

Segmentation Région Méthodes de bases

Seuillage et morphologie binaire

Labellisation

Algorithmes de division-fusion

Agrégation de pixels

Algorithme de la ligne de partage des eaux

Seuillage (binarisation)

- Le seuillage (thresholding) est une méthode simple et très populaire pour la segmentation d'objets (identifiables par leurs niveaux de gris) dans les images digitales.
- Le seuillage peut être de nature *globale*, tel que présenté dans les lectures précédentes, ou de nature *locale* pour traiter de problèmes d'éclairage. De plus, des techniques permettent un seuillage *adaptatif*.

Seuillage

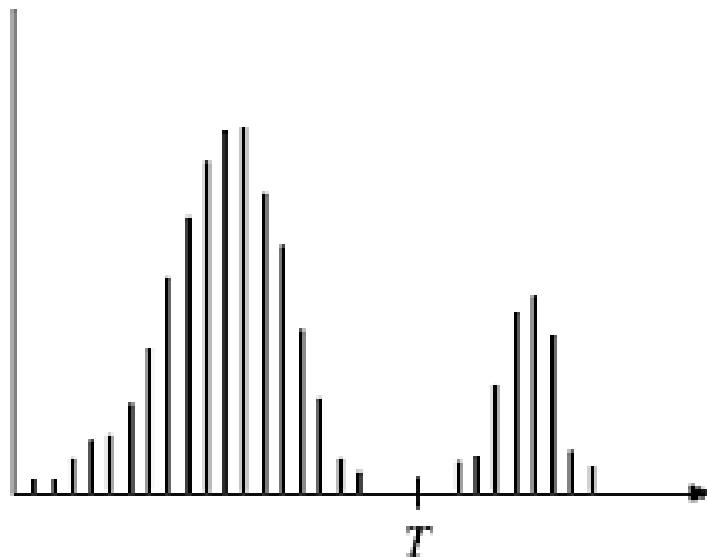
- Le concept
 - Après sélection d'une valeur de seuil
 $f(x,y) > T$ est un objet
 $f(x,y) \leq T$ est le fond (background)
- En général

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{si } f(x,y) > T \\ 0 & \text{si } f(x,y) \leq T \end{cases}$$

Seuillage

- Seuillage simple

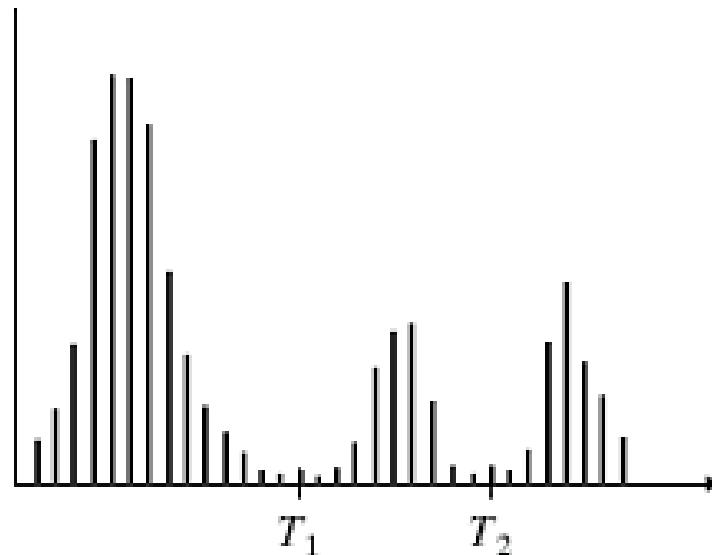
$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } f(x, y) > T \\ 0 & \text{si } f(x, y) \leq T \end{cases}$$



Seuillage

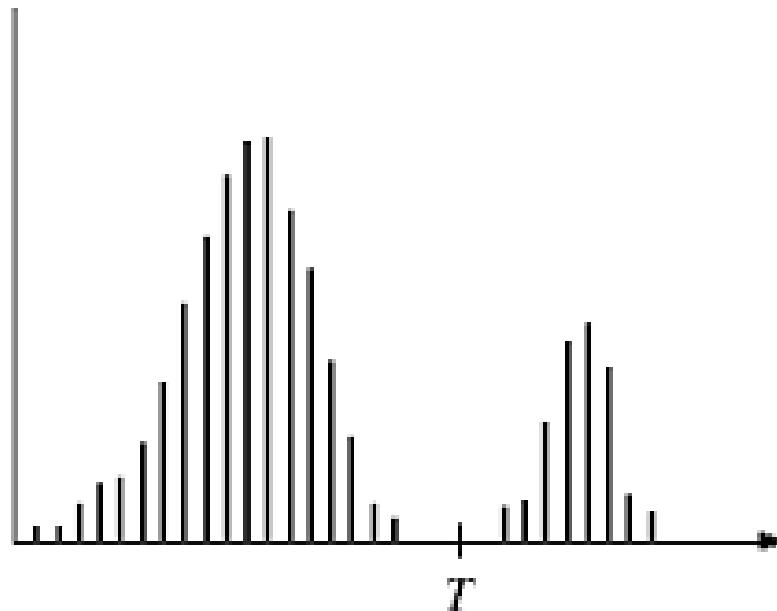
- Seuillage multiple

$$g(x, y) = \begin{cases} 2 & \text{si } f(x, y) > T_2 \\ 1 & \text{si } T_2 \geq f(x, y) > T_1 \\ 0 & \text{si } f(x, y) \leq T_1 \end{cases}$$



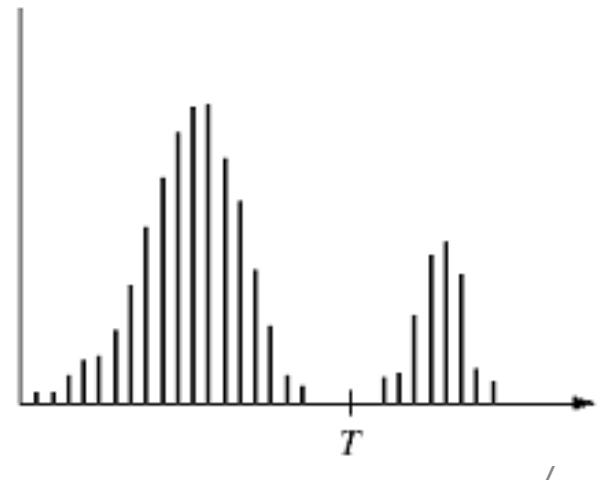
Seuillage

- Seuillage global de base
 - Comment trouver T ?



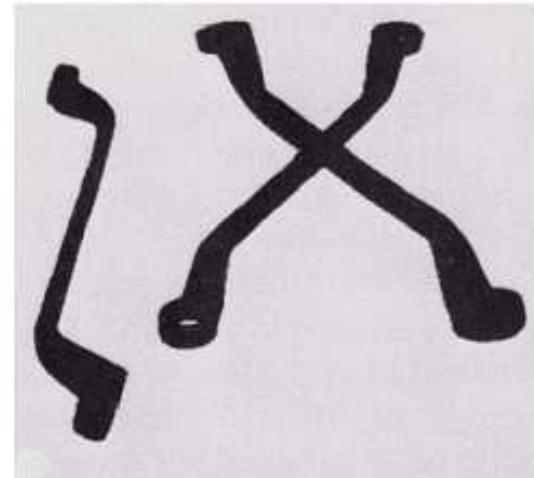
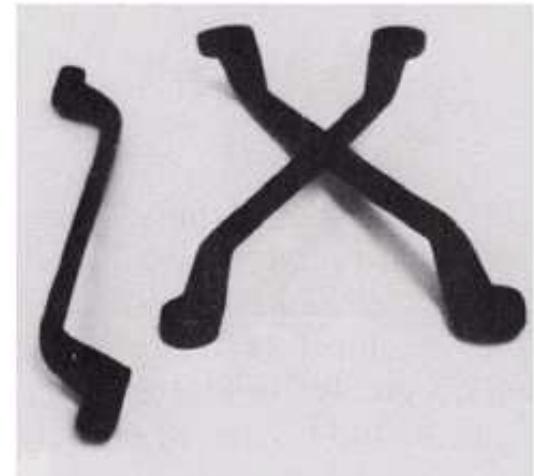
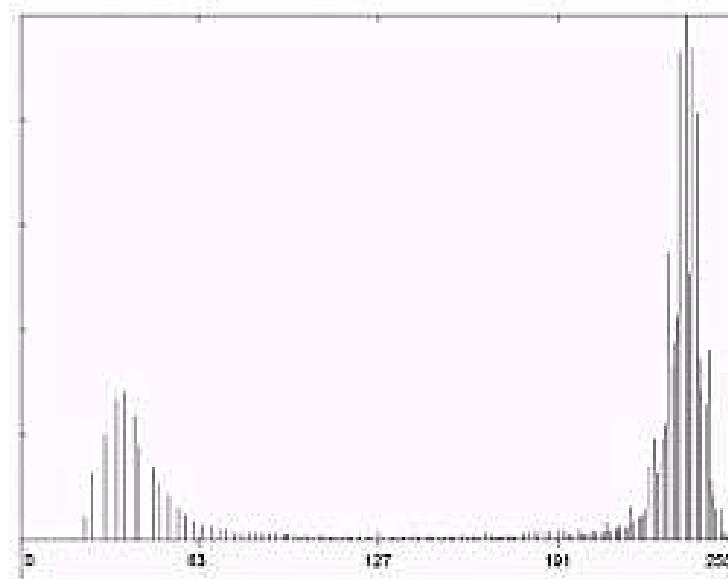
Seuillage

- Seuillage global de base
 - Comment trouver T ?
 - La valeur moyenne des tons de gris
 - La valeur médiane entre le ton maximum et le ton minimum
 - Une valeur qui balance les deux sections de l'histogramme
 - seuillage automatique



Seuillage

- Seuillage global de base
 - Valeur médiane
 - Environnement contrôlé
 - Applications industrielles

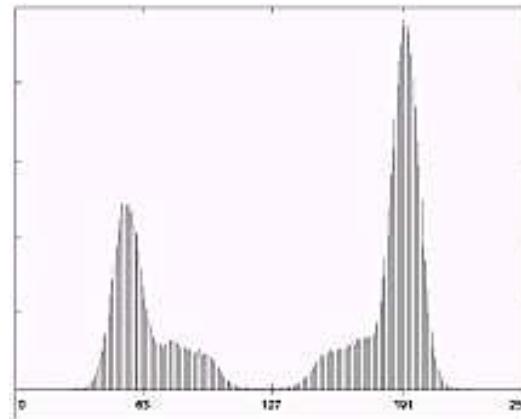


Seuillage

- Seuillage global de base
 - Seuillage automatique
 - Choisir un T initial (moyenne, médiane ...)
 - On obtient 2 groupes de pixels
$$G_1 \text{ si } f(x,y) > T \text{ et } G_2 \text{ si } f(x,y) \leq T$$
 - Calculer les moyennes de tons de gris pour G_1 et $G_2 \rightarrow \mu_1$ et μ_2
 - Calculer une nouvelle valeur de T
$$T = 1/2 (\mu_1 + \mu_2)$$
 - Répéter jusqu'à ce que T soit \sim constant

Seuillage

- Seuillage global de base
 - Seuillage automatique
 - $T = 125$



- ## Seuillage automatique

La méthode de binarisation étudiée ici est un cas particulier de méthodes plus générales appelées méthodes statistiques de segmentation. Les méthodes de binarisation automatique s'appliquent bien si l'histogramme de l'image présente des pics distincts.

Méthode de minimisation de variance (Méthode de Otsu)

Méthode pouvant s'appliquer à plusieurs classes N (cas de la binarisation N=2).

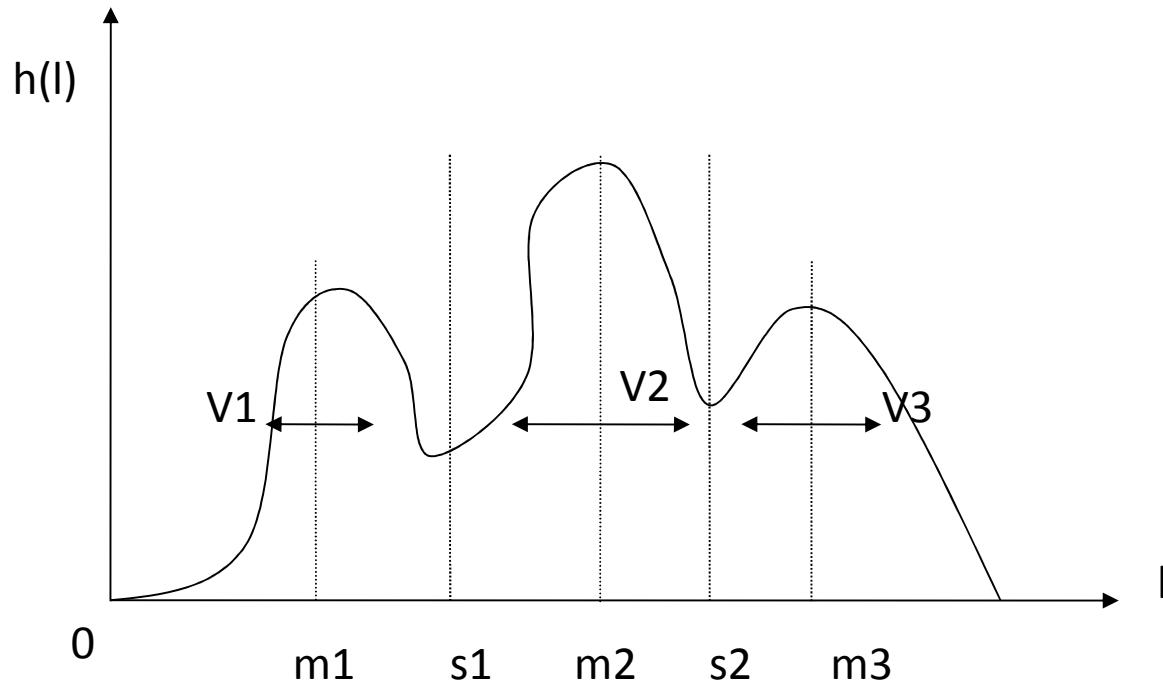
Soit h l'histogramme normalisé.

Soit s_i les seuils correspondant à la séparation de chacune des classes.

Une classe C_i regroupe les pixels de niveaux de gris $D_j = [s_{i-1}; s_i[$ ($s_0 = 0$ par hyp).

Soit t_i la taille de la classe C_i , m_i sa moyenne et V_i sa variance.

$$t_i = \sum_{k=s(i-1)}^{k=s(i)} h(k) \quad m_i = \frac{1}{t_i} \sum_{k=s(i-1)}^{s(i)} k \cdot h(k) \quad V_i = \frac{1}{t_i} \sum_{k=s(i-1)}^{s(i+1)} [(k - m_i)^2 \cdot h(k)]$$

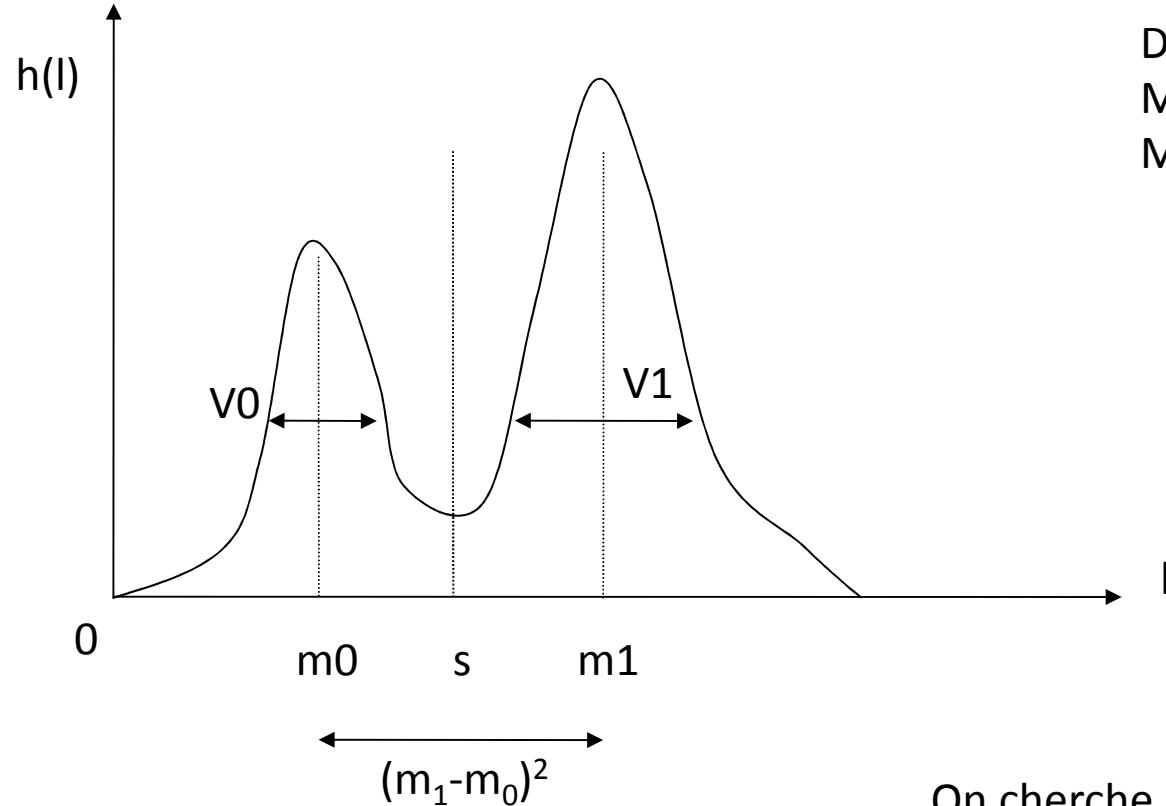


$$W = \sum_i t_i V_i$$

W est appelée variance intra-classe

Les seuils s_i seront ceux qui rendront W minimal

Cas de la binarisation : N=2



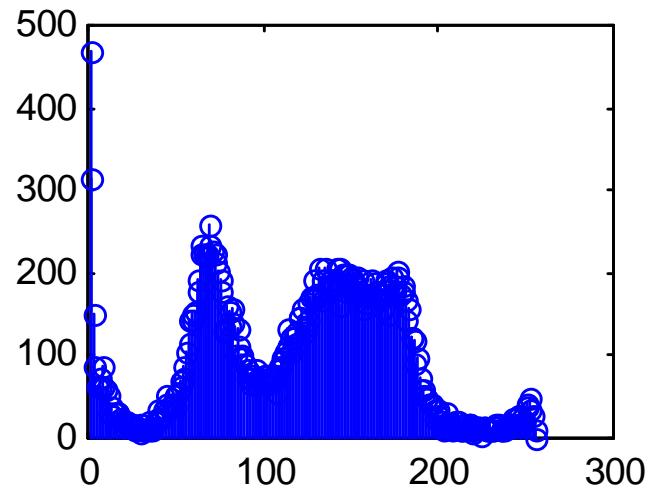
Dans le cas de la binarisation
Minimiser W est équivalent à
Maximiser B :

$$B = t_0 t_1 (m_0 - m_1)^2$$

B est appelé :
variance interclasse

On cherche à maximiser l'écart entre
les 2 classes C_0 et C_1 .

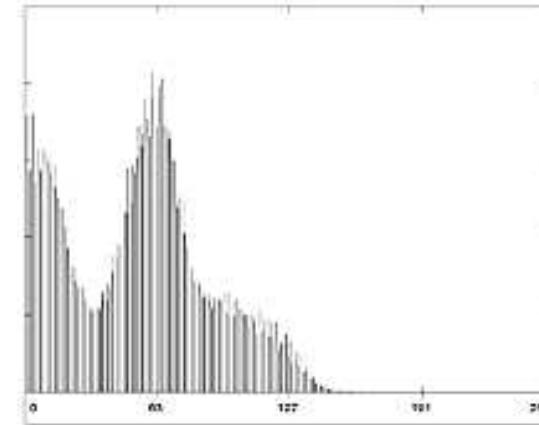
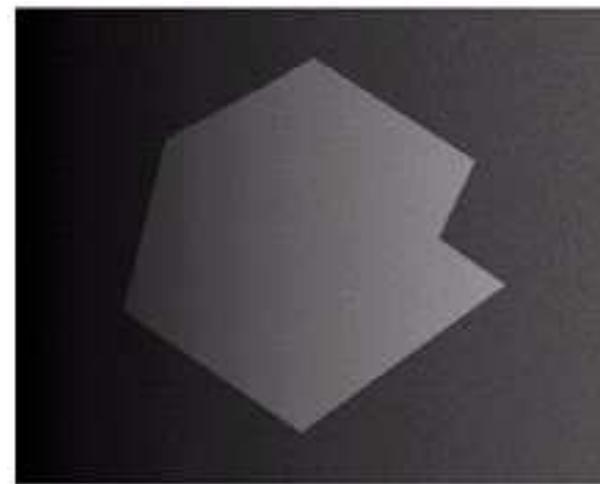
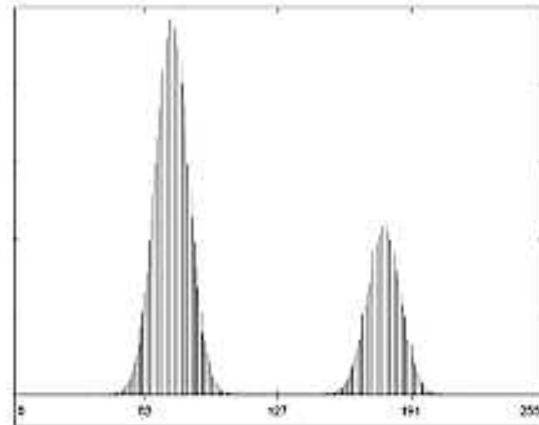
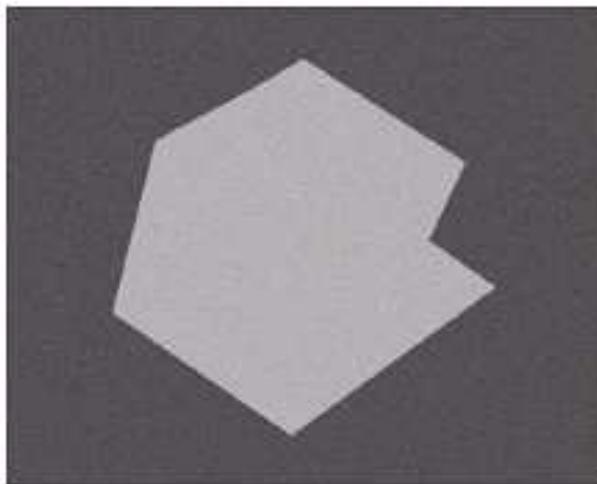
Binarisation automatique



Seuil = 109

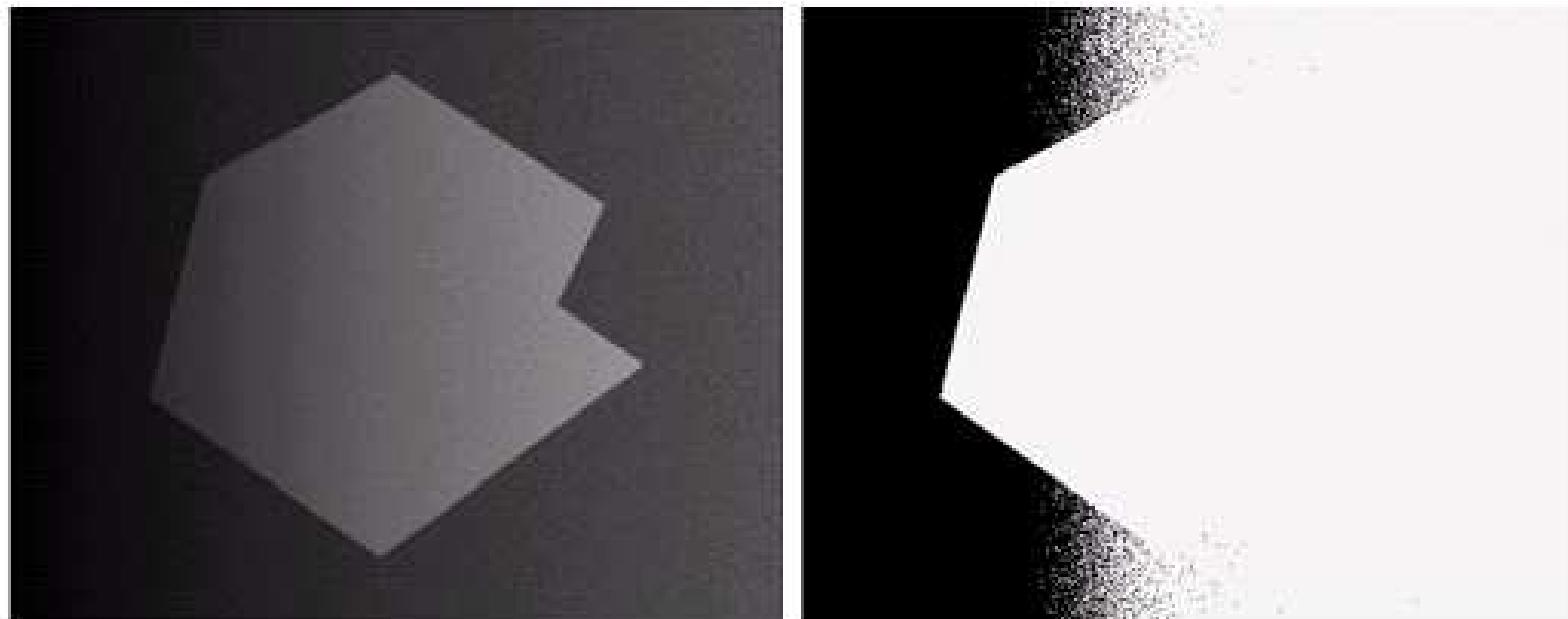
Seuillage

- Problème d'éclairage ?



