

TRAITEMENT D'IMAGE

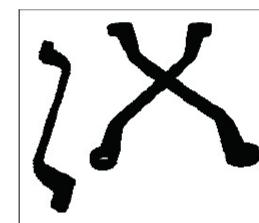
Traitement des images binaires et Morphologie mathématique

Traitement d'image

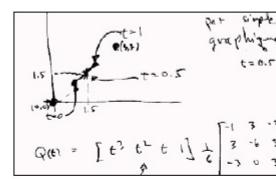
• Images binaires:

Les images binaires sont des images où un pixel ne peut prendre que la valeur 0 ou 1 (ou autre valeur non nulle).

Plusieurs techniques particulières permettent de manipuler les images Binaires.



Intérêt : traiter les résultats de la segmentation



Image

Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Traitement d'image

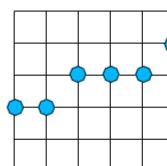
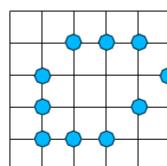
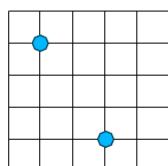
- **Images binaires:**

➤ Pavage et maillage:

Questions :



Combien d'objets voyez-vous ici ?



Quelle est la distance entre deux points ? A quoi correspond un trou ? Comment définir une droite ?

Traitement d'image

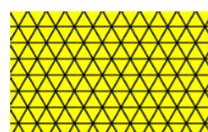
- **Images binaires:**

➤ Pavage et maillage :

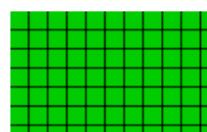
Réponse : Selon le pavage utilisé pour répartir le plan de l'image et le type de la connexité des pixels (adjacence).

Un pavage du plan est une partition du plan en cellules élémentaires (pixels).

Il n'existe que 3 pavages réguliers du plan :



triangulaire



carré



hexagonal

.... Et de nombreux pavages irréguliers.....!!!!

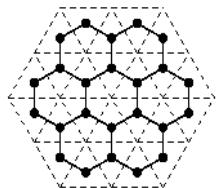
Traitement d'image

• Images binaires:

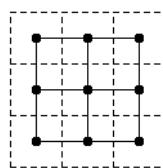
➤ Pavage et maillage :

On associe à chaque pavage du plan un graphe. Les sommets (noeuds) de ce graphe représentent les cellules élémentaires, et les arêtes représentent la relation d'adjacence entre ces cellules (2 cellules sont adjacentes si elles ont un côté en commun). Un tel graphe est appelé maillage du plan.

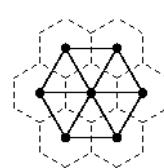
Les pavages et les maillages réguliers ont une relation de dualité :



Pavage triangulaire-
maillage hexagonal



Pavage carré-maillage
carré



Pavage hexagonal -
maillage triangulaire

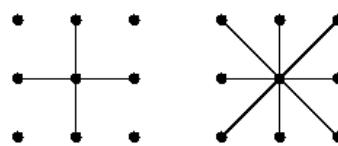
Traitement d'image

• Images binaires:

➤ Connexité des pixels :

Il existe plusieurs types de connexité :

- ✓ Connexité-4 : on considère que 4 pixels voisins au pixels en considération.
- ✓ Connexité-8 : on considère 8 pixels voisins.
- ✓ Connexité-16 : on considère 16 pixels
- ✓ Connexité-32
- ✓ ...



Connexité-4 et connexité-8

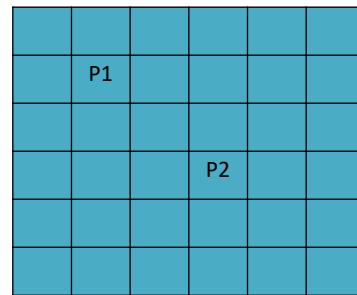
NB: A noter qu'on utilise des connexités différentes entre les contours et les régions:

- ✓ **connexité-4 pour les régions**
- ✓ **connexité-8 pour les contours**

Traitement d'image

- **Images binaires:**

➤ Distance :



Quelle est la distance entre les deux pixels P1 et P2 ?

