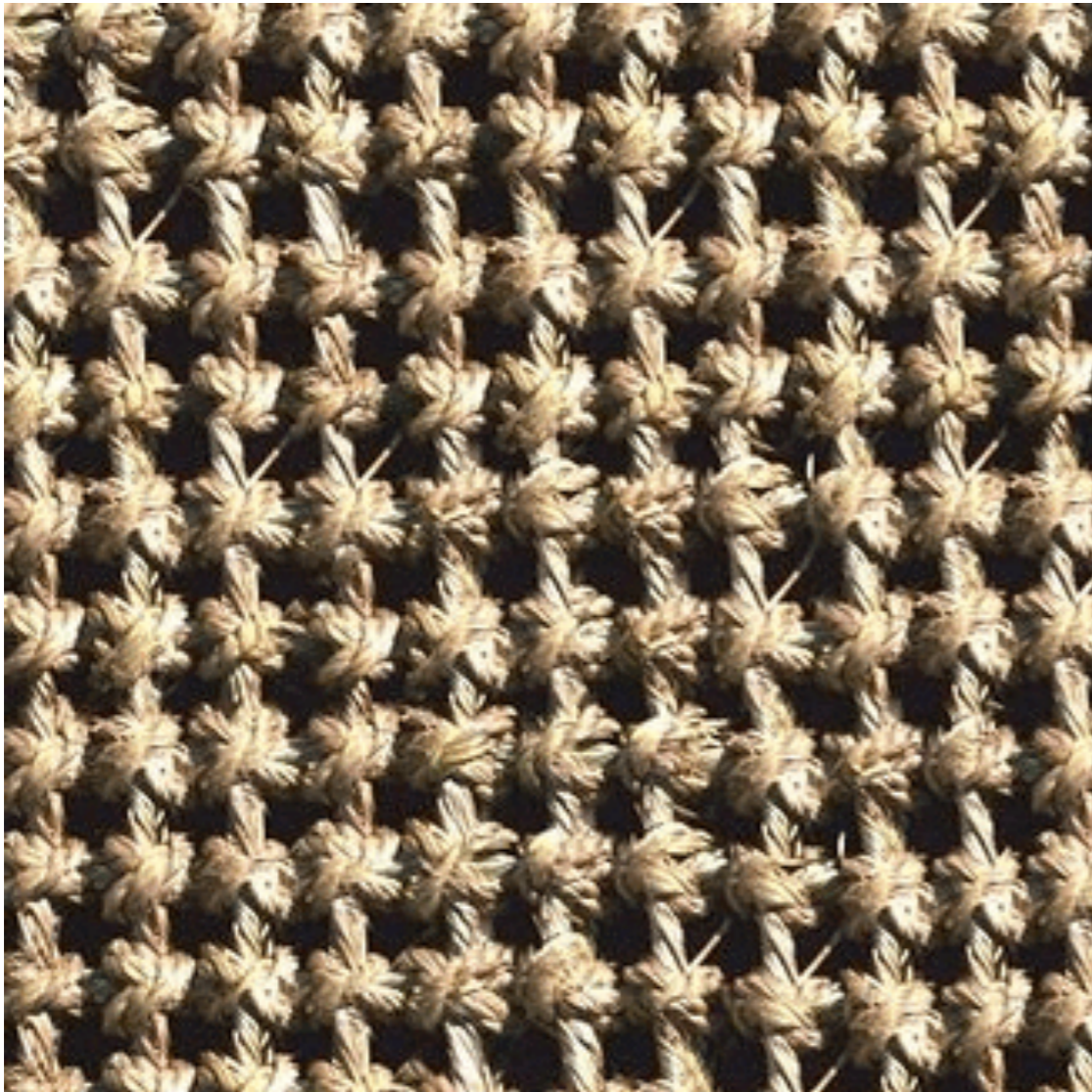
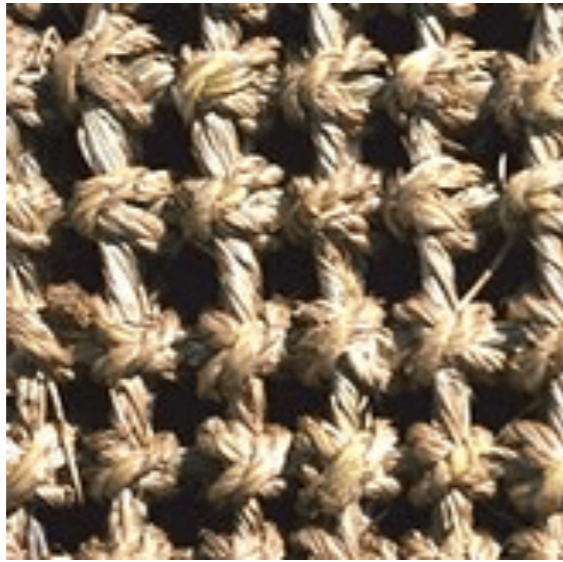
Trouver le chemin au coût minimum

