



Les textures

Représentations, synthèse et transfert

GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde

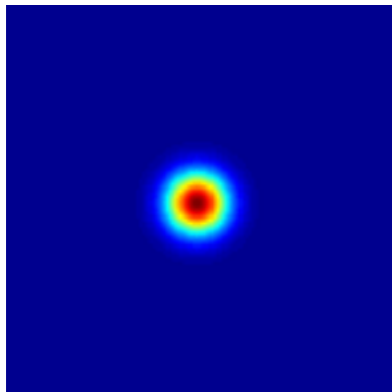
TP1 : projets disponibles

- Allez voter!
 - Votre projet préféré
 - Votre résultat préféré
- Envoyez vos votes à jflalonde@gel.ulaval.ca

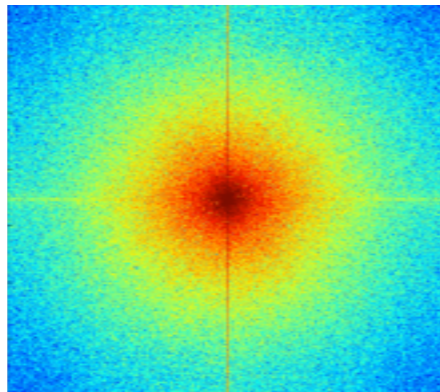
Question à emporter

- Associez l'image à la transformée de Fourier

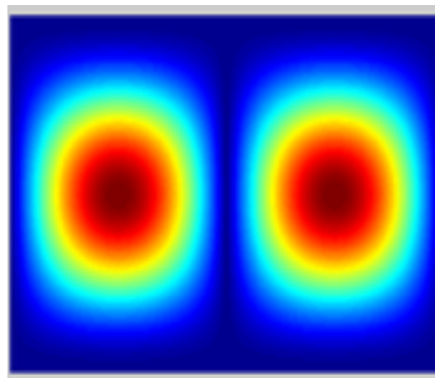
1



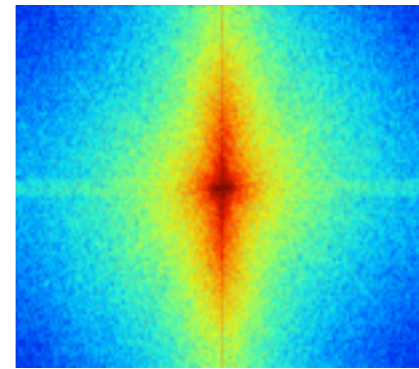
2



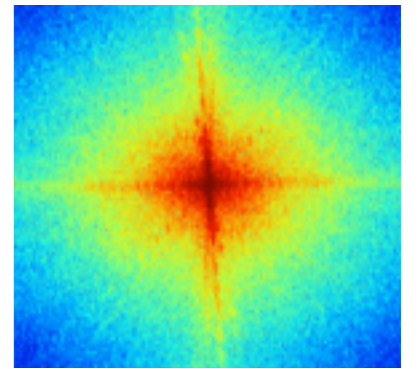
3



4



5



A



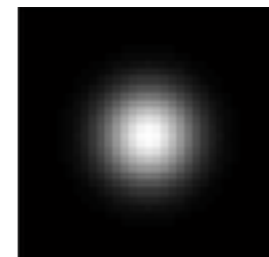
B



C



D

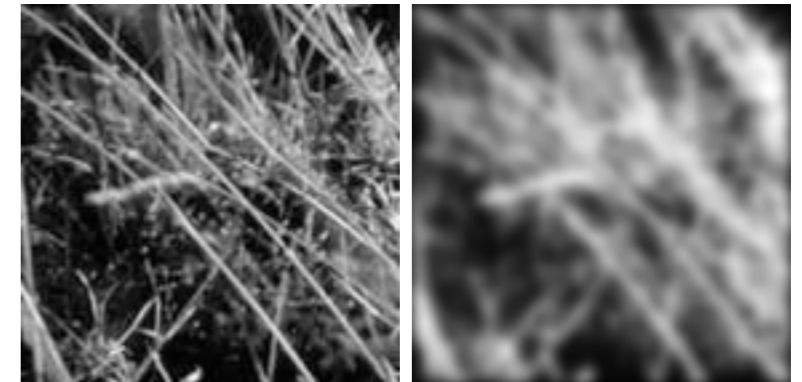
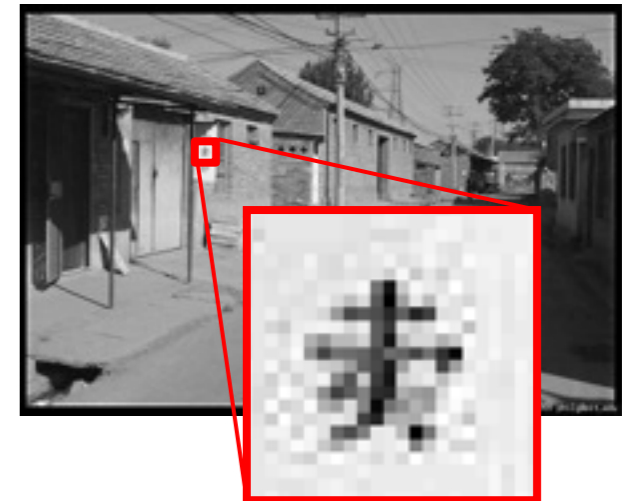
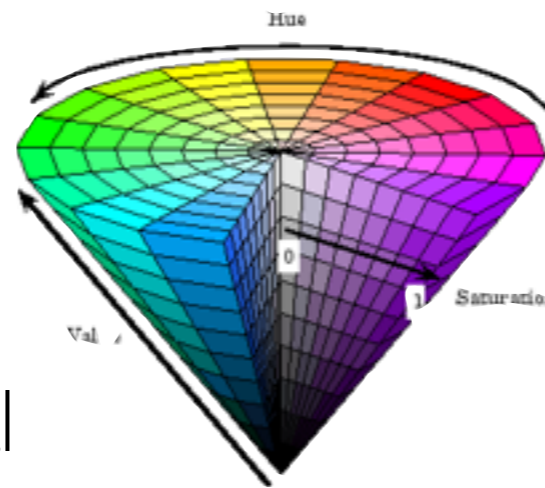


E



Cheminement

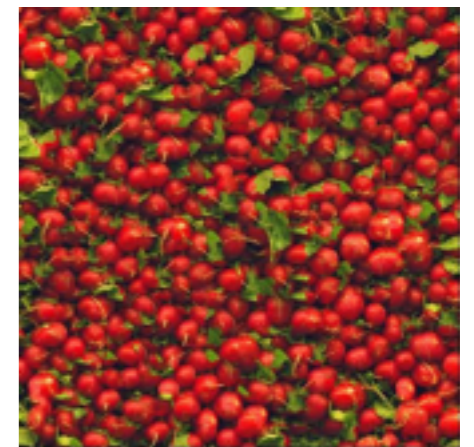
- Première section complétée!
 - Image: matrice de pixels
 - Espaces de couleur
 - Filtrage spatial & spectral
- Applications: réduction du bruit, compression, redimensionnement, etc.



Cheminement

- Prochaine section: le canevas numérique

- Transfert, synthèse de textures



- Découper des images, copier des objets

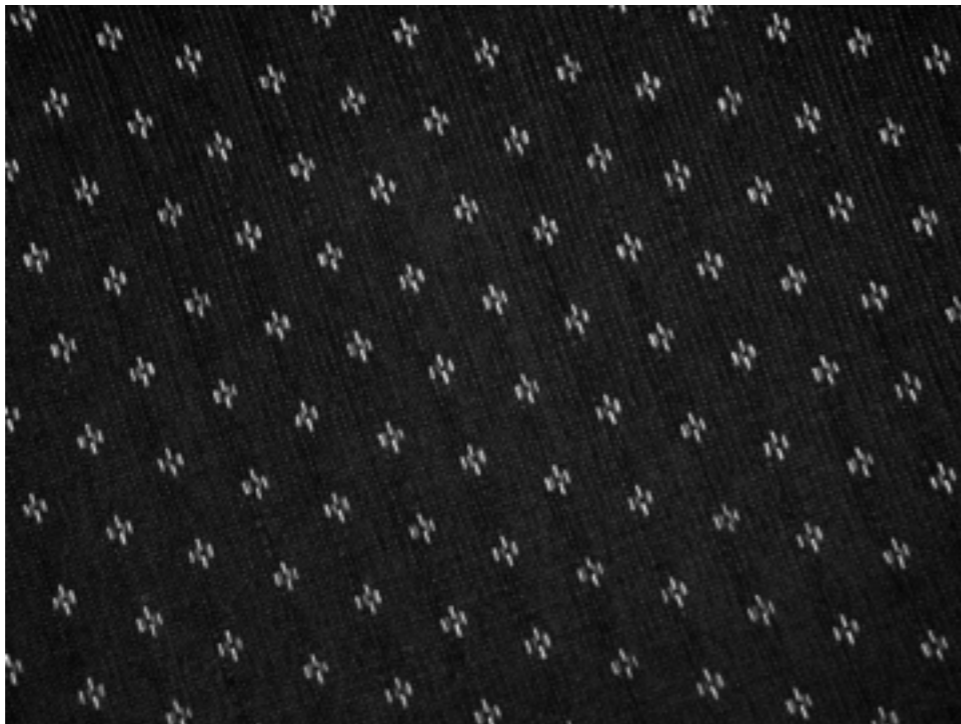
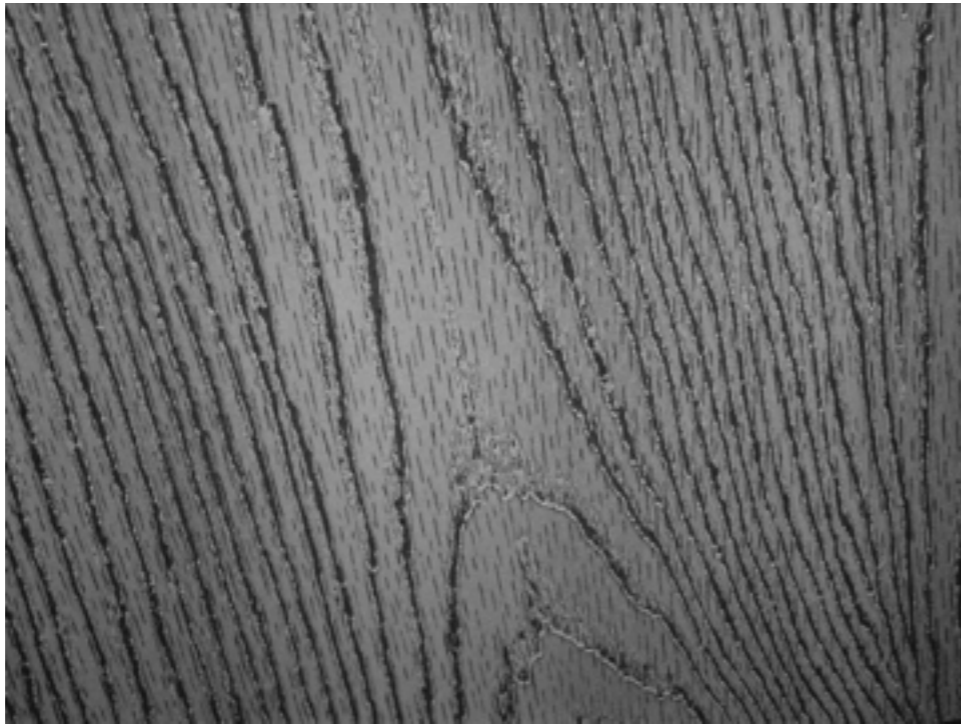
- Déformer, transformer les images



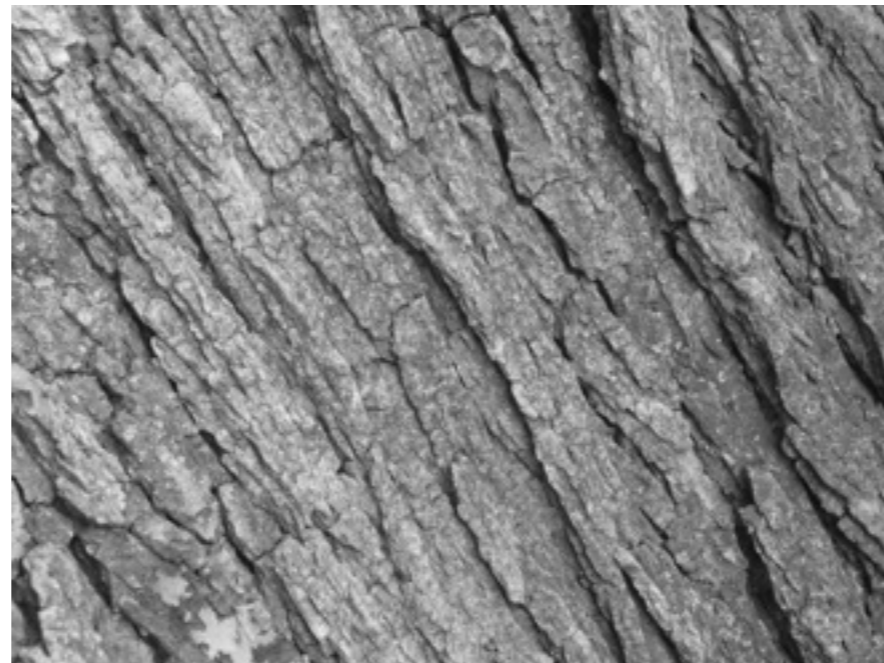
Représenter les textures



Textures et matériels



Textures et orientation



Textures et échelle



La texture

- Formes régulières ou stochastiques (aléatoires) causées par des variations sur la surface, ou de la couleur des objets



Régulières

Quasi-régulières

Irrégulières

Quasi-stochastiques

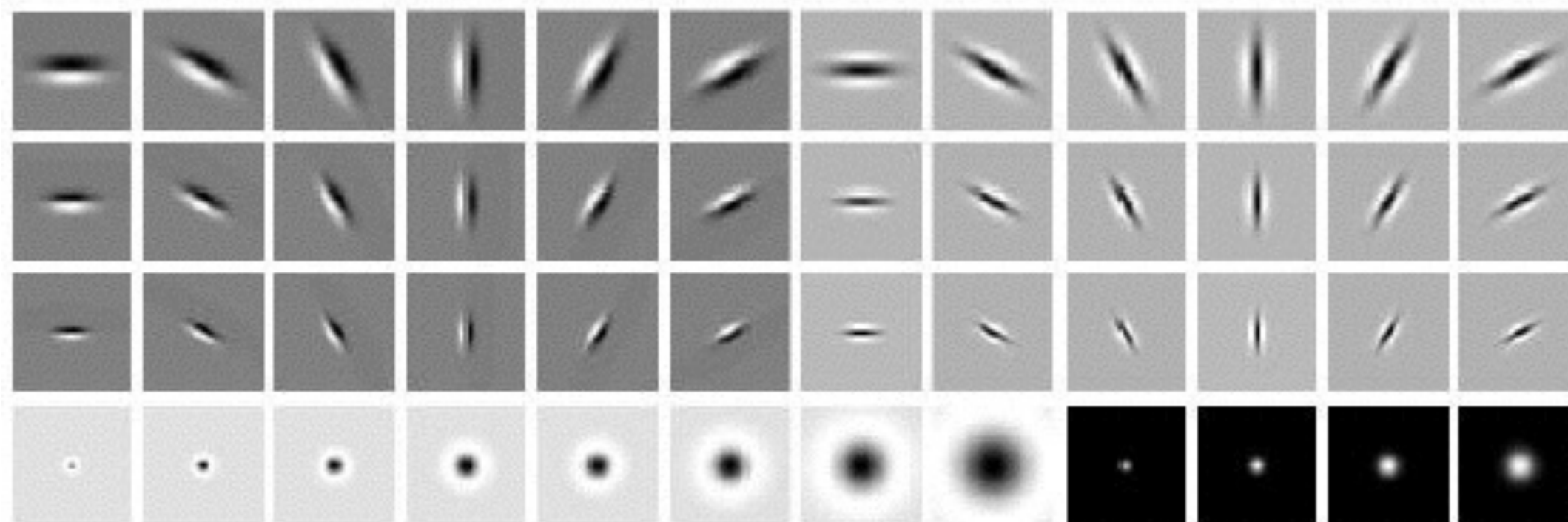
Stochastiques

Comment peut-on la représenter?