Traitement d'image

- **Images binaires:**

➤ Distance :

Distance de Manhattan D₄:

La distance entre deux pixels (x,y) et (s,t) est donnée

$$D_4(p,q) = |x-s| + |y-t|$$

Au voisinage autour du pixel (x,y) =>

Forme de diamant centré sur le pixel.

			2		
		2	1	2	
	2	1	0	1	2
	2	1	2		
		2			

Distance de l'échiquier D₈:

$$D_8(p,q) = \text{maximum } (|x-s|, |y-t|)$$

Au voisinage autour du pixel (x,y) =>

Forme de carré centré sur le pixel.

	2	2	2	2	2
2	1	1	1	2	
2	1	0	1	2	
2	1	1	1	2	
2	2	2	2	2	2

Traitement d'image

- **Images binaires:**

➤ Codage de Freeman:

Pour coder les directions dans une image, on utilise le codage de Freeman :



On peut ainsi coder les contours en partant d'un pixel (en haut à gauche) et en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre .

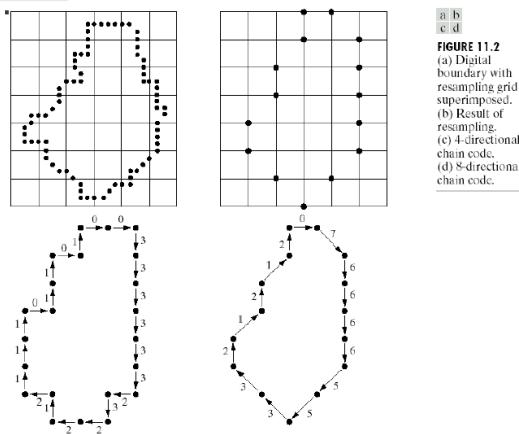
Traitement d'image

- **Images binaires:**

➤ Codage de Freeman :

Application : Codage des contours

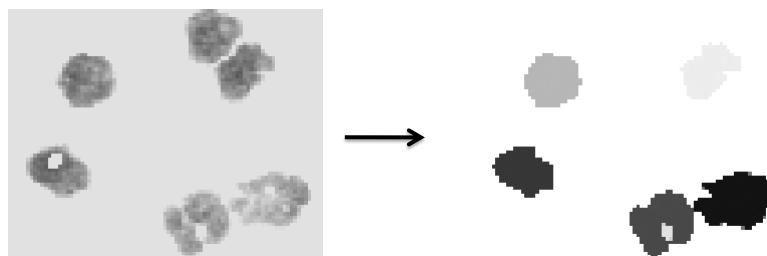
Le codage de Freeman associe à chaque déplacement élémentaire (vers un des voisins définis par la 8-connexité) un code entier dans l'intervalle [0,7].



Traitement d'image

• Images binaires:

- Etiquetage des composantes connexes :
- ✓ Composante connexe = ensemble de pixels connexes (voisins) appartenant à une même entité
- ✓ Une image segmentée n'est qu'une succession de pixels
- ✓ On désire donner une valeur commune pour les pixels d'une région ou d'un contour
- ✓ On désire avoir une valeur différente pour chaque région/contour
- ✓ C'est une opération utilisée en post-segmentation. Exemple :



Traitement d'image

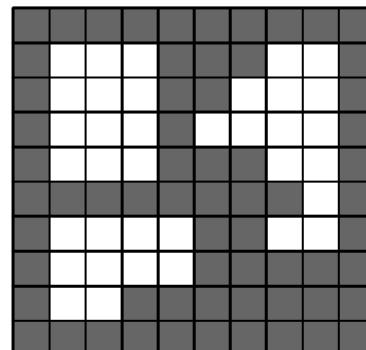
• Images binaires:

- Etiquetage des composantes connexes :
- Exemple d'étiquetage :



← Fond
← Objets segmentés

- Nous allons effectuer un parcours de l'image pour affecter un numéro unique (étiquette) pour chaque région
- Tous les pixels d'une même région doivent avoir le même numéro (étiquette)



Traitement d'image

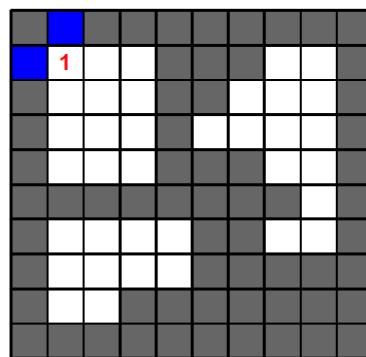
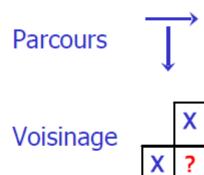
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Premier parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - soit la plus petite étiquette parmi ses voisins haut et gauche
 - soit une nouvelle étiquette.



Traitement d'image

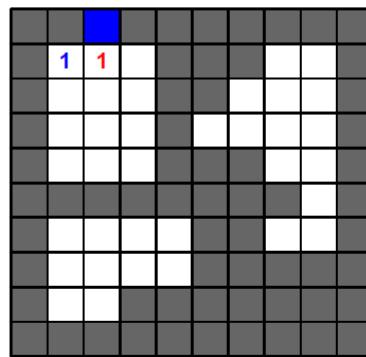
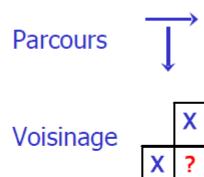
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Premier parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - soit la plus petite étiquette parmi ses voisins haut et gauche
 - soit une nouvelle étiquette.



Traitement d'image

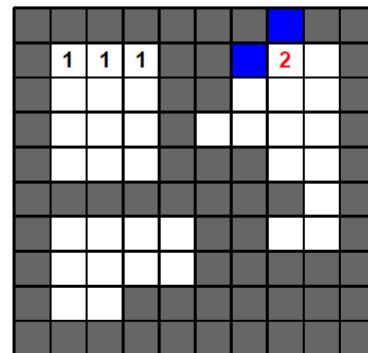
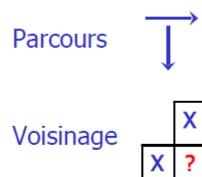
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Premier parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - soit la plus petite étiquette parmi ses voisins haut et gauche
 - soit une nouvelle étiquette.



Traitement d'image

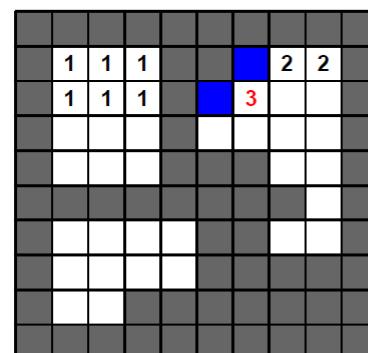
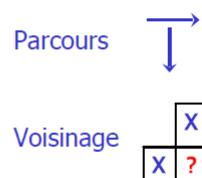
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Premier parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - soit la plus petite étiquette parmi ses voisins haut et gauche
 - soit une nouvelle étiquette.



Traitement d'image

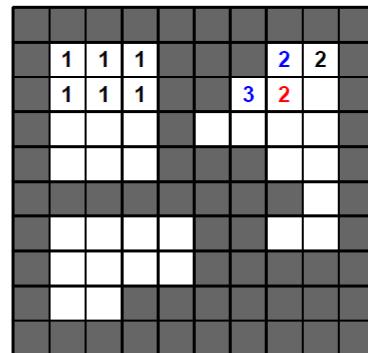
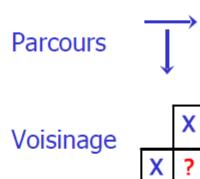
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Premier parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - soit la plus petite étiquette parmi ses voisins haut et gauche
 - soit une nouvelle étiquette.



