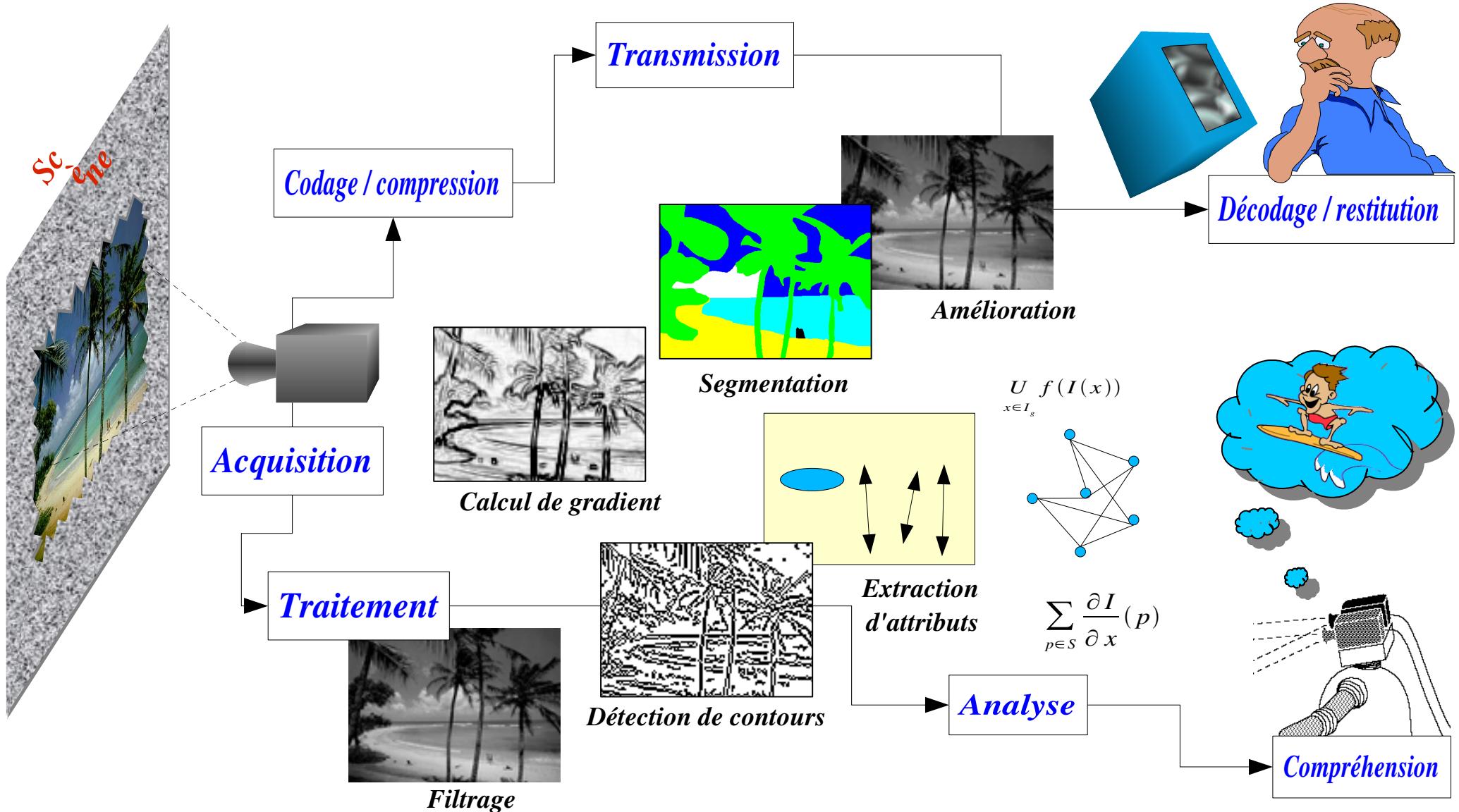


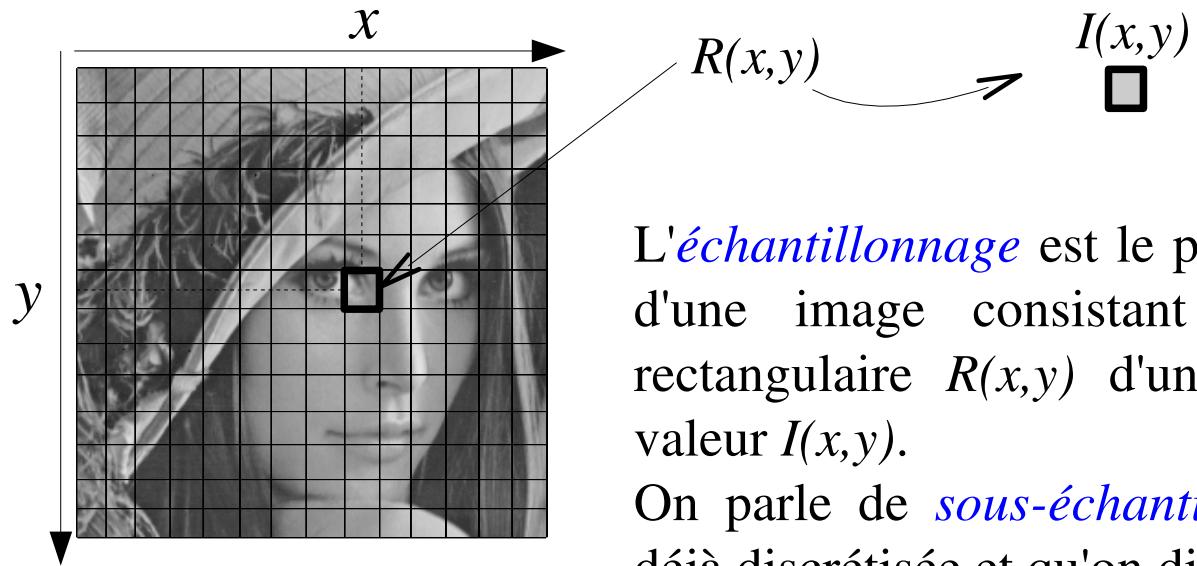
Systèmes à base de TI



I-1 Types d'images, de capteurs

<i>Phénomène physique</i>	<i>Grandeur mesurée</i>	<i>Capteur</i>
Émission et réflexion de la lumière visible	Réflectivité, luminance,...	CCD, CMOS, Barrettes CCD,...
Rayonnement infra-rouge	Luminance IR (chaleur), ...	Bolomètres,...
Écho ultra sonore	Distance, densité de tissus,...	Échographie, sonar,...
Résonance magnétique	Présence d'un corps chimique,...	IRM, RMN,...