Seuillage

- Seuillage adaptatif de base
 - Le seuillage global ne peut traiter ce cas



Seuillage

- Seuillage adaptatif de base
 - Nous avons besoin de séparer l'image en sous images, et de traiter chacune avec son propre seuil
 - Le choix de la dimension des sous images est critique
- Estimation de l'éclairage (soustraction du fond dans le cas uniforme) : par exemple, usage des opérateurs de morphologie mathématiques, mais aussi pré-traitements (filtres homomorphiques)...

Morphologie Binaire

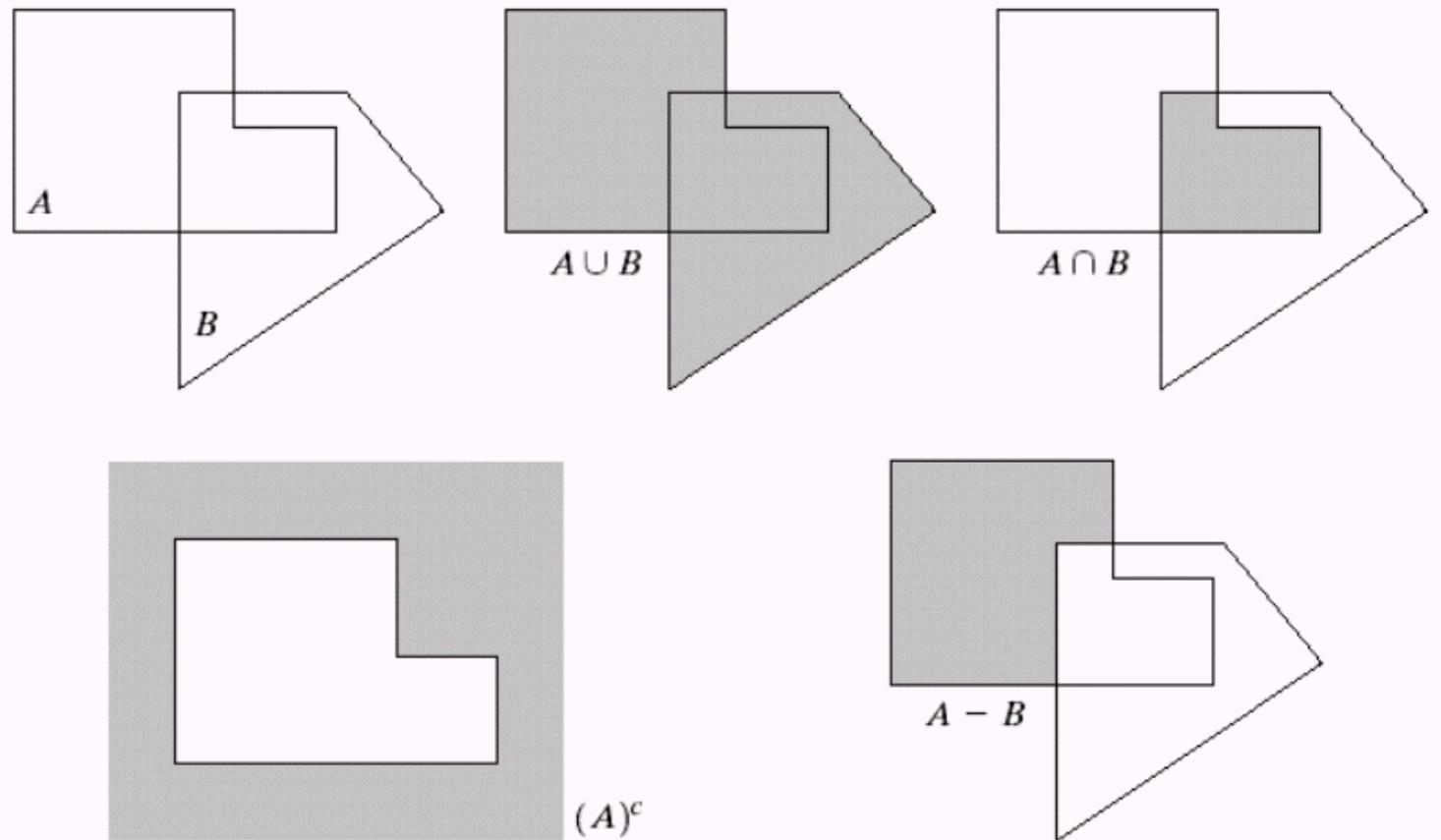
- Opérateurs de Morphologie mathématique
 - Opérateurs morphologiques
 - Algorithmes
 - Segmentation binaire : usage de masques.

Théorie des ensembles

- Révision notation
 - Ensemble (set) : {...}
 - ex: $B = \{\omega \mid \omega \geq 0\}$
 - $a \in A$... est un élément de ...
 - $a \notin A$... n'est pas un élément de ...
 - $A \subseteq B$... est un sous-ensemble de ...
 - \emptyset est l'ensemble vide

Théorie des ensembles

- Union, intersection, complément, différence



Théorie des ensembles

- Définitions utiles en morphologie
 - Ensembles *disjoints* ou *mutuellement exclusifs*
 $A \cap B = \emptyset$
 - *Complément* d'un ensemble

$$A^c = \{\omega \mid \omega \notin A\}$$

- *Difference* entre deux ensembles

$$A - B = \{\omega \mid \omega \in A, \omega \notin B\} = A \cap B^c$$

Théorie des ensembles

- Définitions utiles en morphologie
 - La *réflexion* d'un ensemble

$$B = \{\omega \mid \omega = \hat{-b}, \text{ pour } b \in B\}$$

- La *translation* d'un ensemble

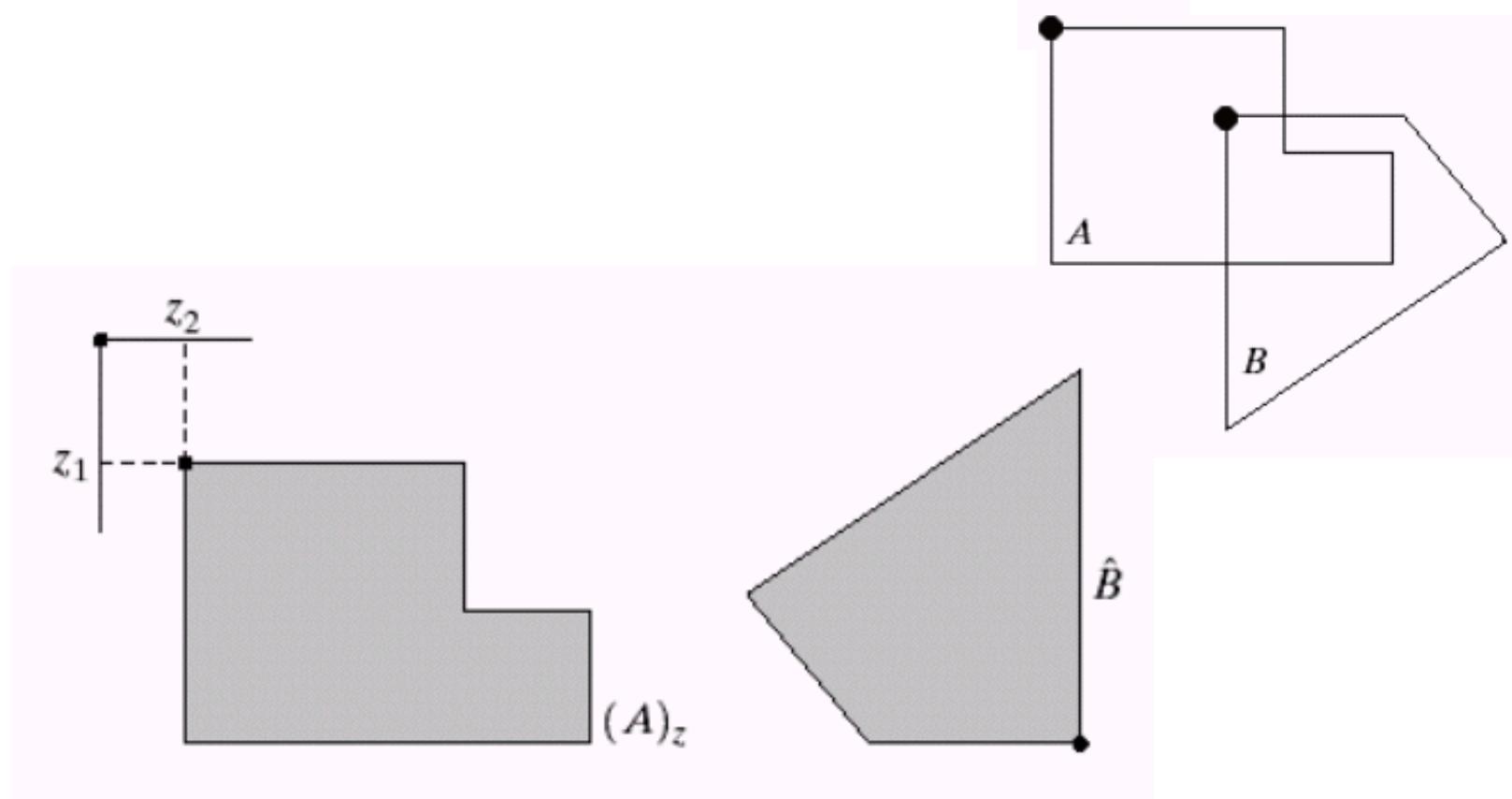
$$(A)_z = \{\omega \mid \omega = a + z, \text{ pour } a \in A\}$$

où $z = (z_1, z_2)$

(Opérations sur les coordonnées des éléments)

Théorie des ensembles

- Translation et réflexion



Traduction en Opérations logiques

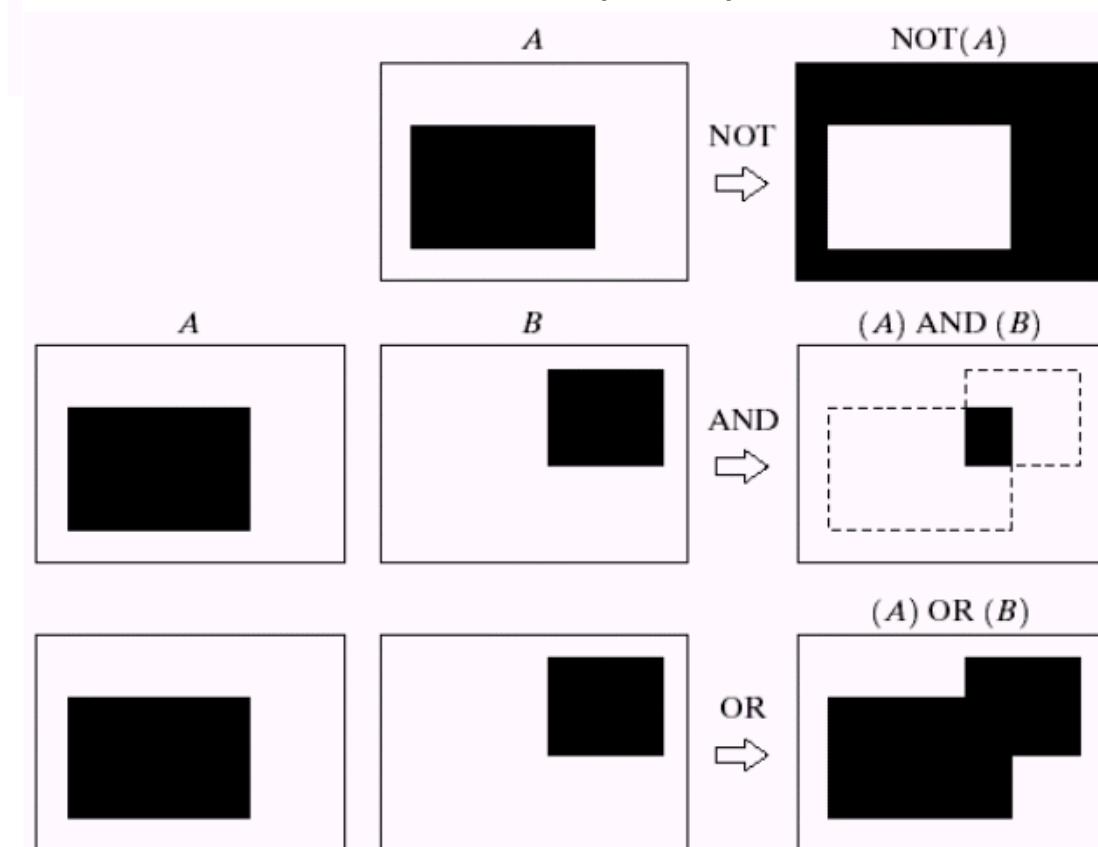
- Généralisation -> images binaires
 - Opérateurs : ET (\cap), OU (\cup) , NON (PAS)

p	q	p ET q	p OU q	PAS p
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0

- Opérations pixel par pixel

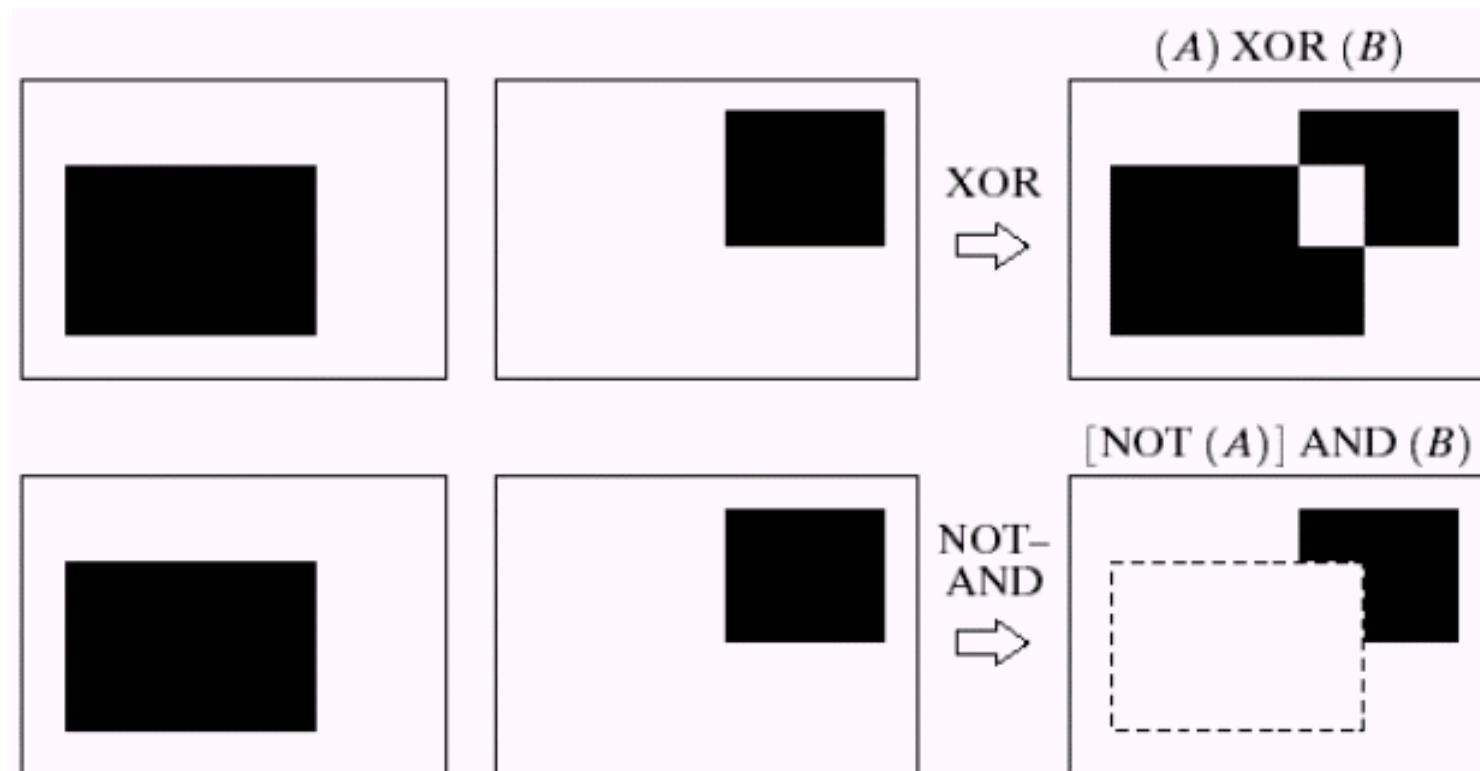
Opérations logiques

- Généralisation -> images binaires
 - Opérateurs : ET, OU, NON (PAS)



Opérations logiques

- Généralisation -> images binaires
 - Opérateurs : OU exclusif, [NON A] ET B



Opérations morphologiques

- Dilatation et érosion
- Ouverture et fermeture
- Opérateur « tout-ourien »
- Opérateur de reconstruction

Opérations morphologiques

- Dilatation

$$\hat{A} \oplus B = \{ z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset \}$$

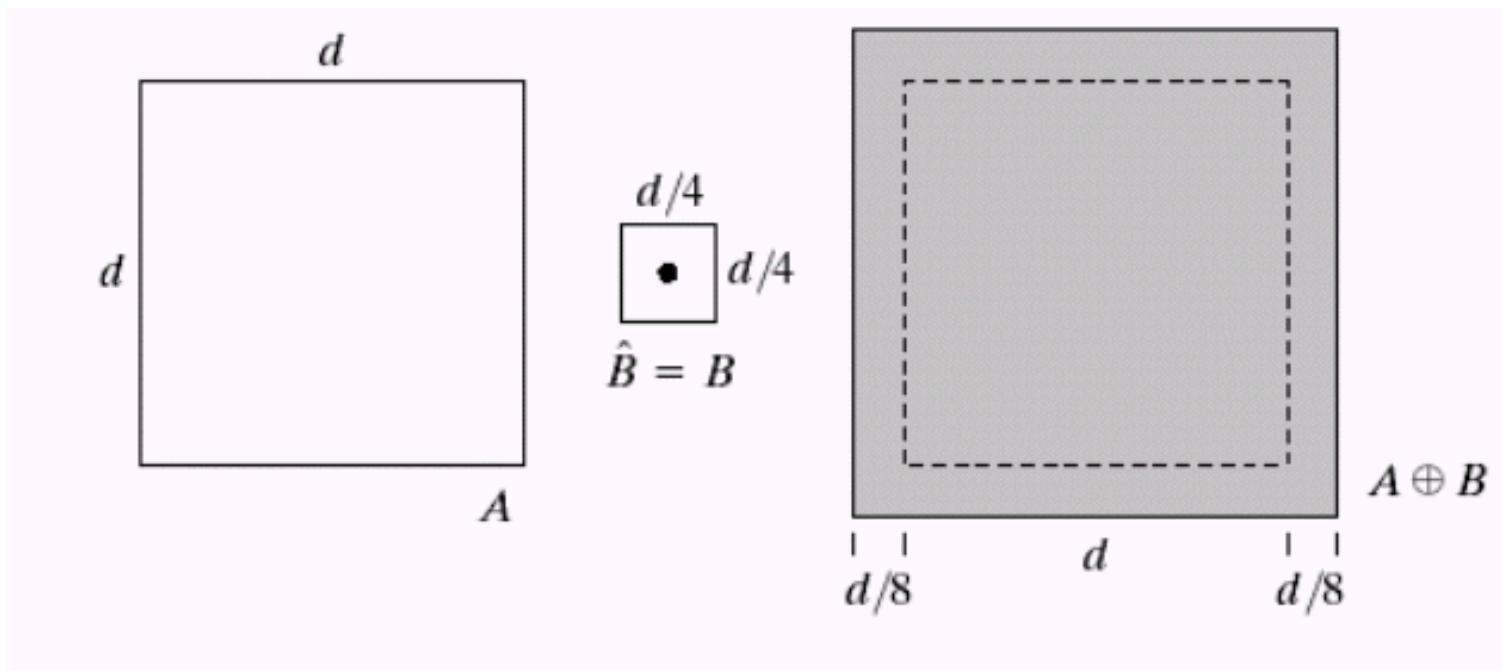
- On obtient la réflexion de B, et on déplace le résultat d'une distance z (translation)
- $\hat{A} \oplus \hat{B}$ est l'ensemble de tous les déplacements z tel que B et A ont au moins un élément commun

Opérations morphologiques

- Dilatation
 - L'ensemble B est défini comme *l'élément structurant*
 - Donc on « flip » B par rapport à son origine, et on le déplace sur l'image A
 - Peut être considérée comme une convolution!