Traitement d'image

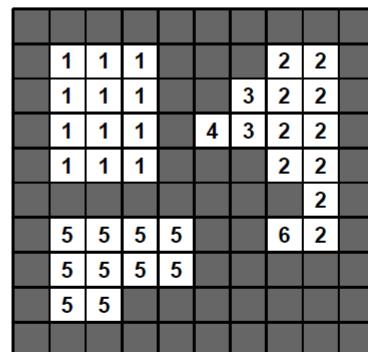
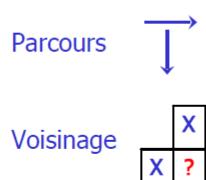
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Premier parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - soit la plus petite étiquette parmi ses voisins haut et gauche
 - soit une nouvelle étiquette.



Traitement d'image

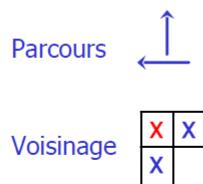
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Deuxième parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - la plus petite étiquette parmi la sienne et celles ses voisins bas et droite



1	1	1		2	2
1	1	1		3	2
1	1	1	4	3	2
1	1	1		2	2
5	5	5	5	6	2
5	5	5	5		
5	5	5	5		

Traitement d'image

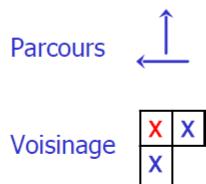
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Deuxième parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - la plus petite étiquette parmi la sienne et celles ses voisins bas et droite



1	1	1		2	2
1	1	1		3	2
1	1	1	4	3	2
1	1	1		2	2
5	5	5	5	2	2
5	5	5	5		
5	5	5	5		

Traitement d'image

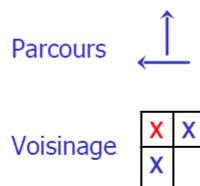
- **Images binaires:**

➤ Etiquetage des composantes connexes :

Exemple d'étiquetage :

Deuxième parcours de l'image

- Pour chaque pixel d'une région, on lui affecte
 - la plus petite étiquette parmi la sienne et celles ses voisins bas et droite



1	1	1		2	2
1	1	1		2	2
1	1	1	2	2	2
1	1	1	2	2	2
5	5	5	5	2	2
5	5	5	5	2	2
5	5				

Traitement d'image

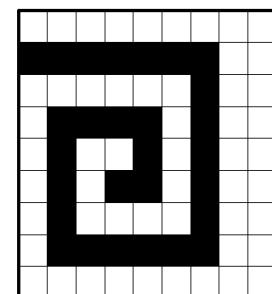
- **Images binaires:**

➤ **Etiquetage des composantes connexes :**

✓ En deux parcours, l'étiquetage des régions est réalisé.

✓ Parfois, deux parcours ne suffisent pas. *Exemple : spirale*

✓ Dans ce cas, on continue les parcours dans un sens puis dans l'autre. Le test d'arrêt est qu'il n'y ait plus de changement d'étiquettes.



✓ Mais dans certains cas on peut aussi faire qu'un seul parcours avec:

- Gestion d'une table d'équivalence d'étiquettes.
- Mise à jour récursive des étiquettes lorsque 2 étiquettes se << rencontrent >>.

