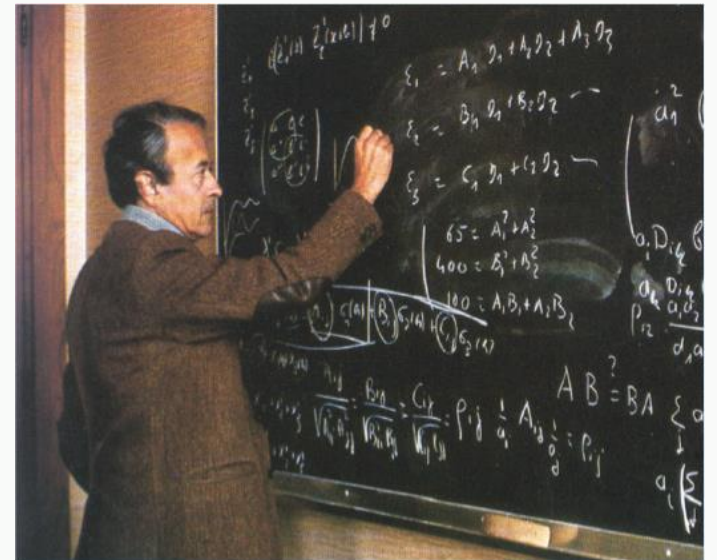


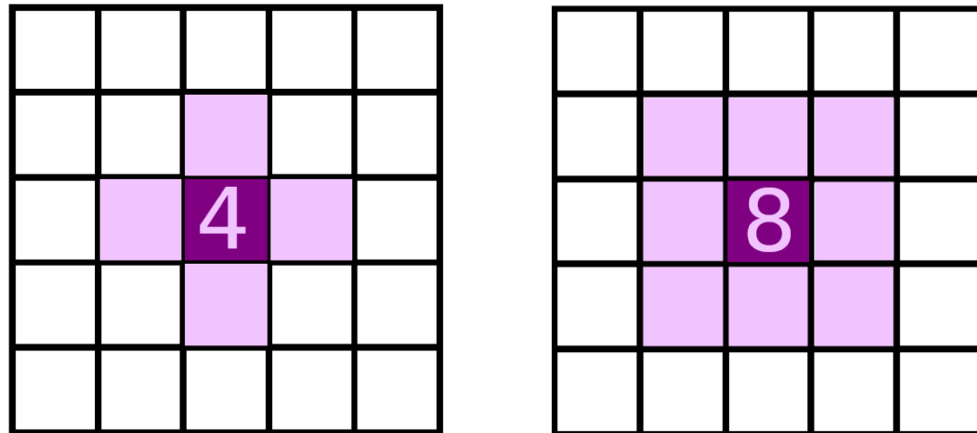
Traitement d'images fondamental

MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE

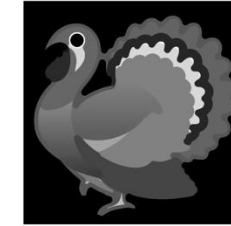
Elodie Puybareau



RAPPELS DE LA SEMAINE DERNIÈRE



$$\epsilon(X(z))_B = \inf(X(y), y \in B_z) \quad \text{Dilatation}$$



Erosion

$$\delta(X(z))_B = \sup(X(y), y \in B_z)$$

Ouverture

Fermeture



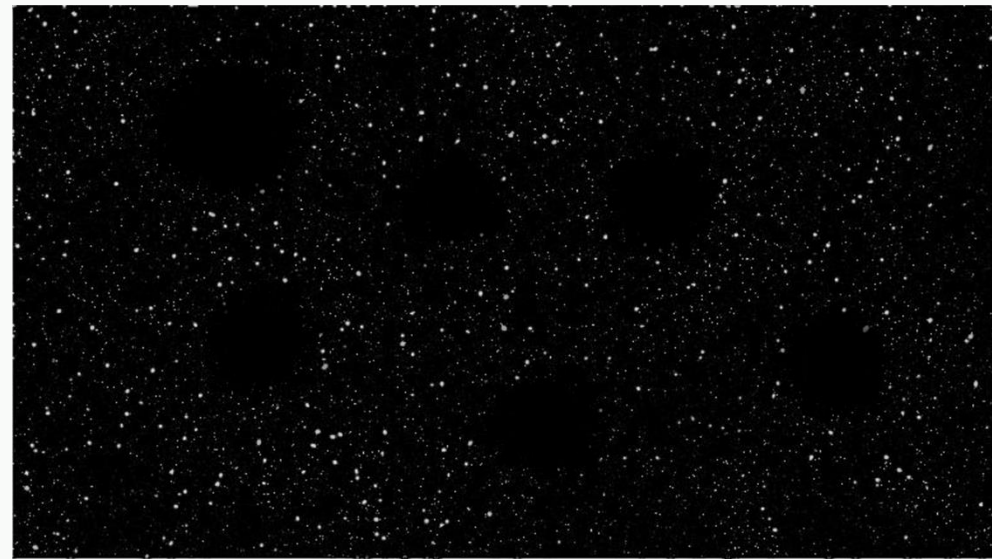
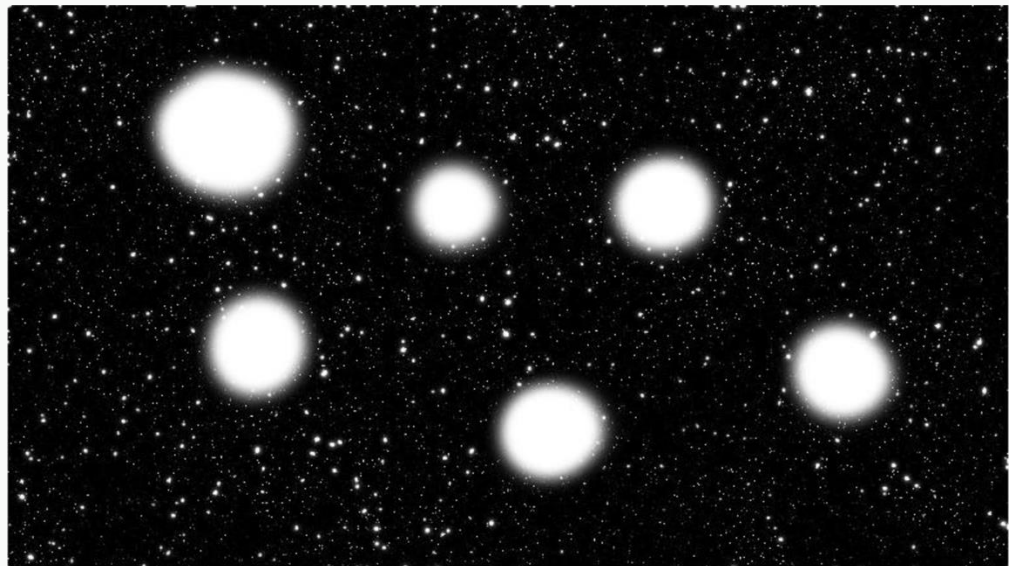
Originale

$$\gamma(X) = \delta_B(\epsilon_B(X))$$

$$\phi(X) = \epsilon_B(\delta_B(X))$$

Premiers filtres :

- « extremums » (supremum d'ouverture et infimum de fermeture)
- Filtres alternés (exemple sel poivre) et alternés séquencés



Comment passer de l'image de gauche à l'image de droite ?

Les résidus

Nous allons maintenant voir un outil très puissant : les résidus.

Il s'agit d'un concept simple, mais qui est une gymnastique de l'esprit : pour récupérer ce que l'on veut, il faut d'abord l'effacer.

Le « Top-Hat »

Ce procédé qui consiste à faire l'image-ouverture de l'image s'appelle un « top-hat » ou chapeau haut de forme.

La soustraction se fait toujours dans le sens « image claire – image foncée ».