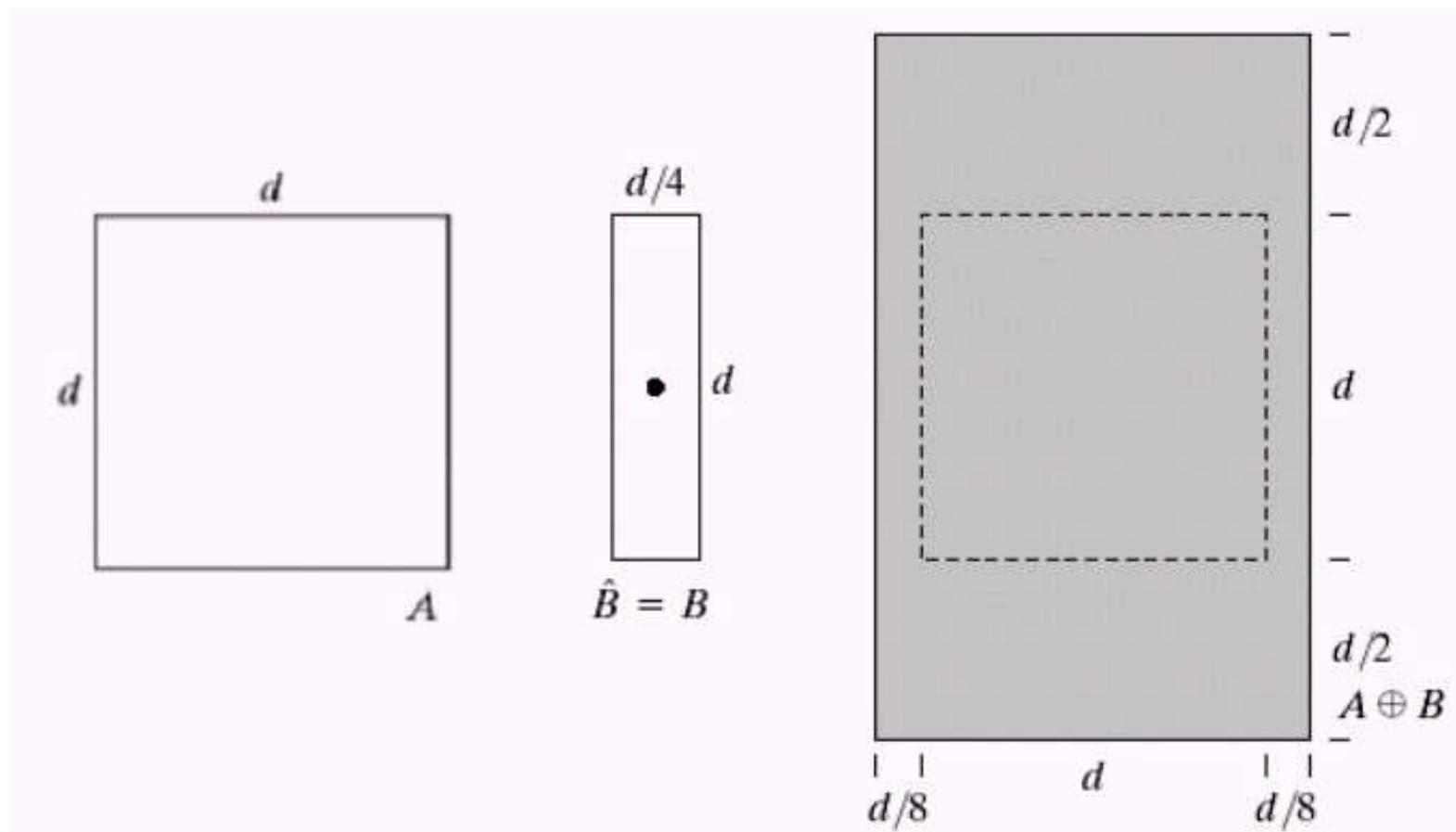
Opérations morphologiques

- Dilatation



Opérations morphologiques

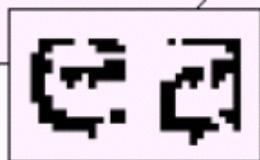
- Dilatation



Opérations morphologiques

- Application: création de ponts

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



0	1	0
1	1	1
0	1	0

Opérations morphologiques

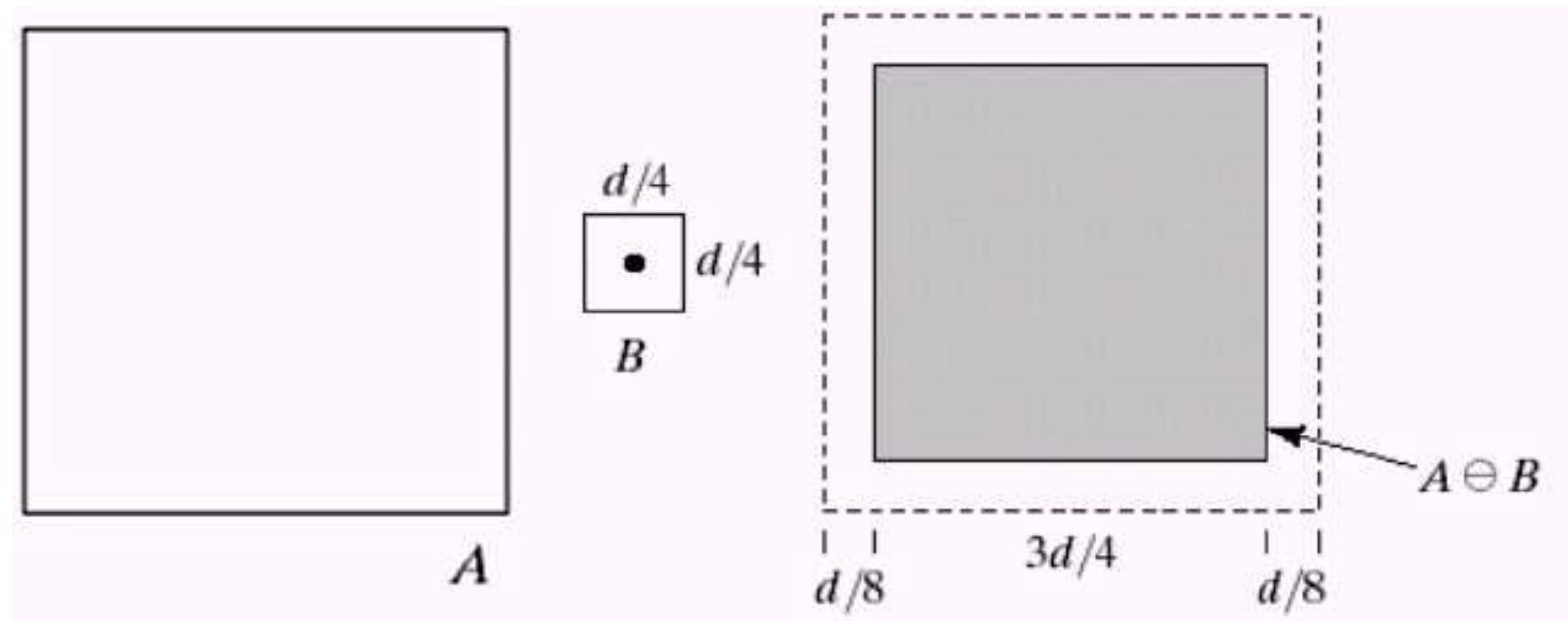
- Érosion

$$A \Theta B = \{ z | (B)_z \subseteq A \}$$

- Cette fois, les limites de l'opérateur sont contraintes à l'intérieur de A (sous-ensemble)

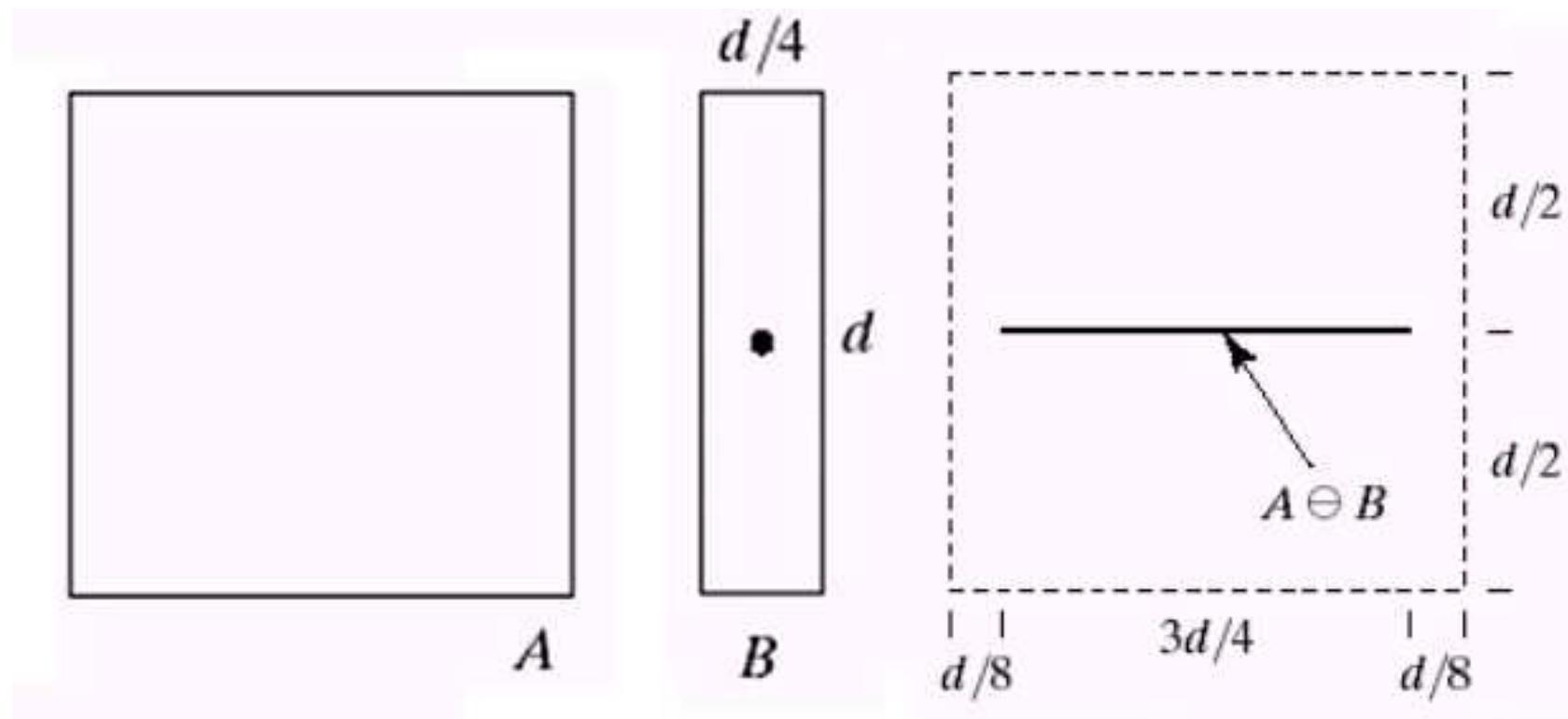
Opérations morphologiques

- Érosion



Opérations morphologiques

- Érosion



Opérations morphologiques

- Application: élimination de détails

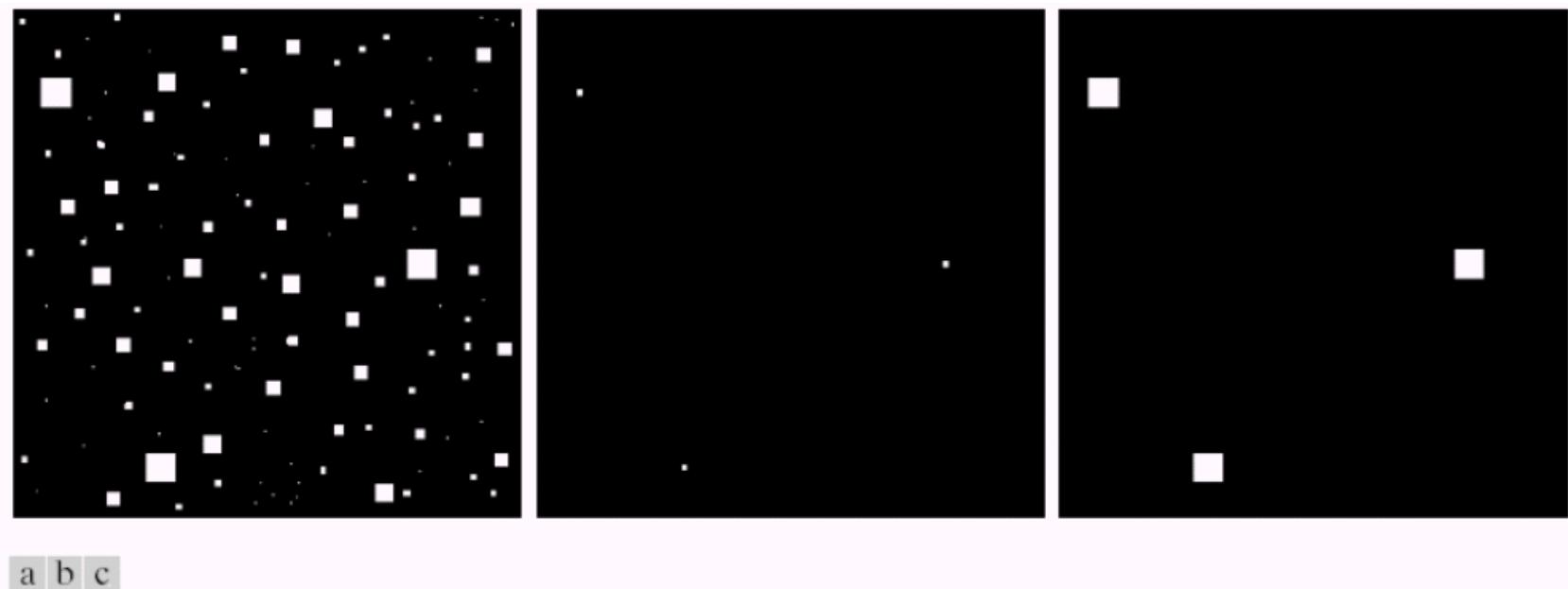
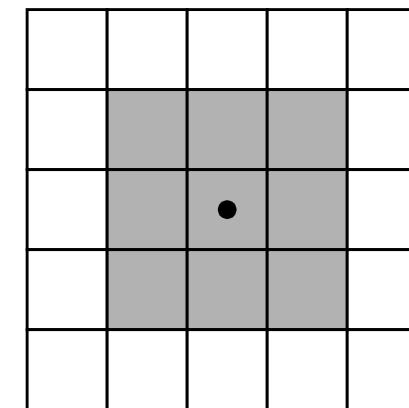
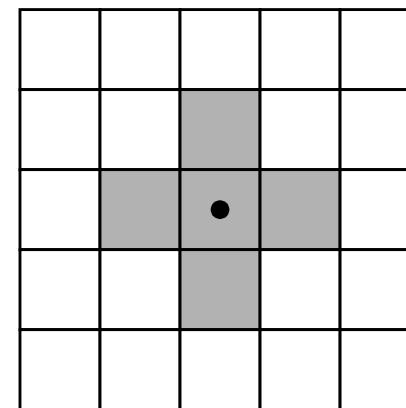
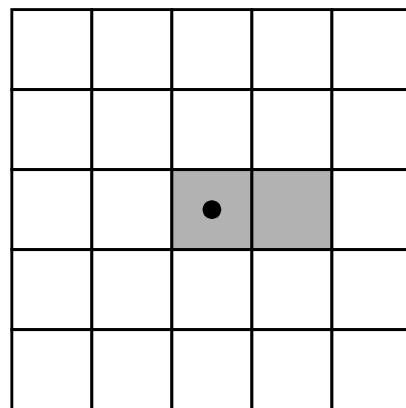


FIGURE 9.7 (a) Image of squares of size 1, 3, 5, 7, 9, and 15 pixels on the side. (b) Erosion of (a) with a square structuring element of 1's, 13 pixels on the side. (c) Dilation of (b) with the same structuring element.

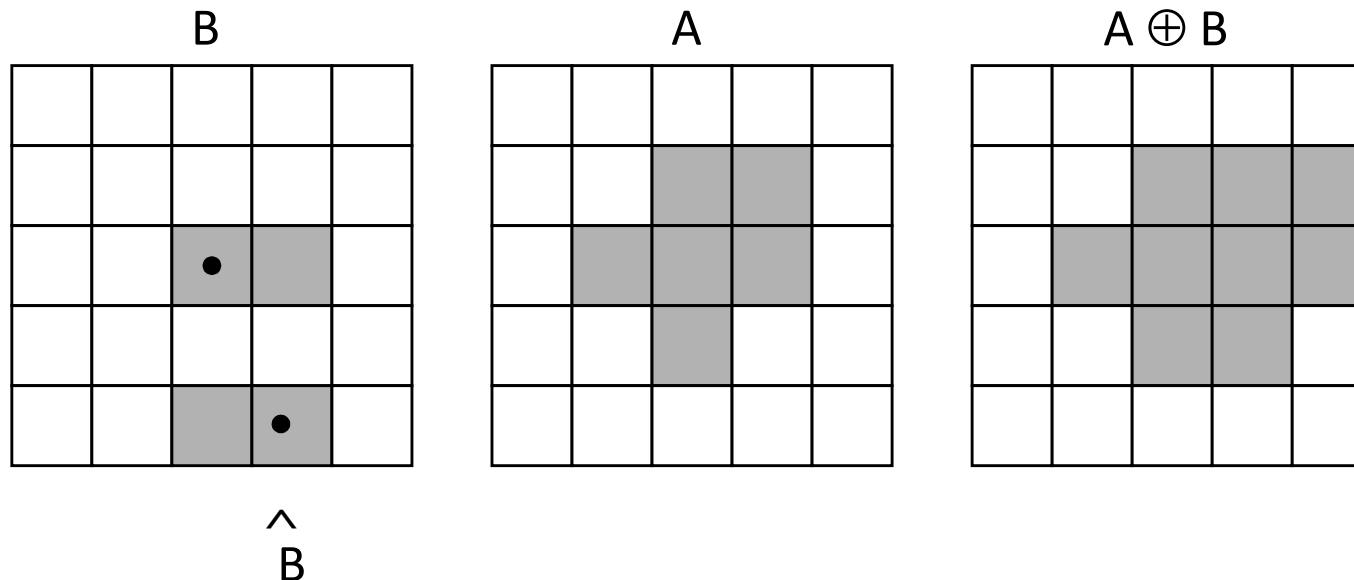
Opérations morphologiques

- Exemples d'éléments structurants



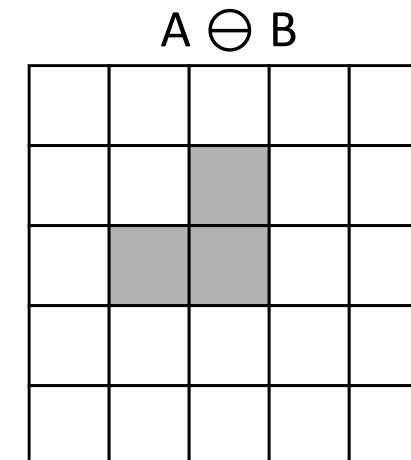
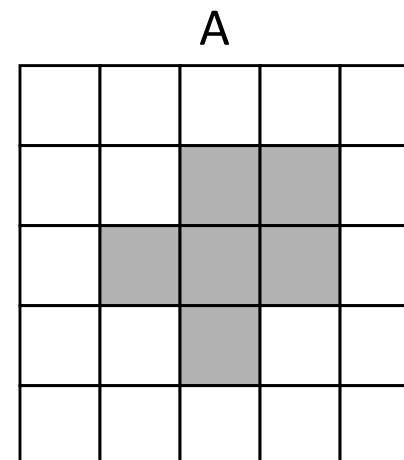
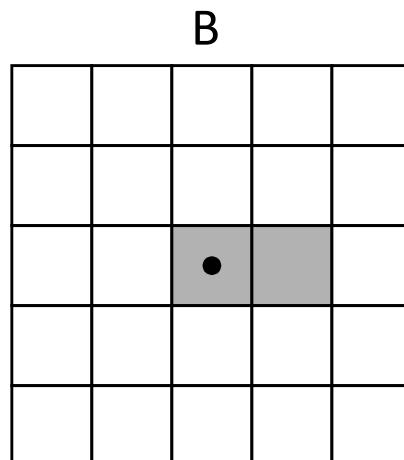
Opérations morphologiques

- Exemples d'éléments structurants
 - Dilatation



Opérations morphologiques

- Exemples d'éléments structurants
 - Érosion



Opérations morphologiques

- Dilatation et érosion
 - La *dilatation* « étend » les objets, et *l'érosion* les « contracte »

Opérations morphologiques

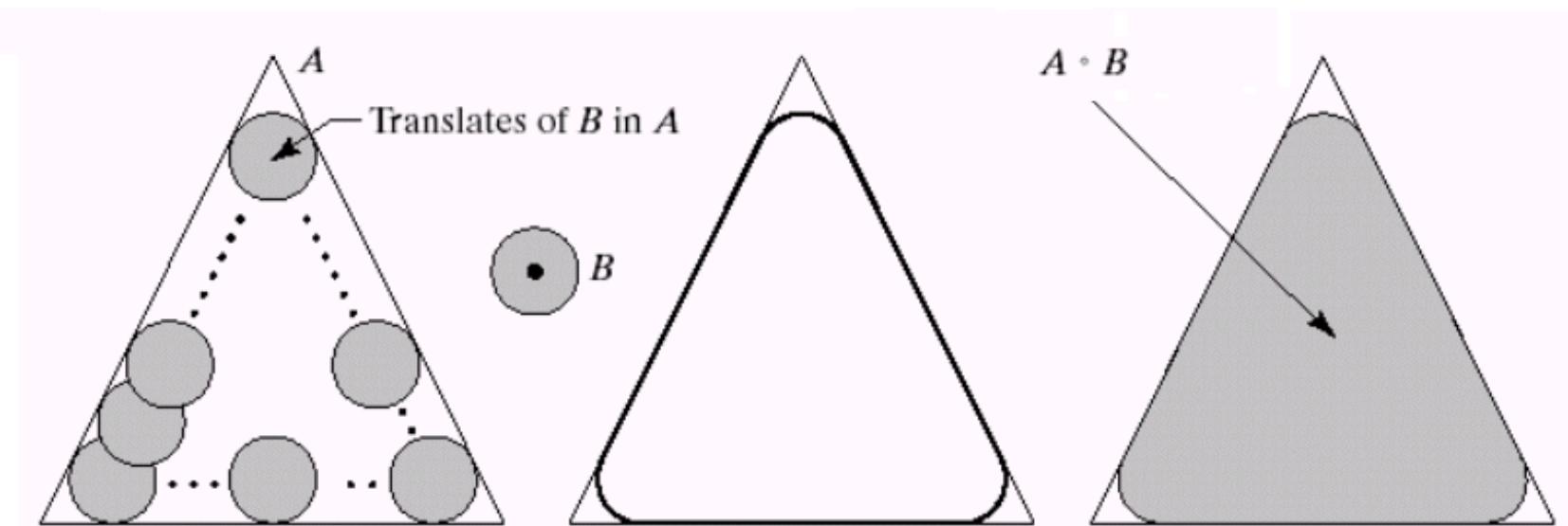
- Ouverture et fermeture
 - Sont des combinaisons de la *dilatation* et de l'*érosion* et « adoucissent » les contours des objets
 - *L'ouverture* permet de supprimer de petites régions, de lisser des contours ou de détacher des objets faiblement liés
 - La *fermeture* permet de supprimer de petits trous ou de refermer des contours