Écho électromagnétique	Distance, spécularité de surfaces,..	Radar, SAR,...
Absorption des rayons X	Densité de tissus,...	Radiographie, tomographie,...

Images numériques



L'*échantillonnage* est le procédé de discréétisation spatiale d'une image consistant à associer à chaque zone rectangulaire $R(x,y)$ d'une image continue une unique valeur $I(x,y)$.

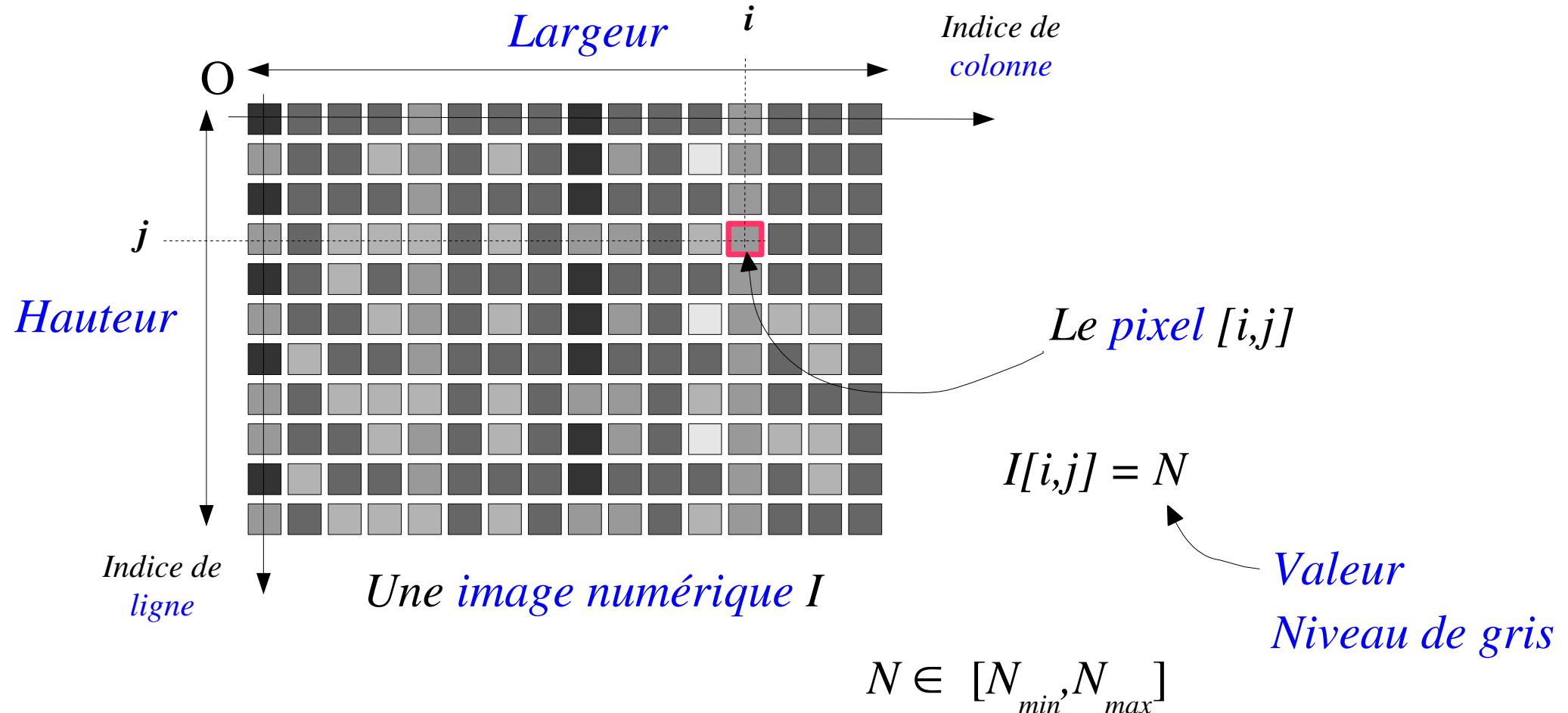
On parle de *sous-échantillonnage* lorsque l'image est déjà discréétisée et qu'on diminue le nombre d'échantillons.

