

## **Majeure IMI – S8**

### **Traitement d'images**

**Morphologie mathématique en niveaux de gris**

---

**Eric Van Reeth CPE/CREATIS**

Bureau 126A eric.van-reeth@cpe.fr

# Introduction

## Opérations morphologiques de base

Érosion

Dilatation

## Opérations composées

Ouverture

Fermeture

Gradient/Lissage morphologique

## Opérations complexes

Bottom-hat/Top-hat

Reconstructions géodésiques

# Éléments structurant en niveaux de gris



Élément non uniforme



Élément uniforme



Profil d'intensité



Profil d'intensité

## Définition

L'érosion de l'image  $I$  par  $S$  au pixel  $(x, y)$  se définit comme le minimum de l'image dans le voisinage défini par l'élément structurant centré en  $(x, y)$ , soit :

$$E_S(I(x, y)) = \min_{(s,t) \in S} \{I(x + s, y + t)\}$$

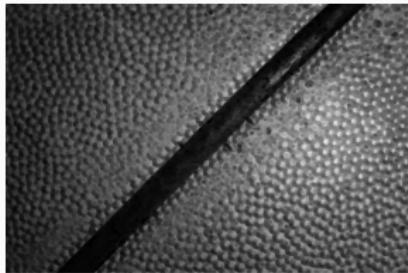
## Érosion avec un élément uniforme circulaire



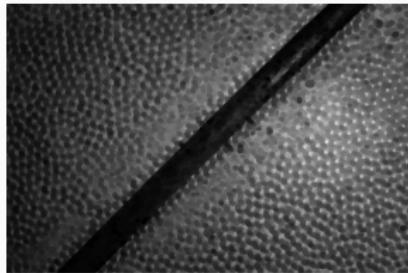
(a) Image originale



(b) Image érodée ( $3 \times 3$ )



(c) Image érodée ( $5 \times 5$ )



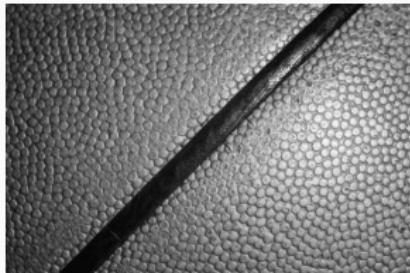
(d) Image érodée ( $7 \times 7$ )

## Définition

La dilatation de  $I$  par  $S$  au pixel  $(x, y)$  est obtenue en prenant le maximum de  $I$  dans le voisinage défini par le **symétrique** de l'élément structurant,  $\hat{S}$ , centré en  $(x, y)$

$$D_S(I(x, y)) = \max_{(s, t) \in \hat{S}} \{ I(x - s, y - t) \}$$

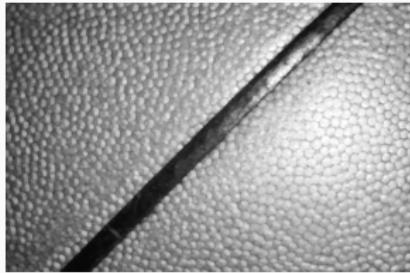
## Dilatation avec un élément uniforme circulaire



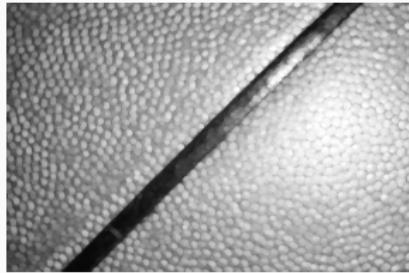
(a) Image originale



(b) Image dilatée ( $3 \times 3$ )



(c) Image dilatée ( $5 \times 5$ )



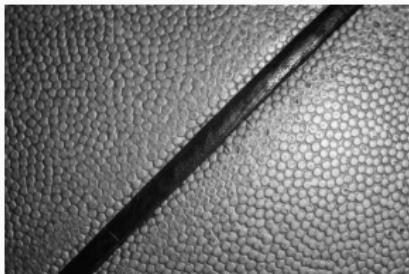
(d) Image dilatée ( $7 \times 7$ )