"White top-hat" : récupérer de
petits éléments blancs

$$X - \gamma(X)_B$$

Image - ouverture de l'image

"Black top-hat" : récupérer de
petits éléments noirs

$$\varphi(X)_B - X$$

Fermeture de l'image - image

Le top-hat version 1D

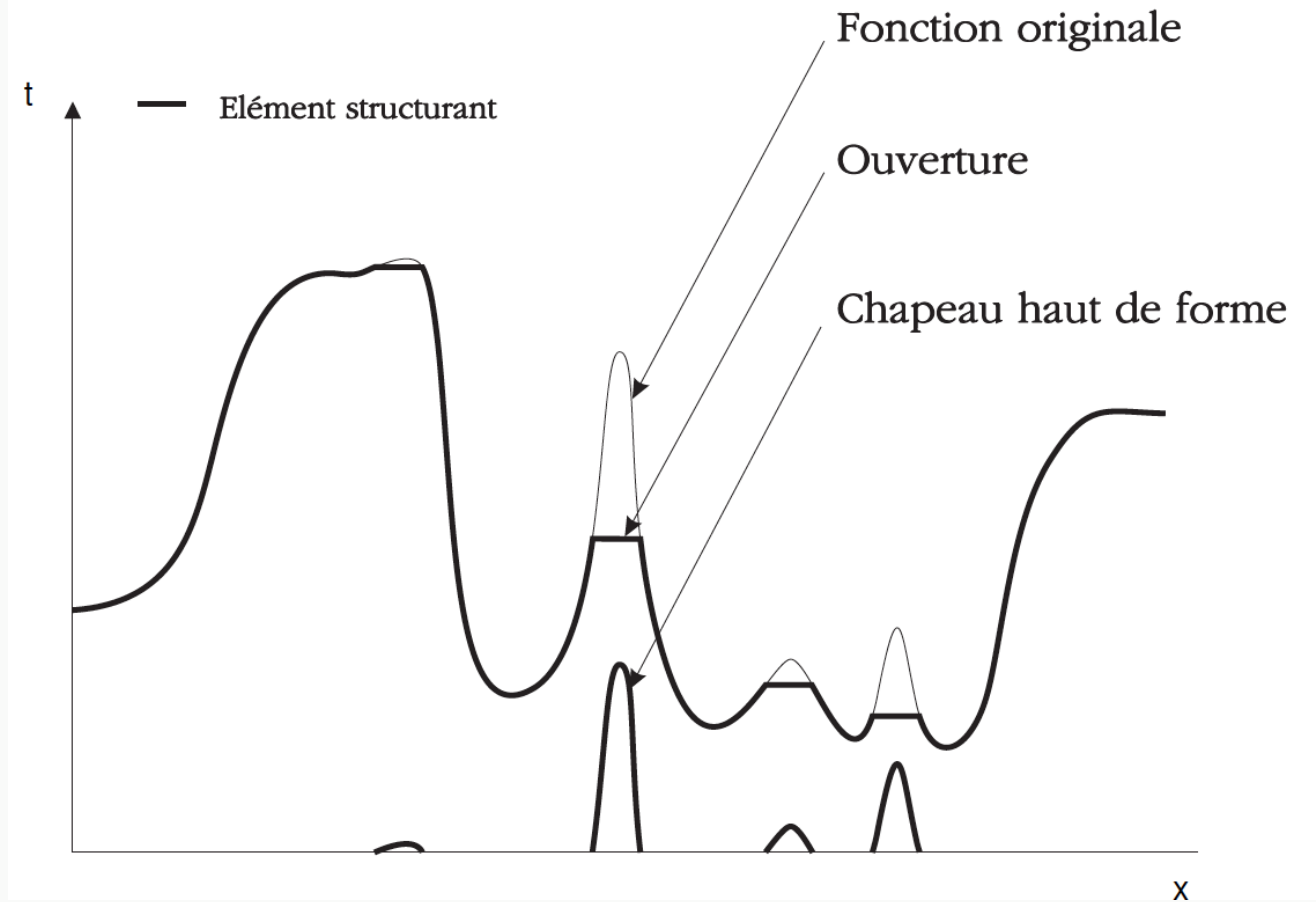




Image
originale
(couleur)



Image
originale
(niveaux de
gris)



Image
ouverte



Image
originale -
Image
ouverte



PLUS
SÉRIEUSEMENT,
QUE REMARQUONS
NOUS ?

On voit apparaître les
contours ! Et si on
augmente la taille de
l'élément structurant



REMPLAÇONS L'OUVERTURE PAR LA DILATATION

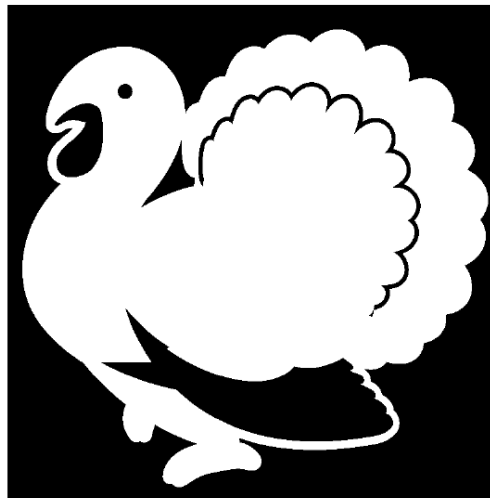
C'est beaucoup plus
propre !

Reprenons en binaire

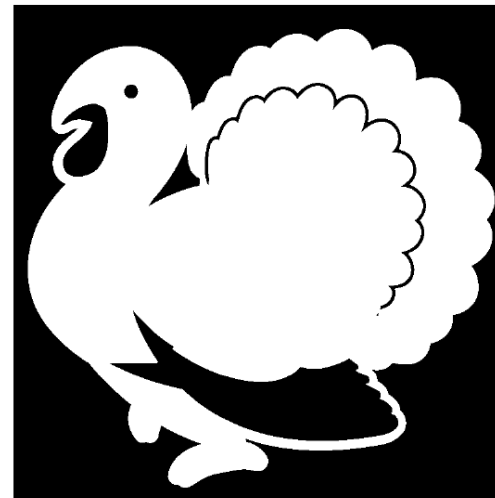
La dilatation va "augmenter les bords". Quand on va soustraire l'image originale, on va donc récupérer ces "bords augmentés".

On appelle ce résultat le gradient externe. Si on fait la même chose avec une érosion, on appelle cela le gradient interne.

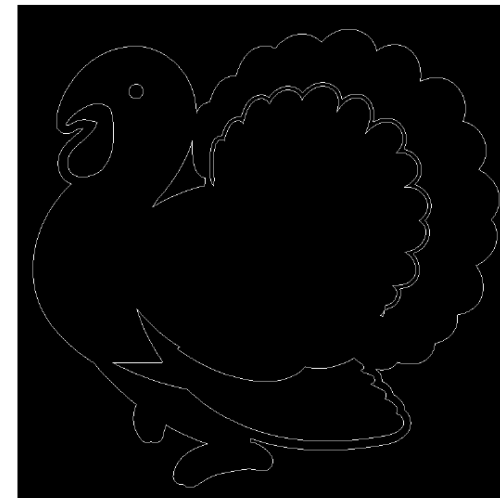
Notre dinde seuillée!



Puis dilatée...



Et on soustrait!



Et en niveaux de gris

Les détails apparaissent au niveau des changements de teinte.

Ca fait un peu comme ces dessins où il faut colorier les cases...

La dinde grise!



Gradient externe



Gradient interne



Le gradient

Même idée que le top-hat pour mettre en évidence les contours !