- Calculer les caractéristiques des arêtes à différentes orientations, et à différentes échelles

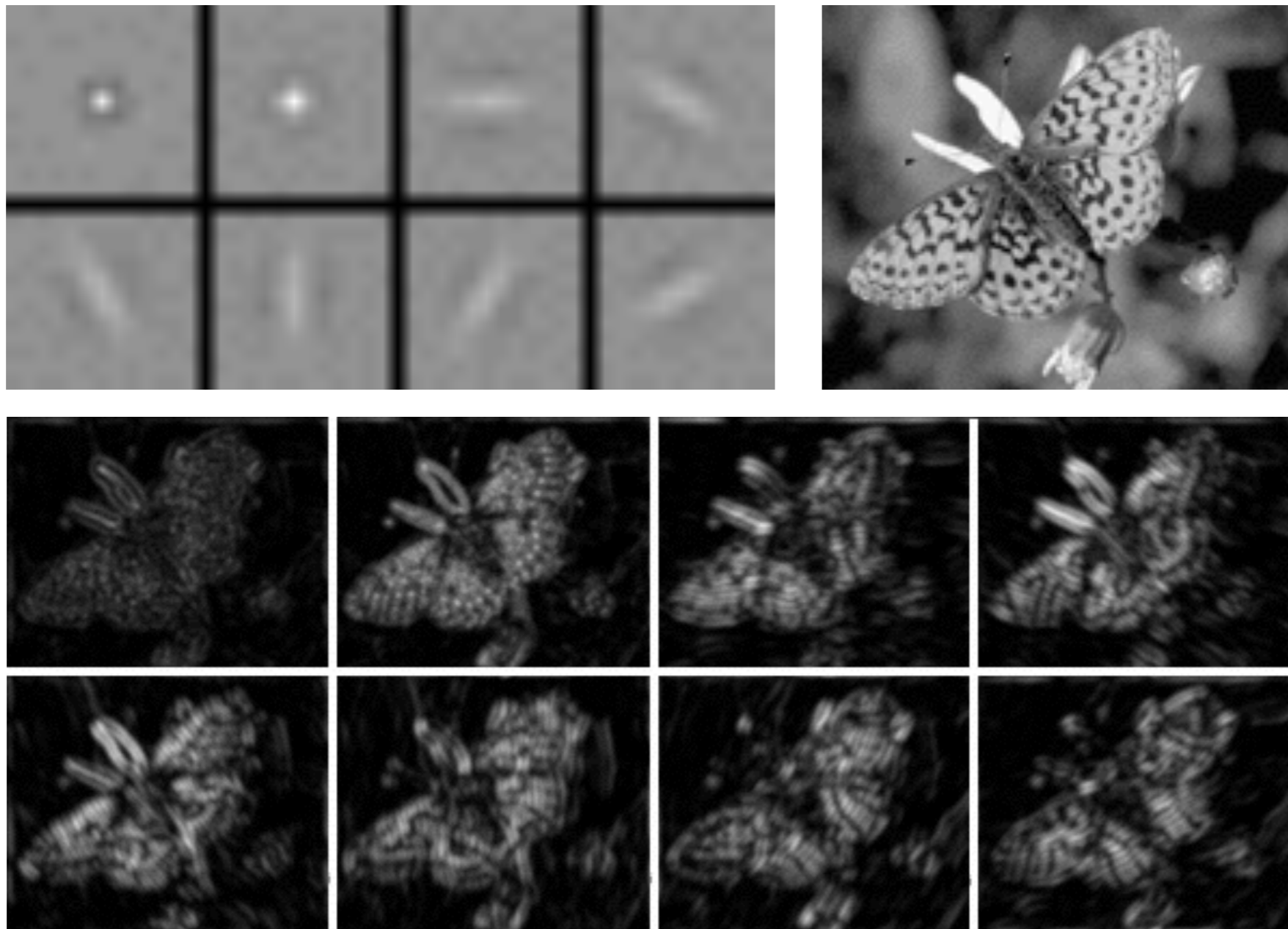
Banque de filtres

“sur-représentation”



Banque de filtres

- Filtrer l'image avec chacun des filtres, conserver la valeur absolue des réponses

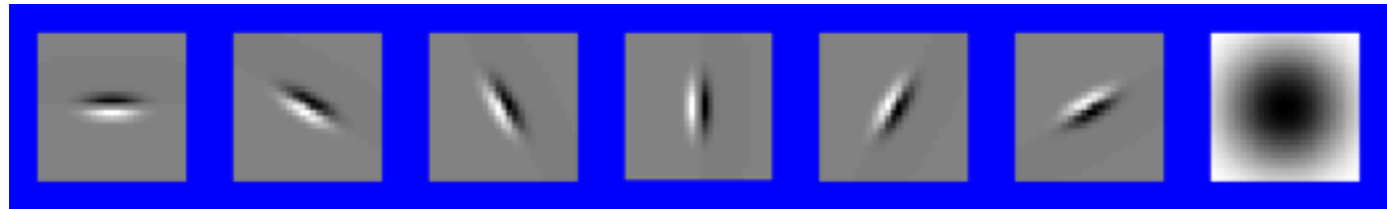


Comment représenter les textures?

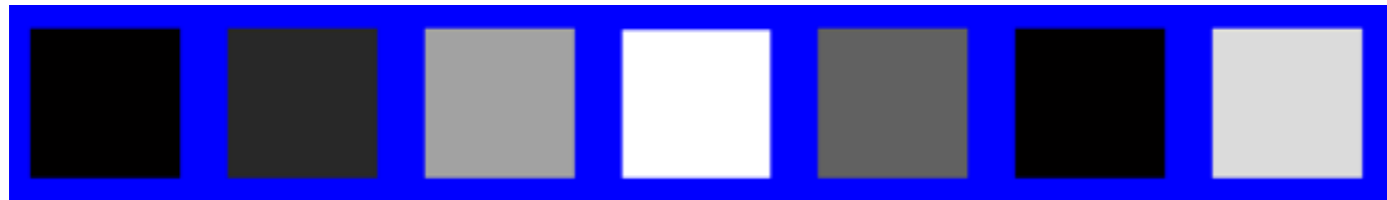
- Calculer les caractéristiques des arêtes à différentes orientations, et à différentes échelles
- Calculer statistiques simples (e.g. moyenne, écart-type, etc.) des réponses

Associez les textures aux filtres

Filtres



1



2

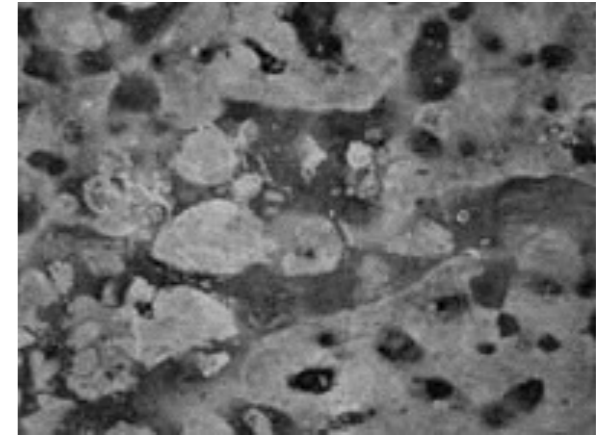


3



Réponse (valeur absolue)

A



B

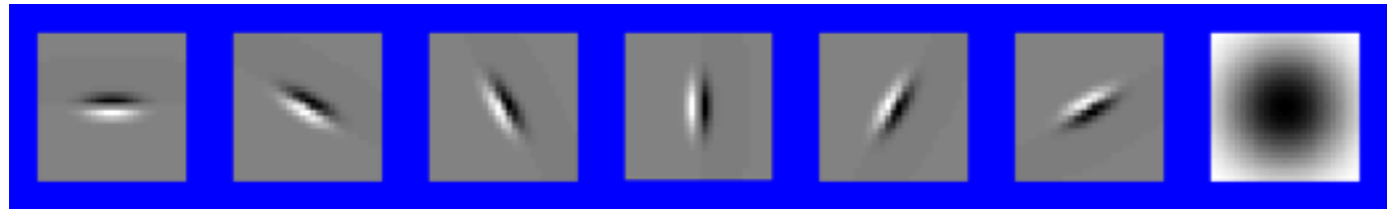


C

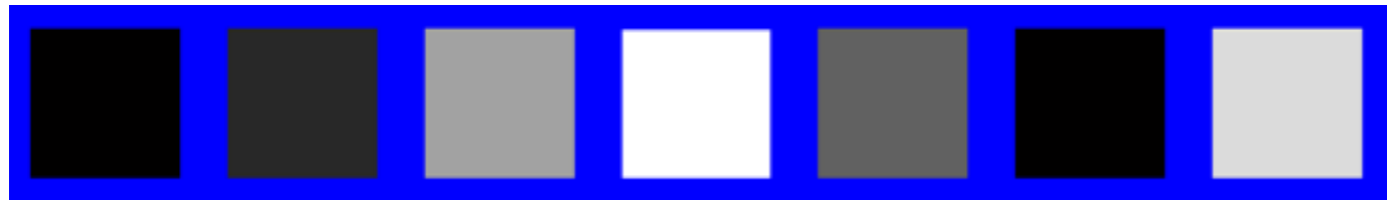


Associez les textures aux filtres

Filtres



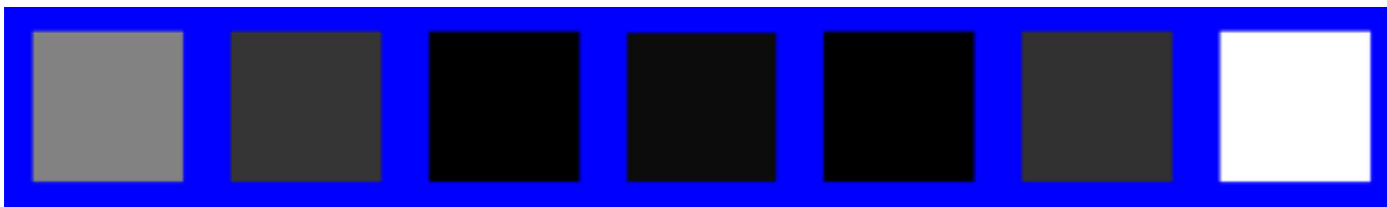
1



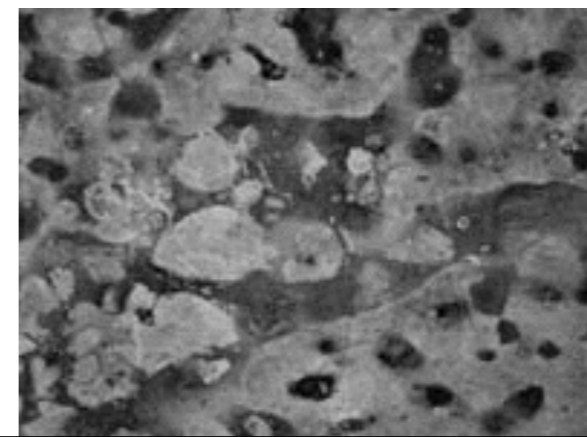
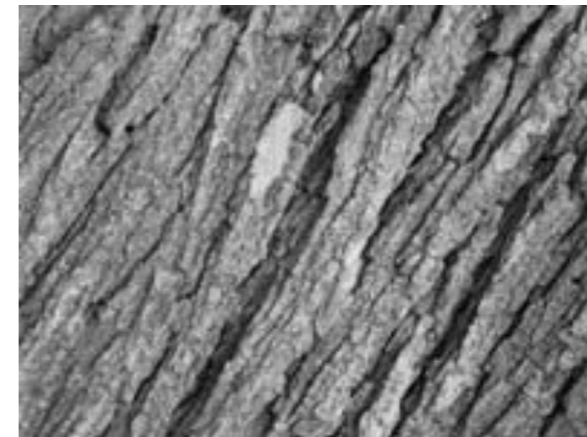
2



3



Réponse (valeur absolue)



Synthèse de texture & le remplissage de trous



Texture

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



radis



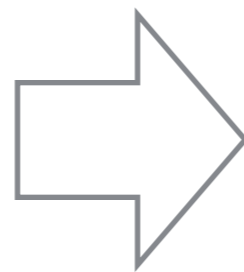
roches



yogourt

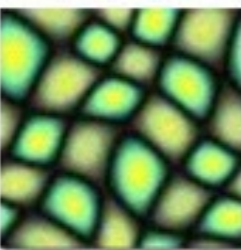
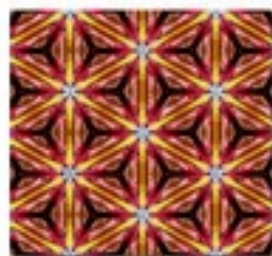
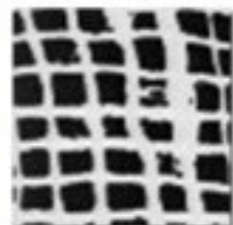
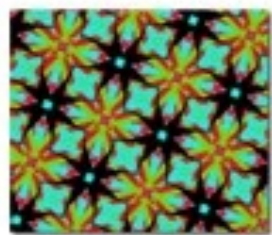
Synthèse de textures

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



Le défi

- Il existe une grande variété de textures, de régulières à stochastiques, alors comment les modéliser adéquatement?



Régulières

Quasi-régulières

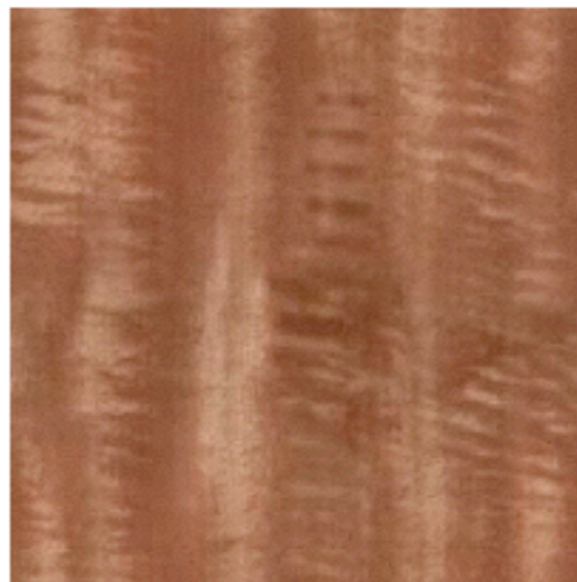
Irrégulières

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



D. J. Heeger and J. R. Bergen. Pyramid-based texture analysis/synthesis. In SIGGRAPH '95.
E. P. Simoncelli and J. Portilla. Texture characterization via joint statistics of wavelet coefficient magnitudes. In ICIP 1998.