## Définition

L'ouverture est l'érosion de  $I$  par  $S$ , suivie d'une dilatation par le même élément structurant

$$O_S(I) = D_S(E_S(I))$$

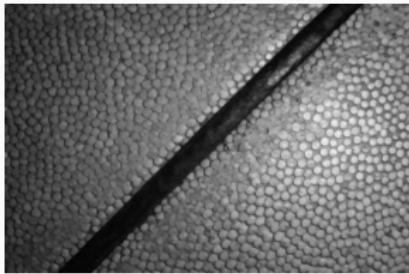
## Ouverture avec un élément uniforme circulaire



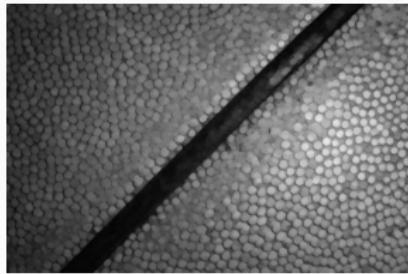
(a) Image originale



(b) Ouverture ( $3 \times 3$ )



(c) Ouverture ( $5 \times 5$ )



(d) Ouverture ( $7 \times 7$ )

## Définition

La fermeture est la dilatation de  $I$  par  $S$ , suivie de l'érosion par  $S$

$$F_S(I) = E_S(D_S(I))$$

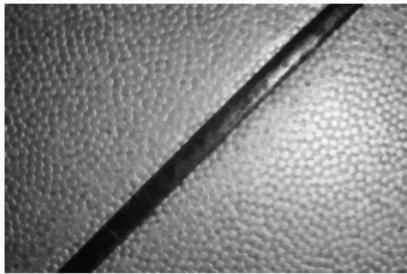
## Fermeture avec un élément uniforme circulaire



(a) Image originale



(b) Fermeture ( $3 \times 3$ )

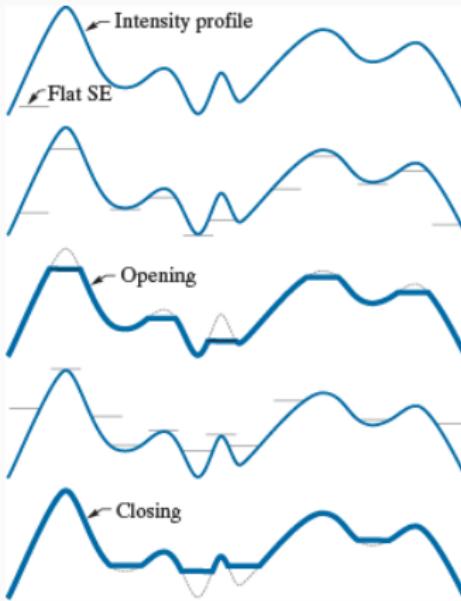


(c) Fermeture ( $5 \times 5$ )



(d) Fermeture ( $7 \times 7$ )

## Interprétation géométrique 1D



# Lissage morphologique

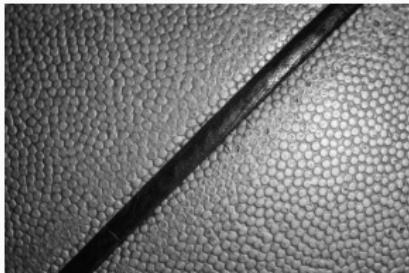
## Définition

Composition des opérations d'ouverture et de fermeture  
Suppression simultanée des détails clairs et foncés

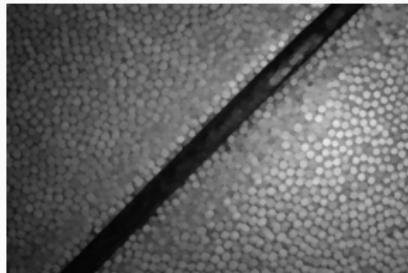
$$L_S(I) = F_S(O_S(I))$$

# Lissage morphologique

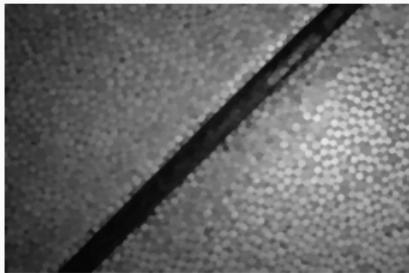
## Lissage avec un élément uniforme circulaire