Opérations morphologiques

- Ouverture

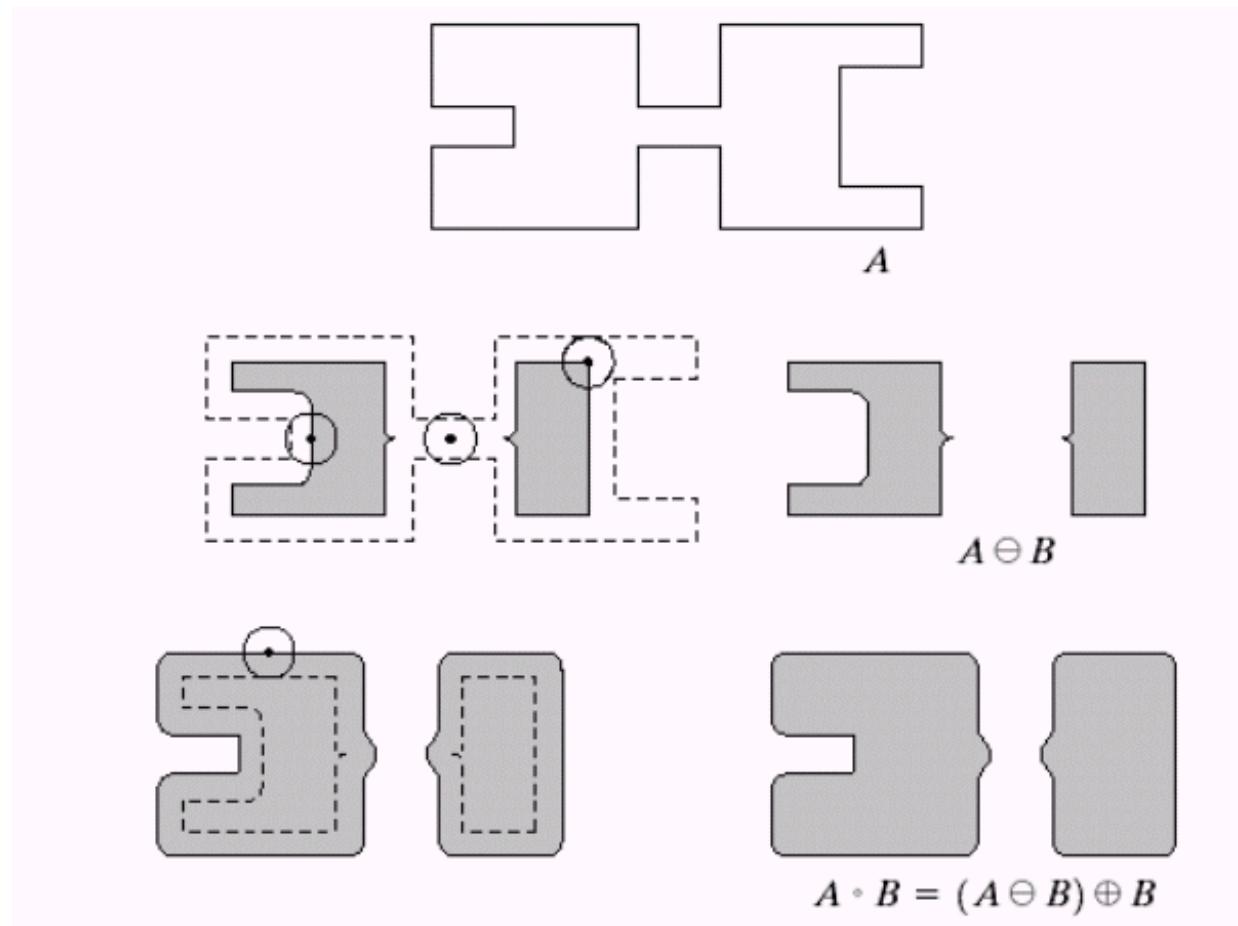
$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

- *Érosion de A par B suivie d'une dilatation par B*



Opérations morphologiques

- Ouverture

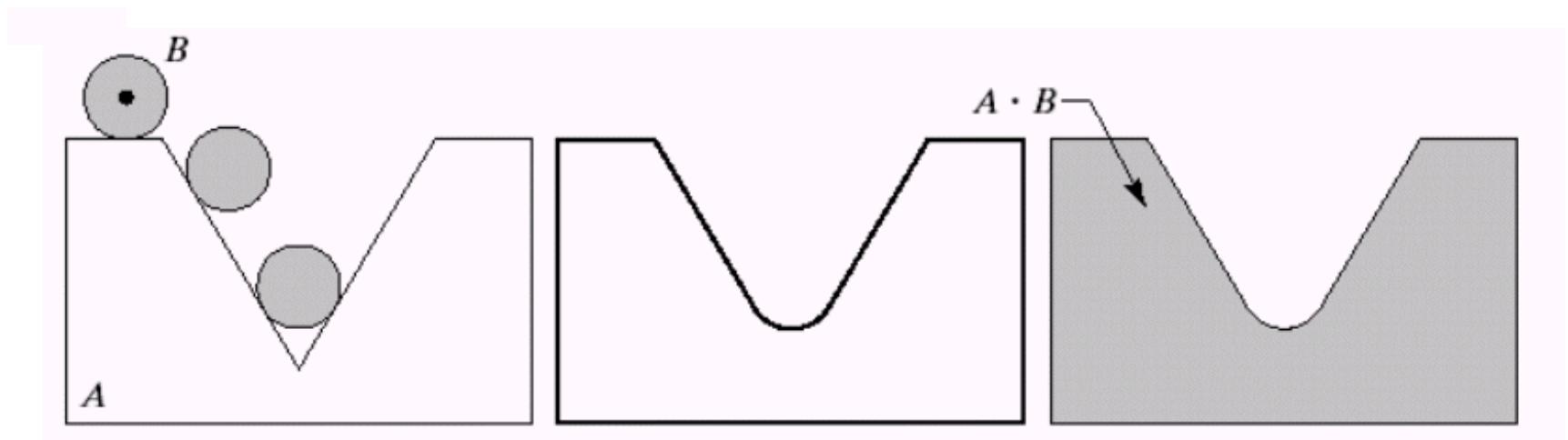


Opérations morphologiques

- Fermeture

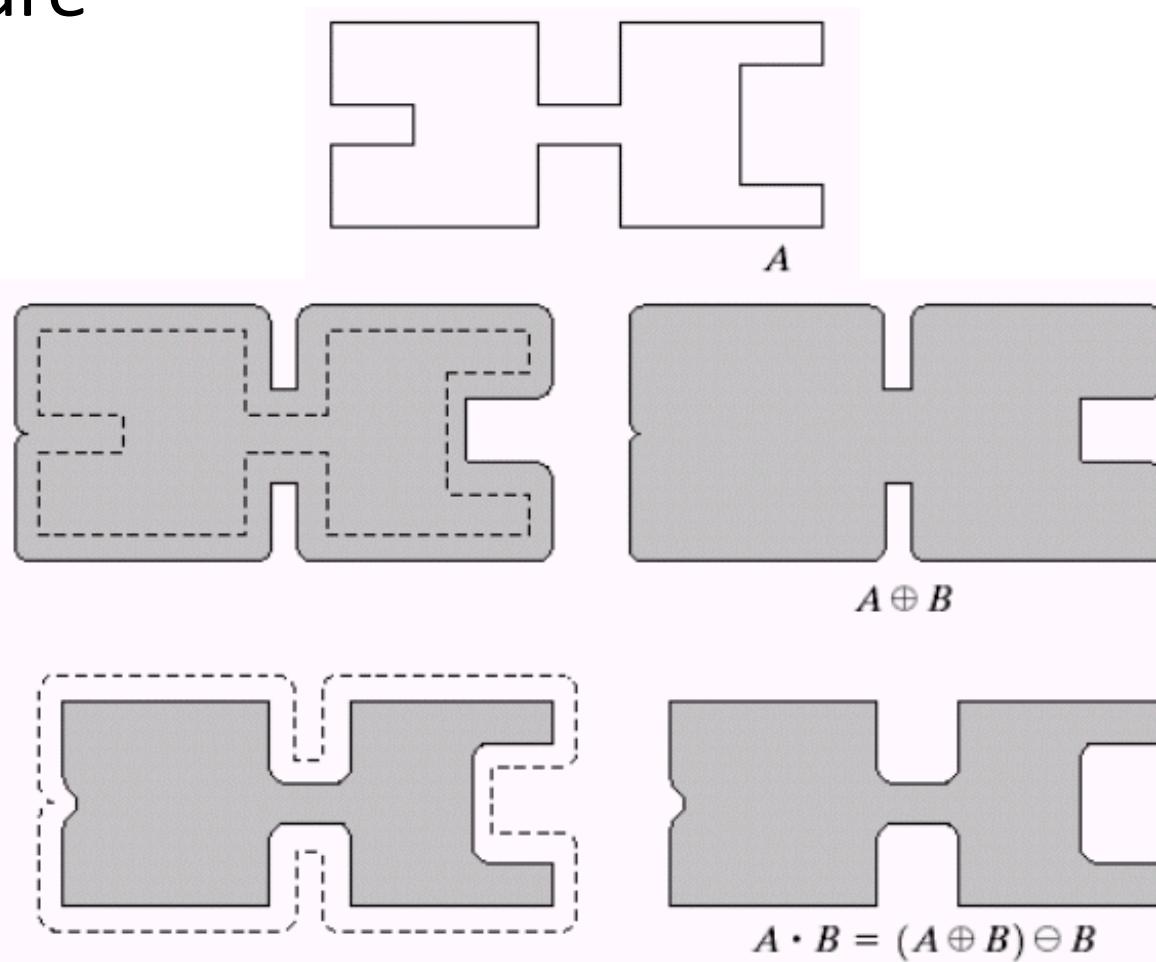
$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

- *Dilatation de A par B suivie d'une érosion par B*



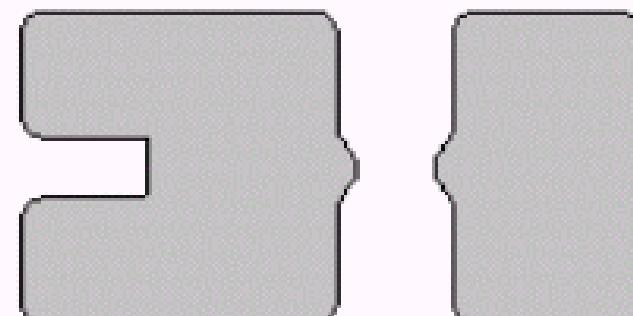
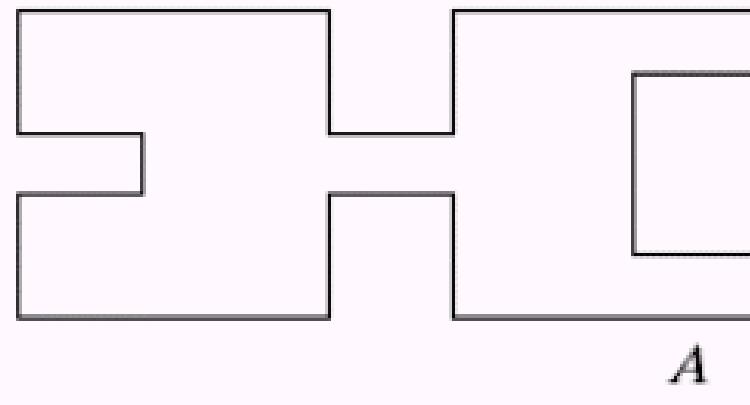
Opérations morphologiques

- Fermeture

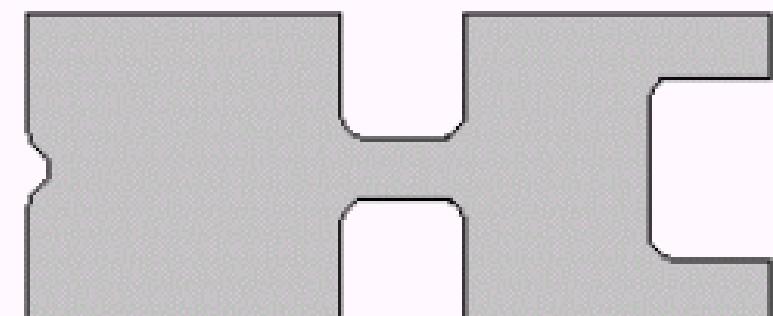


Opérations morphologiques

- Ouverture et fermeture

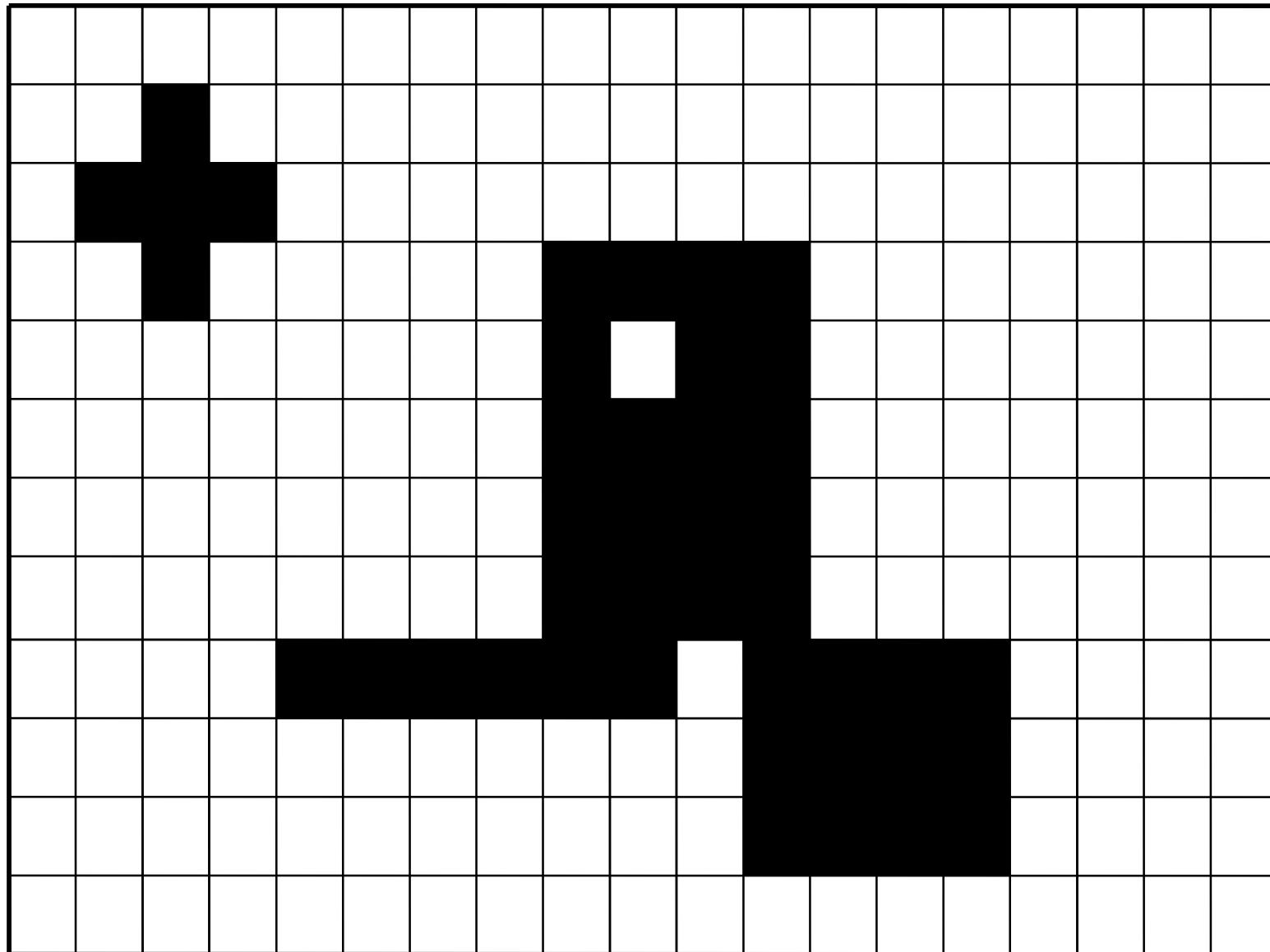


$$A \cdot B = (A \ominus B) \oplus B$$



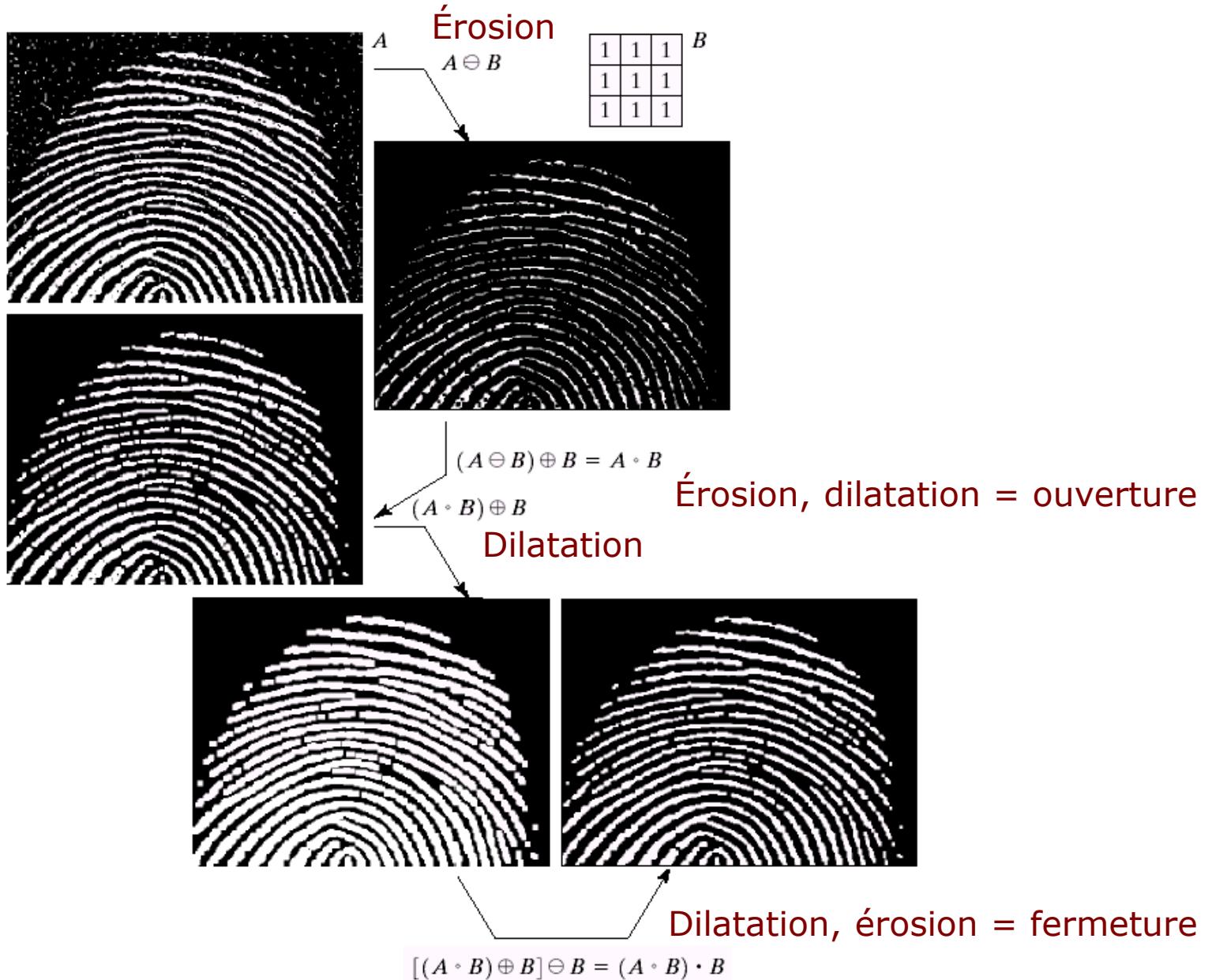
$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$$

Exercices



Opérations morphologiques

- Ouverture et fermeture: exemple
 - Filtrage de bruit sans perte de détail!



Opérations morphologiques

- Ouverture et fermeture: exemple
 - Filtrage de bruit sans perte de détail!

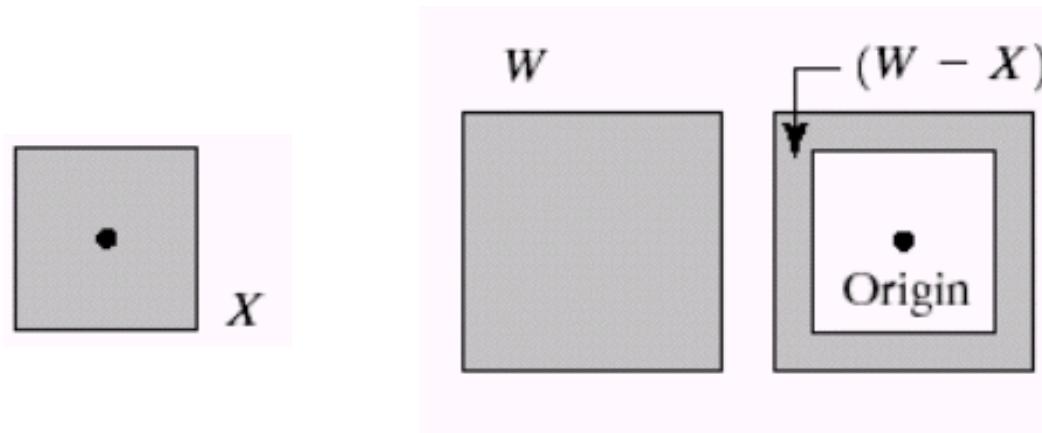


Opérations morphologiques

- Opérateur « tout-ourien » (Hit-or-miss)
 - Outil rudimentaire pour la détection de formes simples
 - Utilise un élément structurant composé
 - B est composé de B_1 et B_2
 - B_1 est la forme recherchée
 - B_2 est un espace autour de B_1

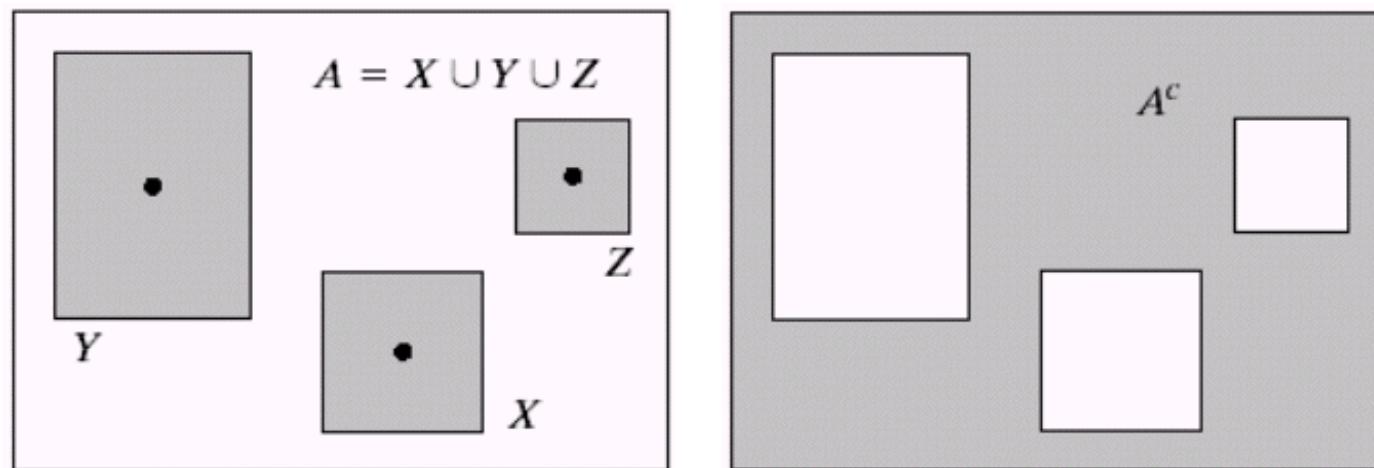
Opérations morphologiques

- Opérateur « tout-ourien » (Hit-or-miss)
 - B_1 est la forme recherchée
 - ex: $B_1 = X$
 - B_2 est un espace autour de B_1
 - ex: $B_2 = W - X$