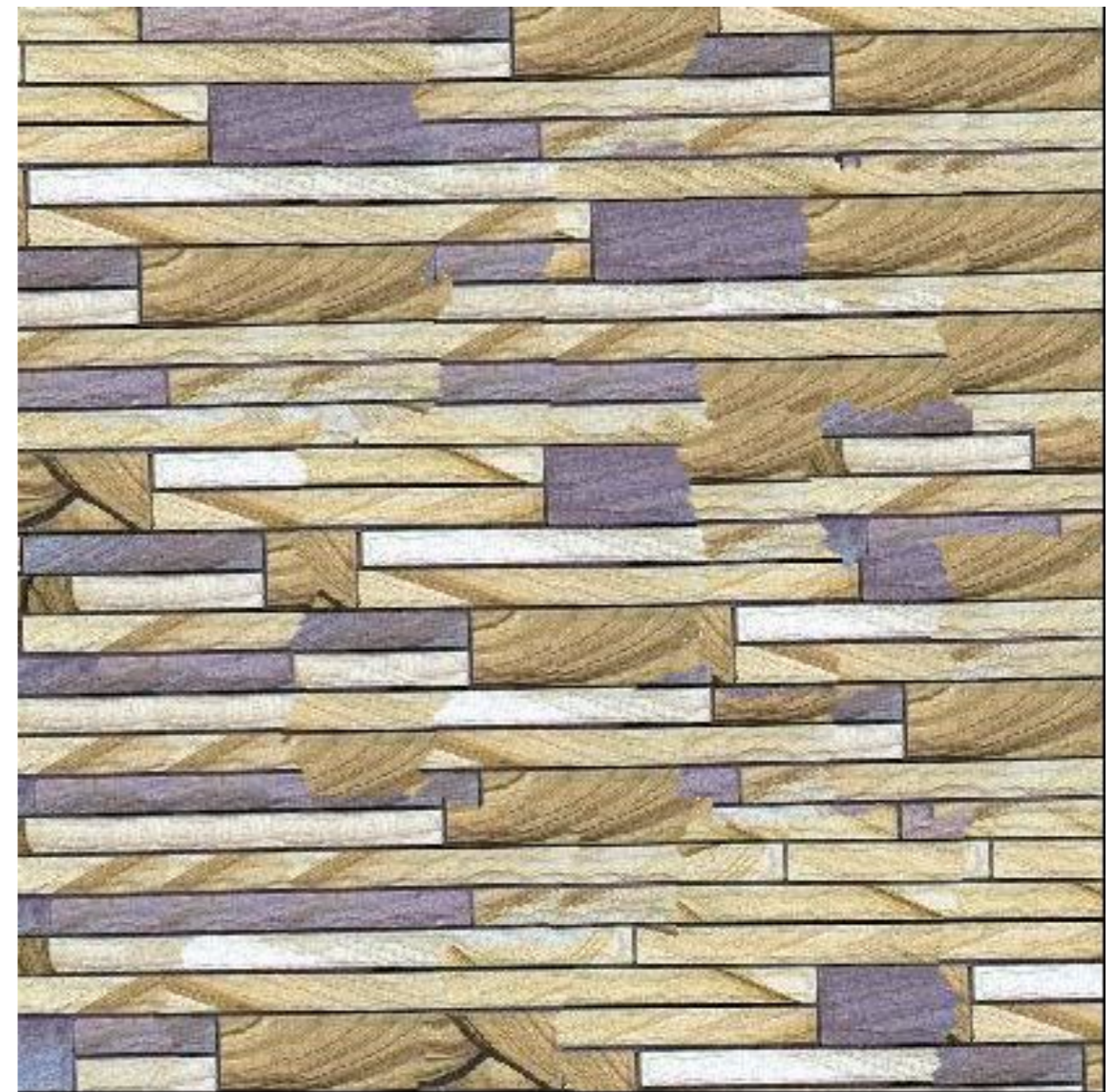


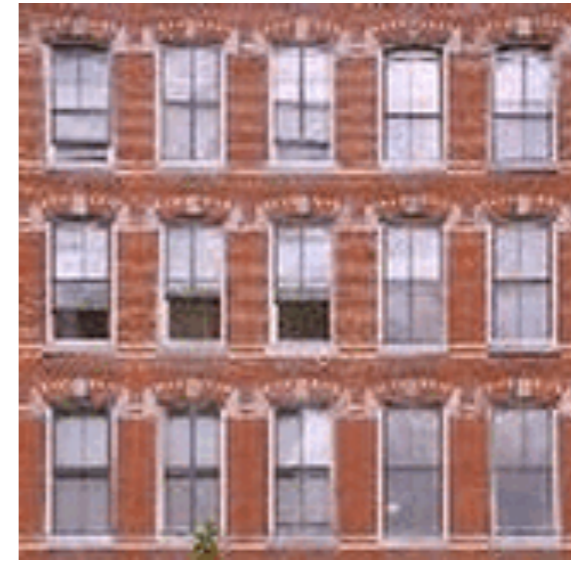