La *quantification* désigne la limitation du nombre de valeurs différentes que peut prendre $I(x,y)$.



Une *image numérique* est une image échantillonnée et quantifiée.

Pixels et niveaux de gris



$$(N_{max} - N_{min}) = \text{nombre de niveaux de gris}$$

$$\log_2(N_{max} - N_{min}) = \text{dynamique}$$

Échantillonnage et quantification

Résolution...

...spatiale :

Échantillonnage



256×256



128×128



64×64



32×32

...tonale :

Quantification



6 bits



4 bits



3 bits



2 bits



1 bit

Image numérique (suite)

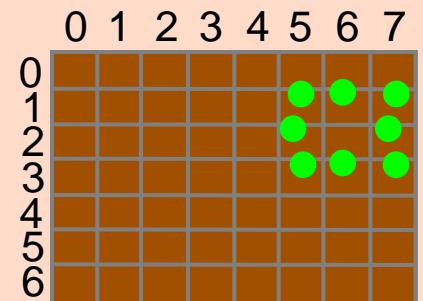
- Distance

distance de Manhattan : $d_1(P, Q) = |x_p - x_q| + |y_p - y_q|$

distance euclidienne : $d_2(P, Q) = \sqrt{[(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2]}$

- Voisinage

$$V_k(P) = \{ Q : 0 < d(P, Q) \leq k \}$$



$$V_4(P(i, j)) = \{P'(i', j') \in I / |i' - i| + |j' - j| \leq 1\}$$

$$V_8(P(i, j)) = \{P'(i', j') \in I / \max(|i' - i|, |j' - j|) \leq 1\}$$

Couleur RGB

- Décomposition de l'image RGB sur les 3 plans R, G, B



Rouge

Tout ce qui a du rouge « ressort »
→ a une grande valeur
→ va être en blanc

Vert

Tout ce qui a du vert « ressort »
→ a une grande valeur
→ va être en blanc

Bleu

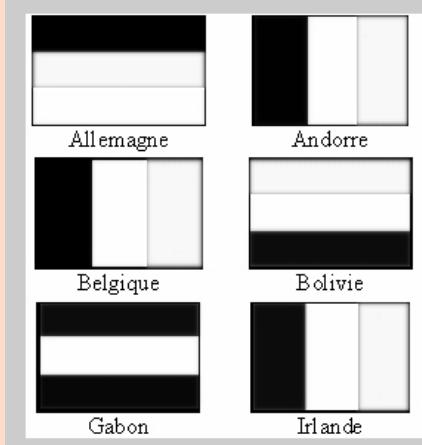
Tout ce qui a du bleu « ressort »
→ a une grande valeur
→ va être en blanc

Couleur RGB

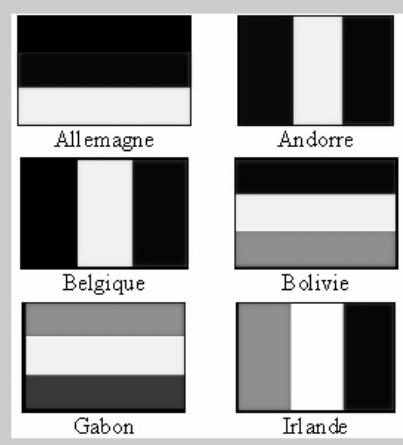
- Décomposition de l'image RGB sur les 3 plans R, G, B