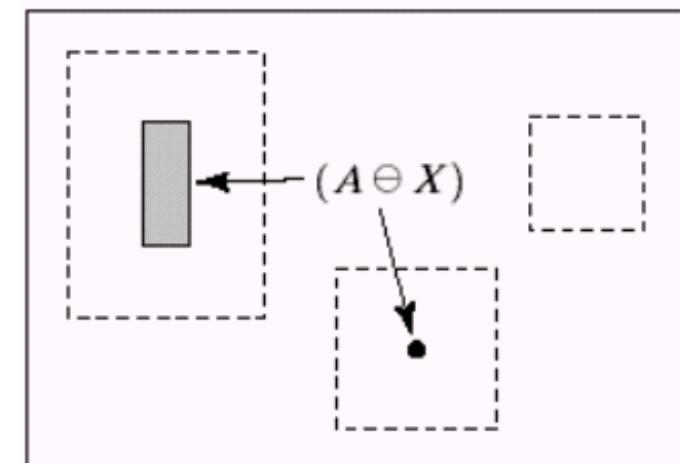
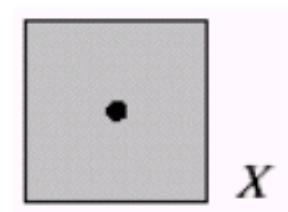
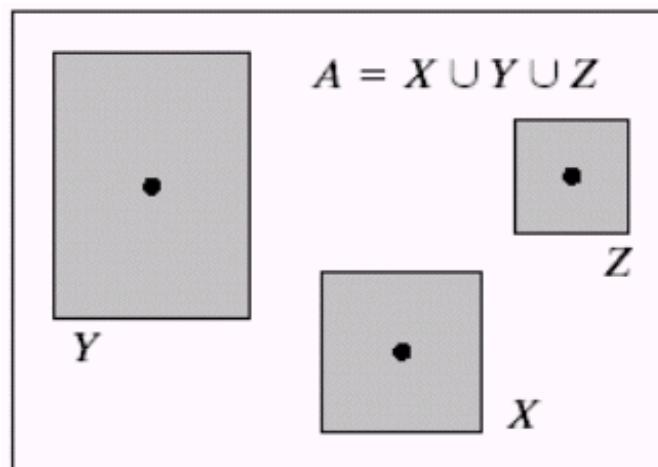
Opérations morphologiques

- B_1 est utilisé sur l'ensemble A
- B_2 est utilisé sur le complément de l'ensemble A (i.e. A^c)



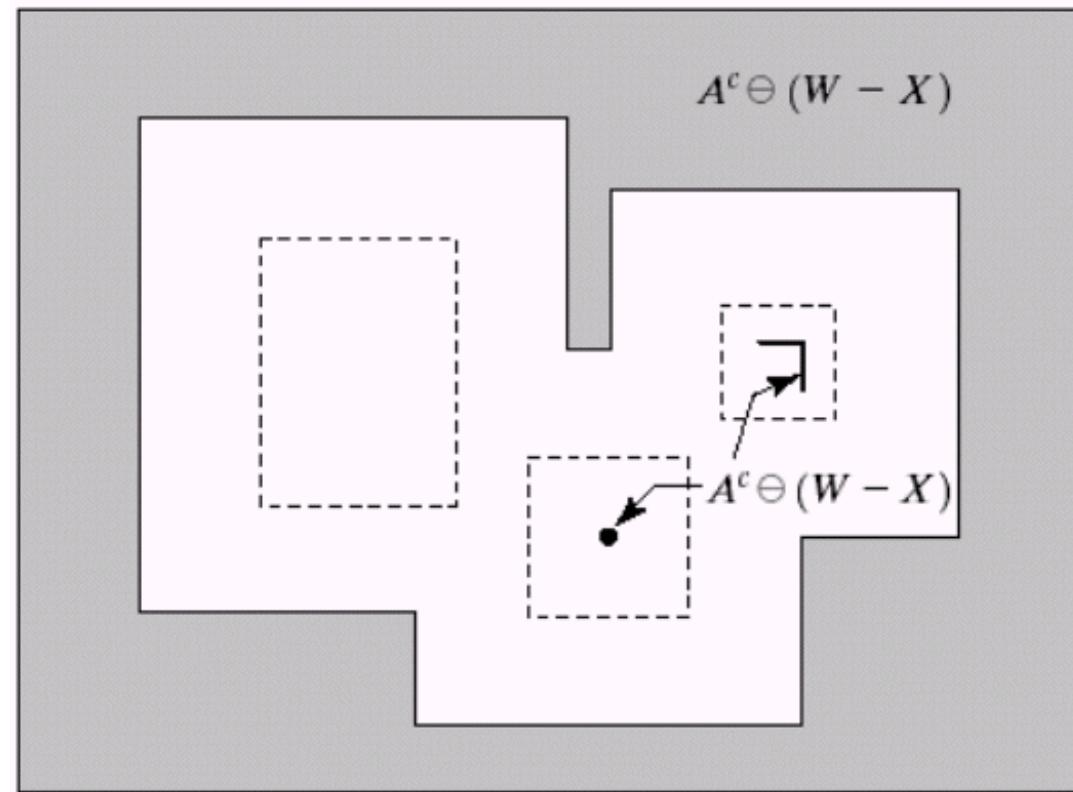
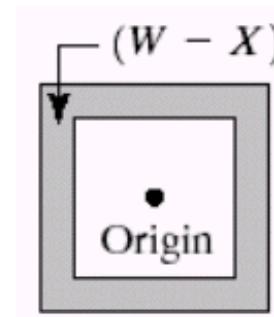
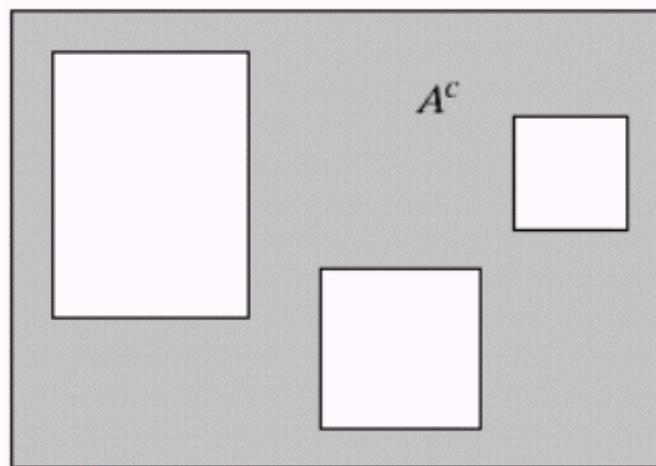
Opérations morphologiques

- Érosion: $(A \ominus B_1)$



Opérations morphologiques

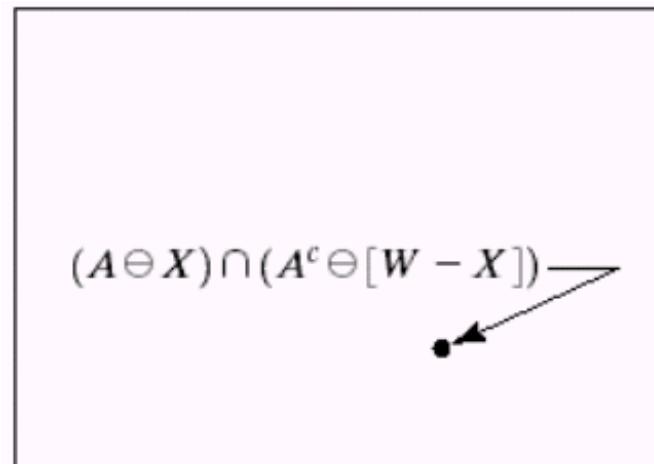
– Érosion: $(A^c \ominus B_2)$



Opérations morphologiques

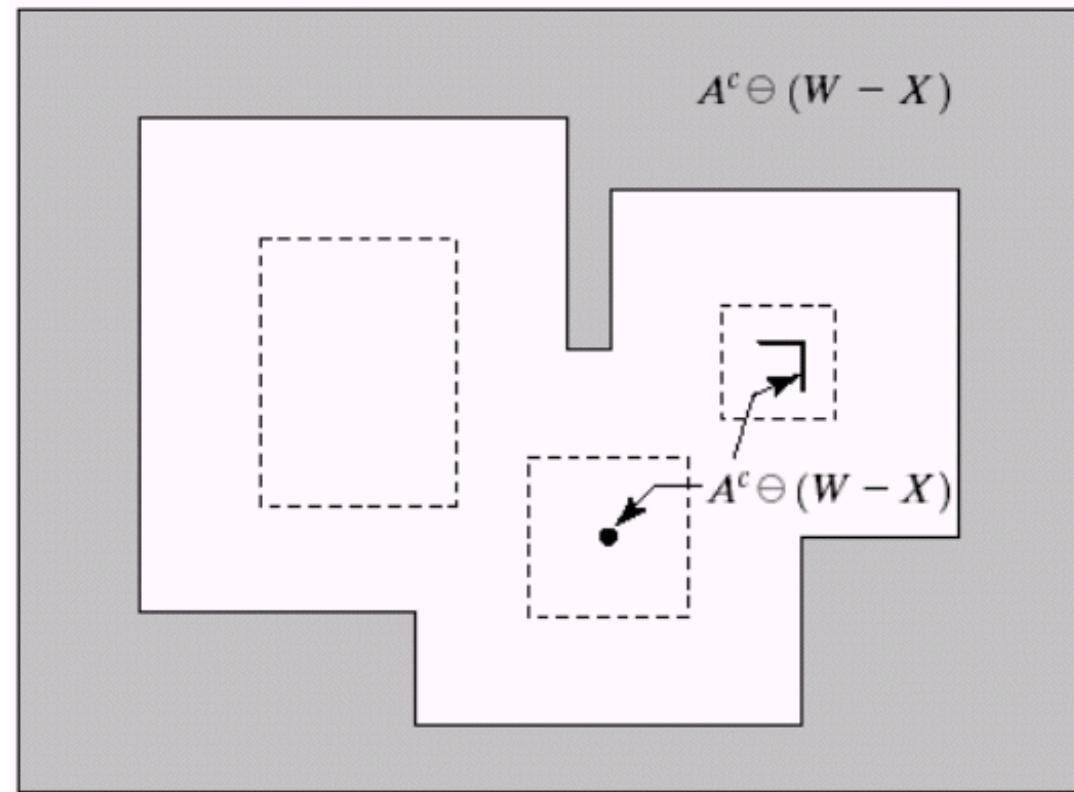
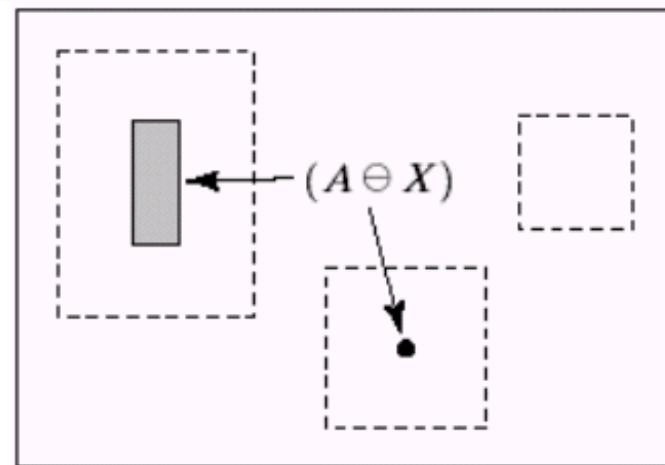
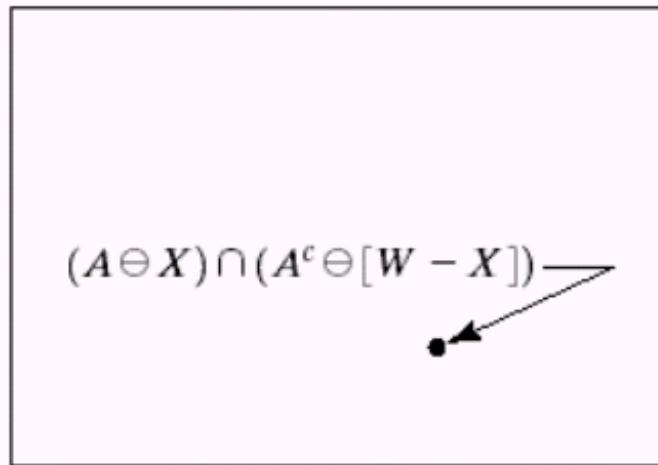
- Opérateur « tout-ourien » (Hit-or-miss)
 - La solution est l'intersection des deux érosions!

$$A \odot B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2)$$

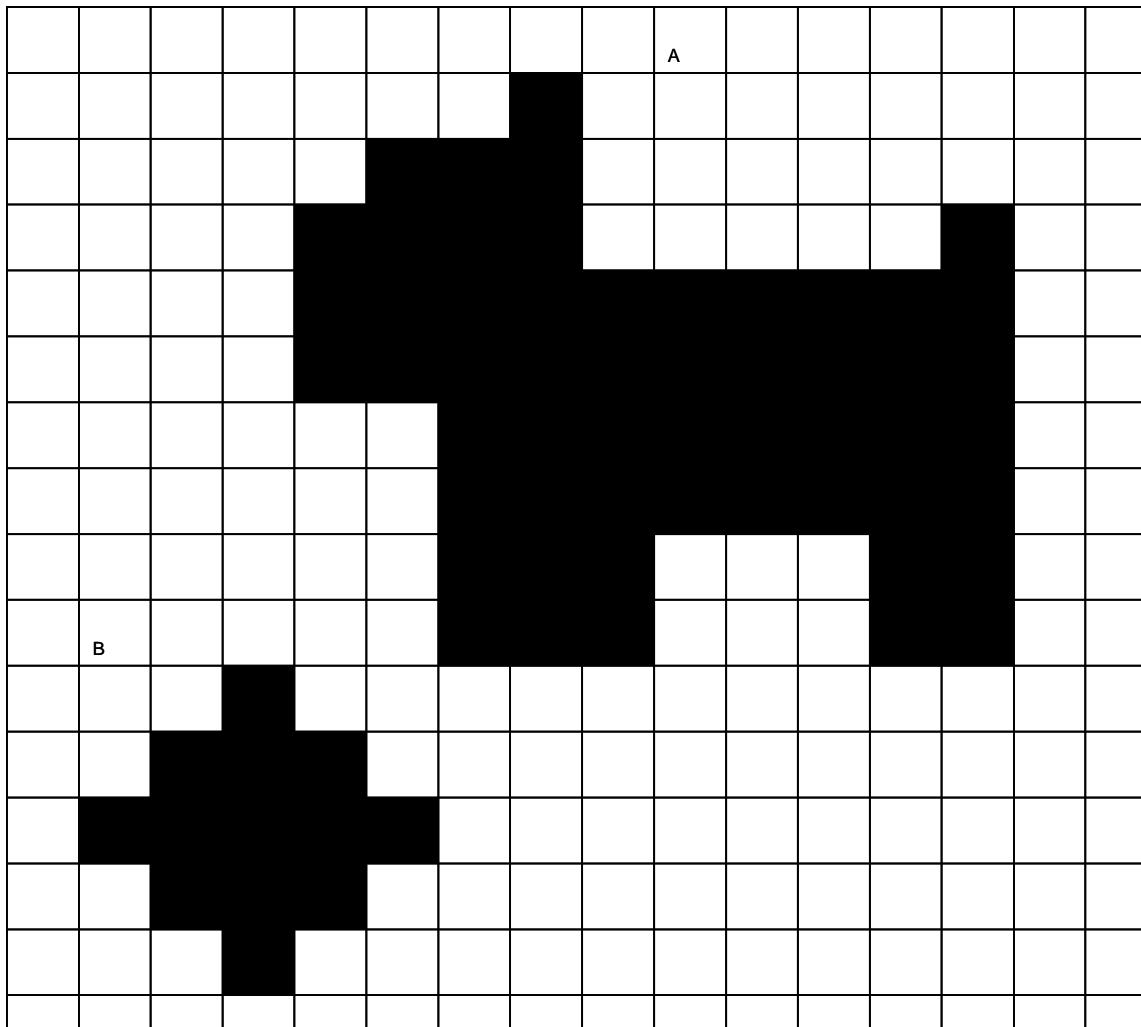


Opérations morphologiques

- $A \odot B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2)$



Exercices Hit or miss

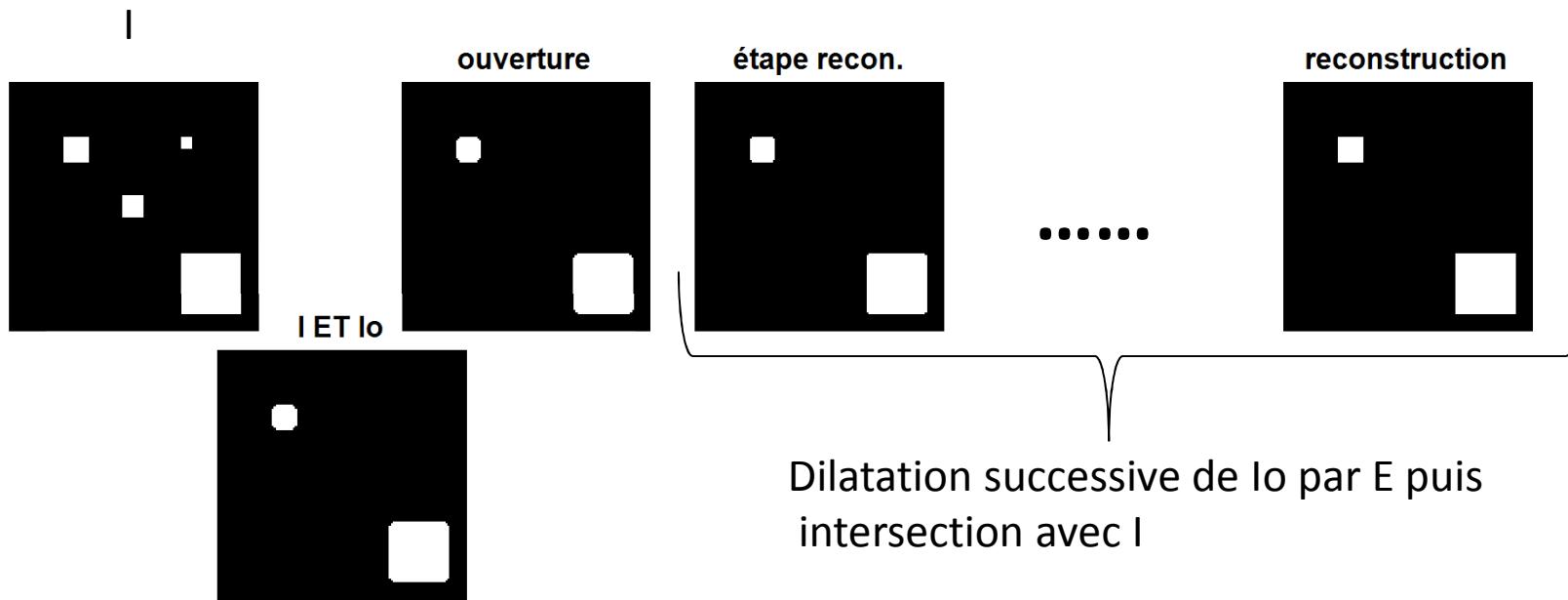


On désire récupérer l'objet B. Quel algorithme mettre en œuvre?

Opérateurs de reconstruction à partir de l'ouverture

- Opérateurs géodésiques
 - Ouverture ou fermeture reconstruisent l'image mais avec des lissages et des modifications de l'image initiale
 - On définit un opérateur de dilatation conditionnelle :
 - Dilatation d'un objet M suivi de l'intersection avec l'image initiale I
 - Si on réalise une ouverture sur une image I pour supprimer des petits objets : $Io = \text{ouverture}(I, E)$ avec E élément structurant.
 - $Io = M$, puis dilatation conditionnelle de M avec I , on reconstruit tous les objets restants, autant de dilatation que nécessaires jusqu'à ce que le résultat ne bouge plus.

Reconstruction par dilatation



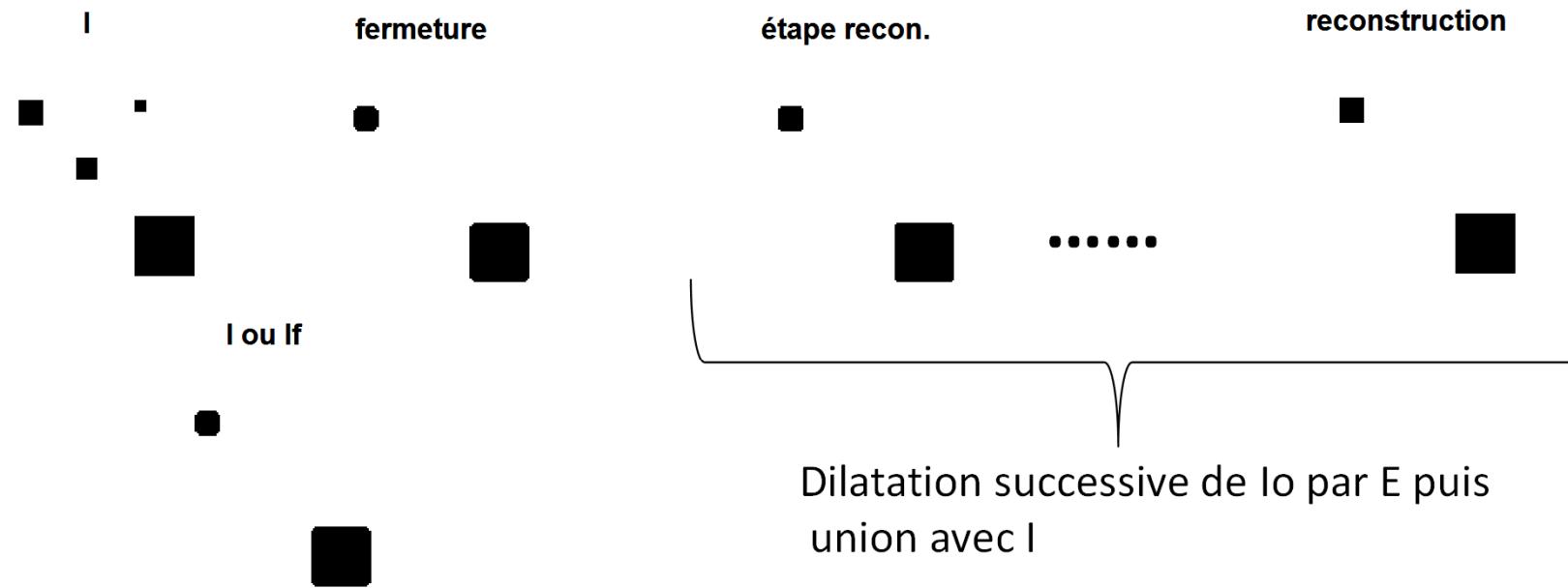
La reconstruction s'arrête quand le résultat de I et lo dilatée itérativement n'évolue plus, l'élément structurant E de la dilatation doit être choisi «petit », la valeur par défaut de la « croix » fonctionne très bien pour tout.