Trouver le chemin au coût minimum



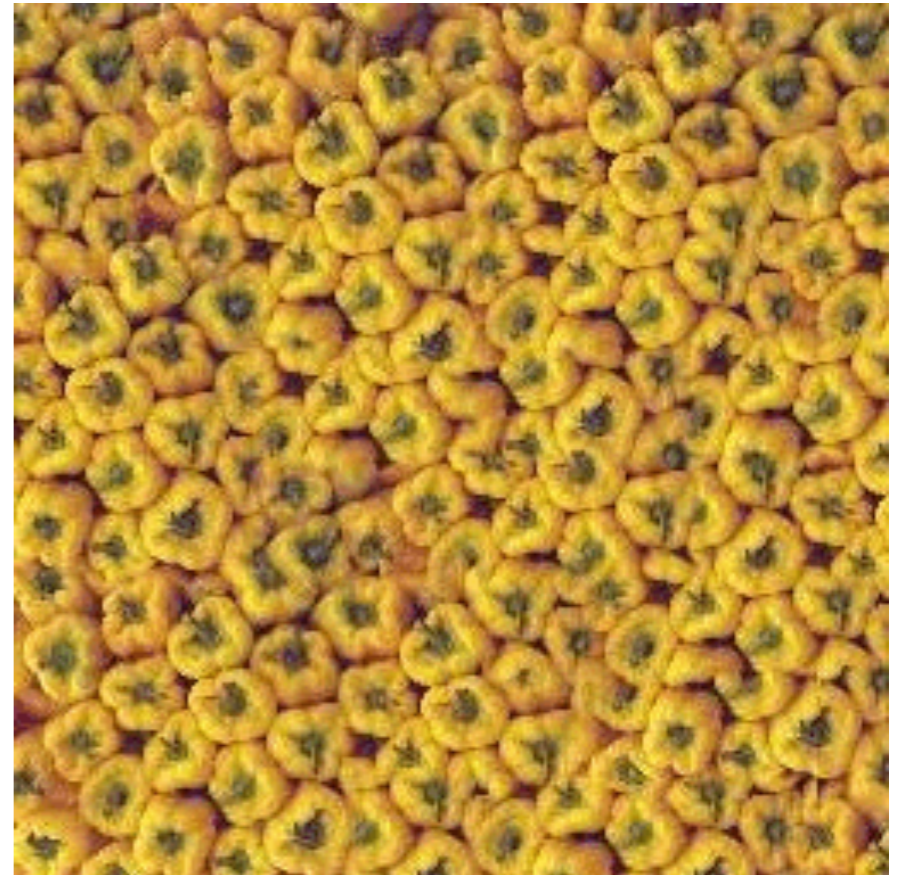