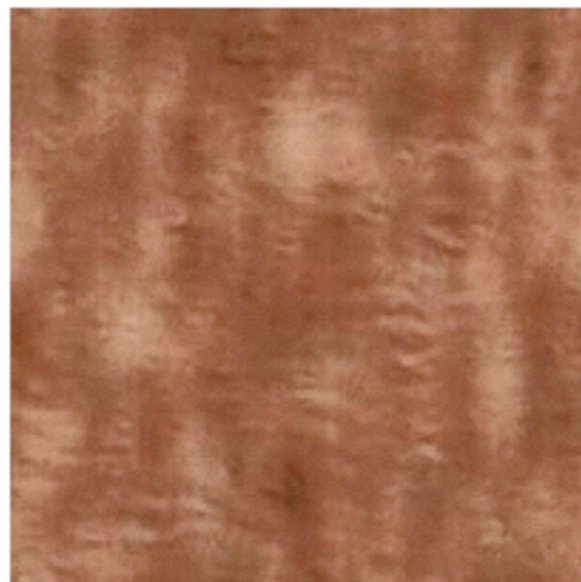
Idée 1 : distribution de probabilités

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

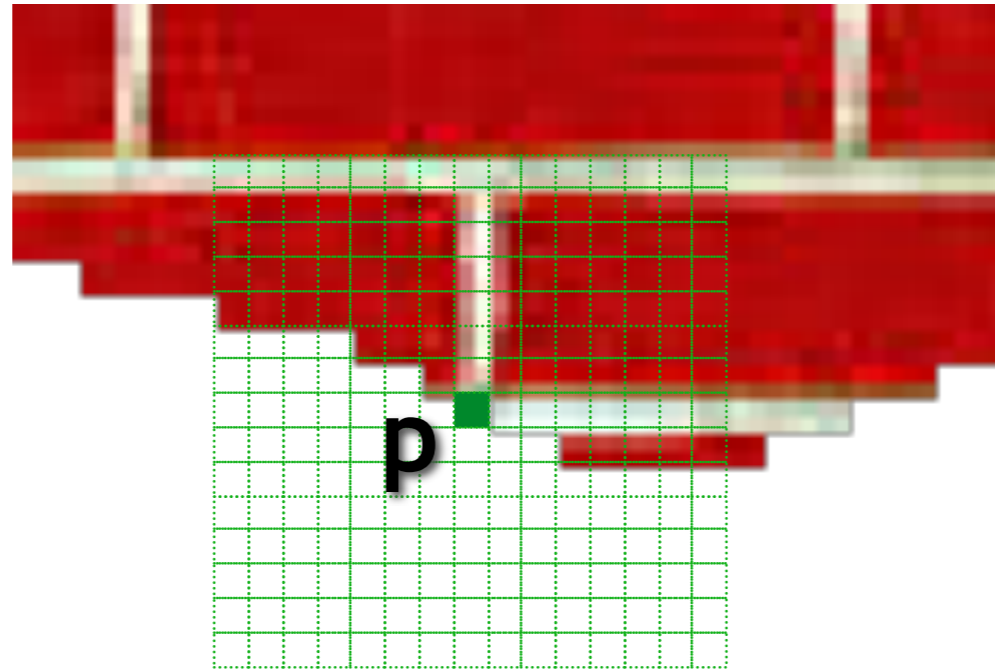
Entrée



Sortie

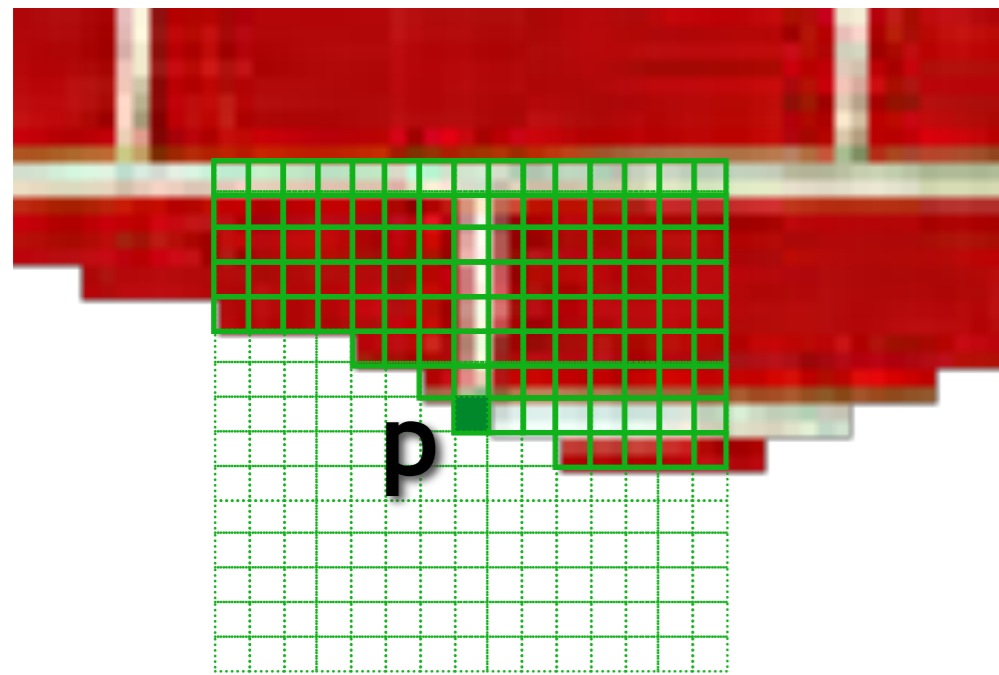


Autre idée: échantillonner l'image



- 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



Synthétiser un pixel à la fois

échantillonnage
non-paramétrique



Image

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

Cette idée vient de loin...

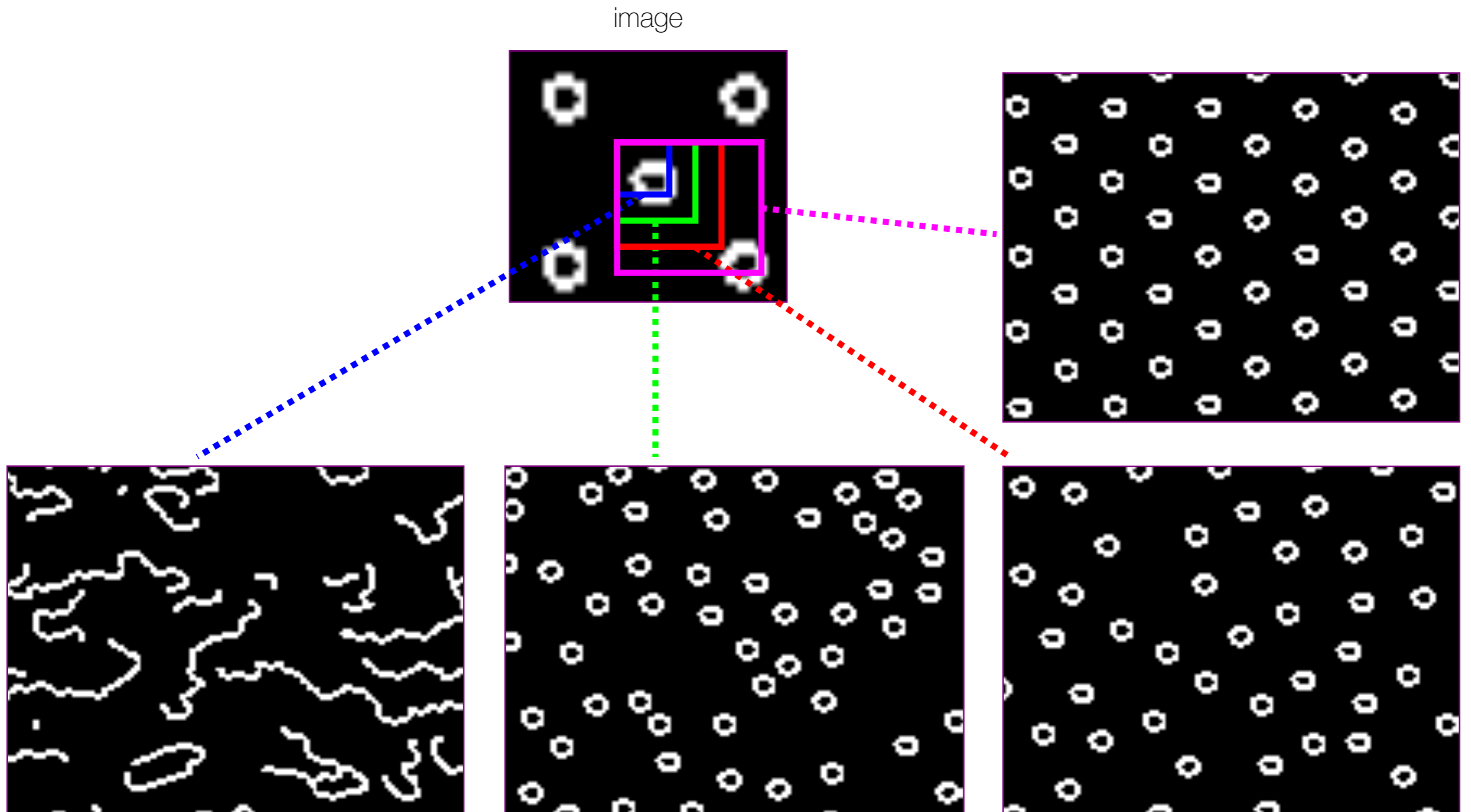
- Shannon et la théorie de l'information (1948)
- Générer des phrases (en anglais) en modélisant la probabilité de chaque mot étant donné les n mots précédents:
 - $P(\text{mot} \mid n \text{ mots précédents})$ — ça vous rappelle quelque chose?
- Valeur de n plus grande = phrases plus structurées

“I spent an interesting evening recently with a grain of salt.”
(exemple du faux utilisateur Mark V Shaney sur net.singles)

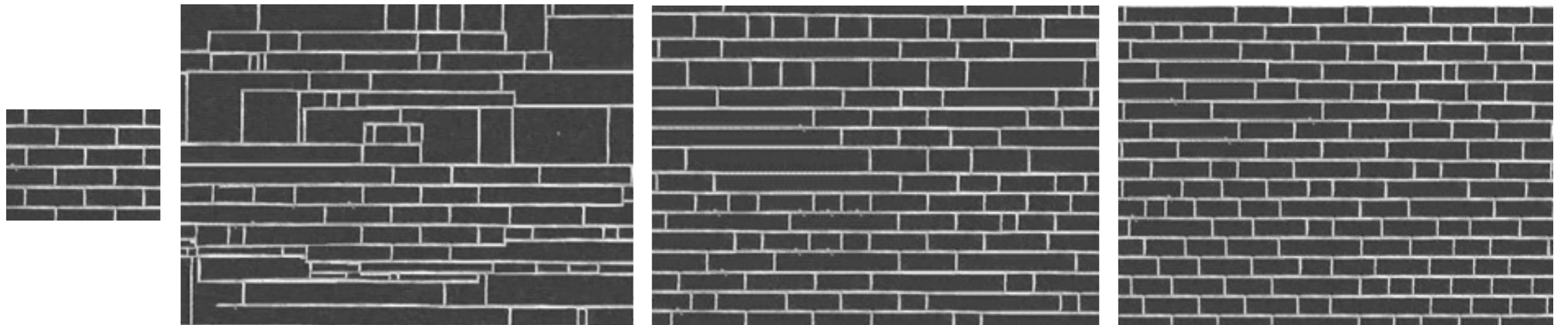
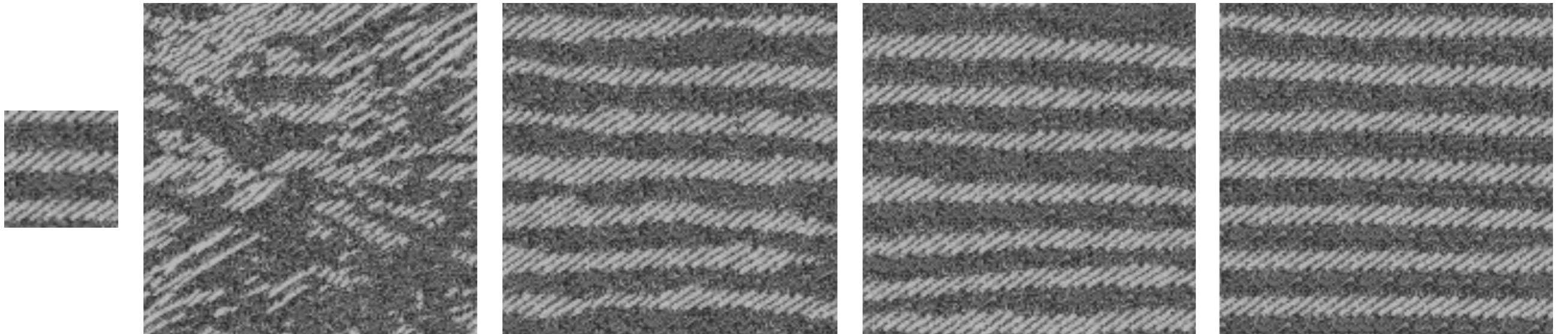
Détails

- 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

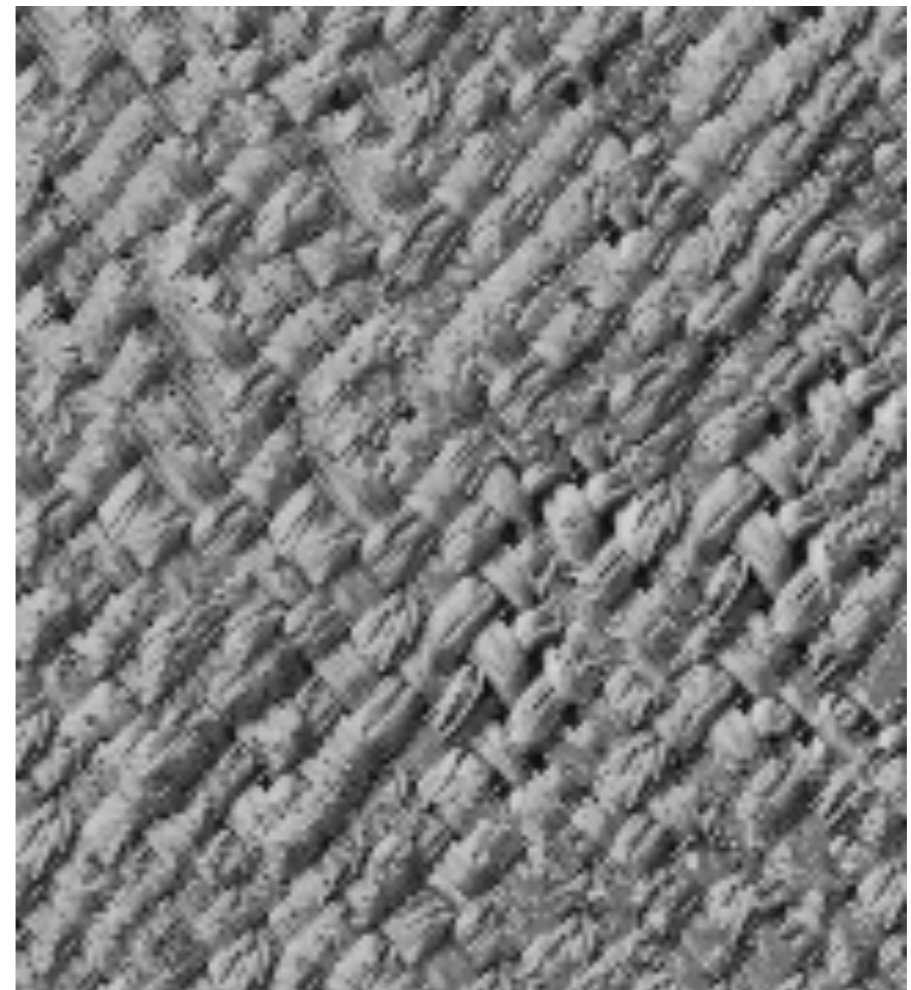
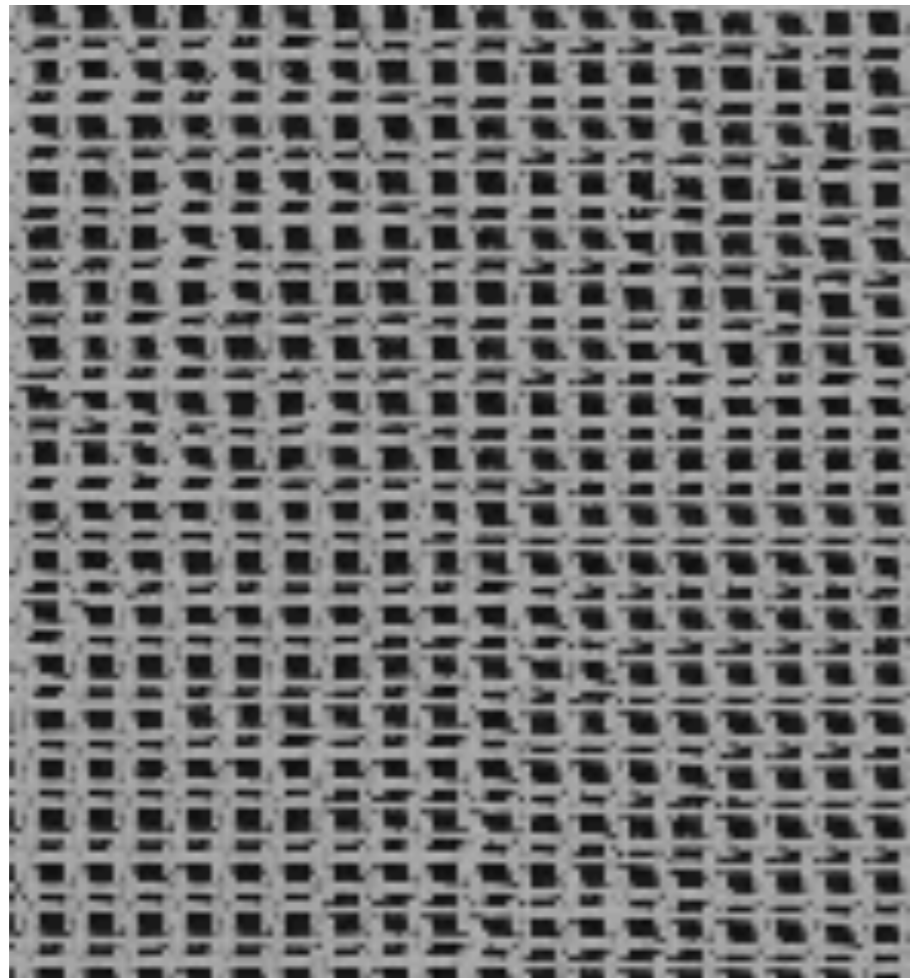
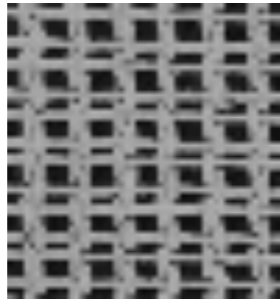