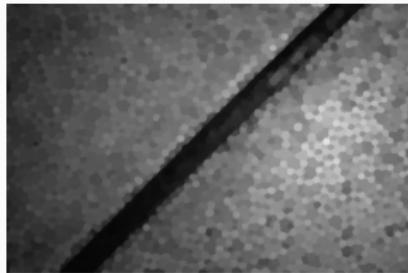
(a) Image originale



(b) Lissage ( $3 \times 3$ )



(c) Lissage ( $5 \times 5$ )



(d) Lissage ( $7 \times 7$ )

# Gradient morphologique

## Définition

Différence entre la dilatation et l'érosion :

Fait ressortir les régions de fortes variations d'intensité

Attention : pas de lien formel avec l'opérateur gradient classique

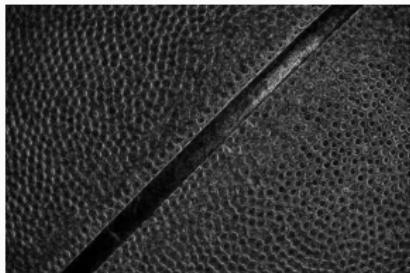
$$G_S(I) = D_S(I) - E_S(I)$$

# Gradient morphologique

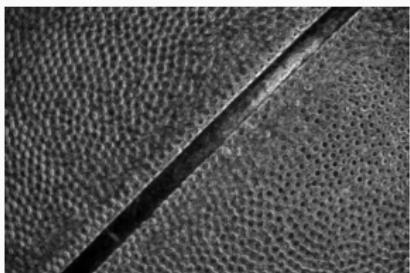
## Gradient avec un élément uniforme circulaire



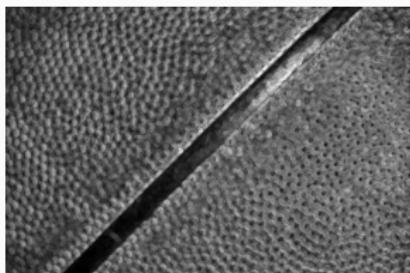
(a) Image originale



(b) Gradient ( $3 \times 3$ )



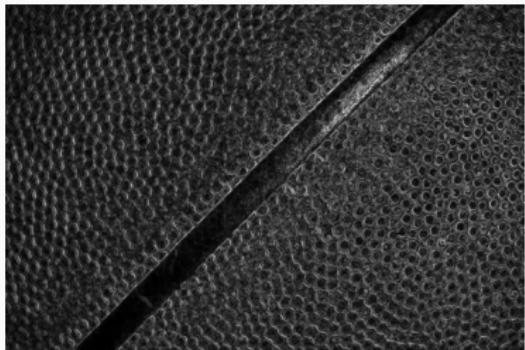
(c) Gradient ( $5 \times 5$ )



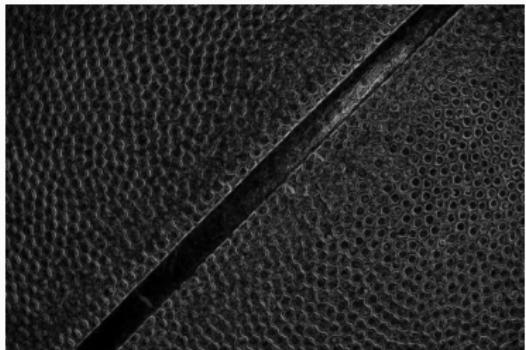
(d) Gradient ( $7 \times 7$ )

# Gradient morphologique

## Gradient avec un élément uniforme circulaire ( $3 \times 3$ )



(a) Gradient morphologique



(b) Norme du gradient de l'image

# Transformation *top-hat*

---

## Définition

La transformation *top-hat* consiste à soustraire à l'image  $I$  son ouverture :

$$T_S(I) = I - O_S(I)$$

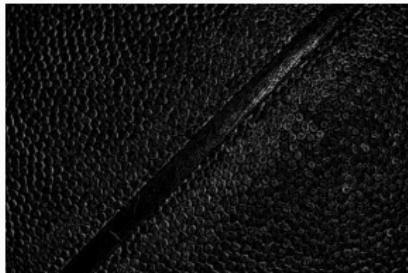
Permet d'éliminer de l'image les éléments qui ne sont pas des petits objets d'intensité élevée