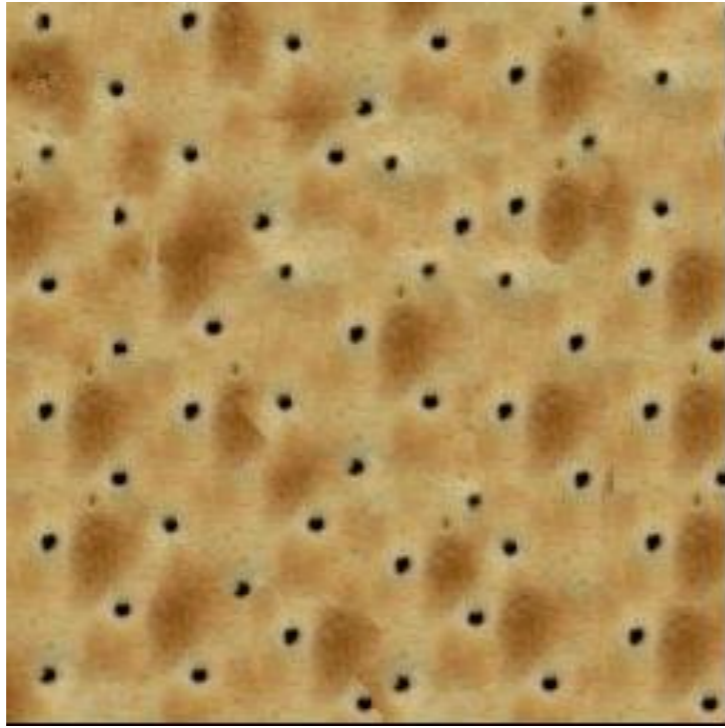
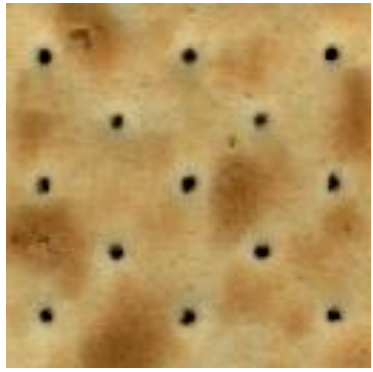