On appelle aussi cet opérateur : « dilatation géodésique de lo par E restreint à I » ou « reconstruction géodésique de I à partir du marqueur lo »

Opérateurs de reconstruction à partir de la fermeture

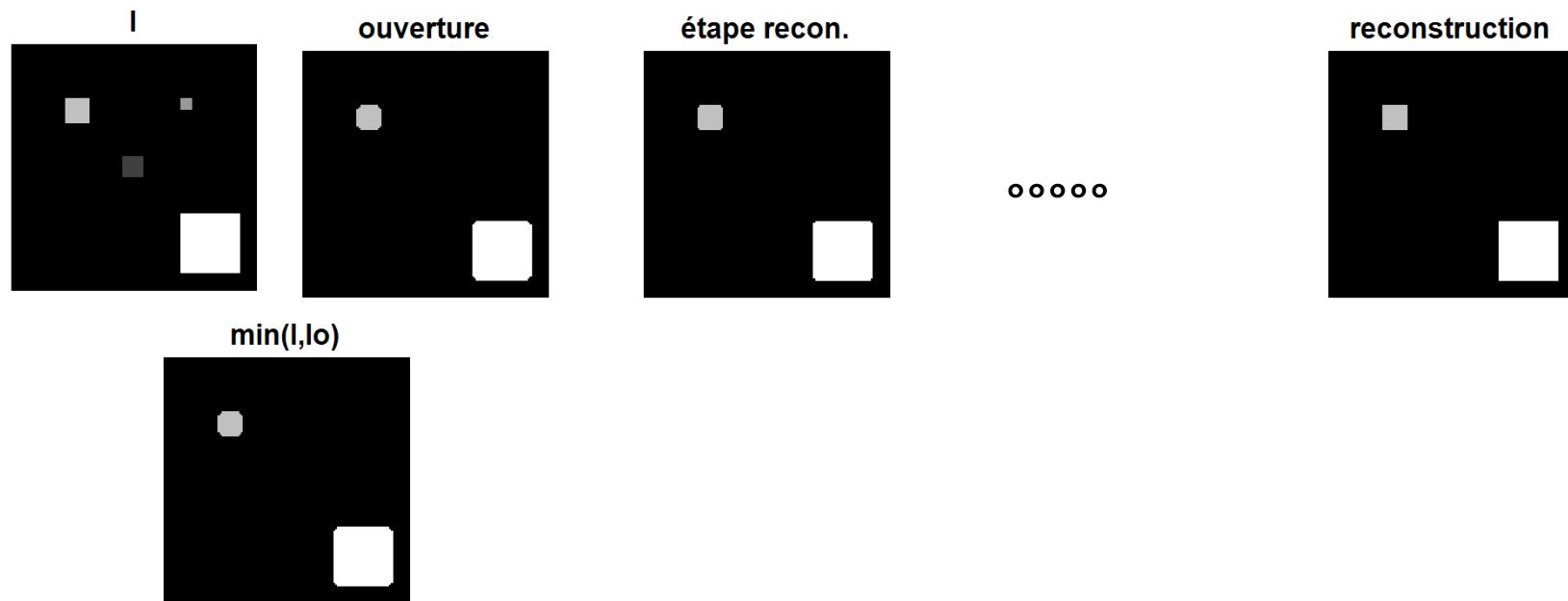
- Opérateurs géodésiques
 - Ouverture ou fermeture reconstruisent l'image mais avec des lissages et des modifications de l'image initiale
 - On définit un opérateur d'érosion conditionnelle :
 - Erosion d'un objet M suivi de l'union avec l'image initiale I
 - Si on réalise une ouverture sur une image I pour remplir des petits trous : $I_f = \text{fermeture}(I, E)$
 - $I_f = M$, puis érosion conditionnelle de M avec I, on reconstruit tous les objets restants, autant d'érosions que nécessaires jusqu'à ce que le résultat ne bouge plus.

Reconstruction par dilatation



La reconstruction s'arrête quand le résultat de l'érosion de If suivie de l'union avec I n'évolue plus. L'élément structurant E de la dilatation doit être choisi «petit »
La valeur par défaut de la « croix » fonctionne très bien pour tout.
On appelle aussi cet opérateur : « dilatation géodésique de lo par E restreint à I »
ou « reconstruction géodésique de I à partir du marqueur lo »

Extension aux images en NG



Le ET devient un min, le OU devient un max

Algorithmes morphologiques

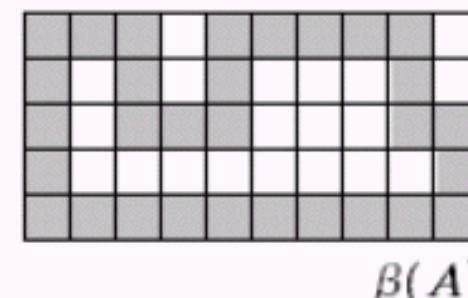
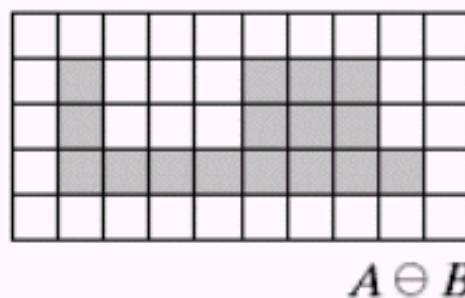
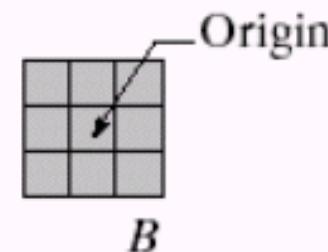
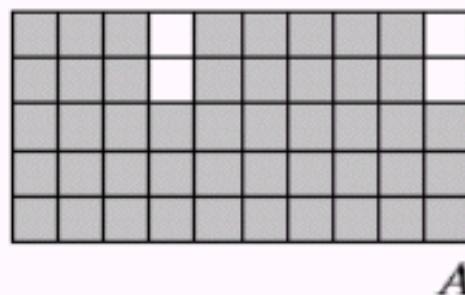
- Extraction des limites (boundary)
- Amincissement
- Épaississement

Algorithmes morphologiques

- Extraction des limites (boundary)

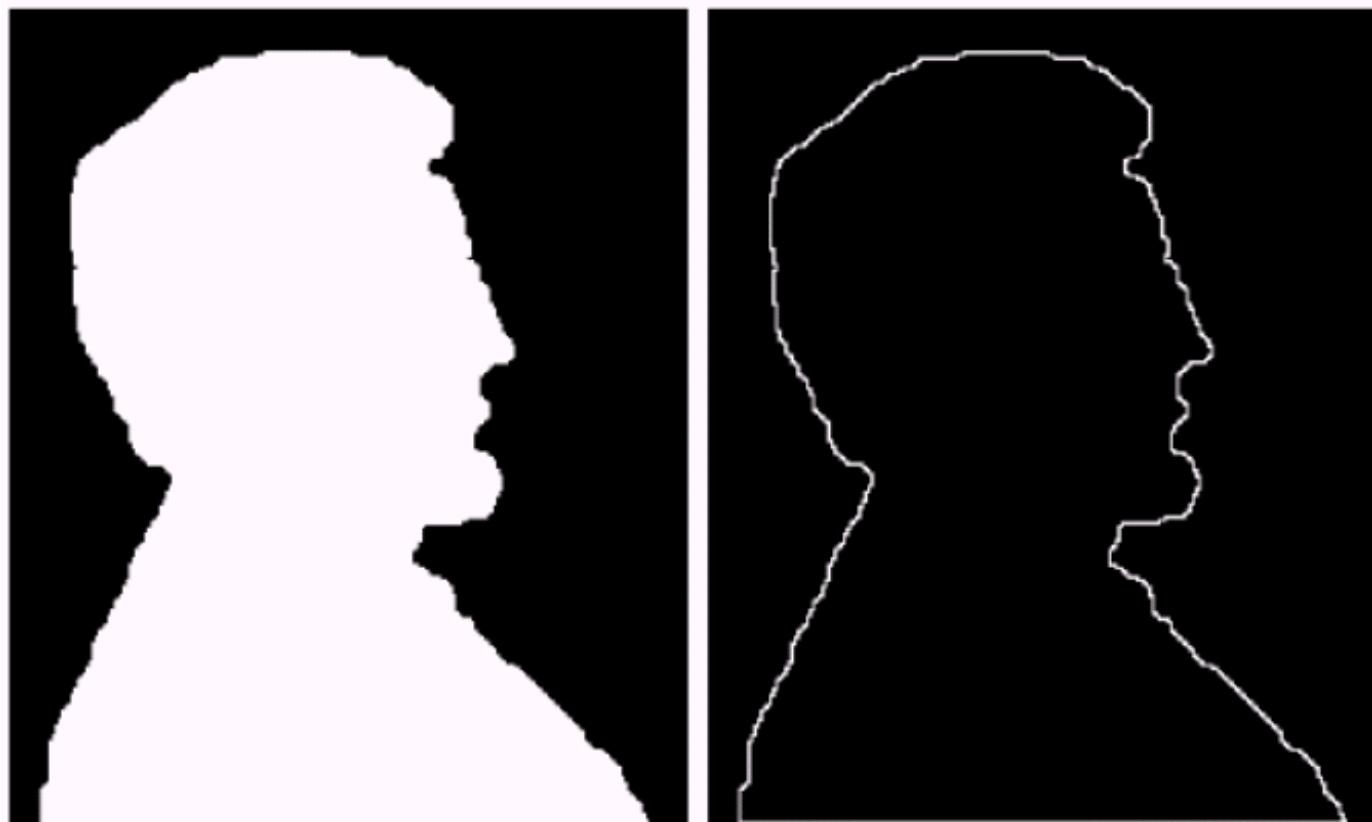
Limites de A => $\beta(A) = A - (A \ominus B)$

- L'ensemble A moins l'érosion de A par B



Algorithmes morphologiques

- Extraction des limites (boundary)



Élément de 3X3

Algorithmes morphologiques

- Extraction des limites (boundary)



Élément de 5X5



Élément de 9X9

Algorithmes morphologiques

- Amincissement

$$A \otimes B = A - (A \setminus B)$$

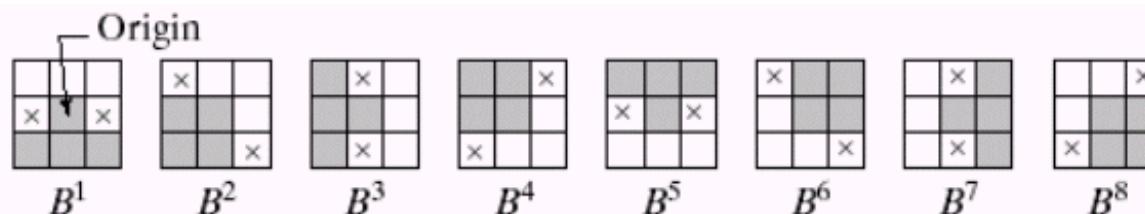
$$A \otimes B = A \cap (A \setminus B)^c$$

- L'ensemble moins le résultat de l'opérateur tout-ou-rien
- L'intersection de l'ensemble et du complément de l'opération tout-ou-rien
- L'élément structurant B est défini comme une séquence d'éléments

$$\{B\} = \{B^1, B^2, B^3, \dots B^N\}$$

Algorithmes morphologiques

- Amincissement
 - Les éléments structurants sont formulés sur une rotation de l'élément précédent:

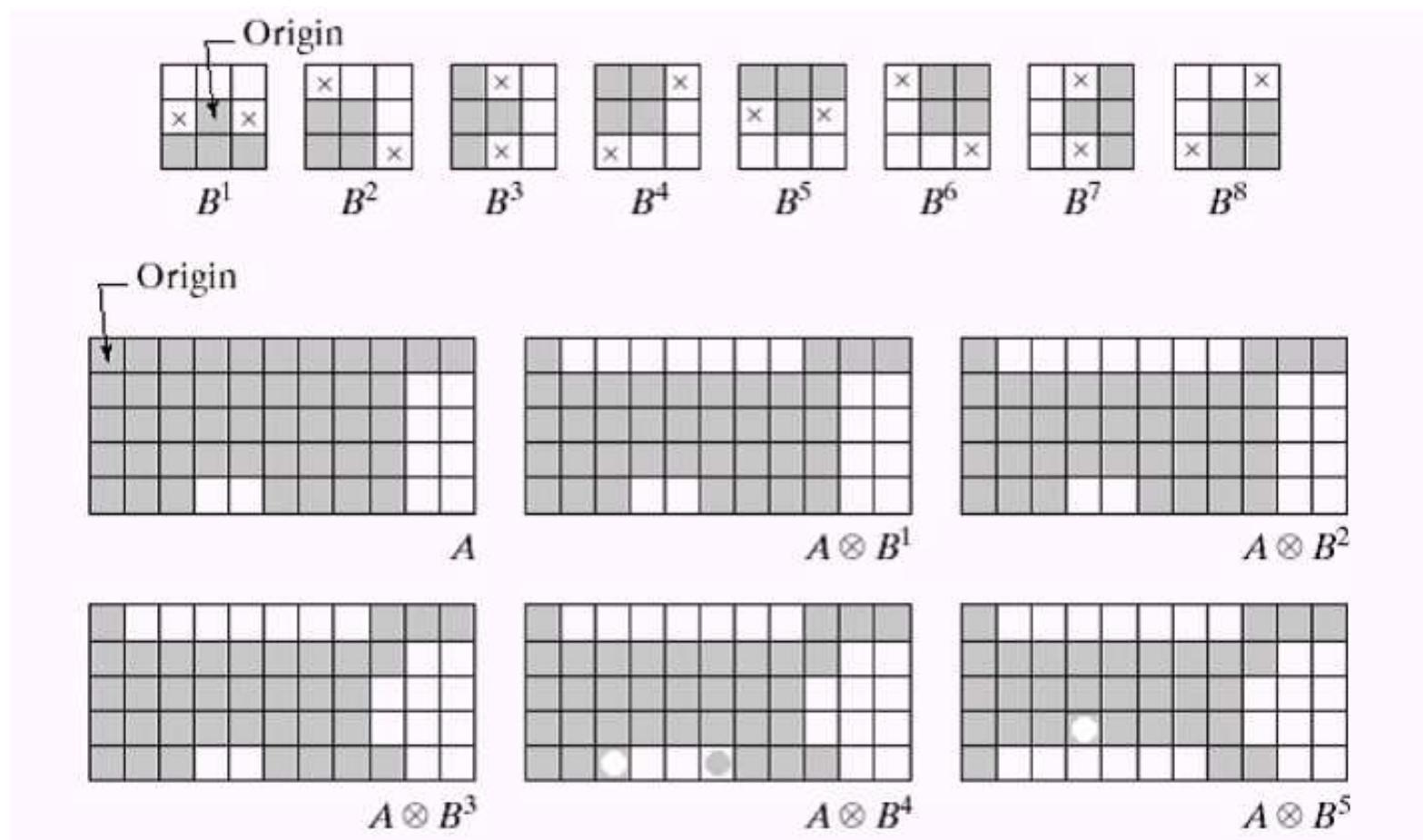


- Il s'agit donc d'appliquer chaque élément structurant successivement, et de répéter l'opération jusqu'à stabilité

$$A \otimes \{B\} = (\dots(A \otimes B^1) \otimes B^2) \otimes B^3) \dots) \otimes B^N)$$

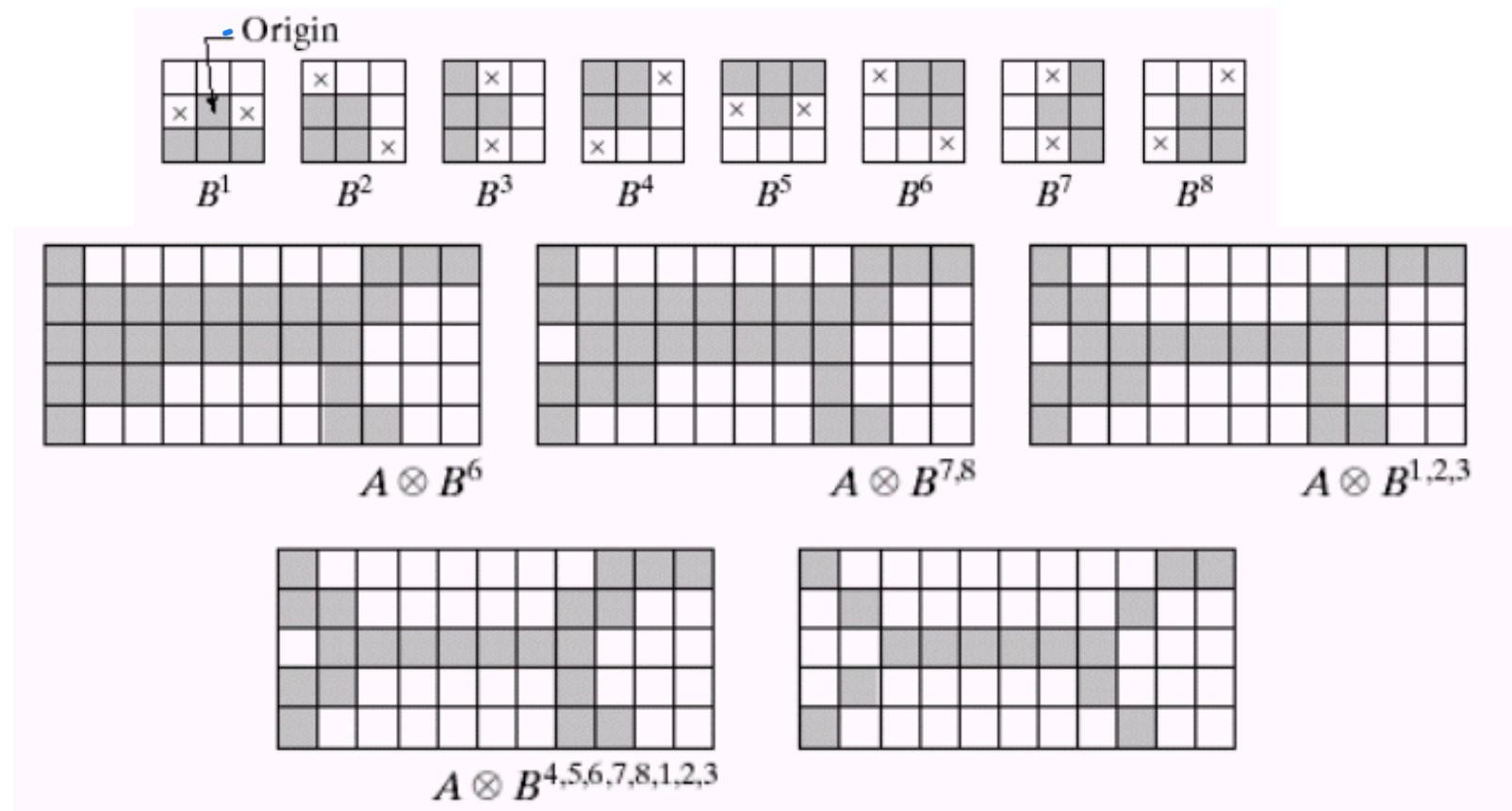
Algorithmes morphologiques

- Amincissement



Algorithmes morphologiques

- Amincissement



Exemple: usage vu lors de la détection de contours pour se ramener à un contour d'épaisseur 1 pixel.

Algorithmes morphologiques

- Épaississement

$$A \odot B = A \cup (A \setminus B)$$

- L'union de l'ensemble et de l'opération tout-ou-rien

$$A \odot \{B\} = (\dots((A \odot B^1) \odot B^2) \odot B^3) \dots \odot B^N$$

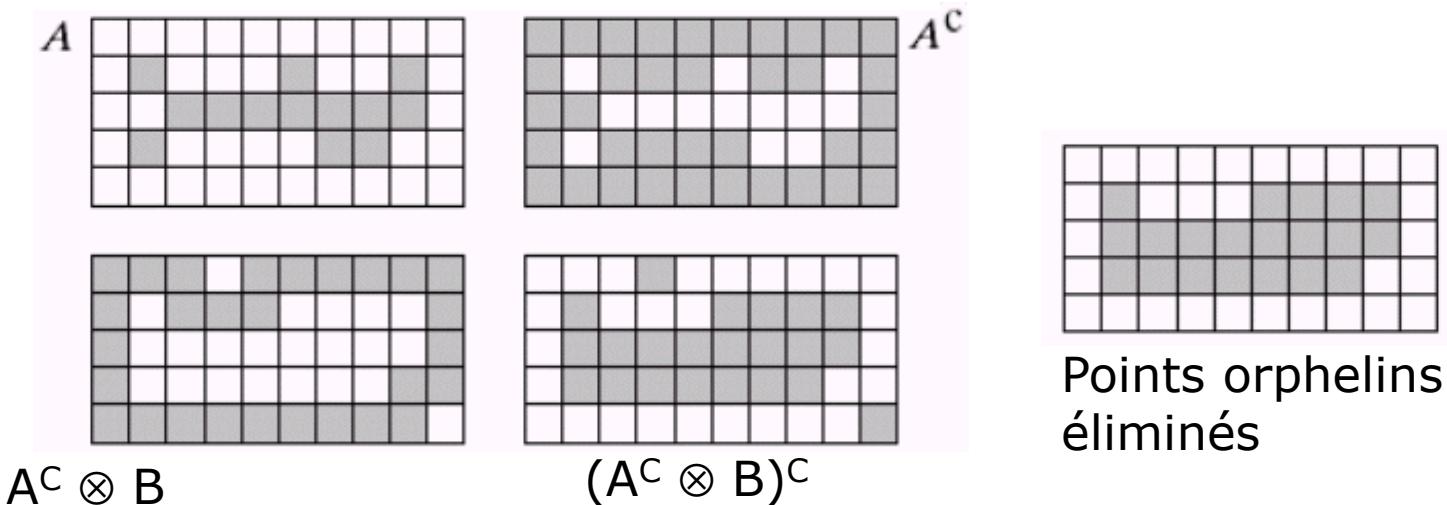
- Les éléments structurants sont les même avec les 1s et les 0s inversés

Algorithmes morphologiques

- Épaississement

- En pratique, pour épaisser A, on amincit le complément de A

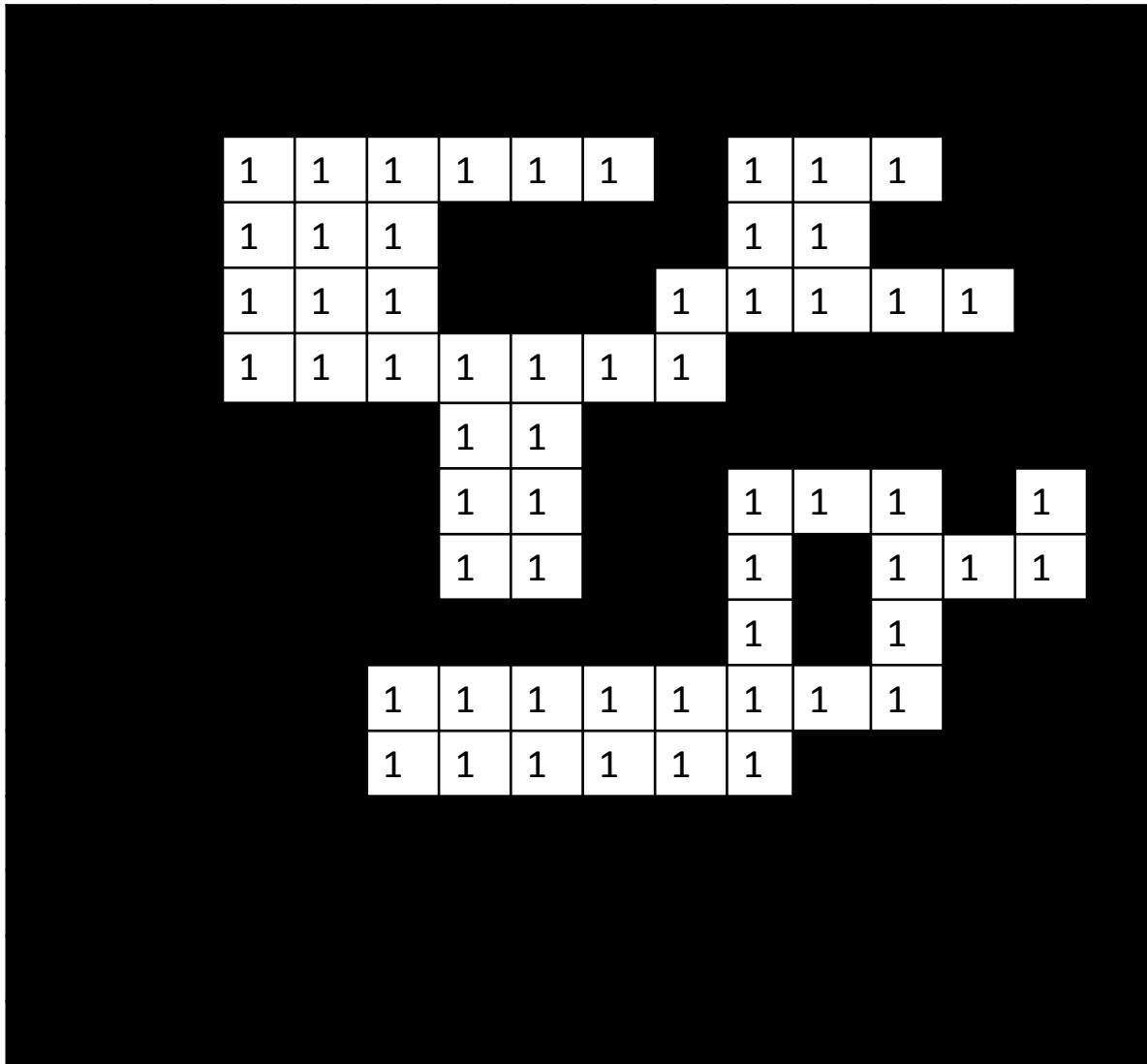
$$A \odot B = (A^c \otimes B)^c$$



Un algorithme de segmentation simple

- Filtres morphologiques
 - Obtenir les objets clairs ou sombres
- Binarisation
 - Masque des différents objets, traitements binaires pour affiner, nettoyer ce masque
- Labellisation
 - Chaque objet identifié par une étiquette
- Mesure des différents critères des objets
- PB : ne marche que pour des images où les objets sont uniformes, dépend du critère de segmentation du départ...