→ Taille

Algorithme

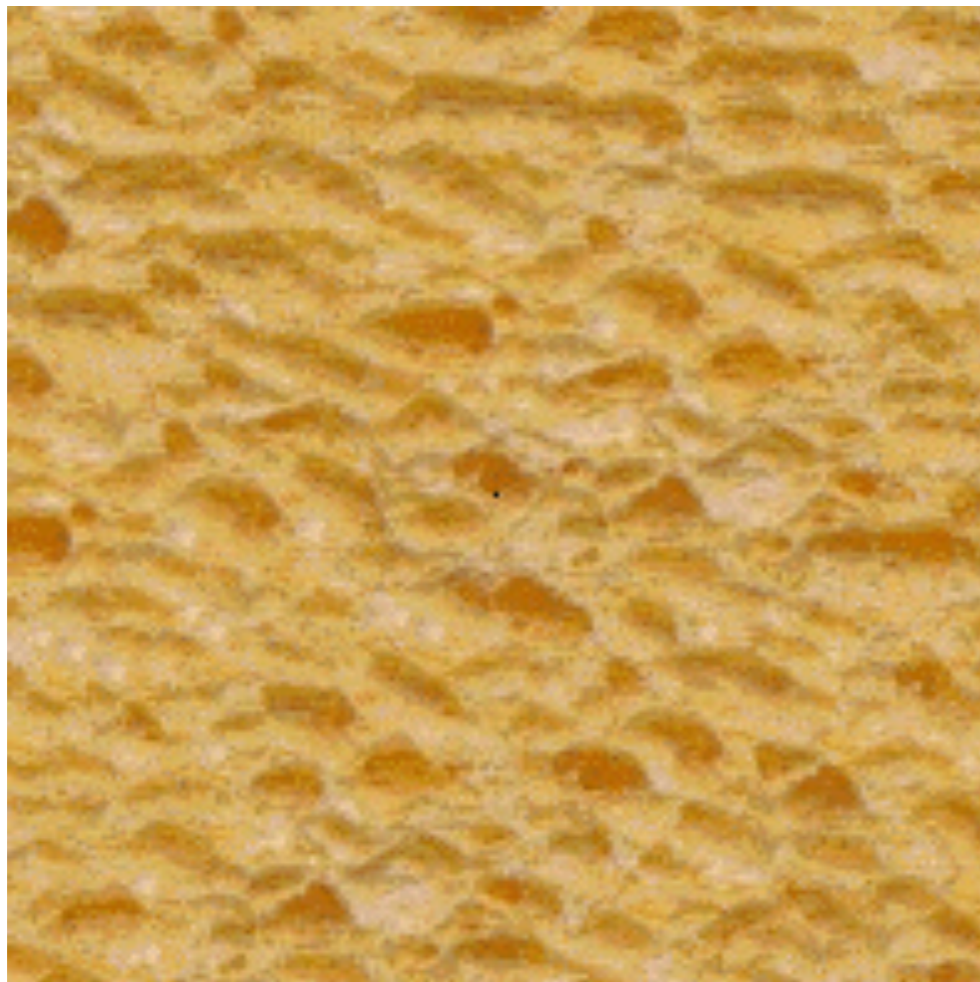
- Tant que l'image n'est pas remplie:
 - Trouver le pixel inconnu qui a le plus de voisins;
 - Trouver les N pixels dans l'image original dont le voisinage est le plus similaire à celui du pixel inconnu
 - Somme des différences au carré, pondérée par gaussienne
 - Sélectionner aléatoirement parmi les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

Résultats

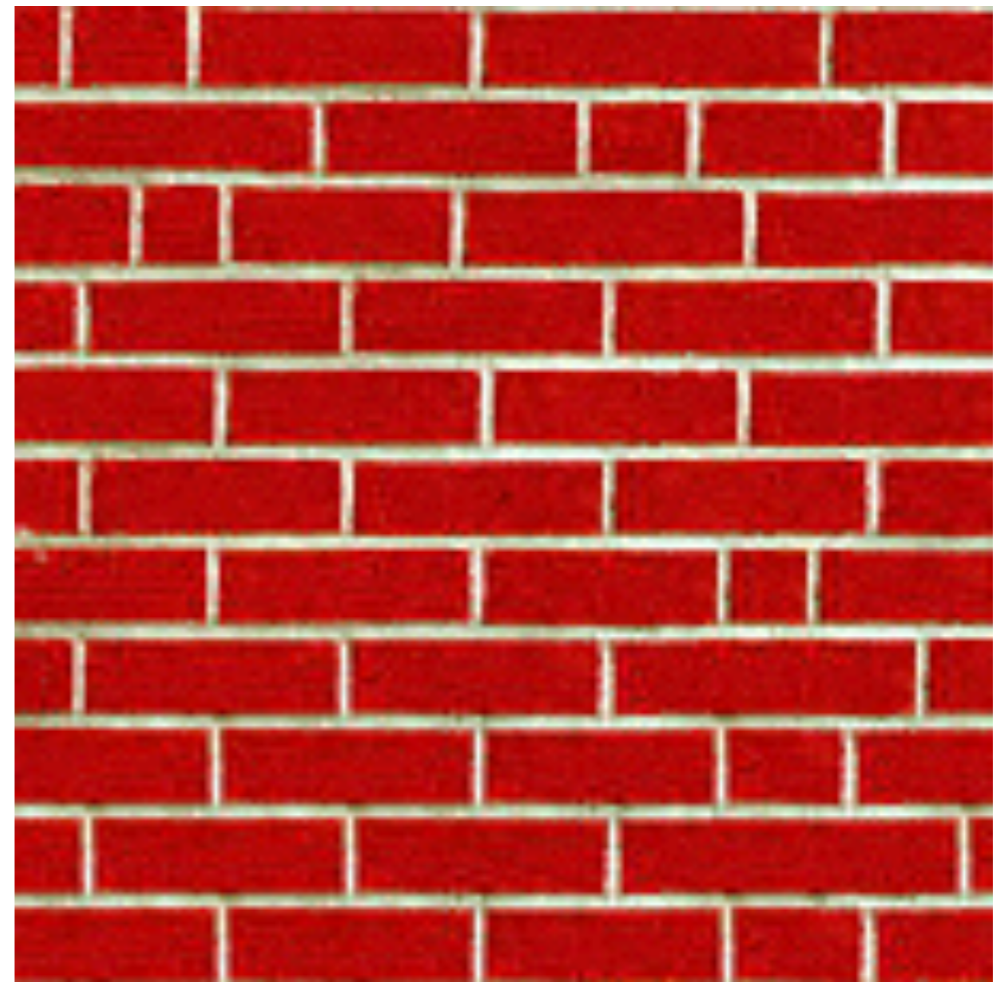
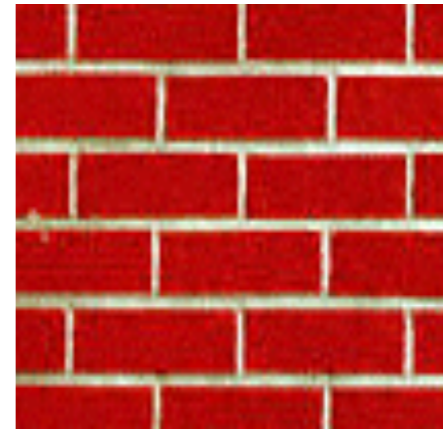


Résultats

pain



briques



En hommage à Shannon

...ing in the unsensational
... Dick Gephardt was fair
...ful 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

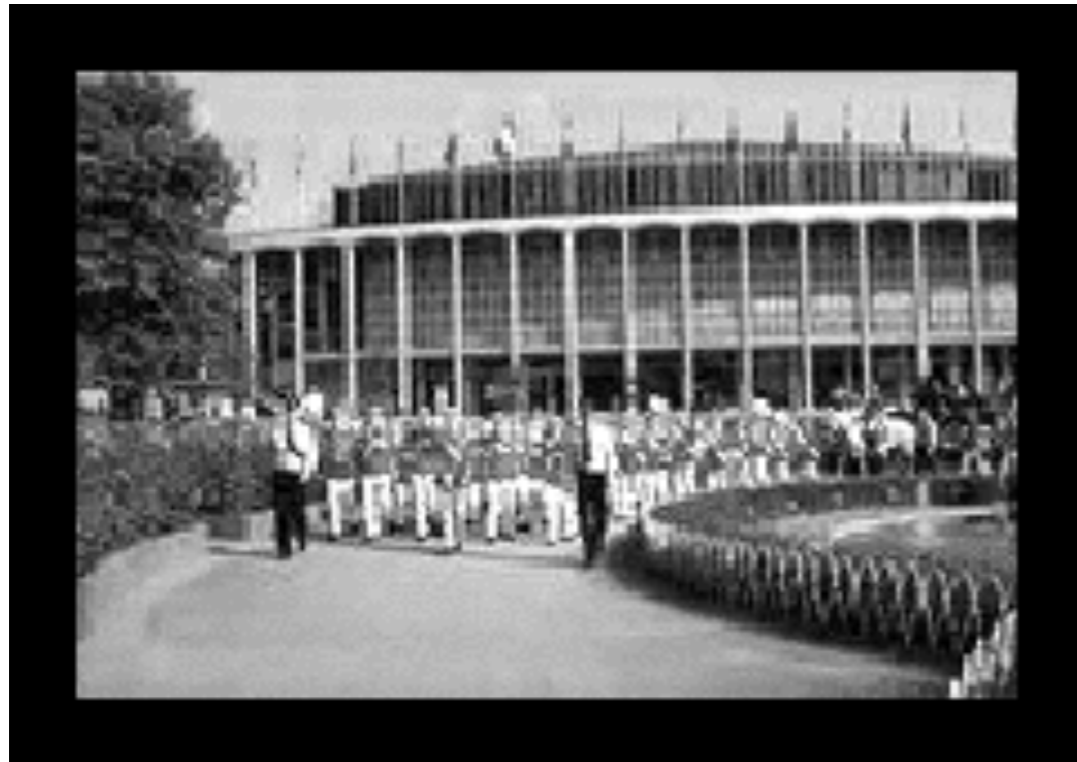
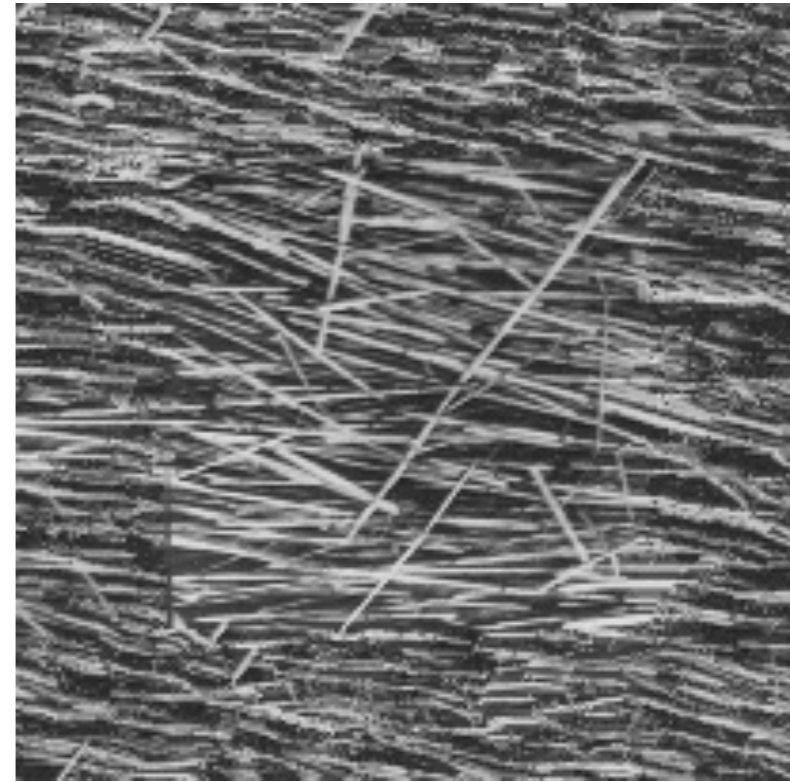
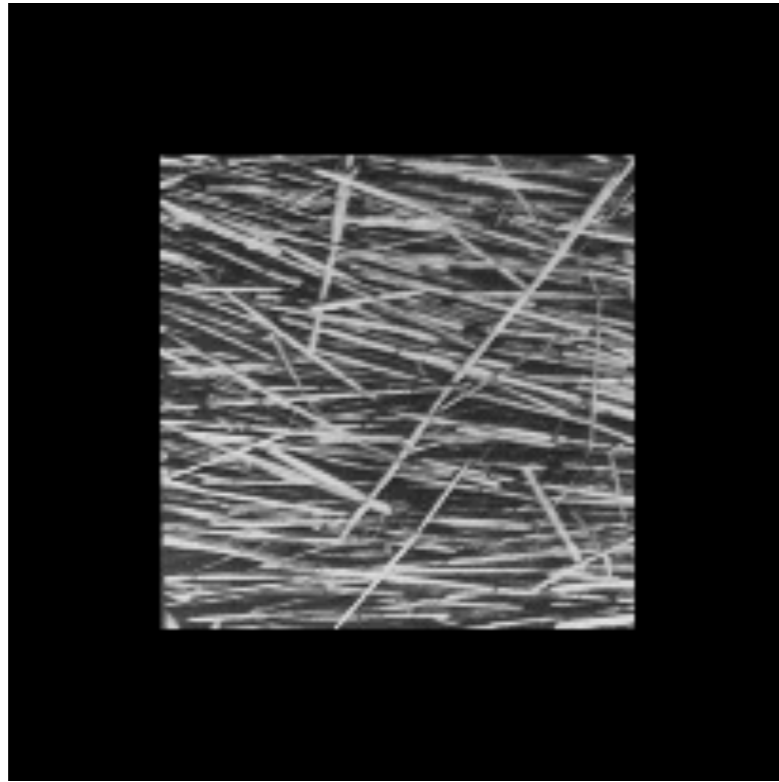