Gradient

$$\mathcal{G}(X) = \delta_1(X) - \epsilon_1(X)$$



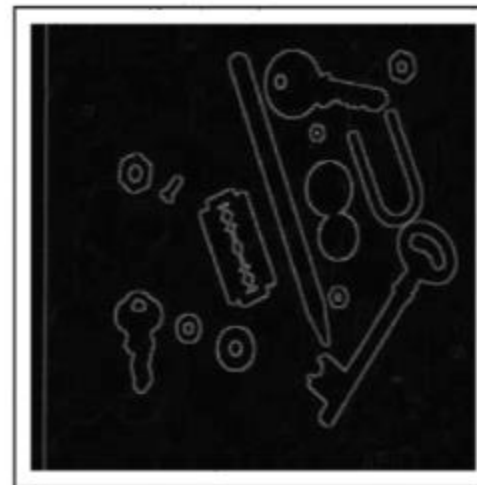
Gradient interne

$$\mathcal{G}_i(X) = X - \epsilon_1(X)$$

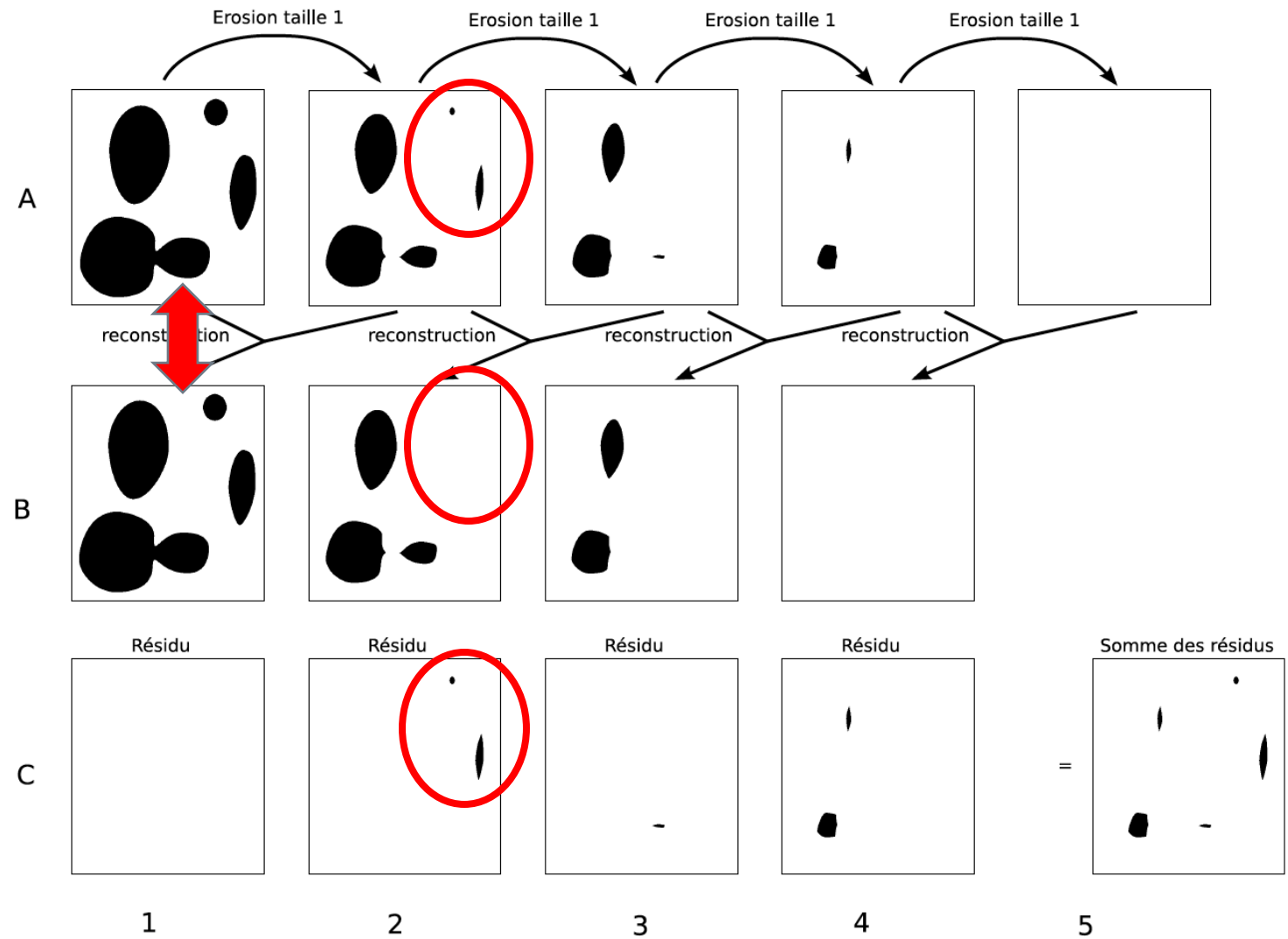


Gradient externe

$$\mathcal{G}_e(X) = \delta_1(X) - X$$

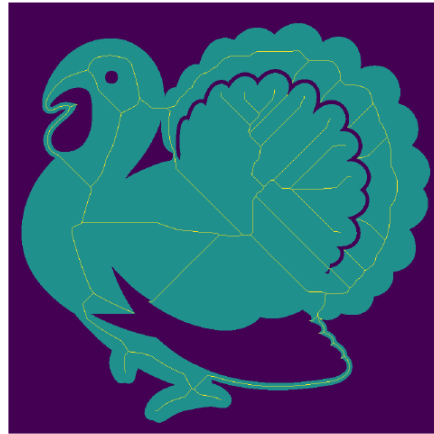
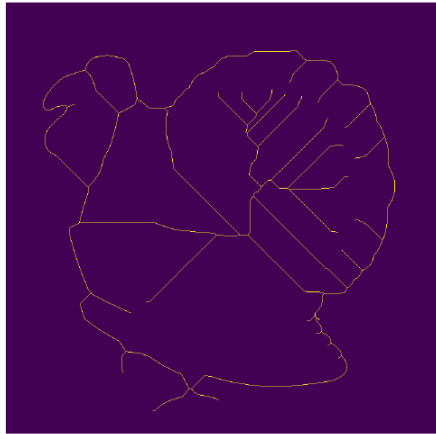


Les érodées ultimes : une autre manière d'obtenir des marqueurs



En théorie « théorique », il s'agit du centre des boules max, donc de la ligne située à équidistance des bords de l'objet.

En pratique, il y a des implémentations différentes qui donnent des résultats différents.

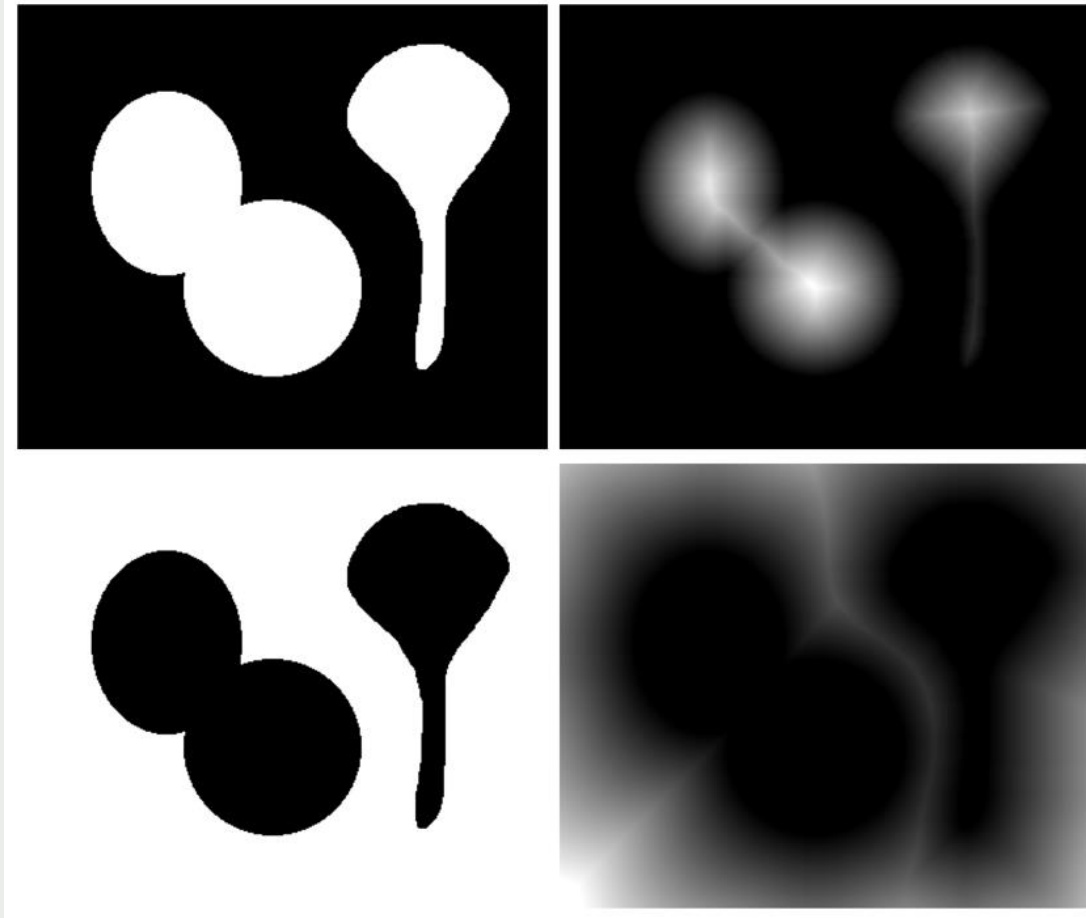


SQUELETTE

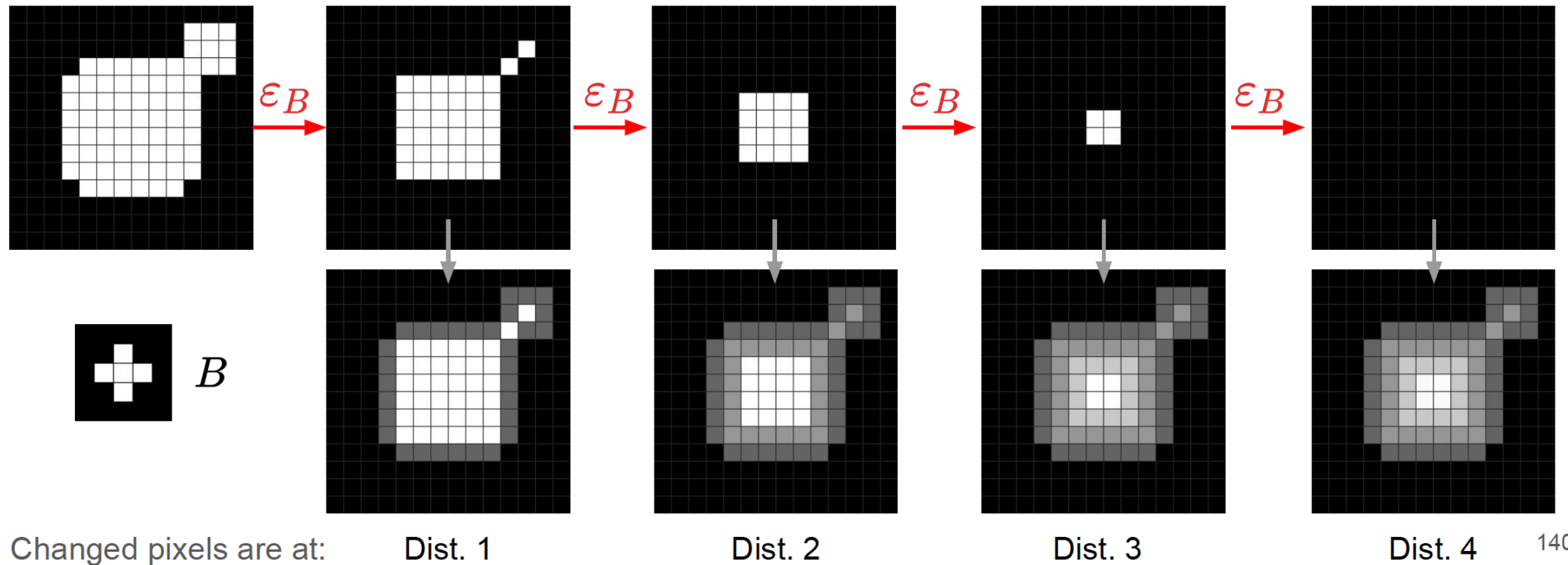
Carte des distances

A chaque pixel, on attribue comme valeur sa distance au bord.