# Transformation *top-hat*

## *Top-hat* avec un élément uniforme circulaire



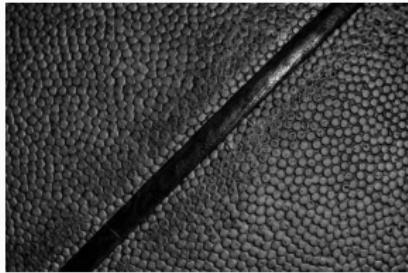
(a) Image originale



(b) Top-hat ( $5 \times 5$ )



(c) Top-hat ( $9 \times 9$ )



(d) Top-hat ( $25 \times 25$ )

## Définition

La transformation *bottom-hat* consiste à soustraire l'image  $I$  à sa fermeture :

$$B_S(I) = F_S(I) - I$$

Permet d'éliminer de l'image les éléments qui ne sont pas des petits objets d'intensité faible

# Transformation *bottom-hat*

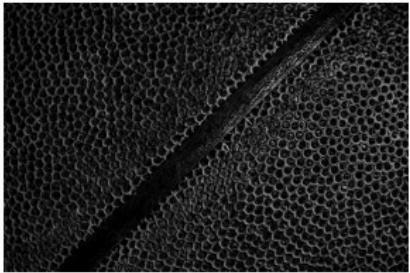
## ***Bottom-hat* avec un élément uniforme circulaire ( $5 \times 5$ )**



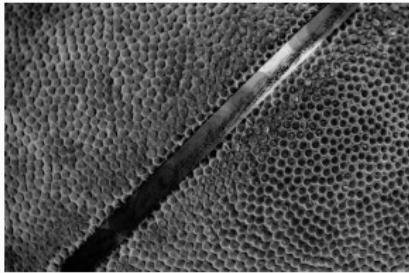
(a) Image originale



(b) Bottom-hat ( $5 \times 5$ )



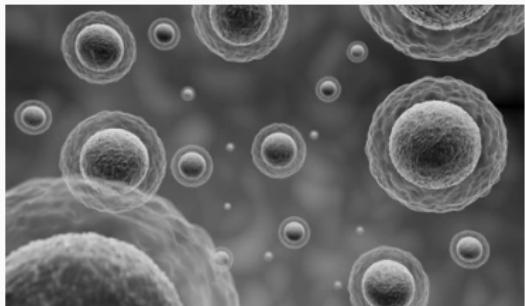
(c) Bottom-hat ( $7 \times 7$ )



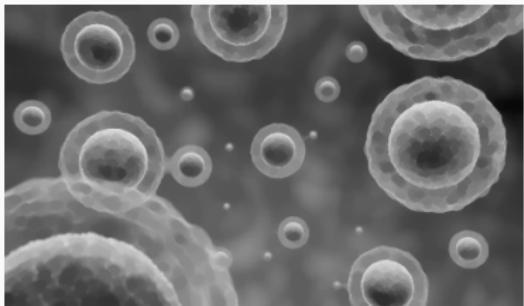
(d) Bottom-hat ( $25 \times 25$ )

# Quiz

Quelle opération morphologique (élément structurant : cercle de rayon 7 pixels) ?



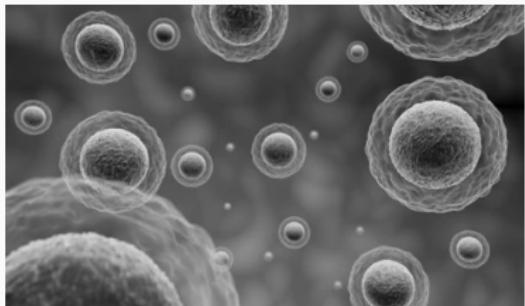
(a) Image originale



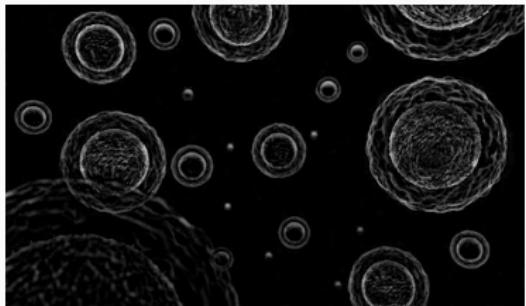
(b)

# Quiz

Quelle opération morphologique (élément structurant : cercle de rayon 7 pixels) ?