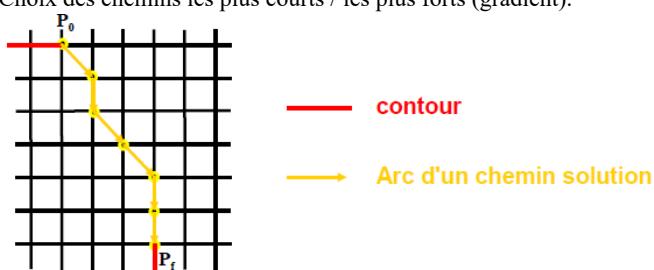
Traitement d'image

- **Images binaires:**

➤ Fermeture des contours:

Calcul et suivi du meilleur chemin dans le gradient

- ✓ Au bout des contours, on cherche le chemin permettant de rejoindre une autre extrémité de contour ==> **Suivi du chemin de gradient le plus fort**
- ✓ On peut avoir plusieurs chemins possibles :
 - Graphes de possibilités de chemin
 - Choix des chemins les plus courts / les plus forts (gradient).



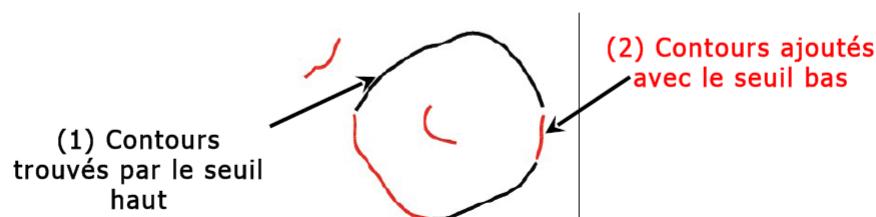
Traitement d'image

- **Images binaires:**

➤ Fermeture des contours:

Seuillage par hystérésis

- ✓ Définir deux seuils:
 - un seuil bas : minimum pour être un contour
 - un seuil haut: minimum pour être contour d'un objet
- ✓ (1) Seuiller avec le seuil haut
- ✓ (2) Ajouter les contours connectés supérieurs au seuil bas



Source : Jérôme Vicente. Cours de Traitement d'images. Polytech'Marseille (France)

27

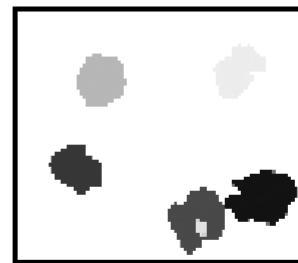
Traitement d'image

- **Opérateurs morphologiques:**

- Très utilisés sur les images binaires (images de masques)
 - *mais aussi sur les images en niveaux de gris*
- Permettent de modifier la morphologie des objets
 - Pour nettoyer le résultat de la segmentation
 - Remplir les trous, éliminer le bruit
 - Pour lisser le résultat de la segmentation

Utilisé en post-segmentation

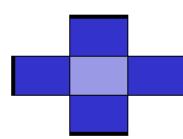
- Caractérisés par
 - un élément structurant
 - des transformations
 - érosion, dilatation,
 - ouverture (érosion & dilatation), fermeture (dilatation & érosion)



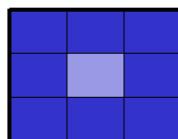
Traitement d'image

- **Opérateurs morphologiques:**

- Soit une image binaire avec **fond=0** et **objet=1**
- L'**élément structurant** "glisse" sur les bords (intérieurs, extérieurs) des objets et transforme sur son passage :
 - des pixels d'**objet** en pixels de **fond** (érosion)
 - des pixels de **fond** en pixels d'**objet** (dilatation)
- Exemple d'éléments structurants :



Connexité-4



Connexité-8

Il existe d'autres formes d'éléments structurants, pas forcément symétriques

Traitement d'image

- **Opérateurs morphologiques:**

- **Erosion**

- Si un des pixels du masque est *fond* (valeur 0) alors le pixel central devient *fond*

- **Dilatation**

- Si un des pixels du masque fait partie de l'*objet* (valeur > 0) alors le pixel central devient *objet*