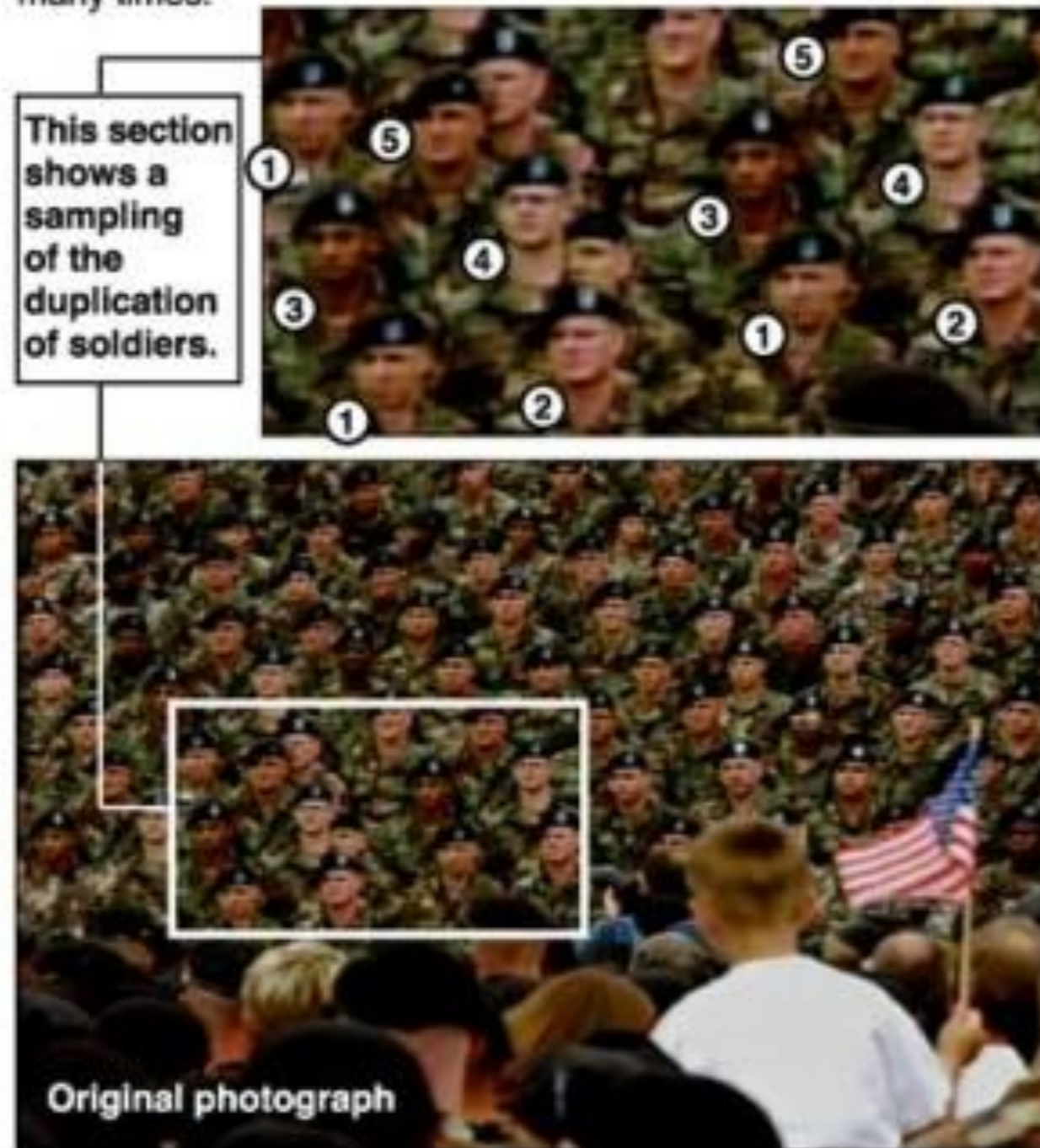




Synthèse de texture politique!