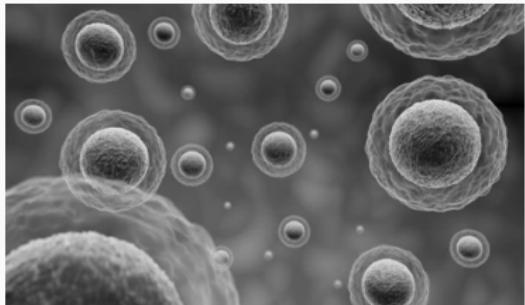
(a) Image originale



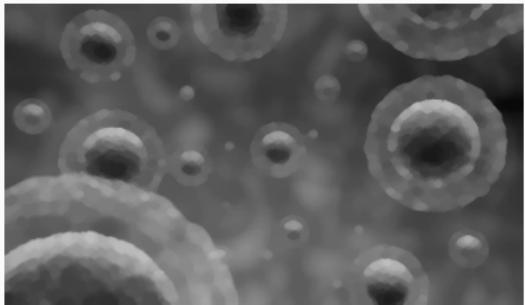
(b)

# Quiz

Quelle opération morphologique (élément structurant : cercle de rayon 7 pixels) ?



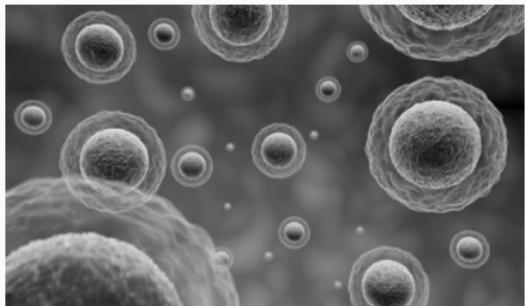
(a) Image originale



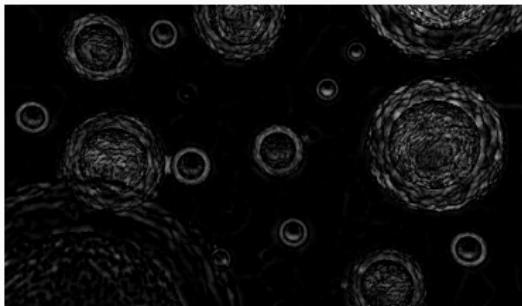
(b)

# Quiz

Quelle opération morphologique (élément structurant : cercle de rayon 7 pixels) ?



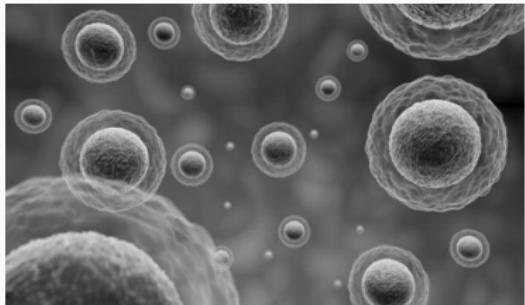
(a) Image originale



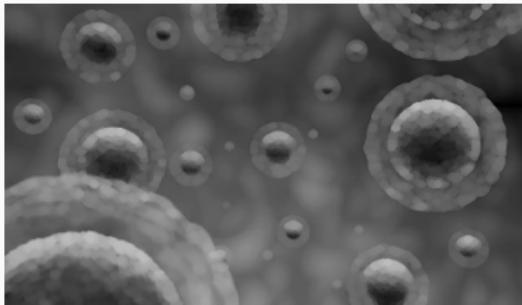
(b)

# Quiz

Quelle opération morphologique (élément structurant : cercle de rayon 7 pixels) ?



(a) Image originale



(b)