Algorithme de labellisation



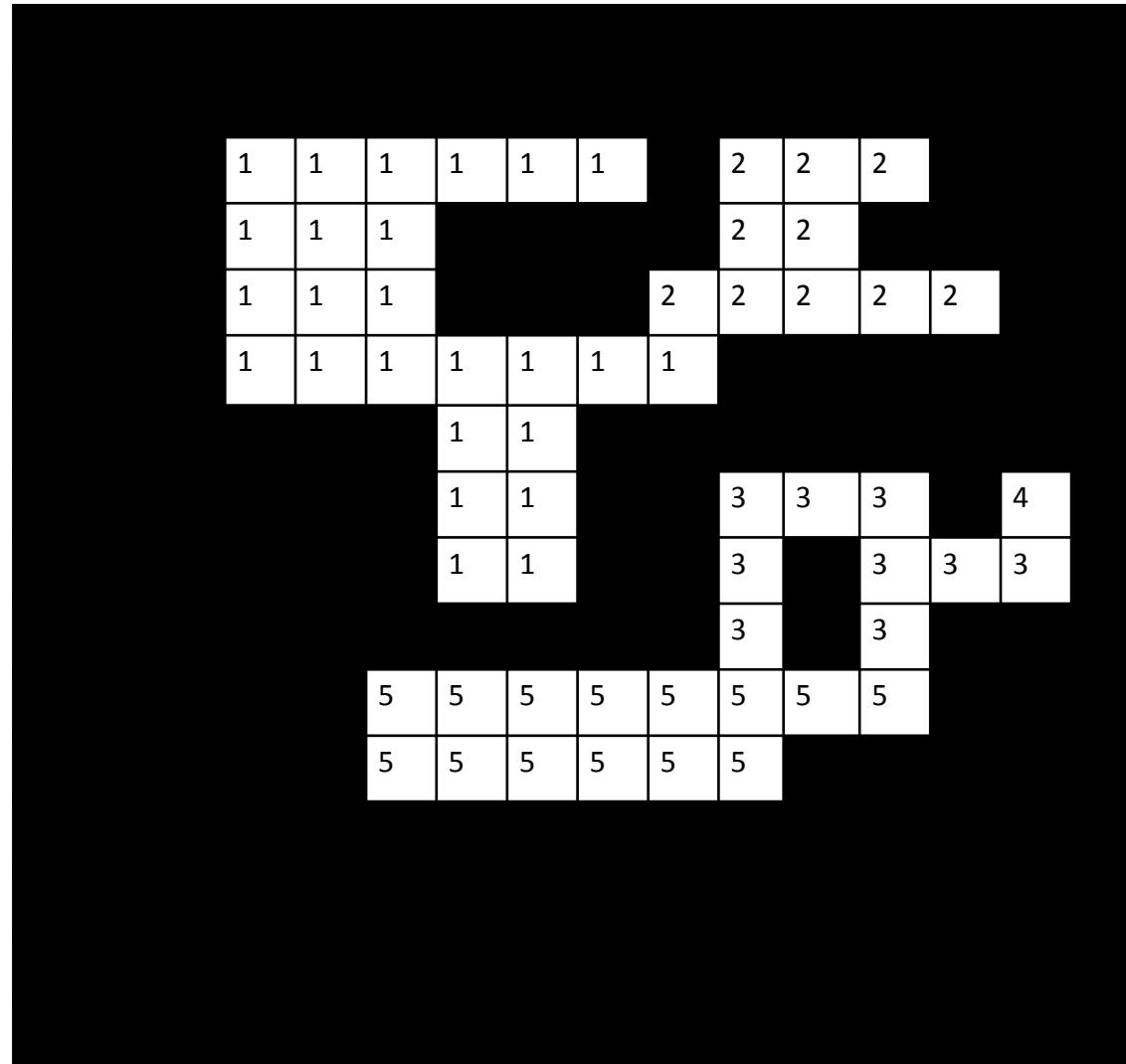
'0' : noir

'1' : blanc

Algorithme de labellisation

Labels :

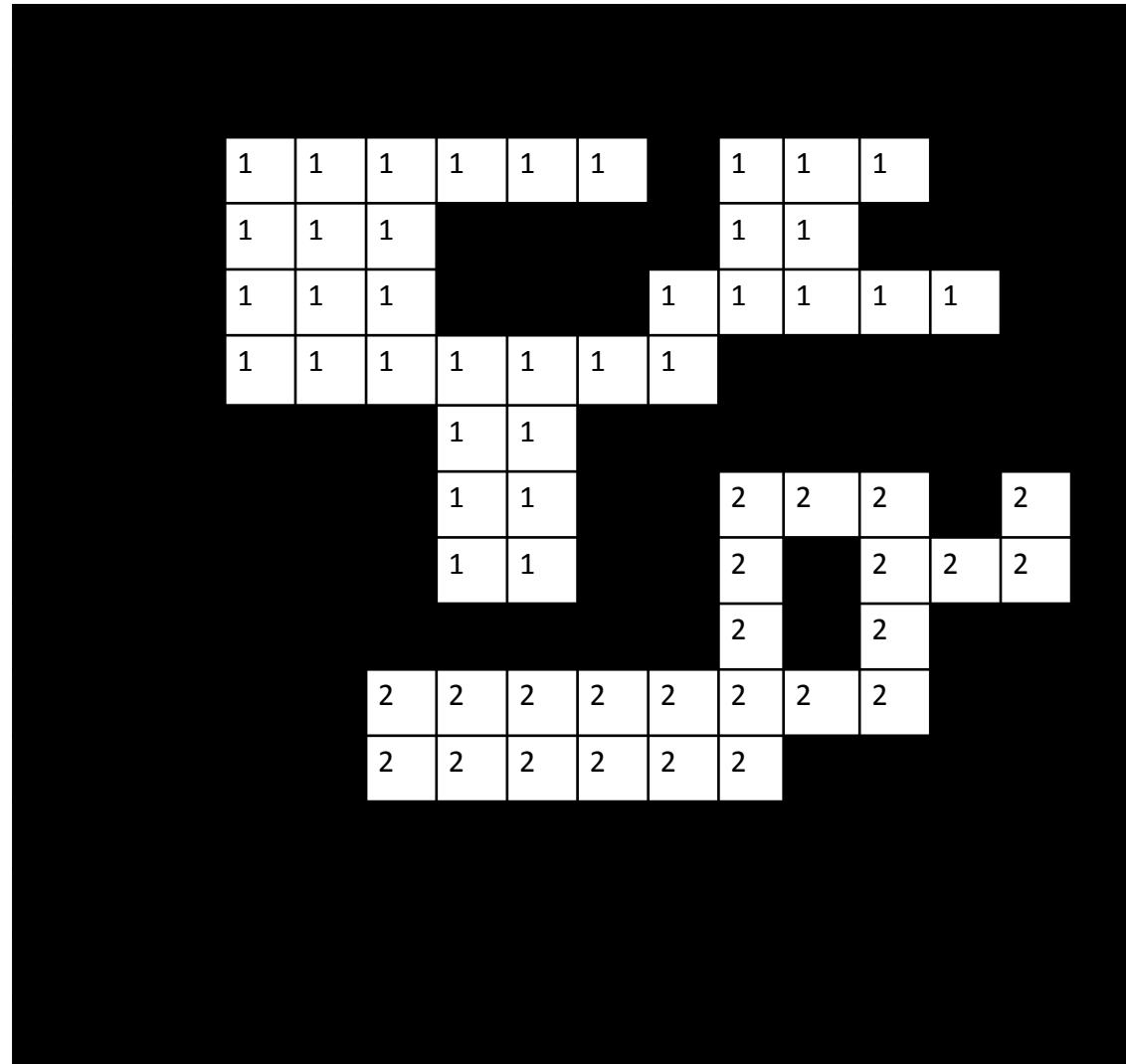
'0' : fond



Algorithme de labellisation

Labels :

'0' : fond



2nd passe

Algorithme de division-fusion

- Généralité
 - Modèle région
 - La segmentation vis à vis d'un critère d'homogénéité H peut s'exprimer par :
 - Segmenter I p/r H est une partition de I en régions homogènes X_1, \dots, X_n tq :
 - » Union des $X_i = I$
 - » Pour tout i , X_i est connexe
 - » Pour tout i , $H(X_i) = \text{vrai}$
 - » Pour tout couple (X_i, X_j) de régions voisines $H(X_i, X_j) = \text{faux}$
 - Rmq : Une segmentation dépend donc du critère H

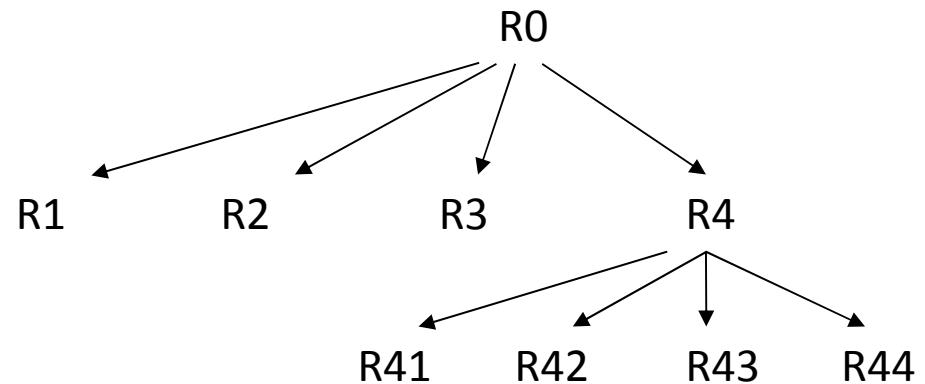
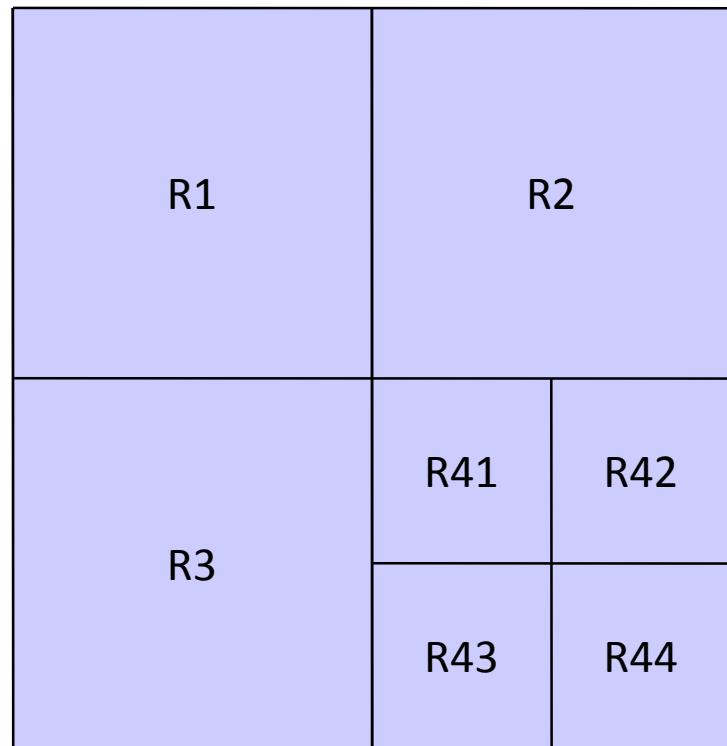
La décomposition n'est pas unique.

– Critères

- Contraste : $H[X_i] = \text{variance}(X_i) < \text{seuil}$
- Frontière : la validité de 2 régions dépend de leur frontière commune : elle doit être petite par rapport au périmètre des 2 régions + contrainte de continuité dans la région
- Comparaison de modèles : chaque région est modélisée par une fonction paramétrique (fonctions polynomiales). La similarité entre 2 régions est alors estimée par une distance entre les paramètres des modèles
- Qualité de fusion : une région est homogène si aucune fusion ne peut l'améliorer
-
- Enchaînement de critères
 - Ordre d'enchaînement important car on utilise des critères allant dans l'ordre croissant d'apport d'informations, on parle de segmentation hiérarchique.

- Structuration de données
 - Quad-Tree
- Structure en arbre quaternaire
- Une région est caractérisée par des valeurs d'attribut ou de paramètres. Par exemple l'attribut peut-être la luminance (noir ou blanc sur image binaire)
- Le principe d'une décomposition en quad-tree repose sur une division de l'image suivant un cadran. Cette division successive s'effectue tant qu'à l'intérieur d'un cadran l'attribut d'homogénéité n'est pas vérifié.
- Soit $P(R_i)$ l'attribut de la région R_i quand $P(R_i)=\text{True}$ l'homogénéité est vérifiée sinon $P(R_i)= \text{False}$.
- Principe de division selon la structure quad-tree :
Si $P(R_i)=\text{false}$ alors division en quadran de R_i

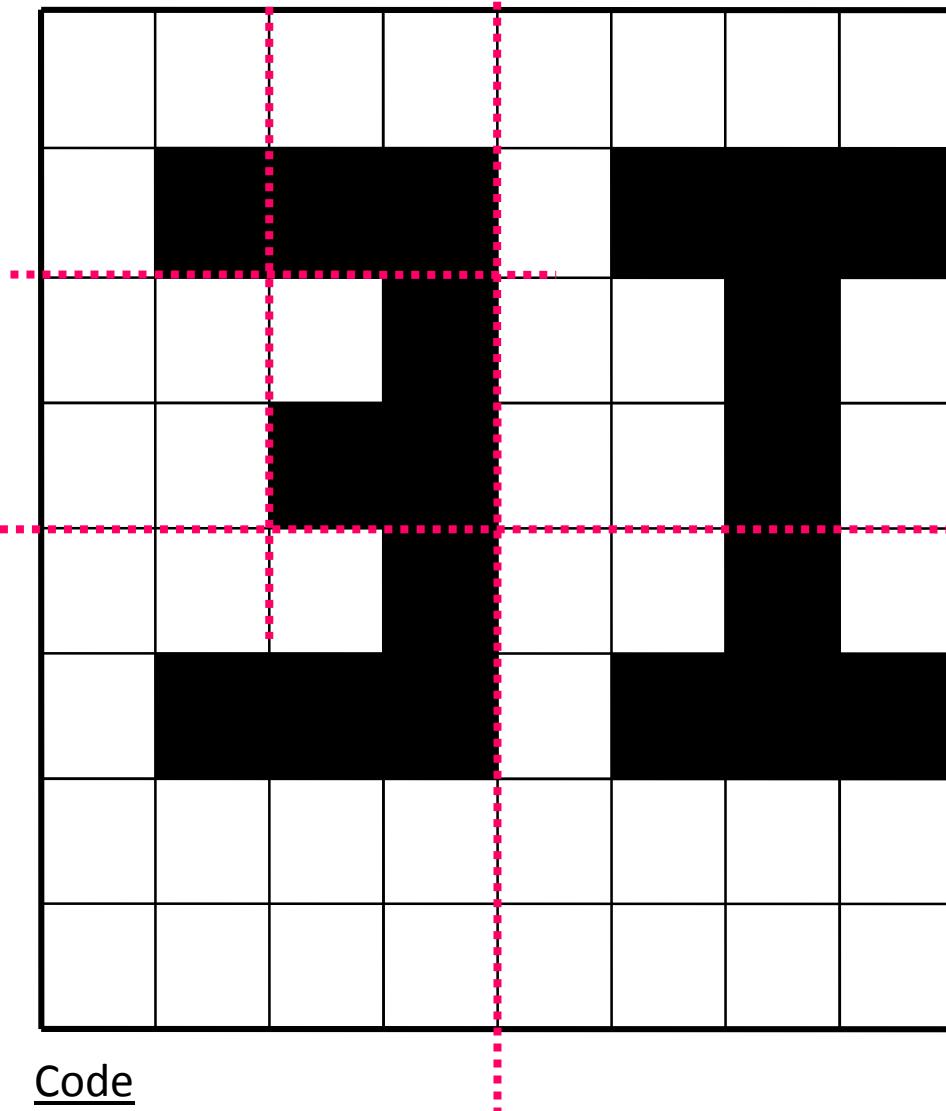
Principe de décomposition



Les régions se numérotent de gauche à droite ligne après ligne.

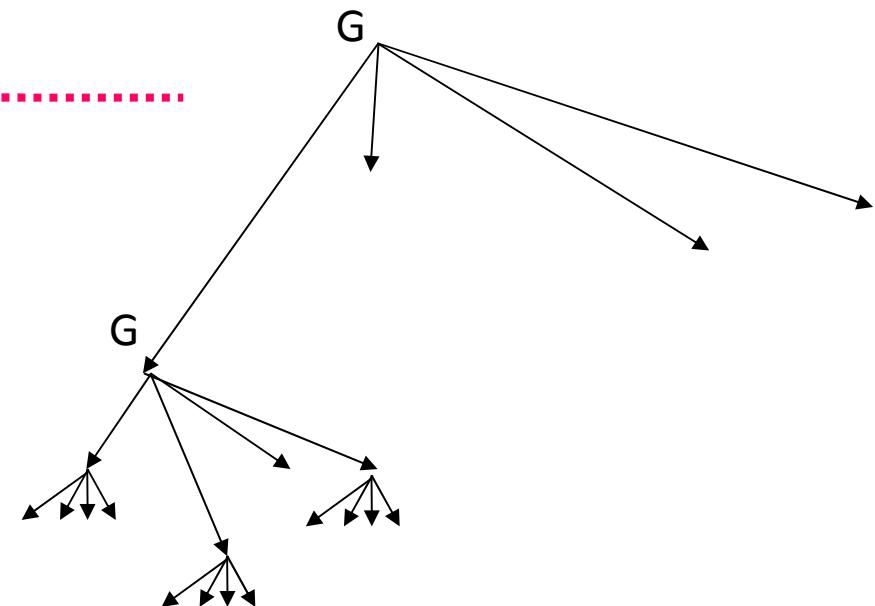
Remarque : les images doivent avoir des dimensions en puissance de 2

Exemple : Code Quad-Tree d'une image binaire



$P(R_i)$ =tous les pixels de R_i sont identiques

Graphe



- Algorithme de division-fusion

Soient $X_i, i=1,\dots,N$ l'ensemble des régions constituant une partition de l'image I

Soit H un prédictat d'homogénéité

ETAPE 1 : SPLIT

pour toute région X_i

si $H(X_i)$ faux

Alors pour toute sous-région Y_j de X_i

$\text{Split}(Y_j)$

ETAPE 2 : MERGE

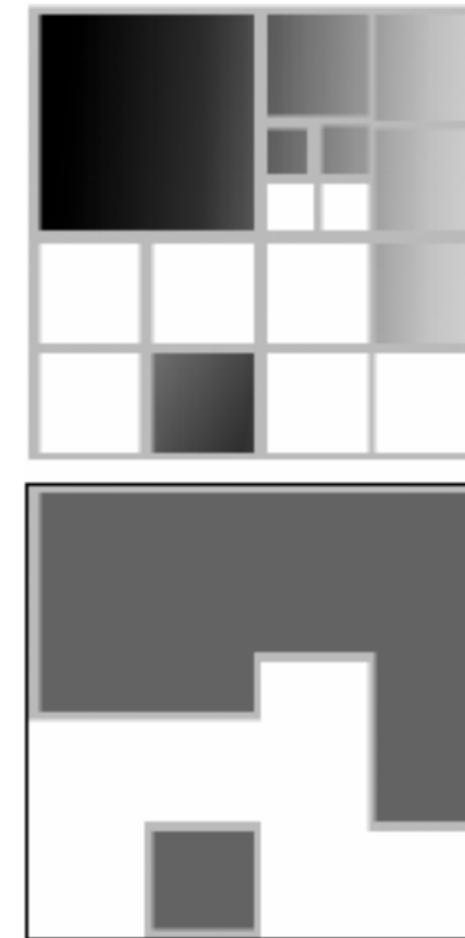
pour tout couple (X_i, X_j)

Si voisin(X_i, X_j) et $H[\text{Union}(X_i, X_j)]$

Alors fusion(X_i, X_j)

Exemple division-fusion

- A partir d'une division quad-tree
- Fusion
 - Regrouper les blocs adjacents représentant des régions homogènes suivant le prédicat choisi.



- Exercice
 - Généralisez le quad-tree binaire au quad-tree en niveau de gris
 - Quel attribut choisir?
 - Ecrire l'algorithme de division

- Exercice

Retrouver l'image binaire à partir du code quad-tree suivant :

GGGBBBNGBBNBGBNBBGNBBGGBBBNGBBNBGBNBBGNBBG
GBBBNBBGNNBBGBGBBBNBGNBNNBB

Correction

Exemple : Homogénéisation quad-tree

image de départ



quadtree



•Algorithme Aggrégation de pixels

- Définition d'une région
 - Les objets qui composent une image occupent des "régions" distinctes
 - L'image R peut être décomposée en sous images R_1, R_2, \dots, R_n
 - Chaque pixel n'appartient qu'à une seule région
 - Chaque région répond à un "prédicat", ou condition d'appartenance

- Les régions distinctes répondent au critères suivants:

$$\bigcup_{i=1}^n R_i = R$$

R_i est une région connectée

R_i ∩ R_j = ∅ pour tous les i et j

P(R_i) = vrai pour tous les i

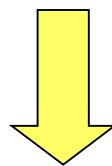
- Croissance des régions

- Débute avec un pixel, et "collectionne" les pixels voisins qui répondent au critère d'appartenance
- Certains pixels sont sélectionnés comme "semences"
- La région "grandit" à partir de ces semences
- Une connaissance a priori est utile pour sélectionner les semences
 - Croissance des régions : besoins
 - Besoin de définir des critères d'appartenance
 - Besoin de vérifier la connectivité (4,8,m) des pixels
 - Besoin d'arrêter quand tous les pixels d'une région sont identifiés

Agglomération de pixels

0	0	5	6	7
1	1	5	8	7
0	1	6	7	7
2	0	7	6	6
0	1	5	6	5

Germes (points ou régions)



a	a	b	b	b
a	a	b	b	b
a	a	b	b	b
a	a	b	b	b
a	a	b	b	b

L'algorithme regroupe les pixels ou sous-régions voisines qui comportent le même attribut de région.