Il existe de nombreuses manières de calculer cette distance, ce qui donne des résultats différents.

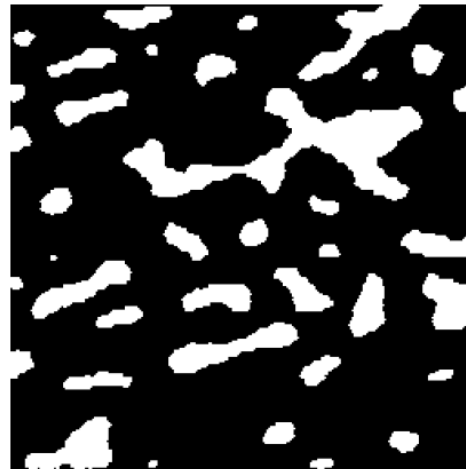


Carte des distances : en pratique



RECONSTRUCTION GÉODÉSIQUE

Idée : reconstruction des objets dont on a un marqueur connu. La reconstruction s'effectue en définissant des marqueurs d'une part et un masque d'autre part.



X



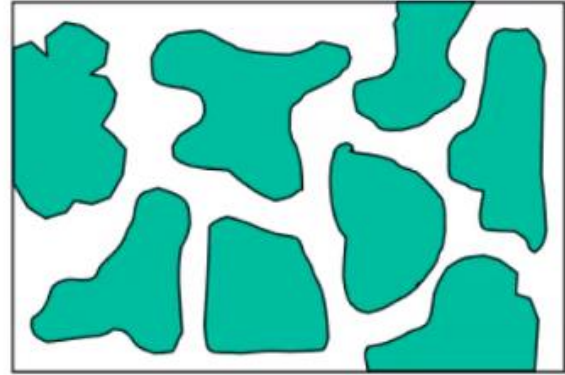
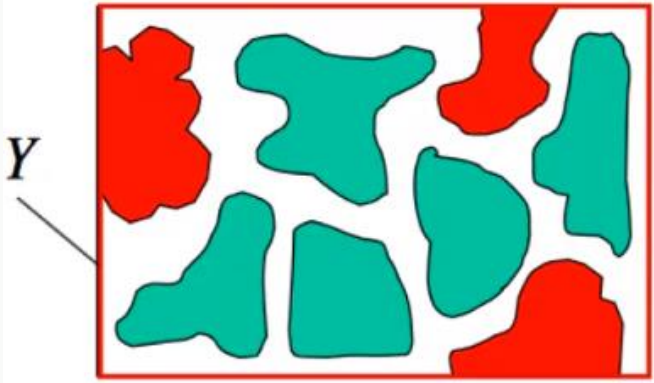
$\gamma(X)$



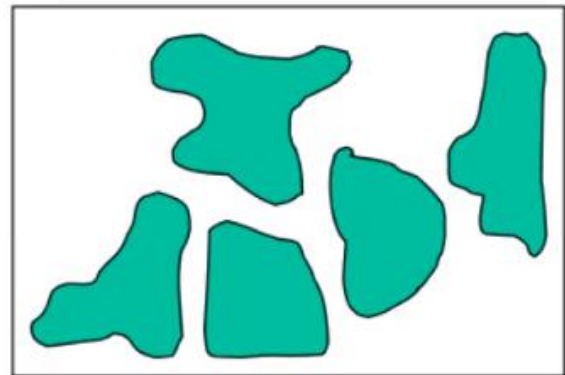
$R_{B,X}(\gamma(X))$

En pratique : la reconstruction se fait par dilatation successives jusqu'à idempotence (on peut également le faire par erosions)

La suppression des objets touchant le bord de l'image binaire X s'obtient par différence avec la reconstruction du bord dans X :



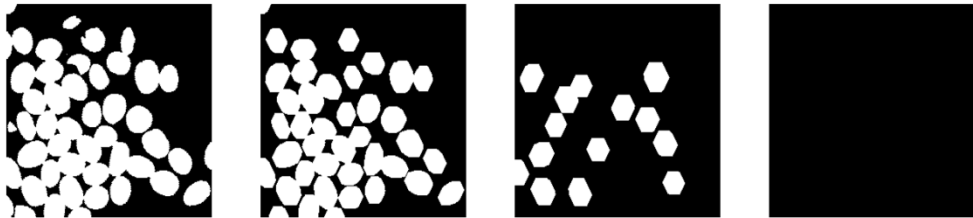
X



$X \setminus E^X(Y)$

RETIRER LES
ÉLÉMENTS QUI
TOUCHENT LE
BORD

Il s'agit de l'étude de la taille des éléments présents dans une image.

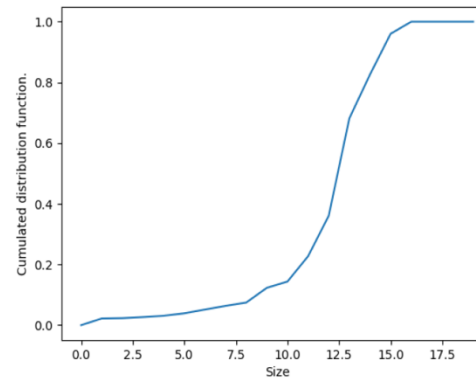


X

$\gamma_9(X)$

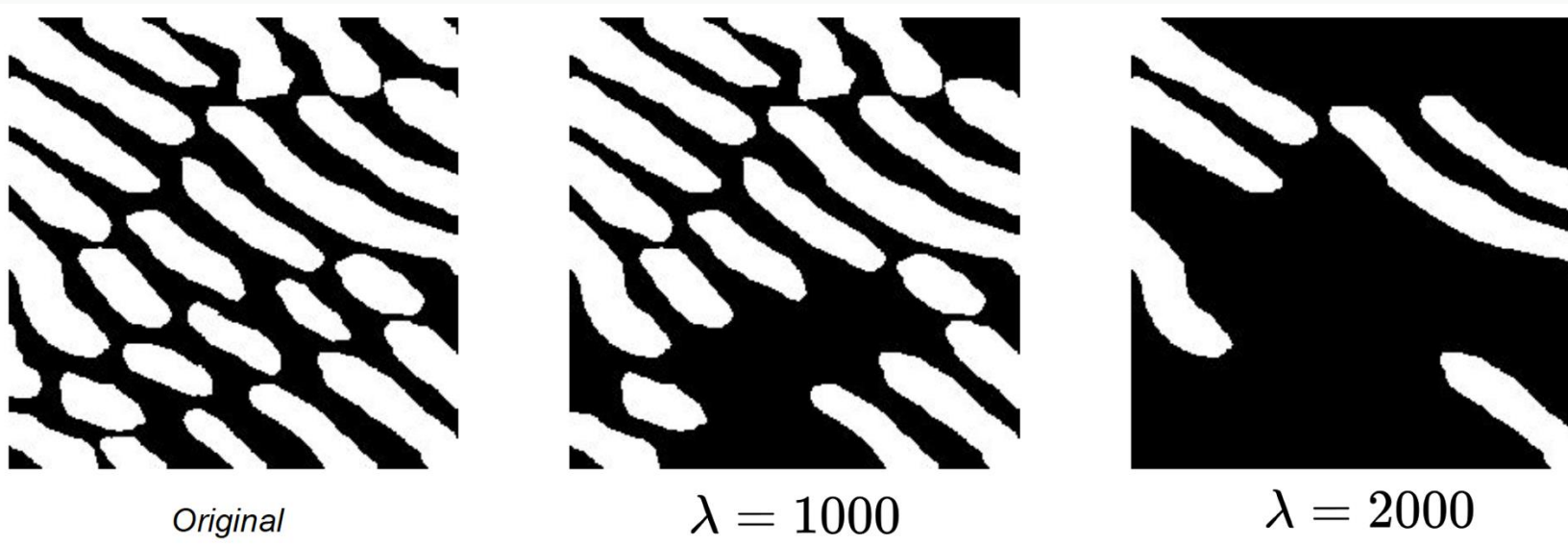
$\gamma_{13}(X)$

$\gamma_{16}(X)$



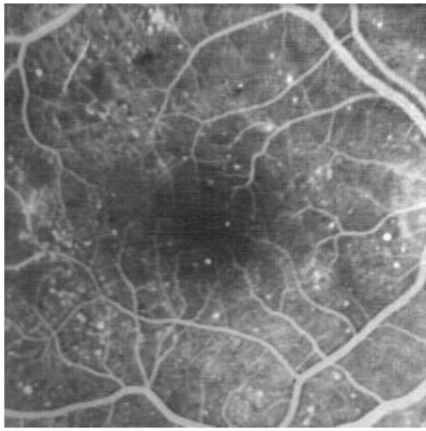
$$F(t) \approx P(T \leq t)$$

GRANULOMETRIE

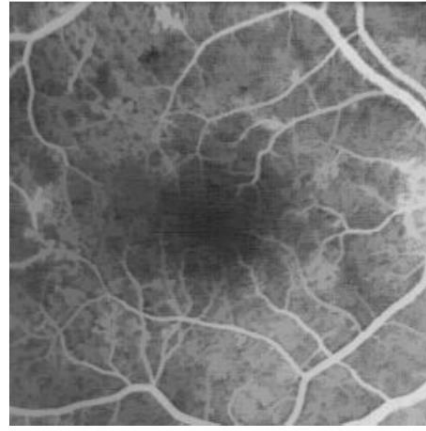


Ouvertures/fermetures par aire

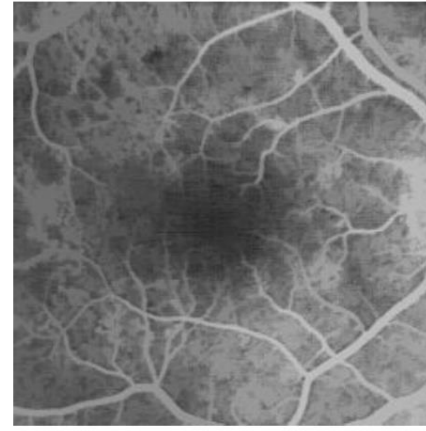
On peut, au lieu d'utiliser des éléments structurants, utiliser des notions d'aires : on va sélectionner les composantes plus petites/plus grandes que l'aire donnée