- **Ouverture**

- Erosion puis dilatation

- **Fermeture**

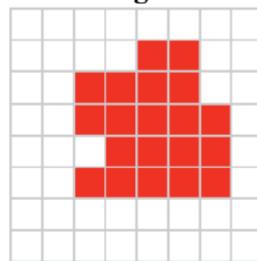
- Dilatation puis érosion

Traitement d'image

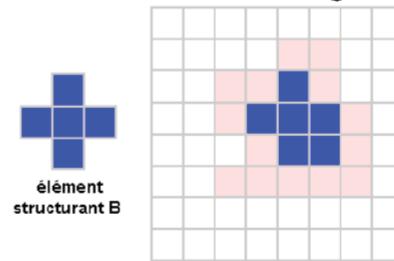
- **Opérateurs morphologiques:** Erosion

- On positionne l'origine de B en chaque pixel x de l'objet A
 - Si tous les pixels de B font partie de l'objet A, alors l'origine de B appartient à l'érodé

Image A



Erodé : A ⊖ B

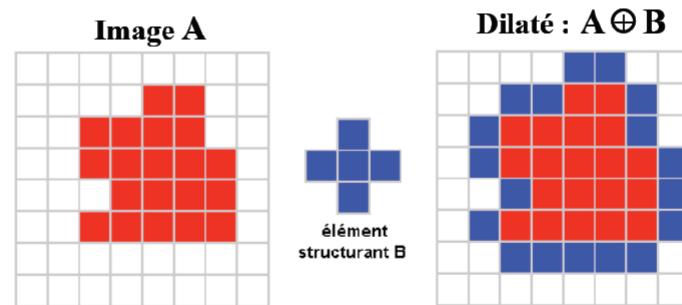


Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Traitement d'image

- **Opérateurs morphologiques:** Dilatation

- Pour chaque position de B, est-ce que l'intersection entre B et l'objet A est non vide ?
 - Si oui, x l'origine de B appartient à l'image dilatée



Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Traitement d'image

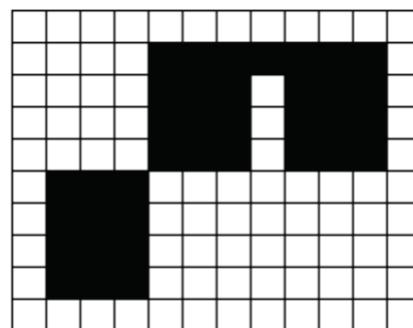
- **Opérateurs morphologiques:** exemple d'application

Combien d'objets ?

1 ou 2 ?

Et si on applique une érosion ?

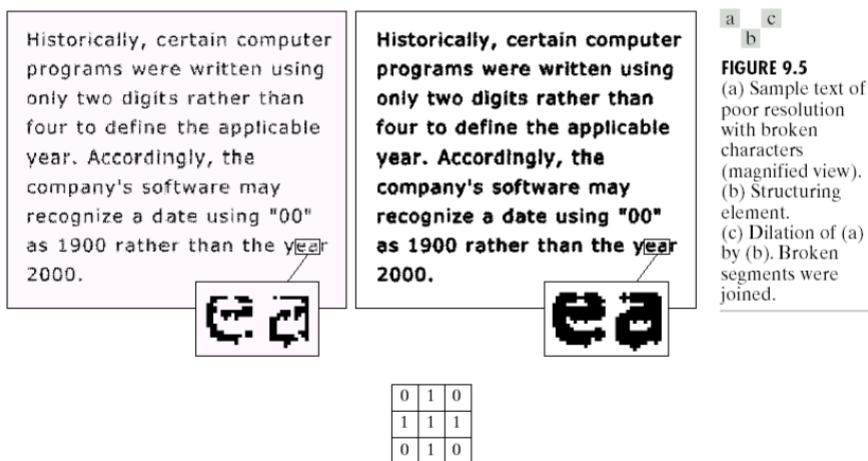
Et si on applique une dilatation?



==> risque de fusion ou de séparation des objets !