...thaim. them . "Whnephartfe lartifelintomimen
...el ck Clirtioout omaim thartfelins.f out s anetc
...the ry onst wartfe lck Gephtoomimeationl sigab
...Chiooufit Clinut Cll riff on. hat's yo'dn, parut tly
...ons yoontonsteht waked, paim t sahe loo riff on l
...nskoneploourtfeas leil A nst Clit, "Wheontongal 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 abononthardt thatins fain, ped, '
...ains. them, pabout wasy arfiut coutly d, In A h
...ole einthringbooreme 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
...nthahgat's enenhhmas fan. "intchthorv abons w

Remplissons les trous



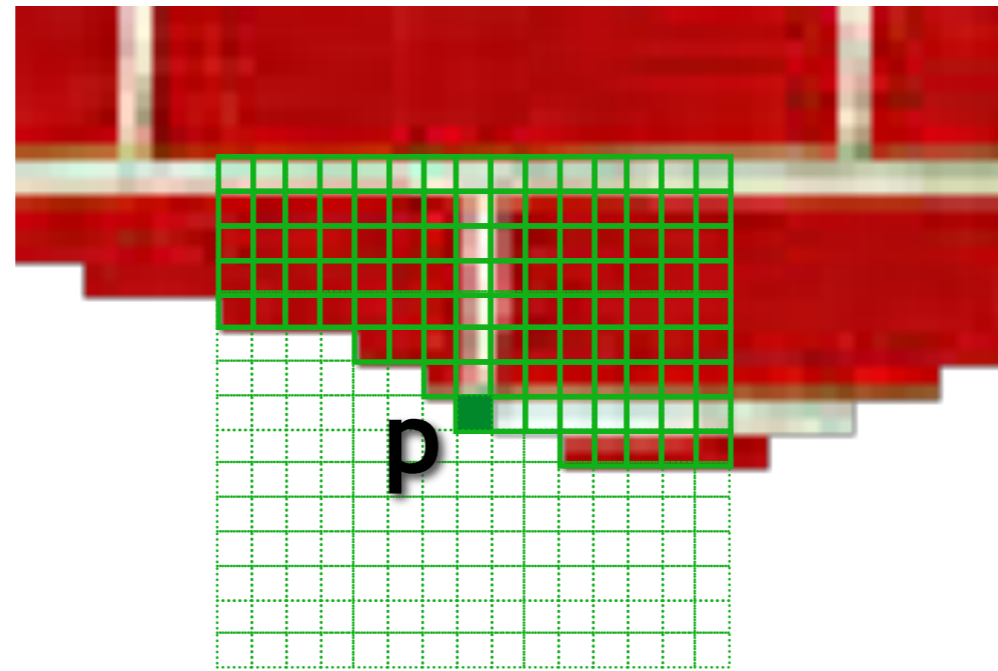
Extrapolation



Résumé

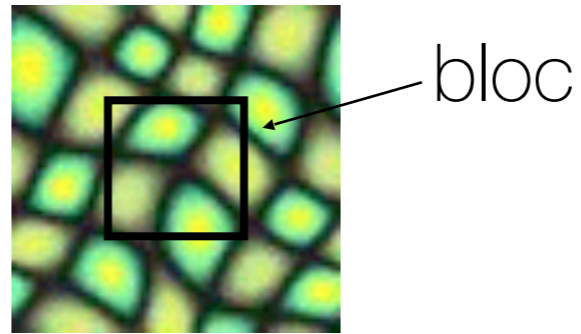
- La synthèse de texture selon “Efros & Leung”
 - Simple
 - Résultats surprenants
 - ... mais extrêêêêêemement lent!

Faire de la courtepointe: “Image Quilting”

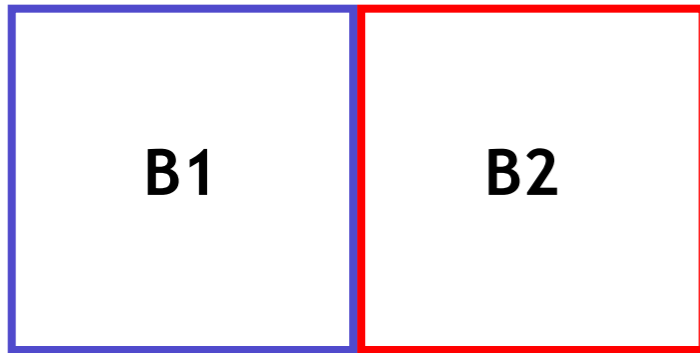


Synthétiser un pixel à la fois

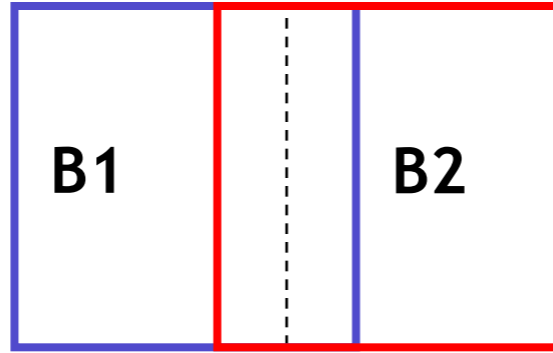
- Observation: les pixels voisins sont fortement corrélés
- Idée: remplacer un pixel par un bloc de pixels
- Exactement pareil qu'avant, sauf que maintenant on veut modéliser $P(B \mid N(B))$
- Beaucoup plus rapide: on synthétise plusieurs pixels à la fois



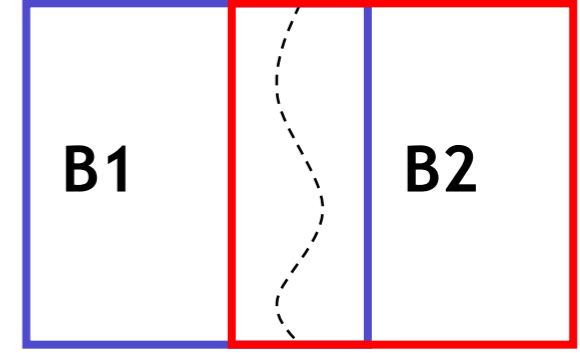
Texture initiale



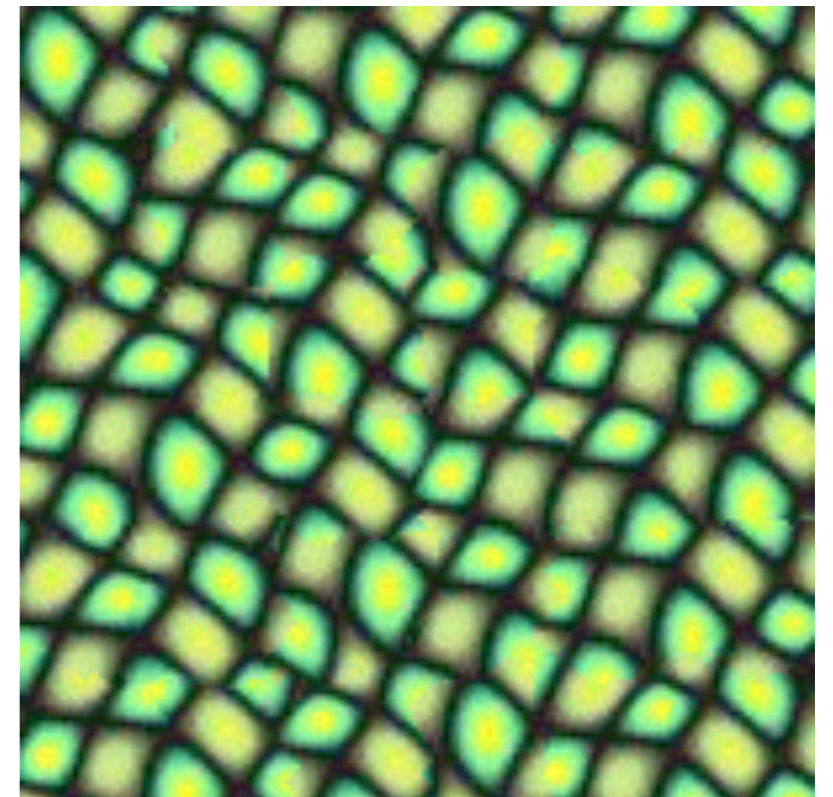
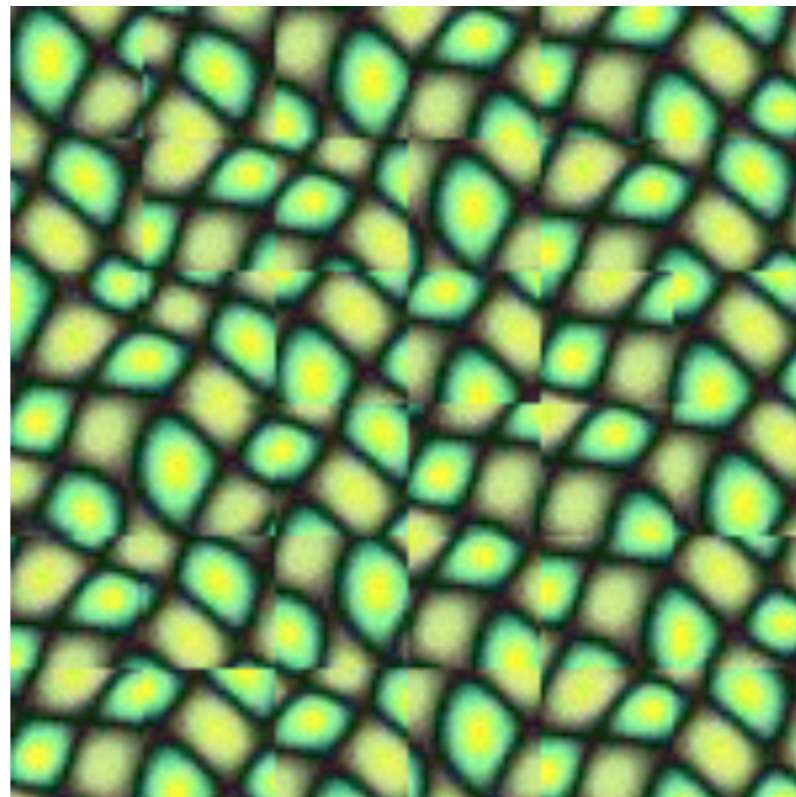
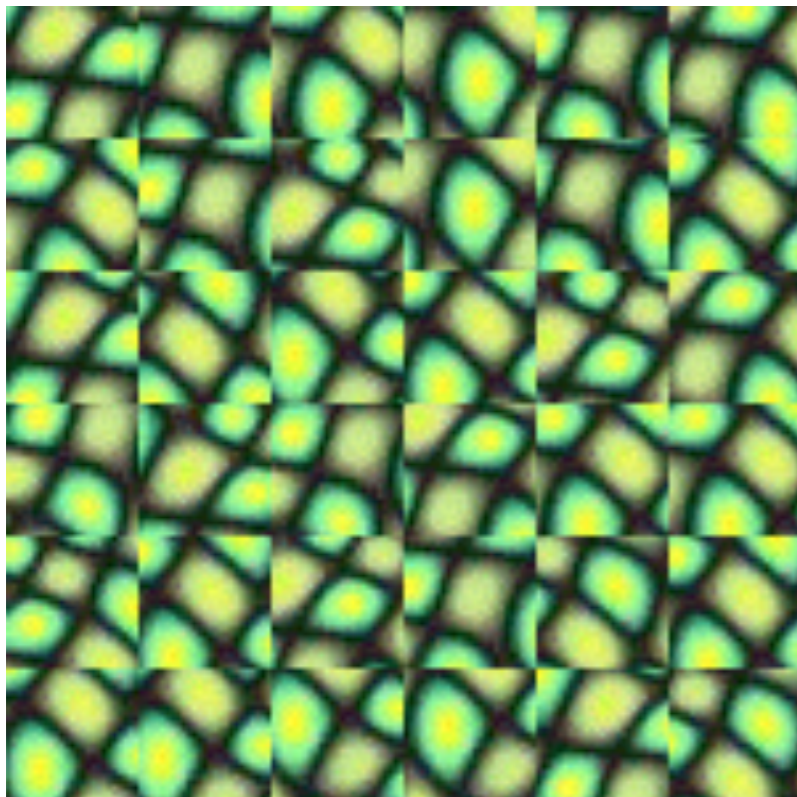
Placement des blocs aléatoire



Blocs voisins se chevauchent



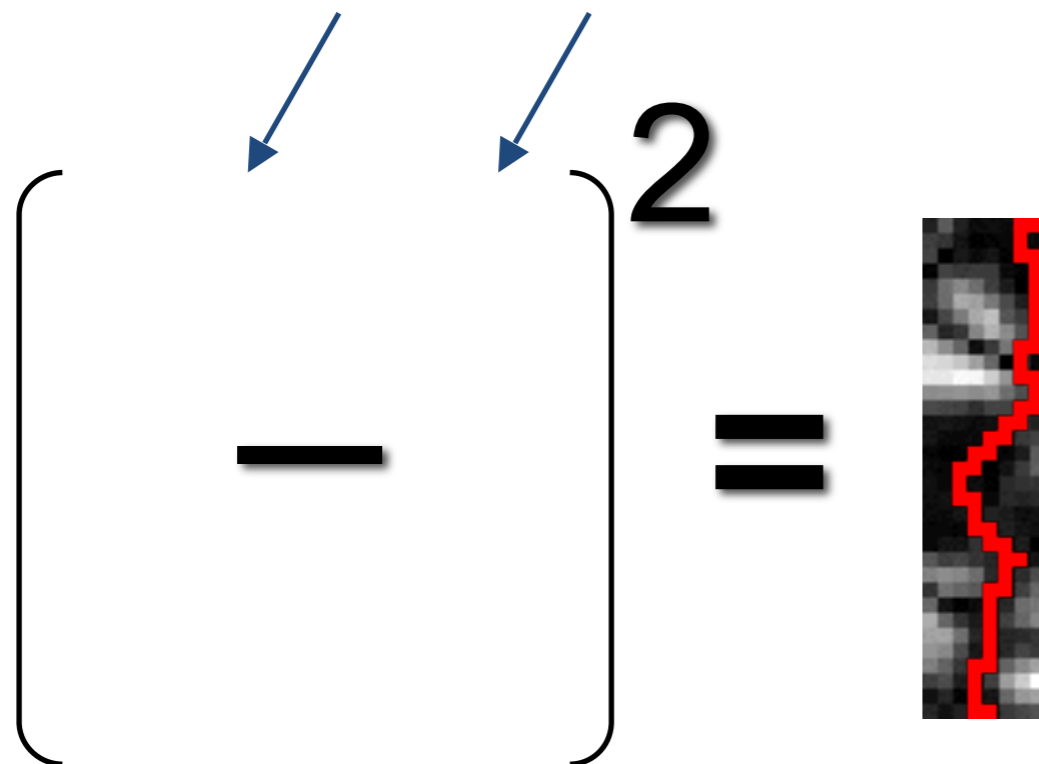
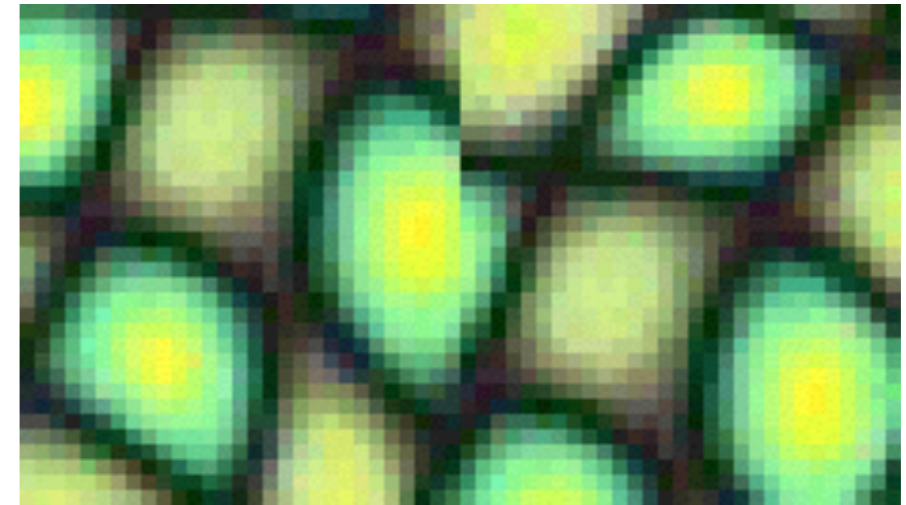
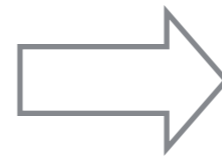
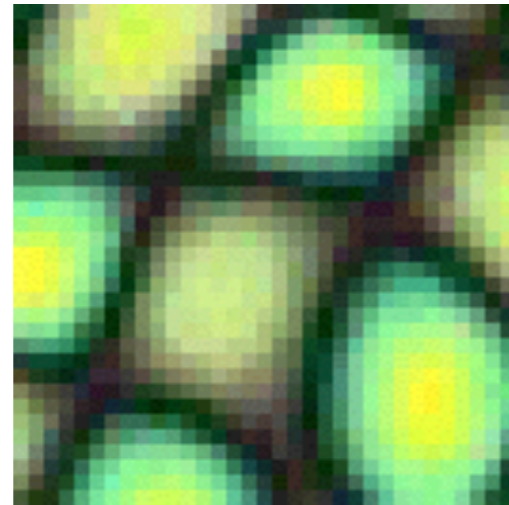
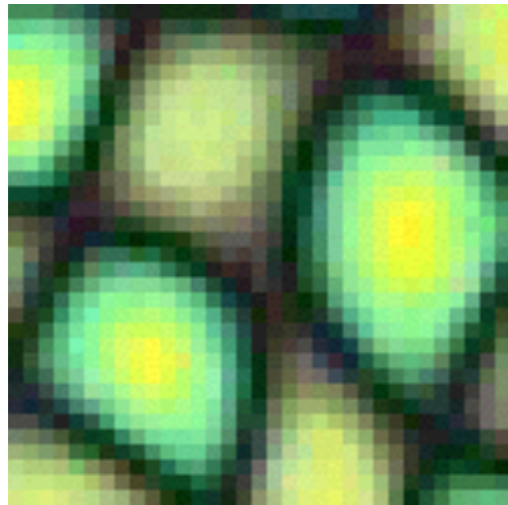
Coupure minimisant les discontinuités