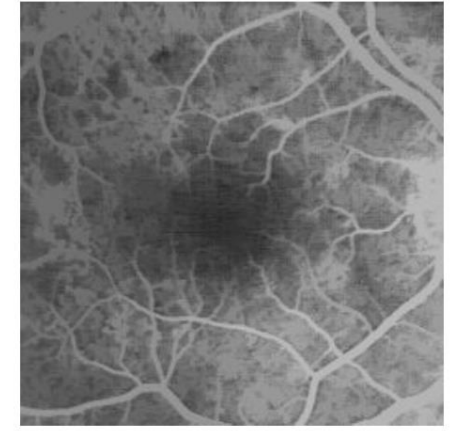
Original



$\lambda = 100$

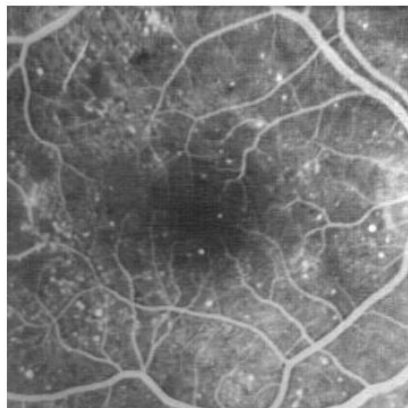


$\lambda = 700$

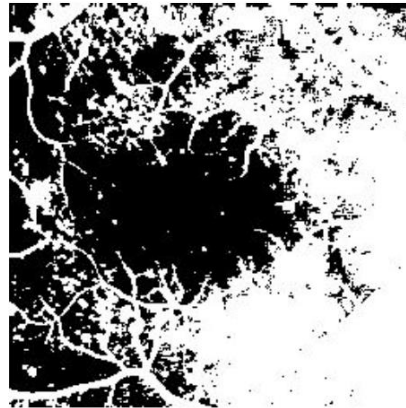


$\lambda = 1500$

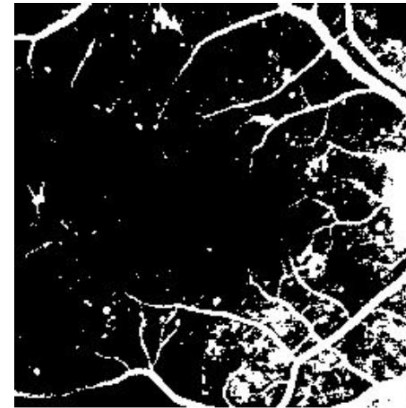
Et aussi en niveaux de gris



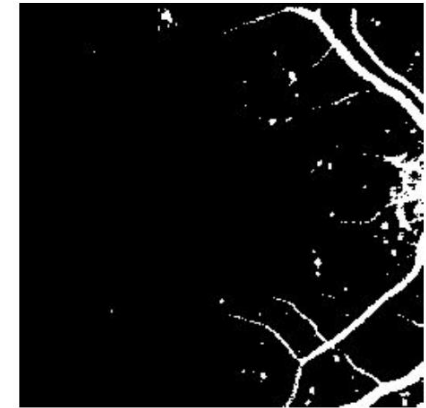
Original



$t = 110$

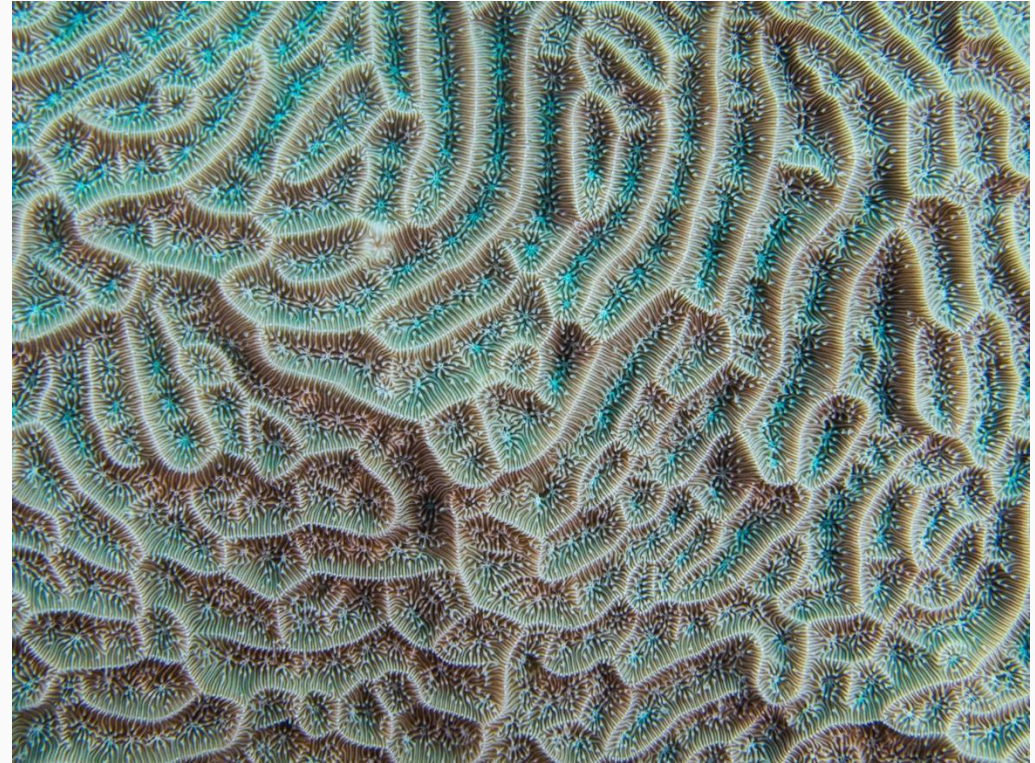


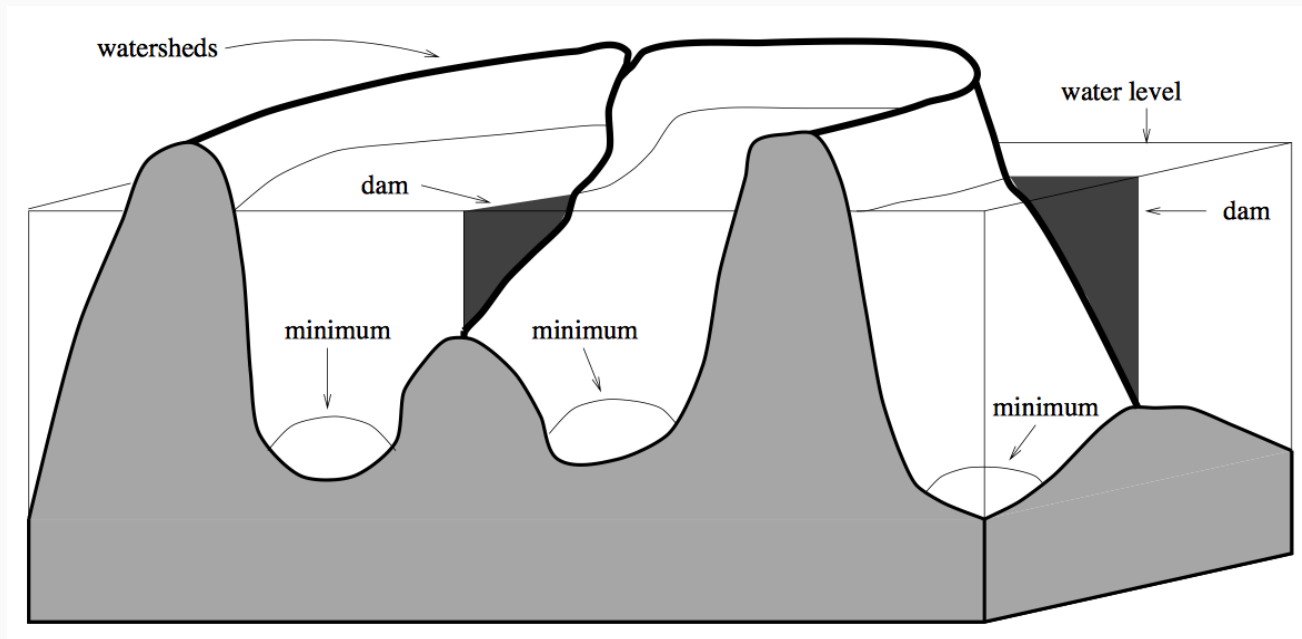
$t = 150$