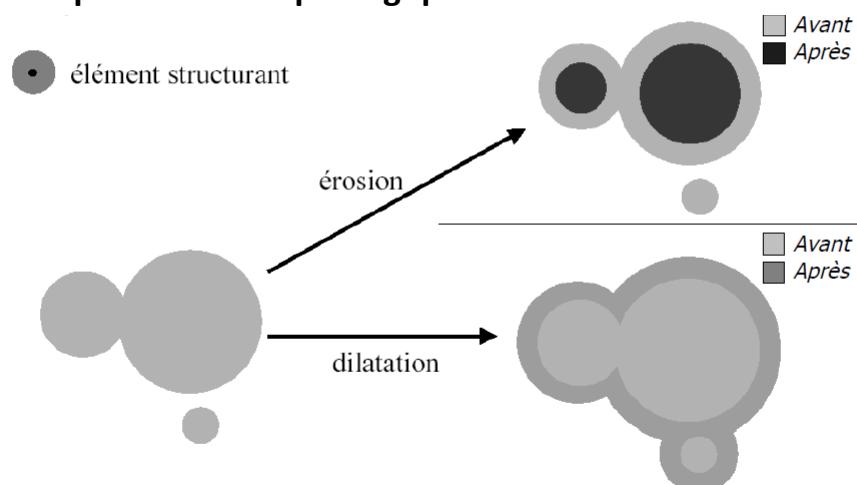
Traitement d'image

- **Opérateurs morphologiques:** exemple de Dilatation



Traitement d'image

- **Opérateurs morphologiques:** Erosion vs Dilatation

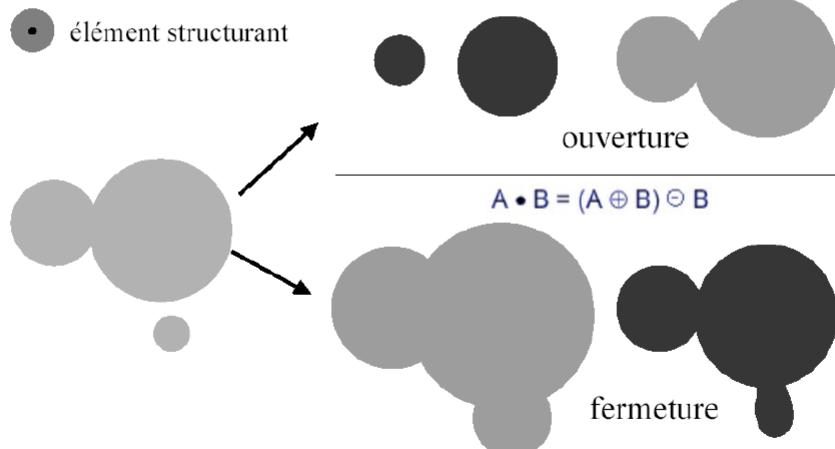


35

Traitements d'images

- Opérateurs morphologiques: Ouverture vs Fermeture

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$



Source : Pascal Bertolino, LIS, www.lis.inpe.br/pages_perso/bertolino/

36

Traitements d'images

- Opérateurs morphologiques: Application

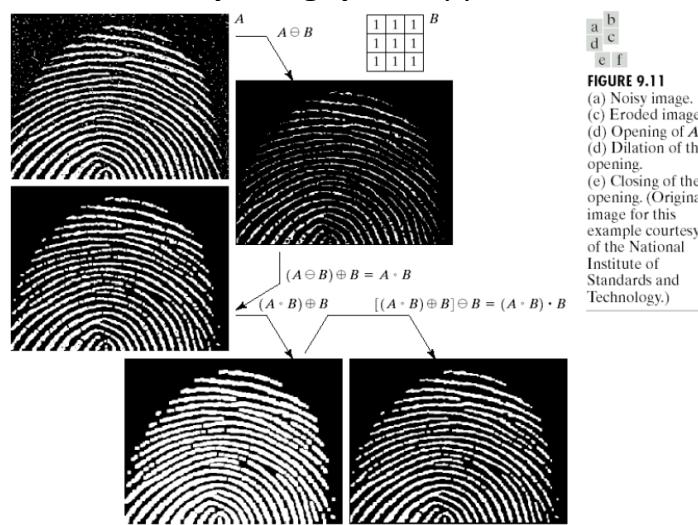
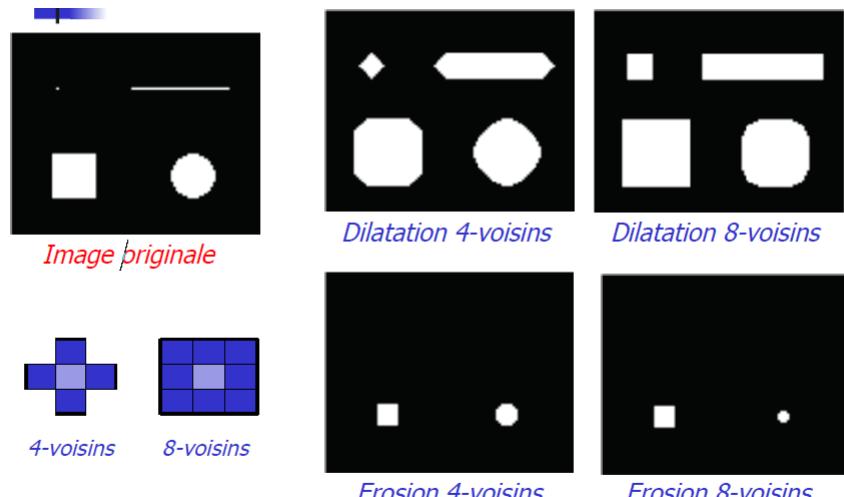


FIGURE 9.11
 (a) Noisy image.
 (c) Eroded image.