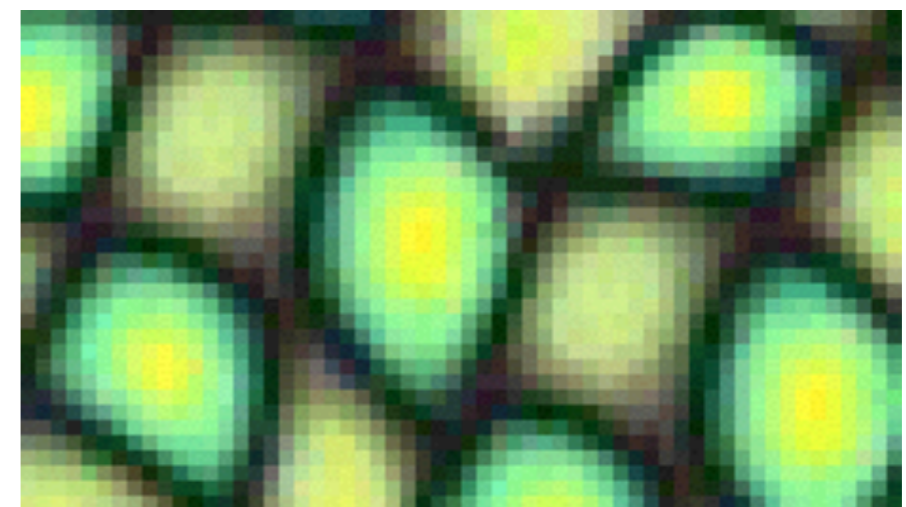
Coupure minimisant les discontinuités

blocs se chevauchant

discontinuité verticale



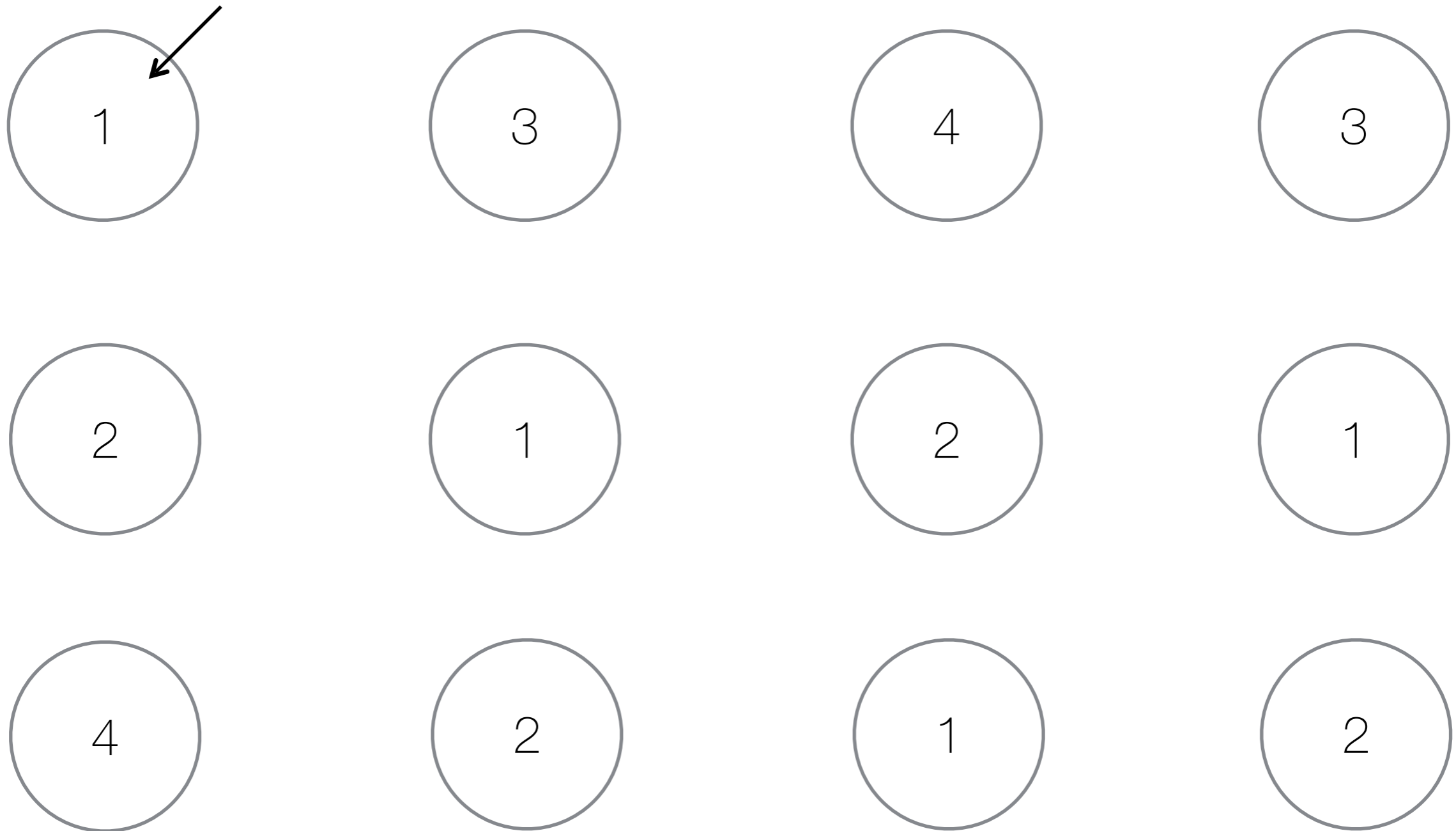
erreur de
chevauchement



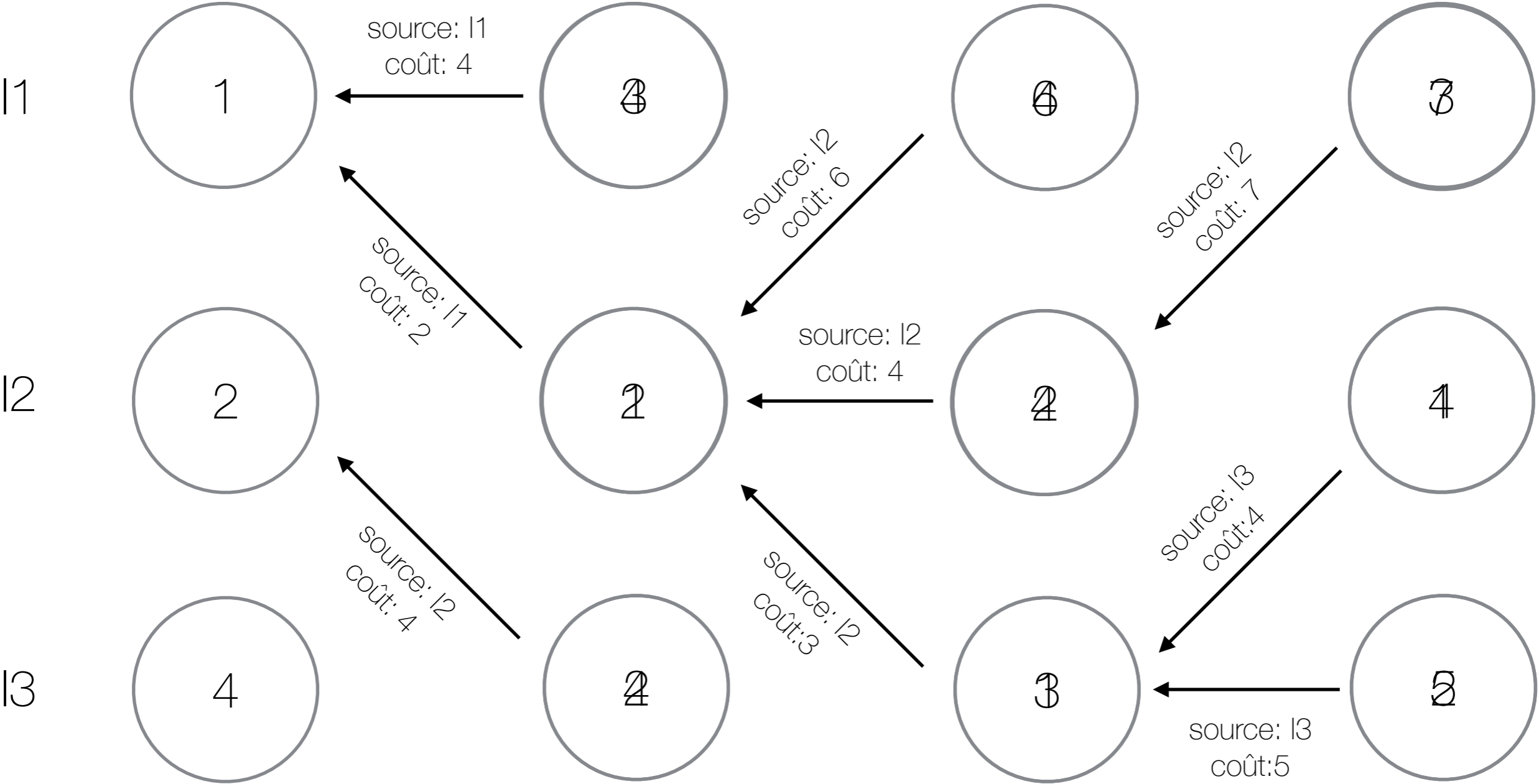
erreur minimale

Trouver le chemin au coût minimum

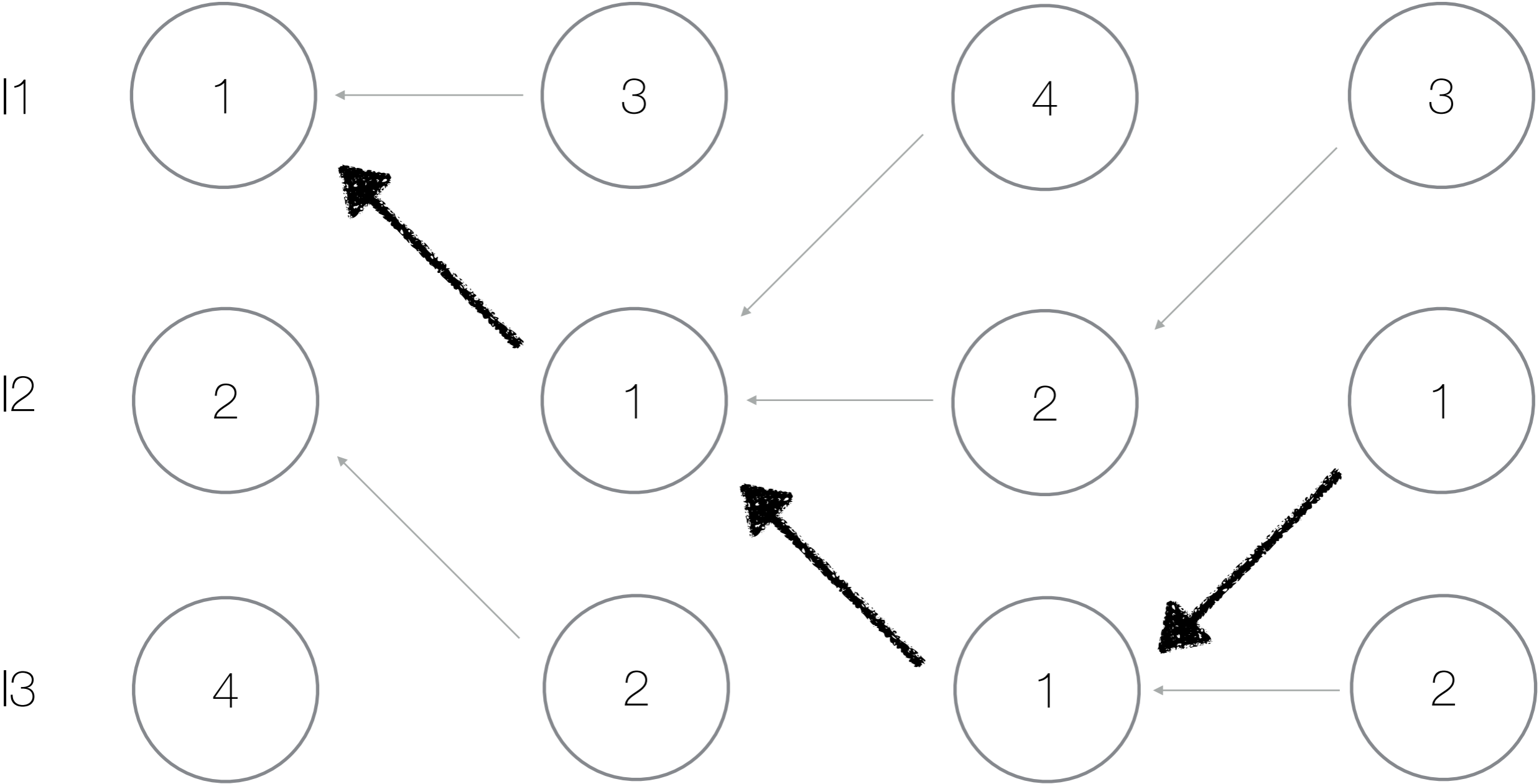