$t = 190$

La Ligne de partage des eaux

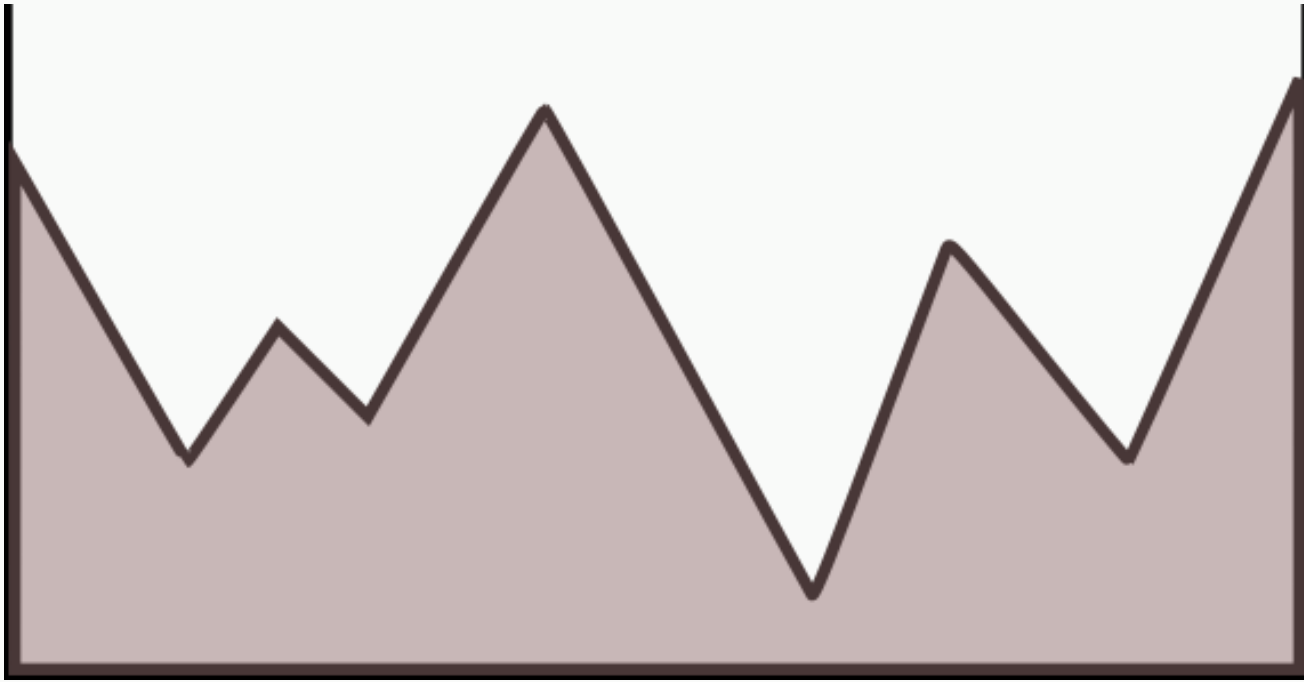




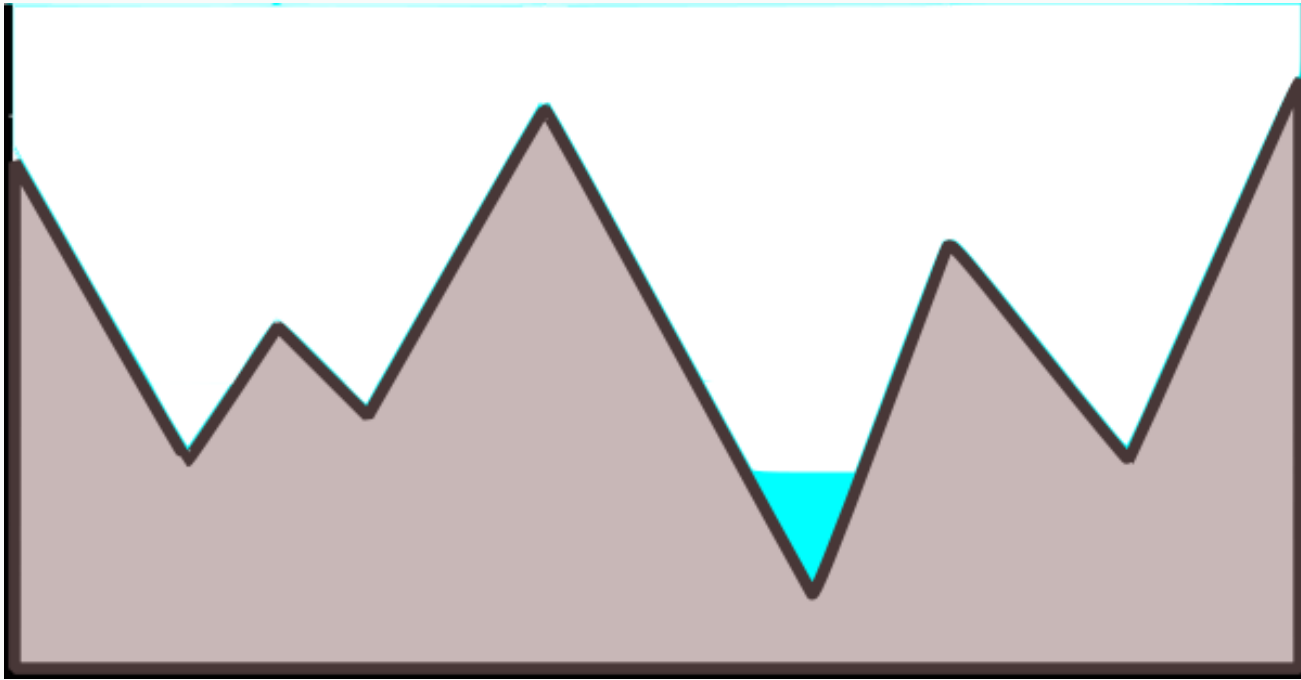
L'idée est de construire une carte d'élévation de l'image (souvent gradient/norme du gradient).

Les régions à segmenter sont alors les vallées, et les limites entre les régions sont les crêtes.

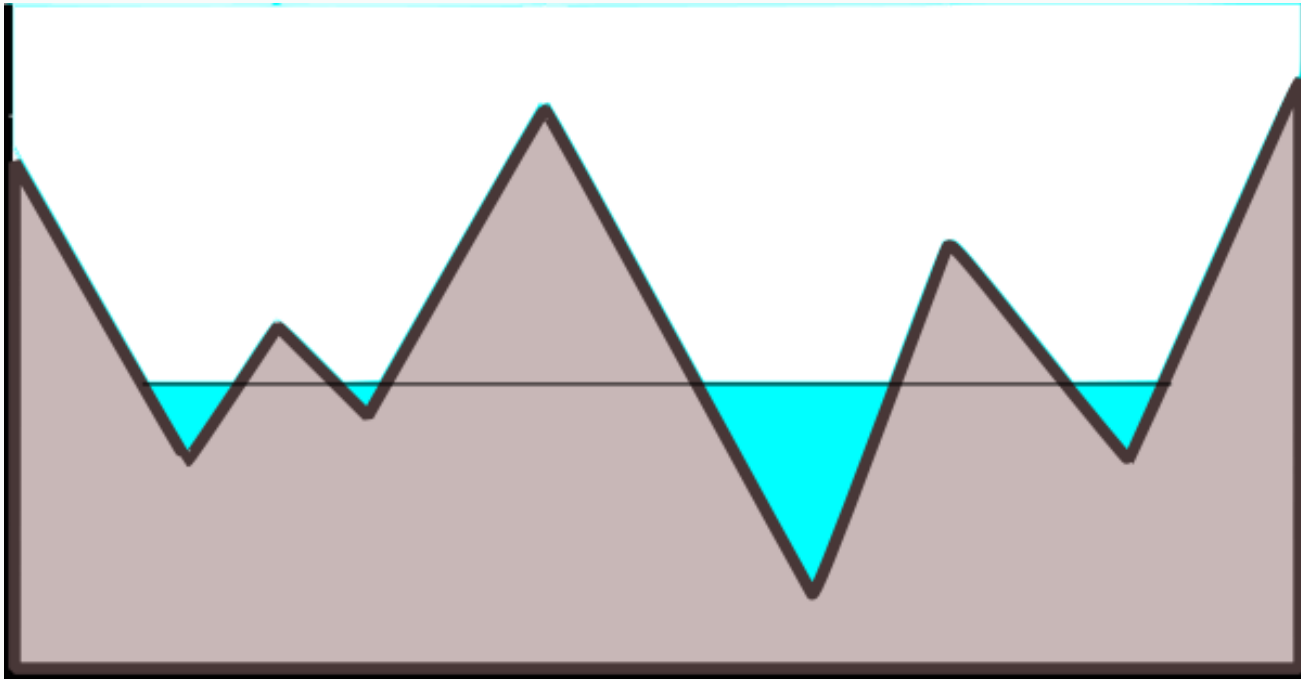
2 manières de voir les choses :
par inondation ou par
ruissellement