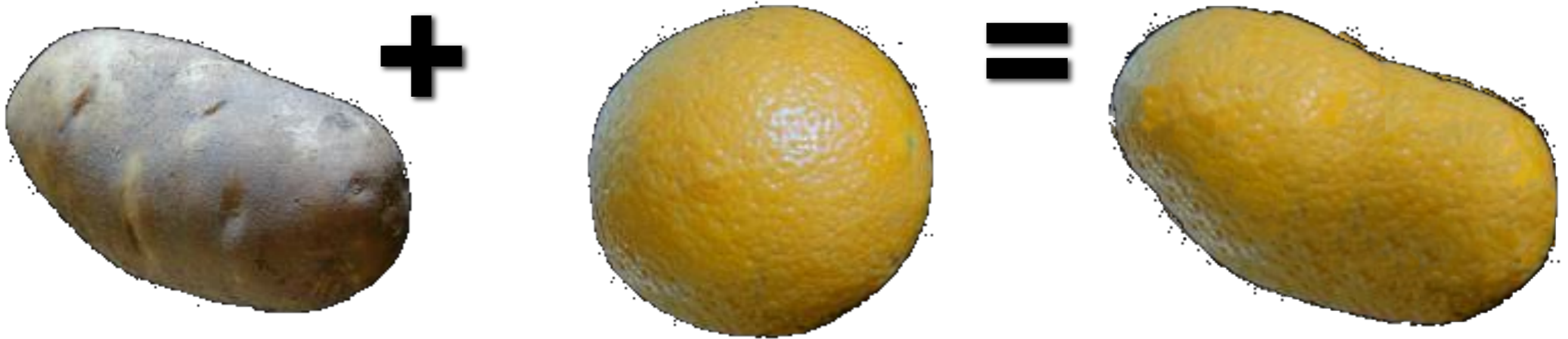
Bush campaign digitally altered TV ad

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



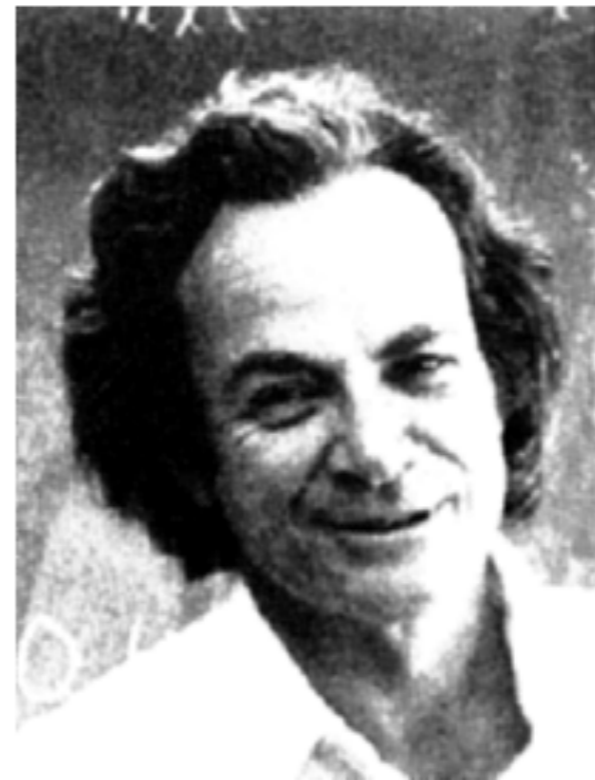
Transfert de textures

- 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