Coût de passer par ce pixel



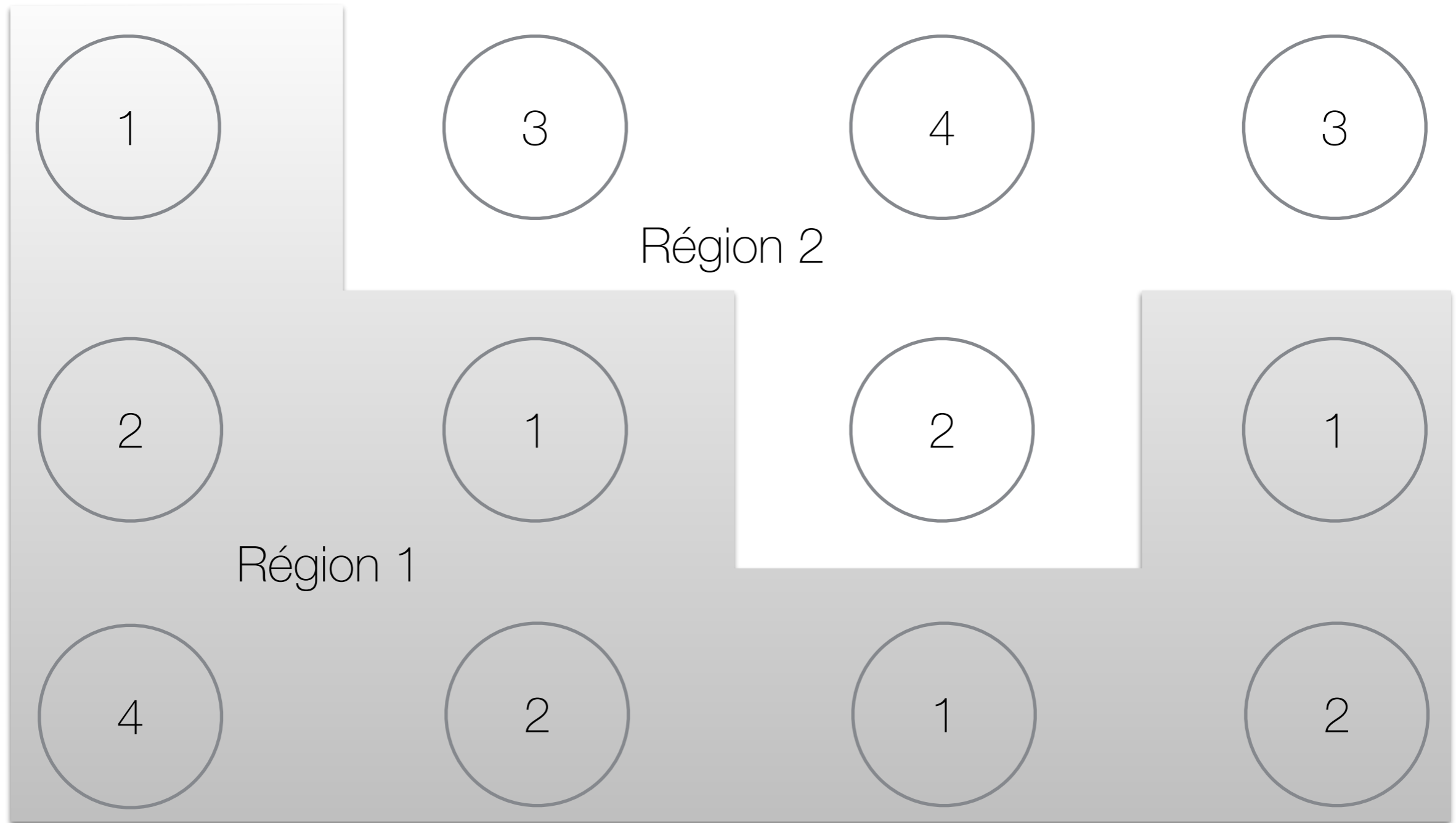
Trouver le chemin au coût minimum

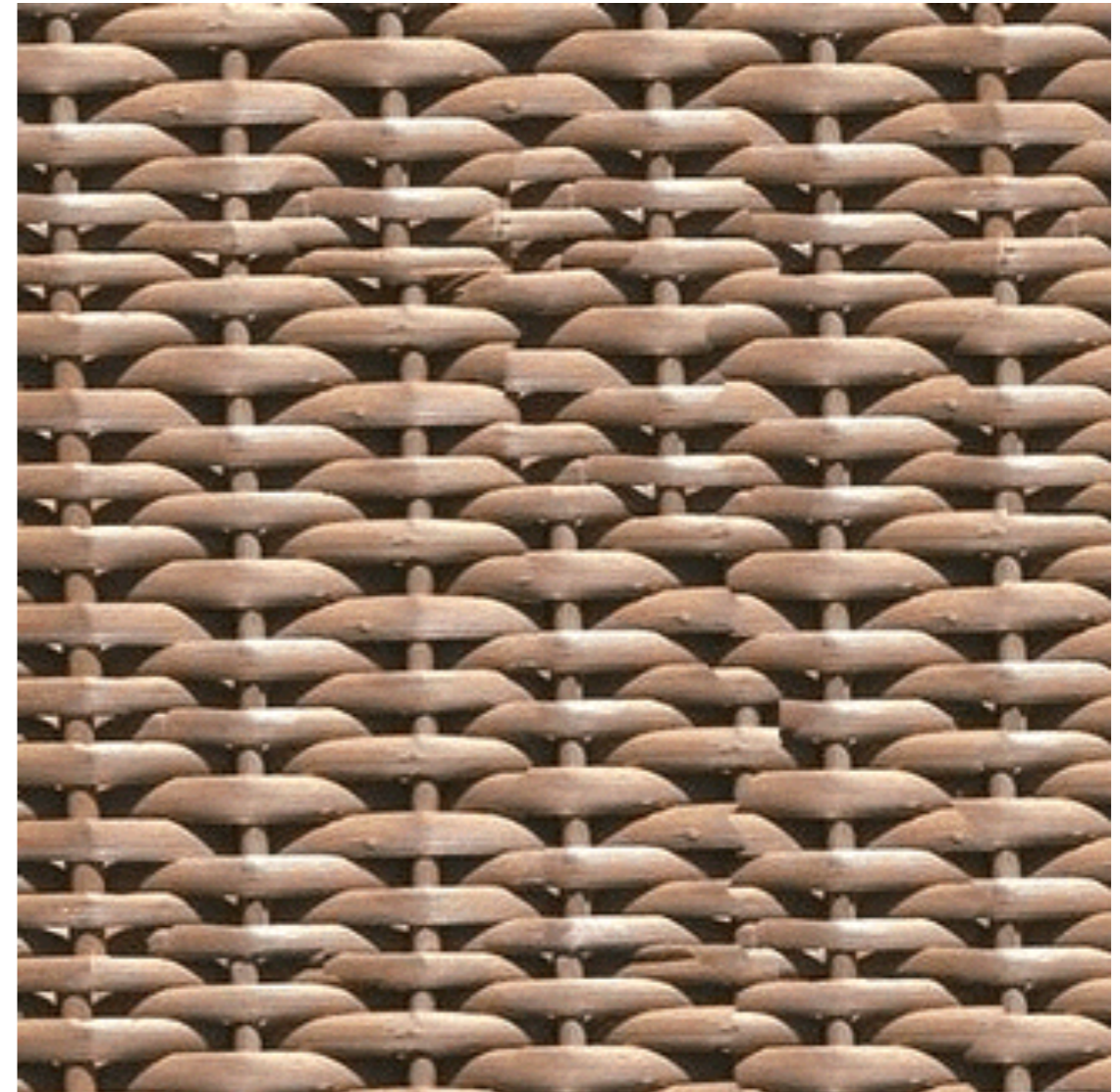
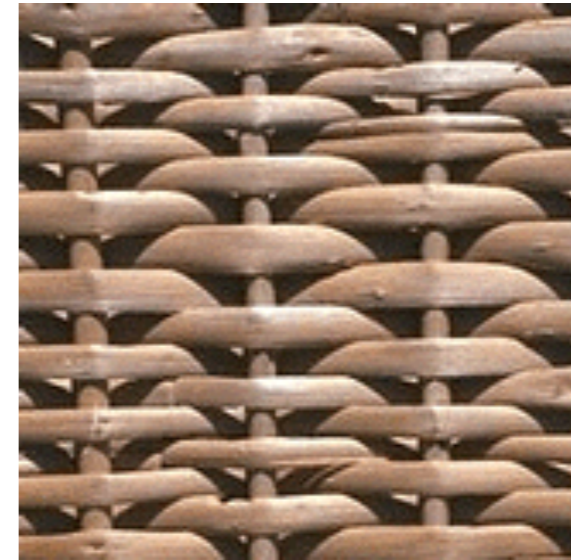


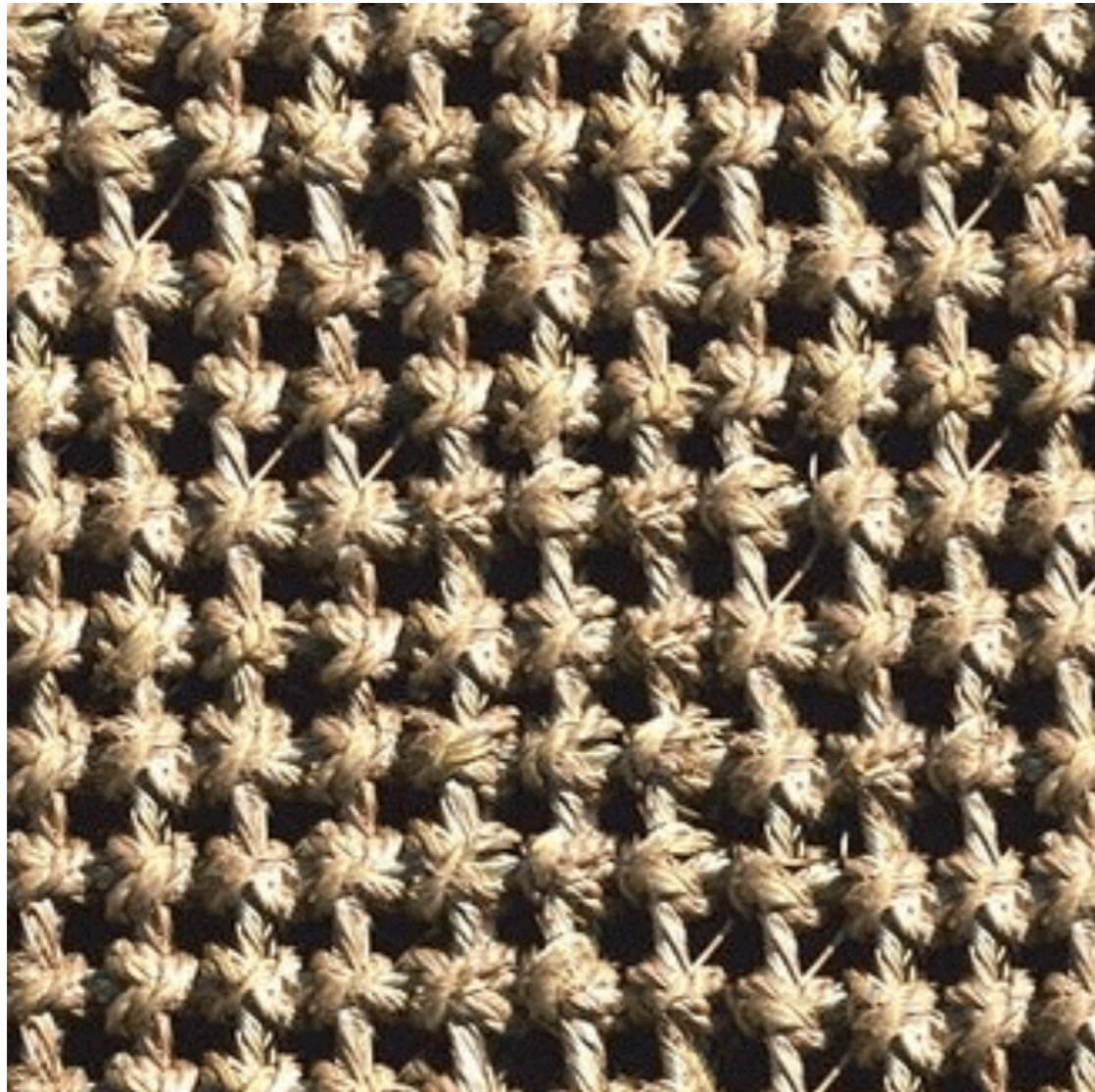
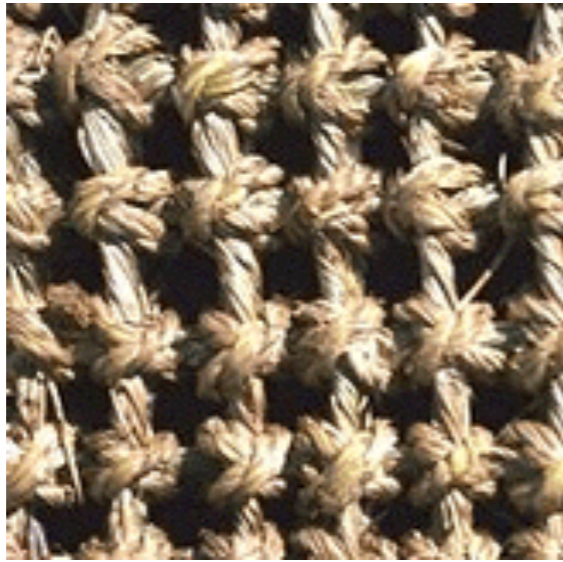
Trouver le chemin au coût minimum