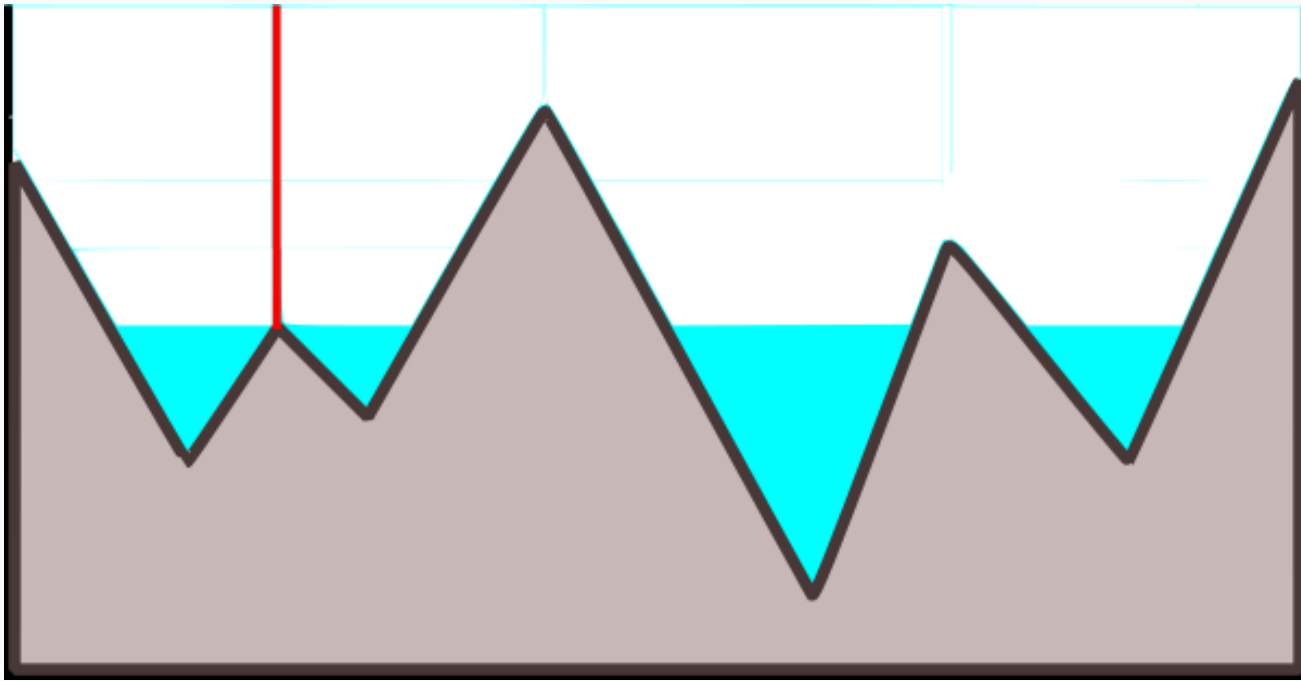
LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



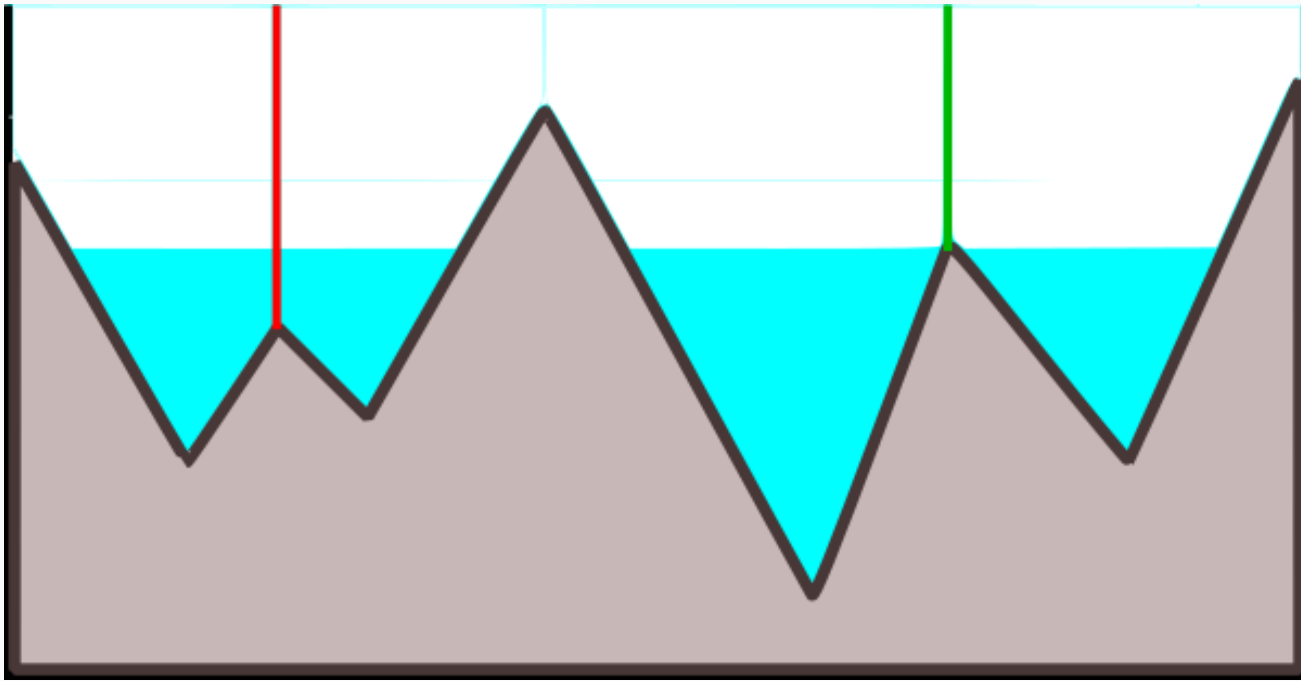
LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



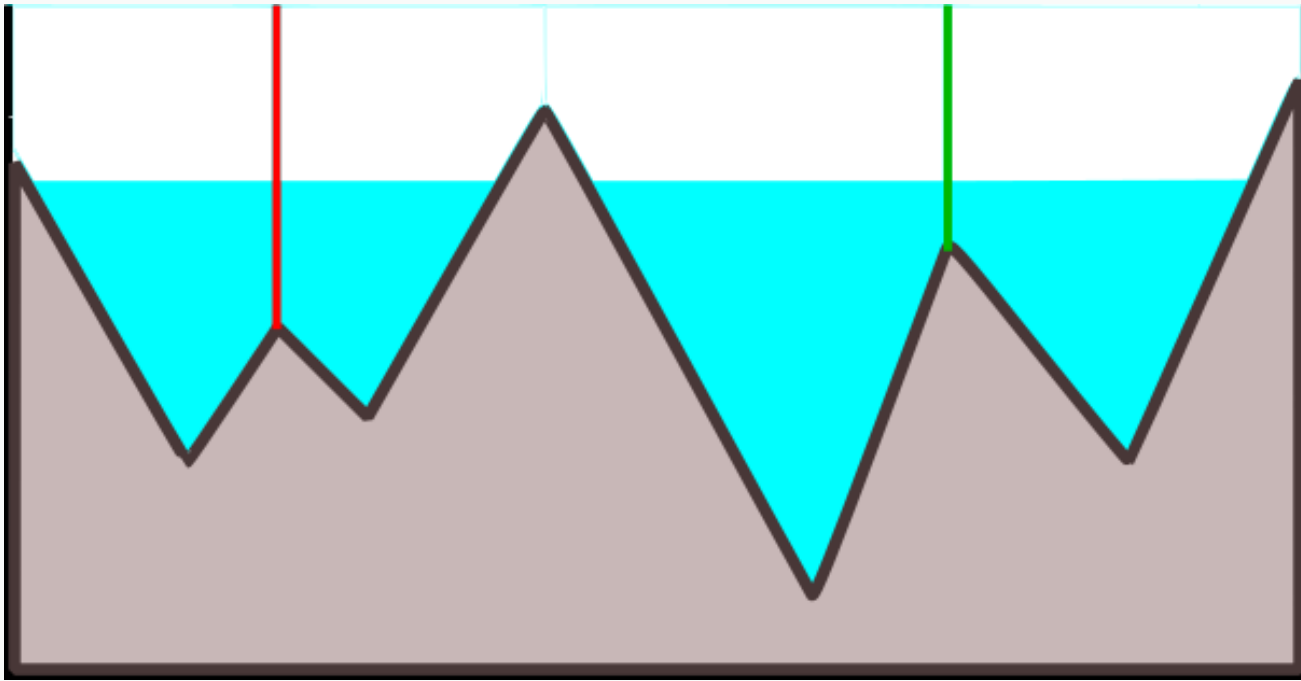
LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