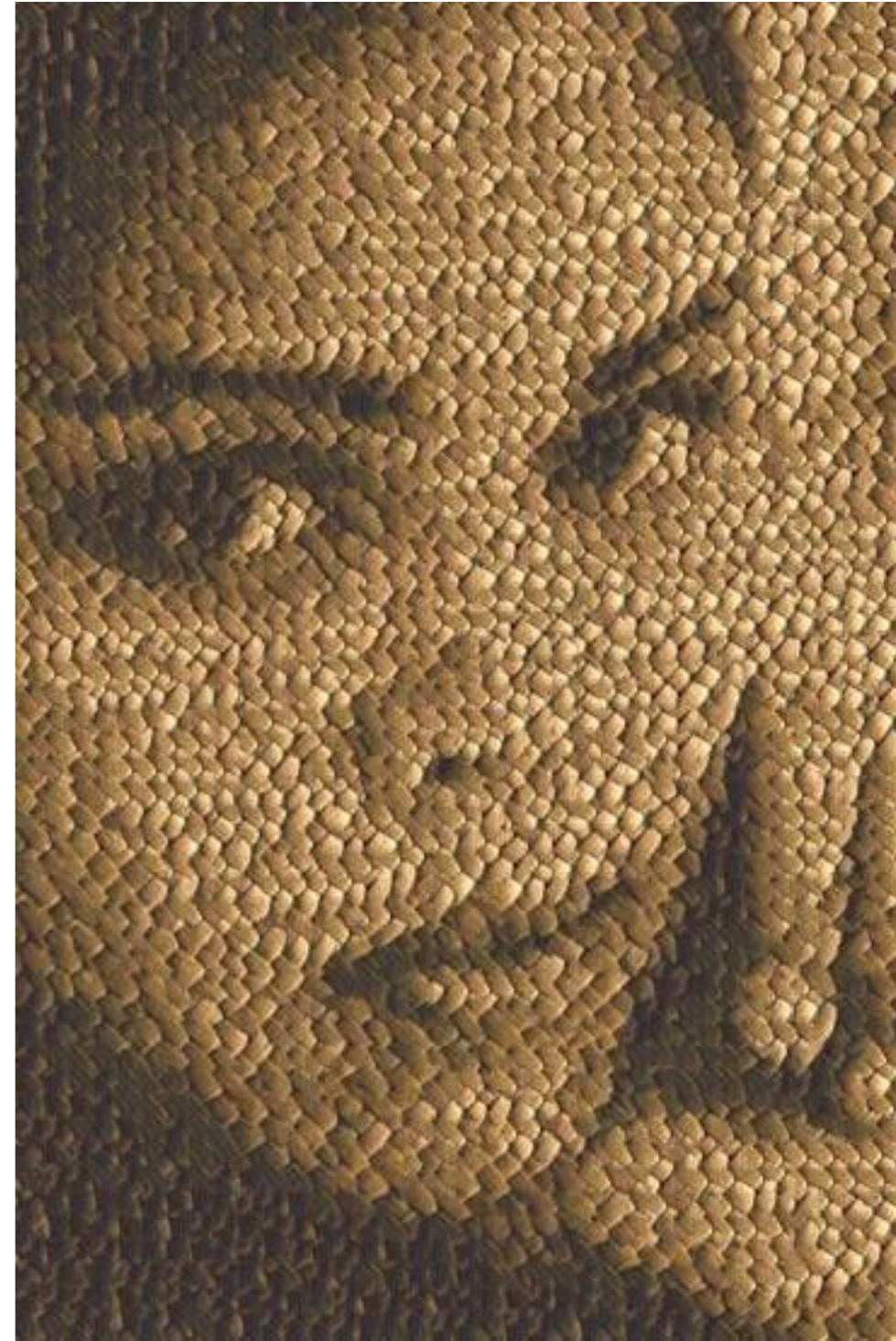


correspondence maps

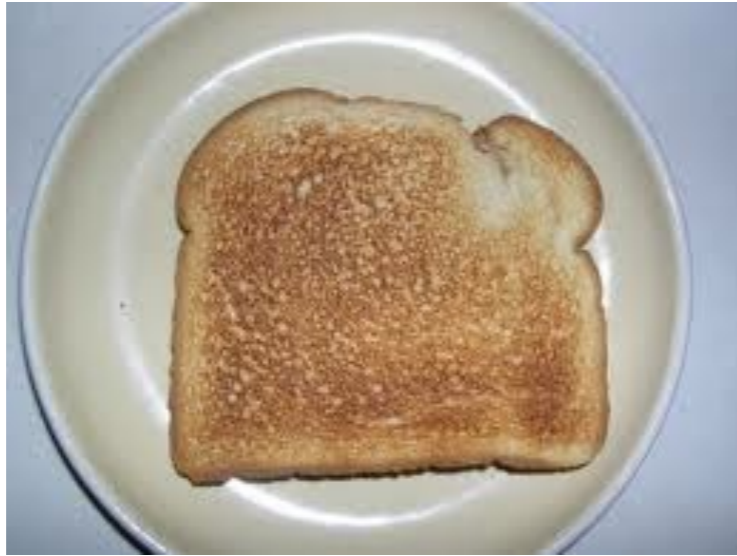


texture transfer result





Le Pain Sacré



+



<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: $P(b \mid N(b))$