Exercice : dérouler l'algorithme sur cet exemple

Croissance de région

Algorithme:

- ◆ TANT QUE image n'est pas segmentée en entier

- Choisir un pixel non-étiqueté

- Examiner les voisins:

- V_j similaire \Rightarrow étiquette k

- TANT QUE $V_j \in$ Région k

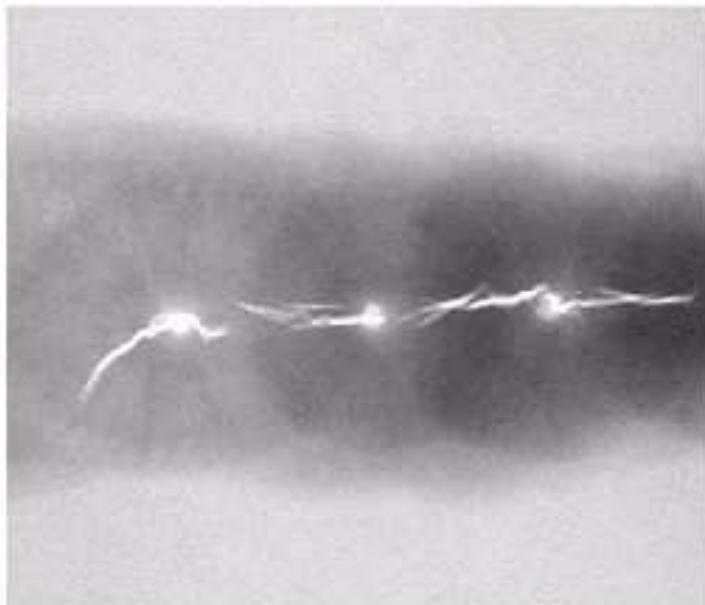
- Examiner les voisins

- V_i similaire \Rightarrow étiquette k

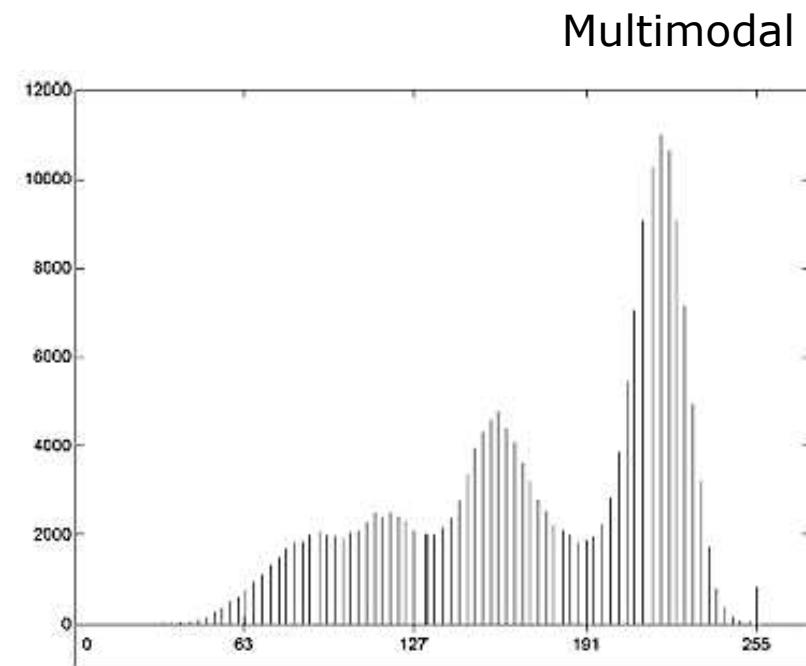
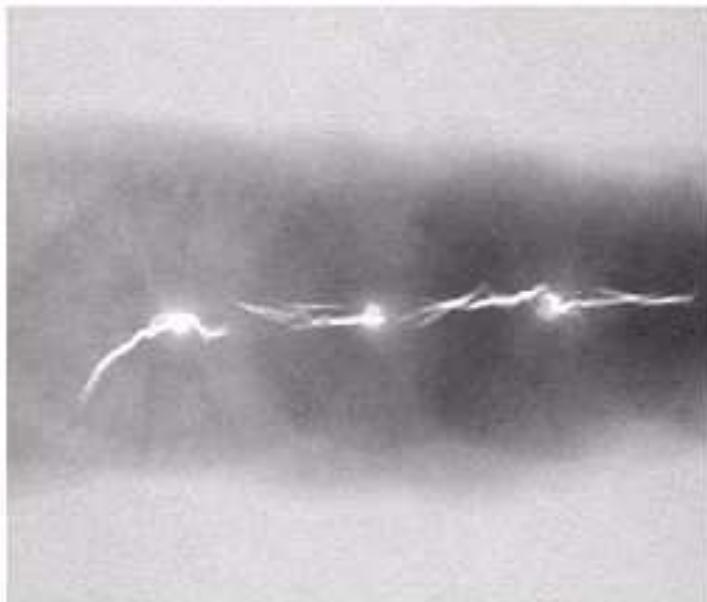
- $k = k + 1$

• Exemples

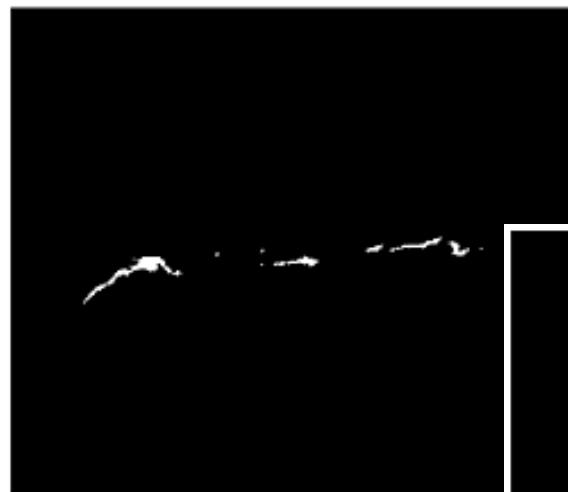
- Croissance des régions
 - Pixels avec ton de gris = 255 sélectionnés comme semences



- Croissance des régions
 - Critère basé sur l'histogramme
- Variation absolue de ton de gris par rapport à la semence de moins de 65



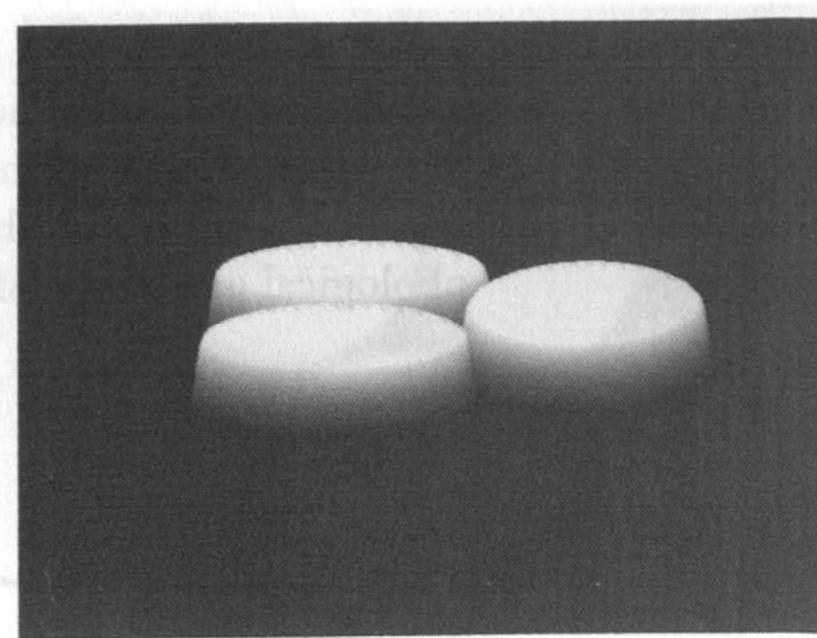
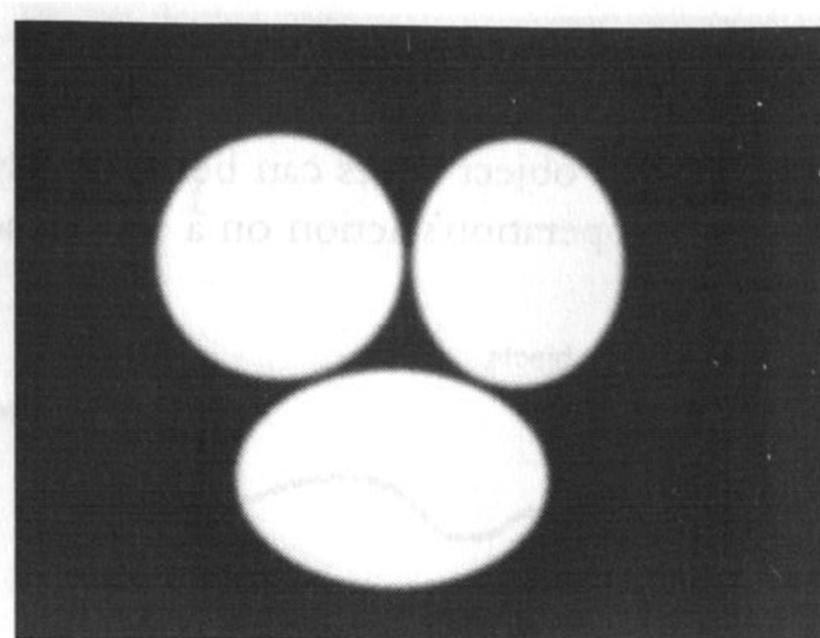
- Croissance des régions



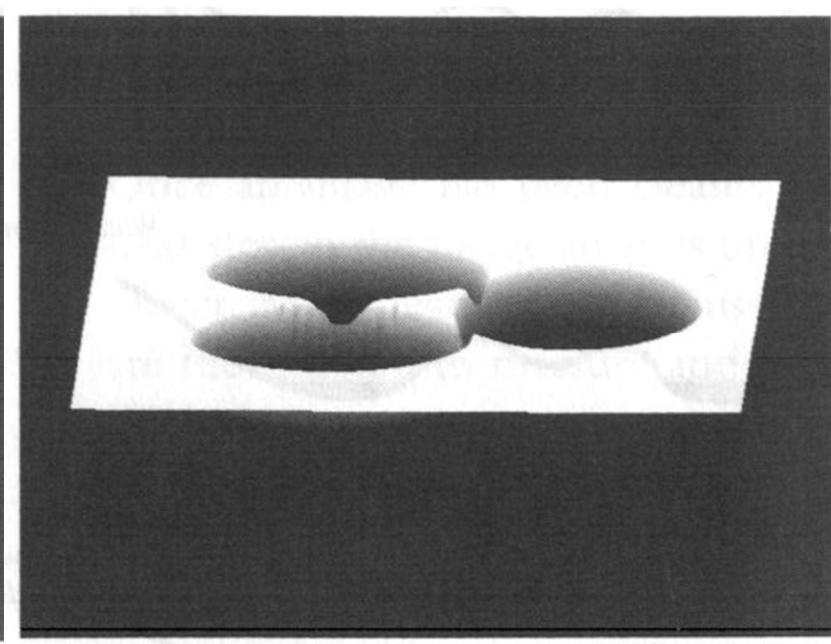
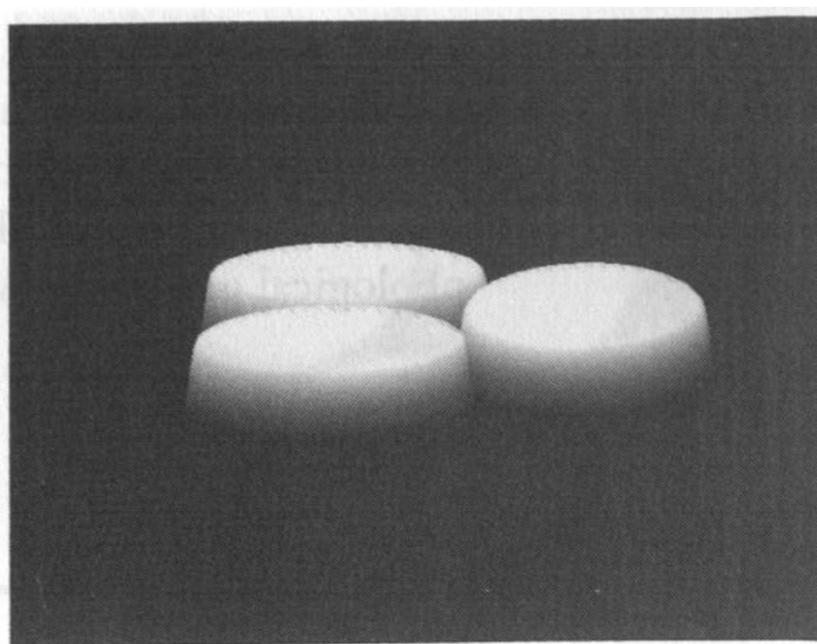
Ligne de Partage des eaux (watershed)

– Concept

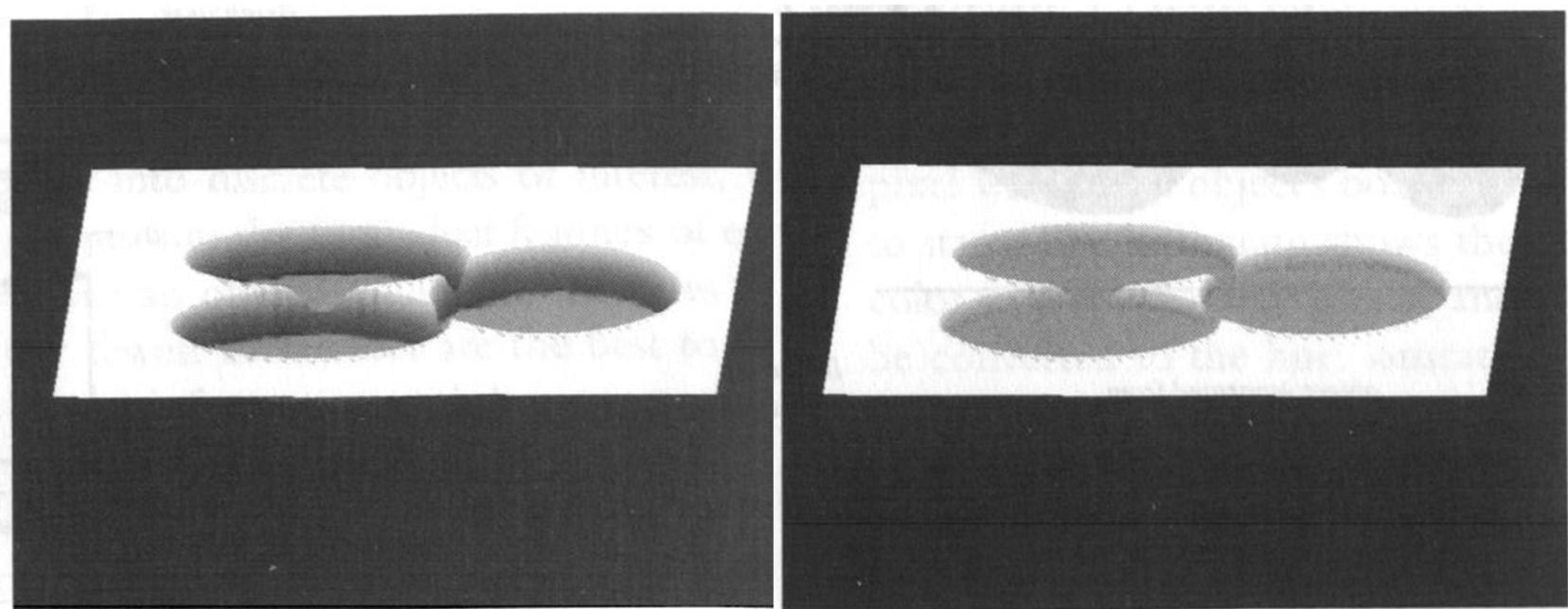
- Considère la visualisation de l'image en trois dimensions, en utilisant le ton de gris comme troisième dimension



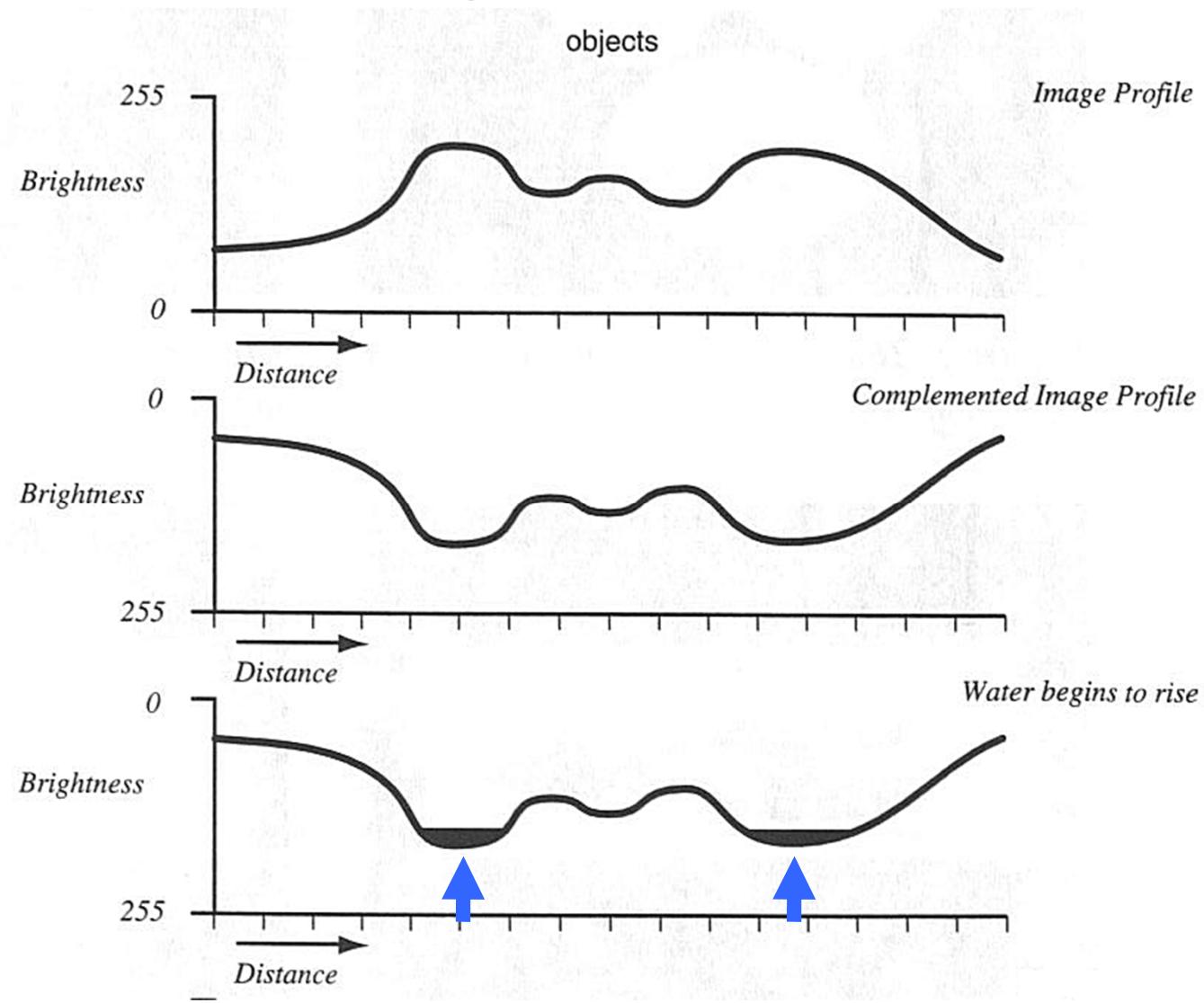
Ensuite, on "inverse" les valeurs pour créer des zones inondables



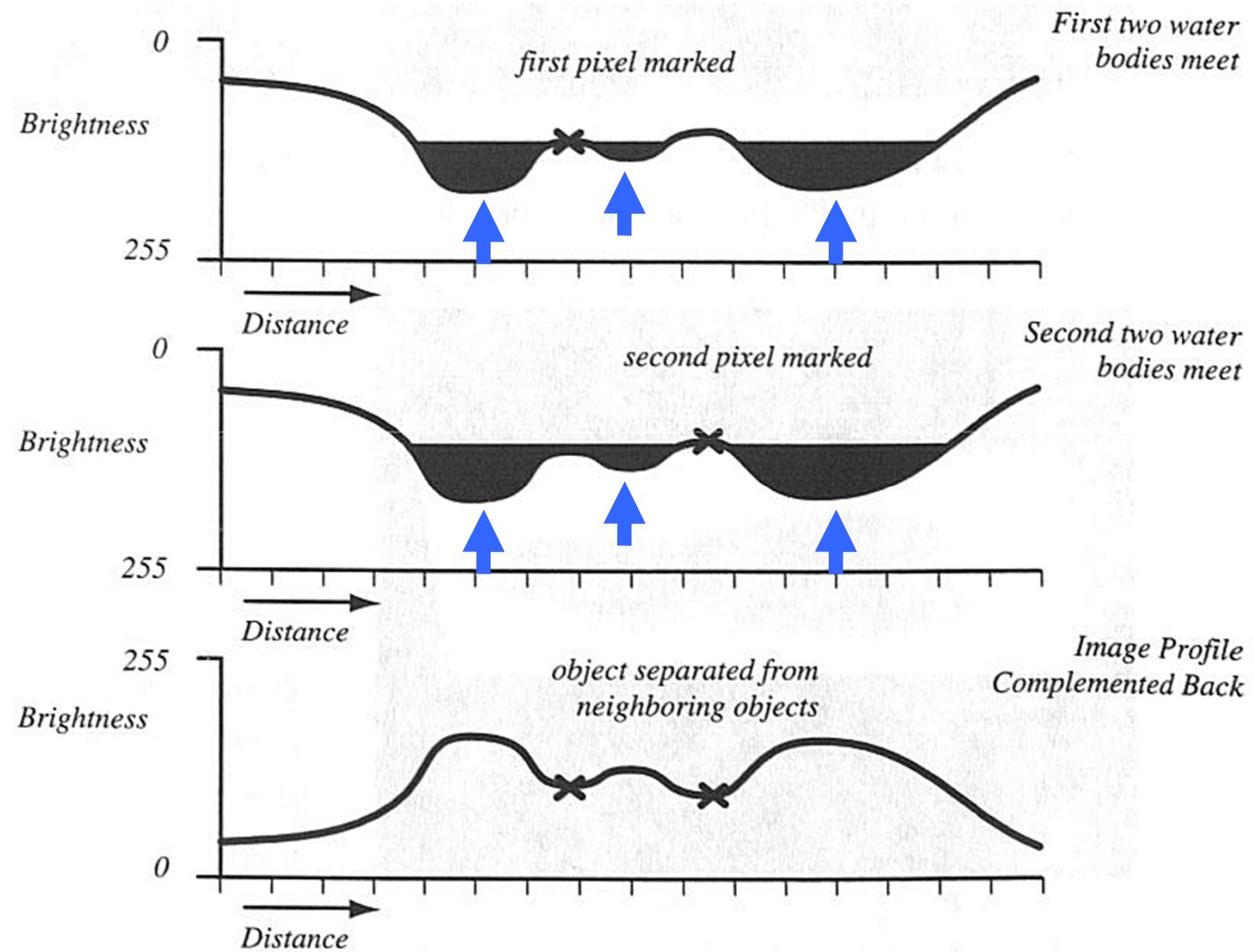
- Puis on "remplit" les cavités des zones inondables



Partage des eaux



Partage des eaux



Partage des eaux

- Algorithme de base => sur-segmentation
- Plusieurs propositions ont été faites :
 - Usage des marqueurs (gradients), opérateurs géodésiques
 - Méthode avec des graphes
 - Approche hiérarchique
 -