 (d) Opening of A .
 (d) Dilation of the opening.
 (e) Closing of the opening. (Original image for this example courtesy of the National Institute of Standards and Technology.)

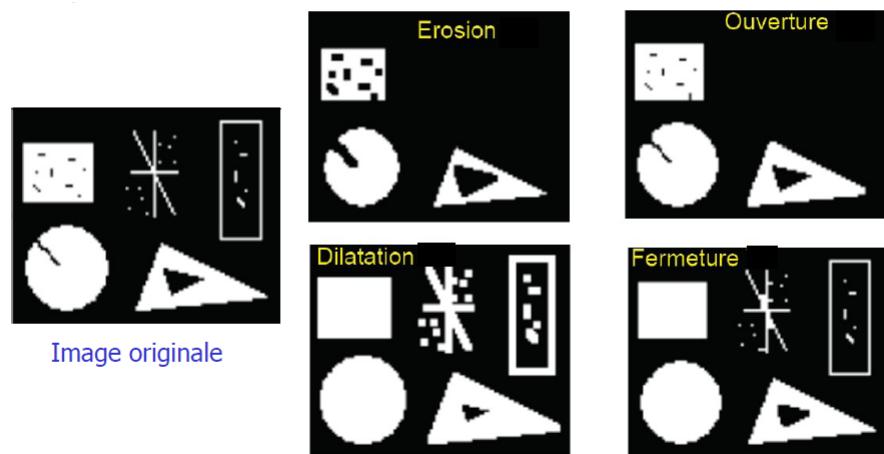
Traitements d'images

- Opérateurs morphologiques: Elément structurant



Traitements d'images

- Opérateurs morphologiques: résumé



Traitements d'image

- **Opérateurs morphologiques:** Gradient interne -externe

Gradient interne : contour intérieur $A - (A \ominus B)$



Gradient externe : contour extérieur $(A \oplus B) - A$



Traitements d'image

- **Opérateurs morphologiques:** Gradient morphologique

$(A \oplus B) - (A \ominus B)$