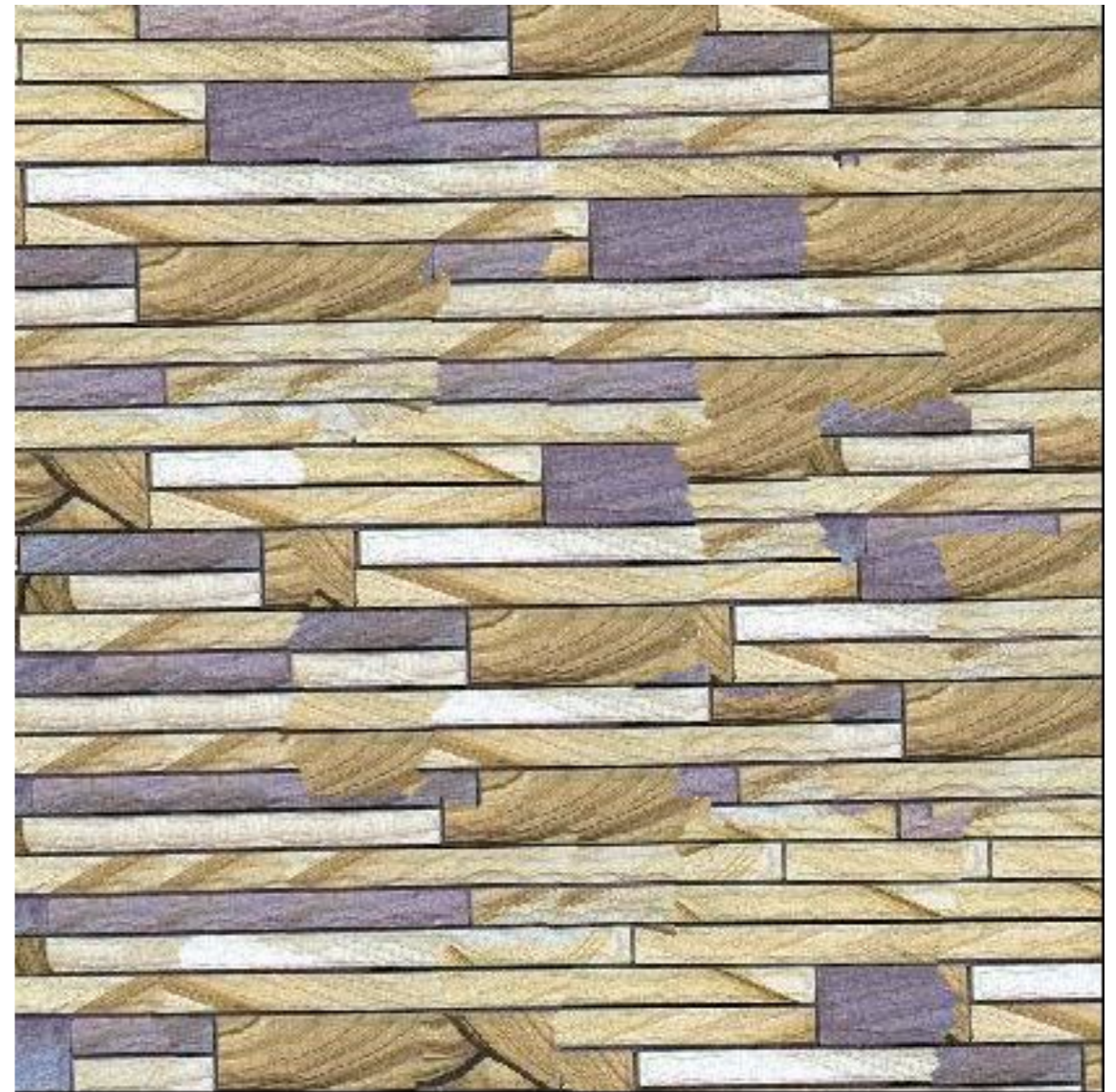


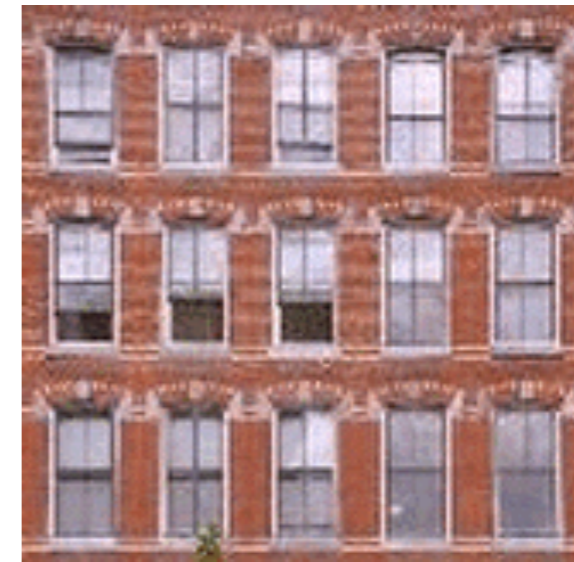
Trouver le chemin au coût minimum



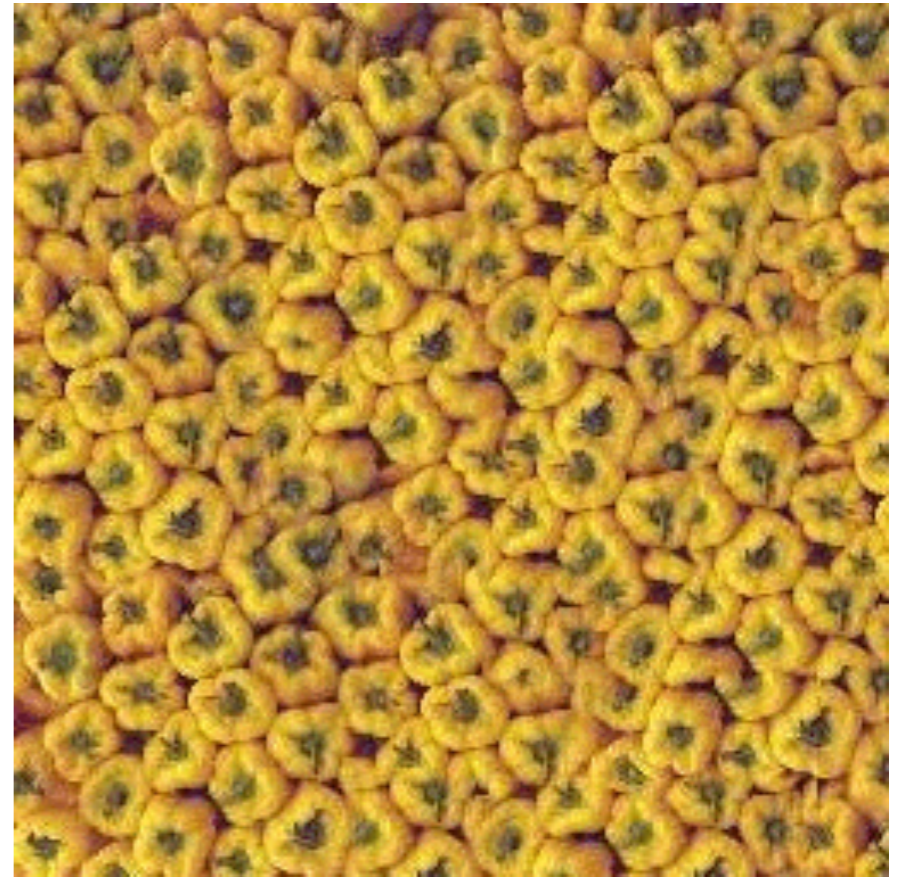
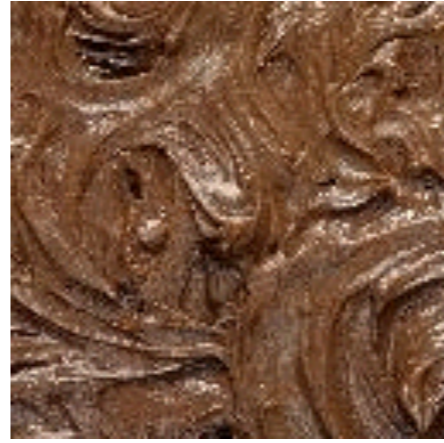
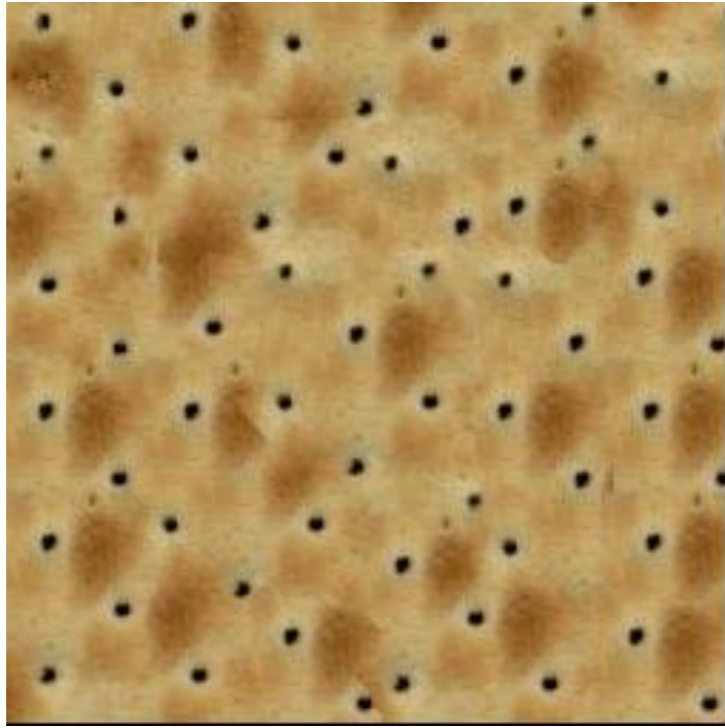
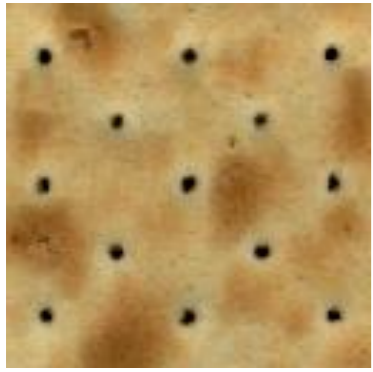












Synthèse de texture politique!

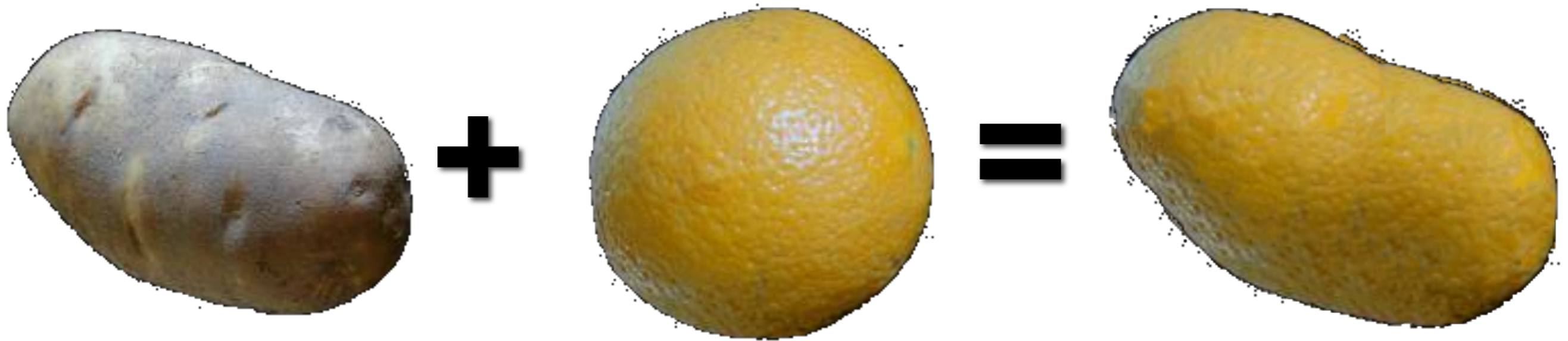
Bush campaign digitally altered TV ad

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

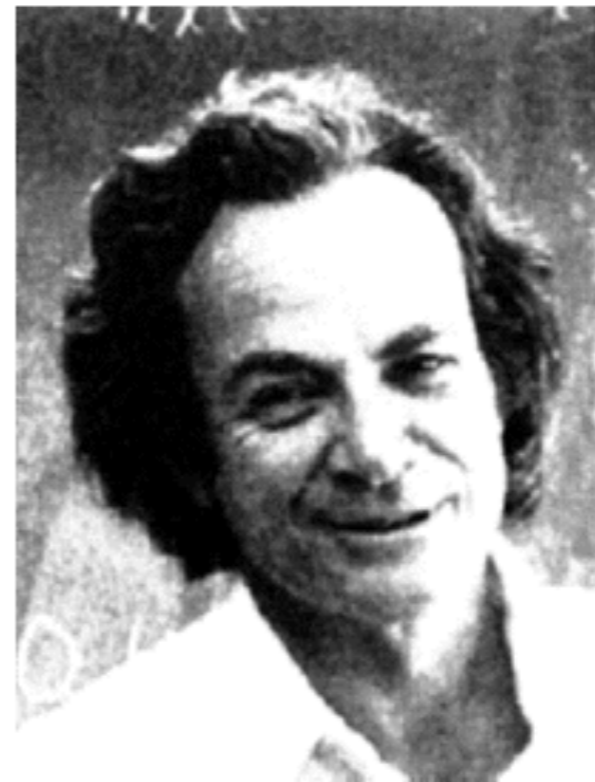


Identique à la synthèse de texture, excepté qu'on rajoute une contrainte additionnelle:

- Consistence de la texture (les blocs de texture devraient être similaire à l'image (e.g. SDC sur la luminance))



source texture



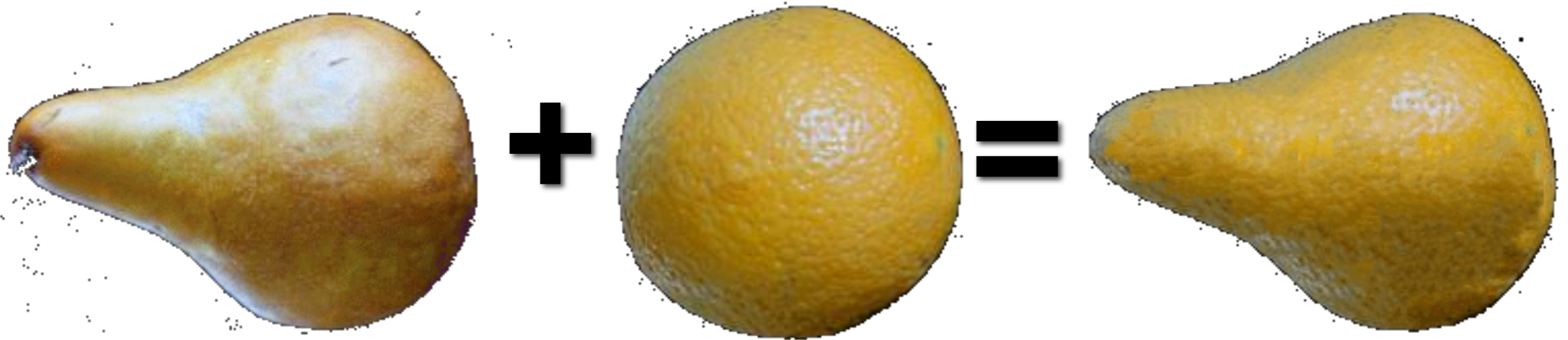
target image

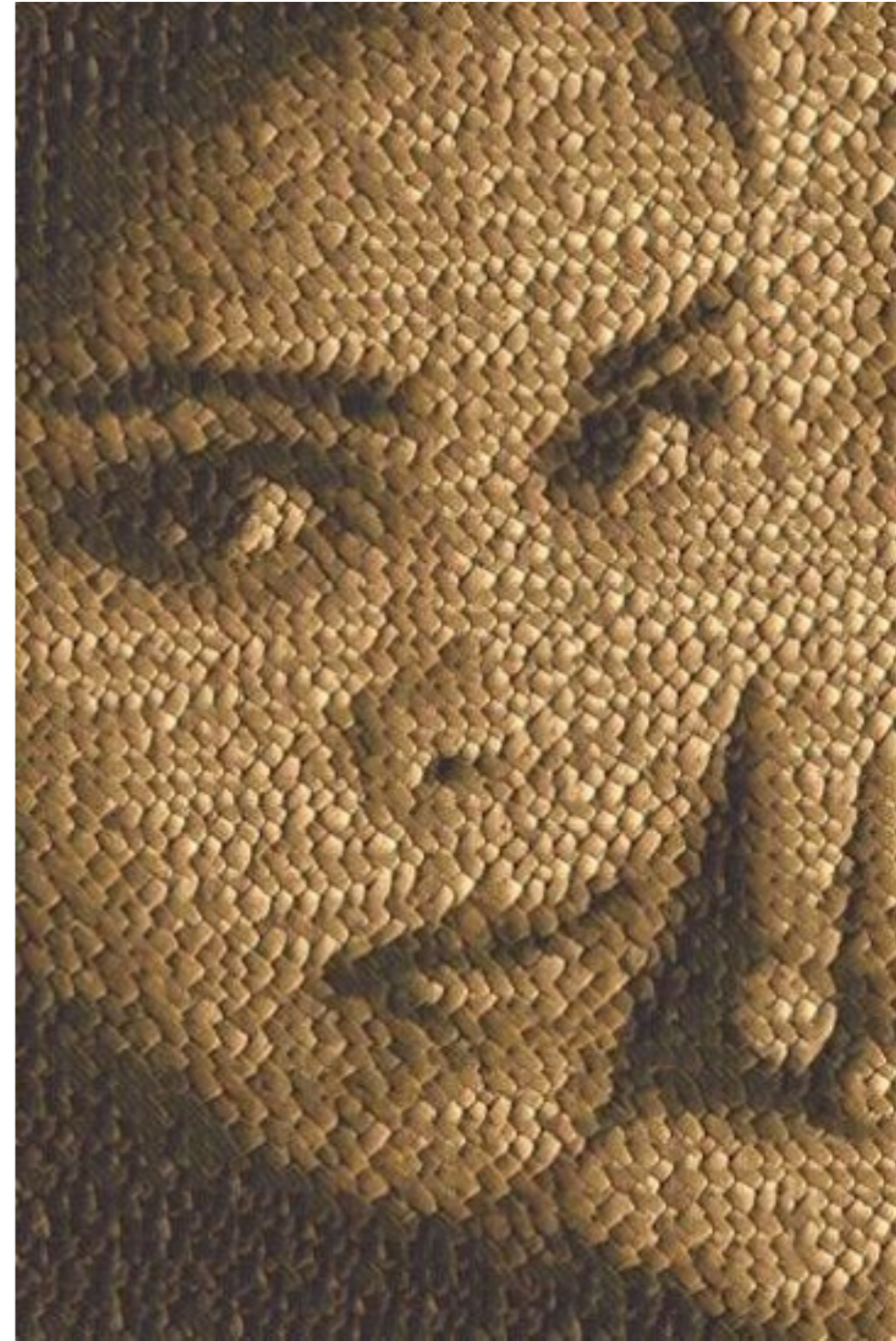


correspondence maps



texture transfer result





Making sacred toast



+



À retenir

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



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