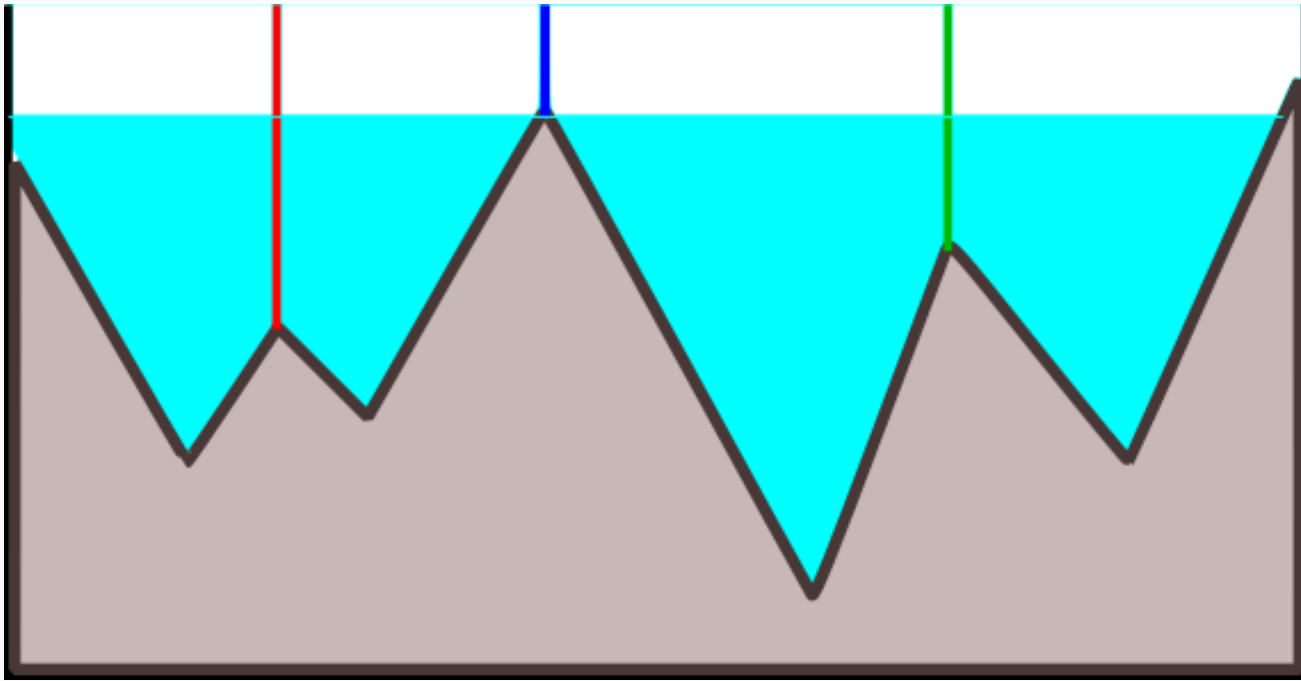
LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



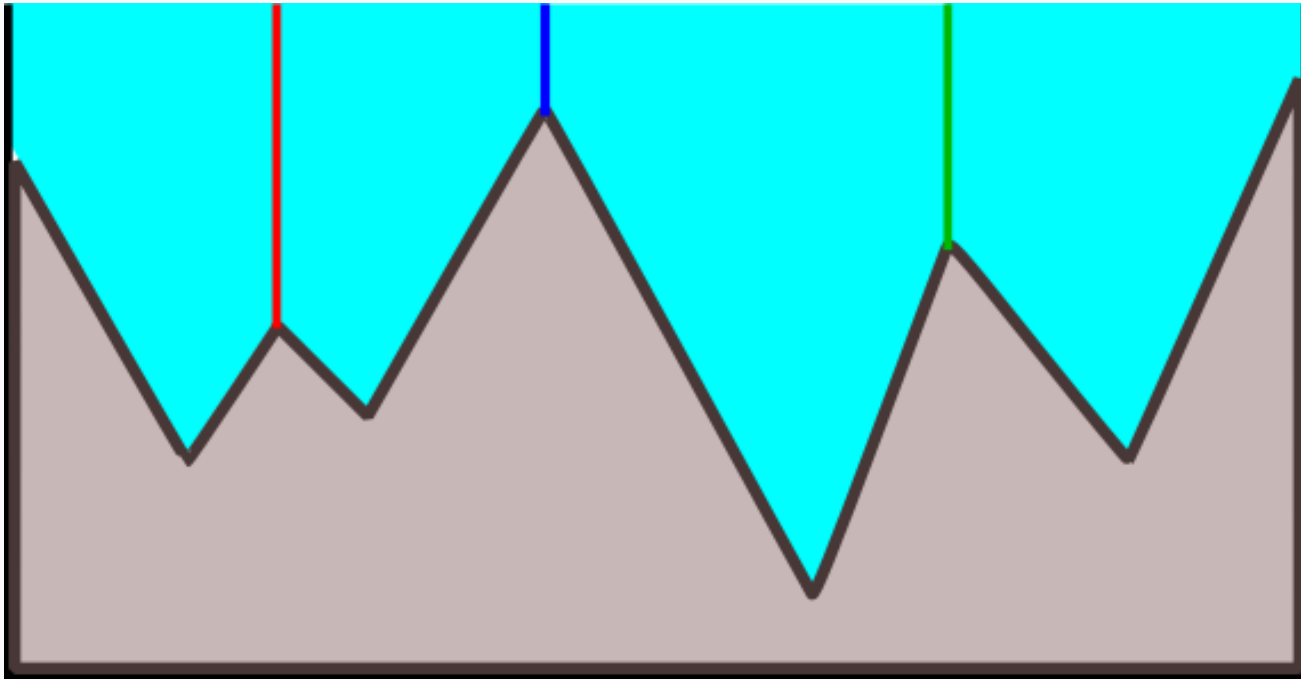
LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



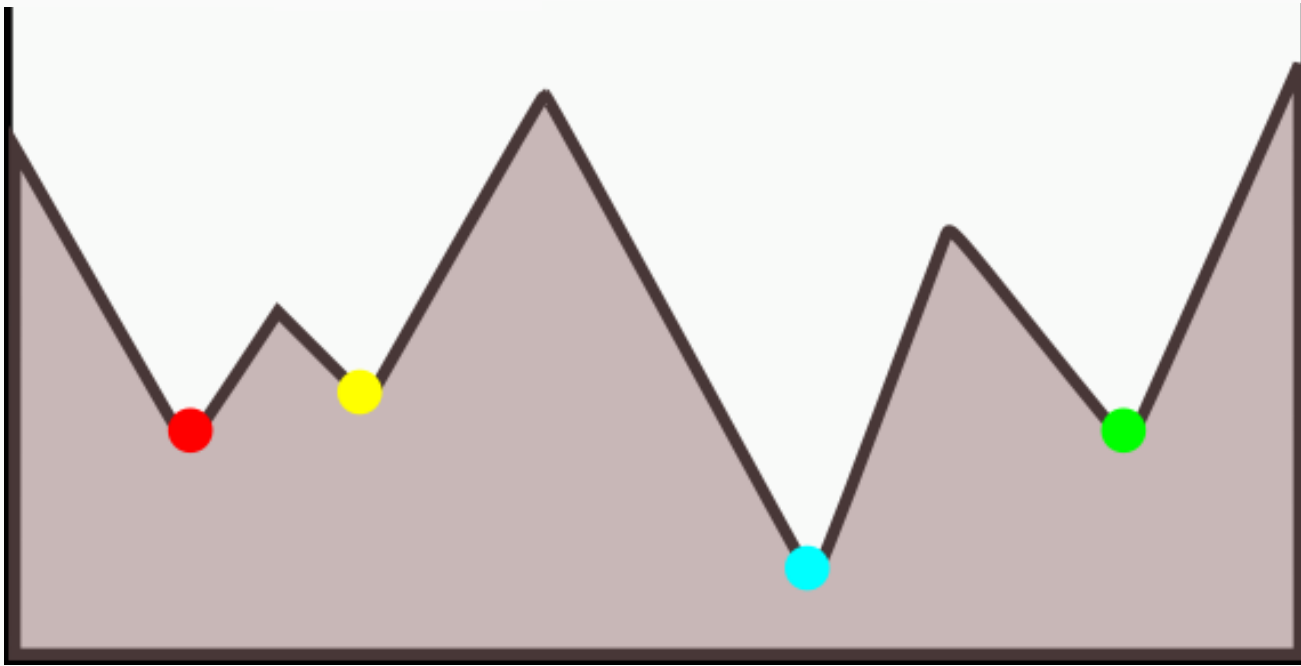
LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



LE WATERSHED
PAS À PAS :
INONDATION



LE WATERSHED
PAS À PAS :
RUISSELEMENT

Le Watershed : quelques remarques

Le choix des
marqueurs de
régions est très
important

Les minimas
locaux sont des
marqueurs

Si trop de
marqueurs
sélectionnés :
sur-
segmentation

Il faut faire
attention à
l'implémentation
du WS : lisez la
doc !

Implémentation du Watershed

Calculer le gradient (ou le Laplacien) de l'image.

Commencer avec tous les pixels ayant la valeur la faible possible : ceux-ci forment l'ensemble des bassins versants initiaux.

Pour chaque niveau d'intensité r :

Pour chaque groupe de pixels d'intensité r :

Si adjacent à exactement une région existante, ajouter ces pixels dans cette région.

Sinon, si adjacent à plusieurs régions simultanément, marquer comme ligne de partage des eaux.

Sinon, commencer une nouvelle région.

**Ok, et
maintenant
?**

Pause ! Puis TP. On reverra également les opérateurs morphologiques en cours l'IMED.