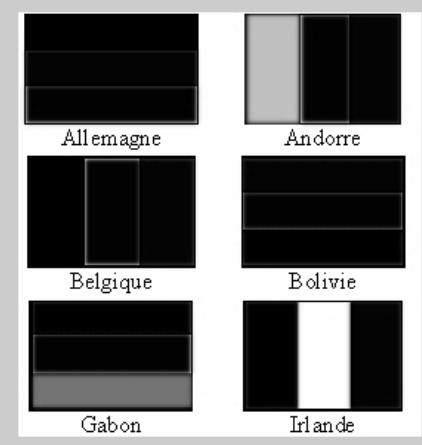
Rouge



Vert

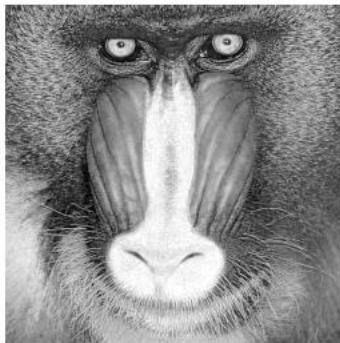
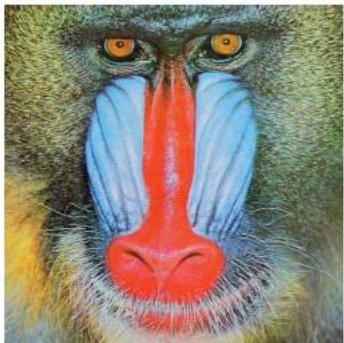


Bleu

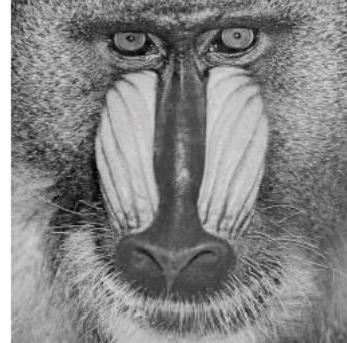


Couleur RGB

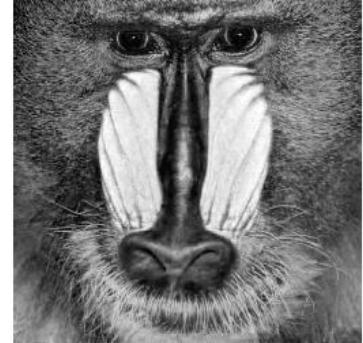
- Décomposition de l'image RGB sur les 3 plans R, G, B



Rouge



Vert



Bleu

Couleur RGB

- Comment passer d'une image RGB à une image niveaux de gris ?

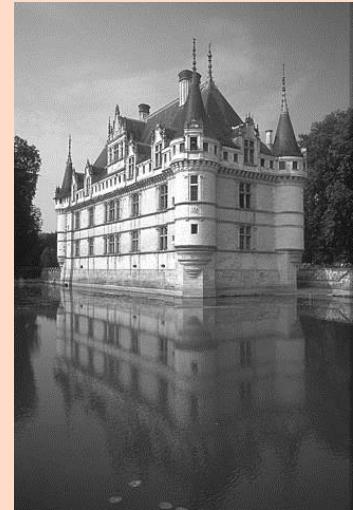
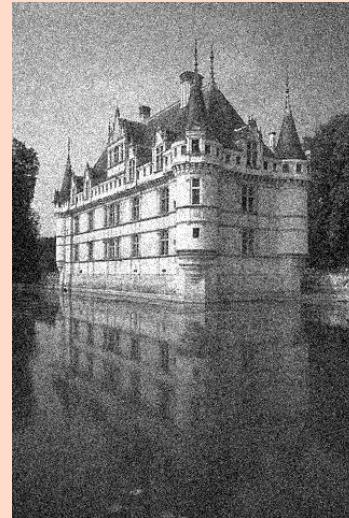


**Moyenne des 3 plans
couleurs R, G, B**

- Combien de couleurs différentes peut-on représenter si chaque plan est codé sur 8 bits ?

Traitement d'images

- Prétraitement
 - Restauration d'images
 - Filtrage spatial
 - Filtrage fréquentiel
 - Opérateur morphomaths
 - Amélioration du contraste
 - Extension de la dynamique
 - Egalisation d'histogramme
 - Transformation d'histogramme



Prétraitement : restauration

- But : éliminer le bruit dans l'image
- Différents types de bruit :



Original

Salt and pepper
(noir et blanc,
aléatoire)

Gaussien
(additif)

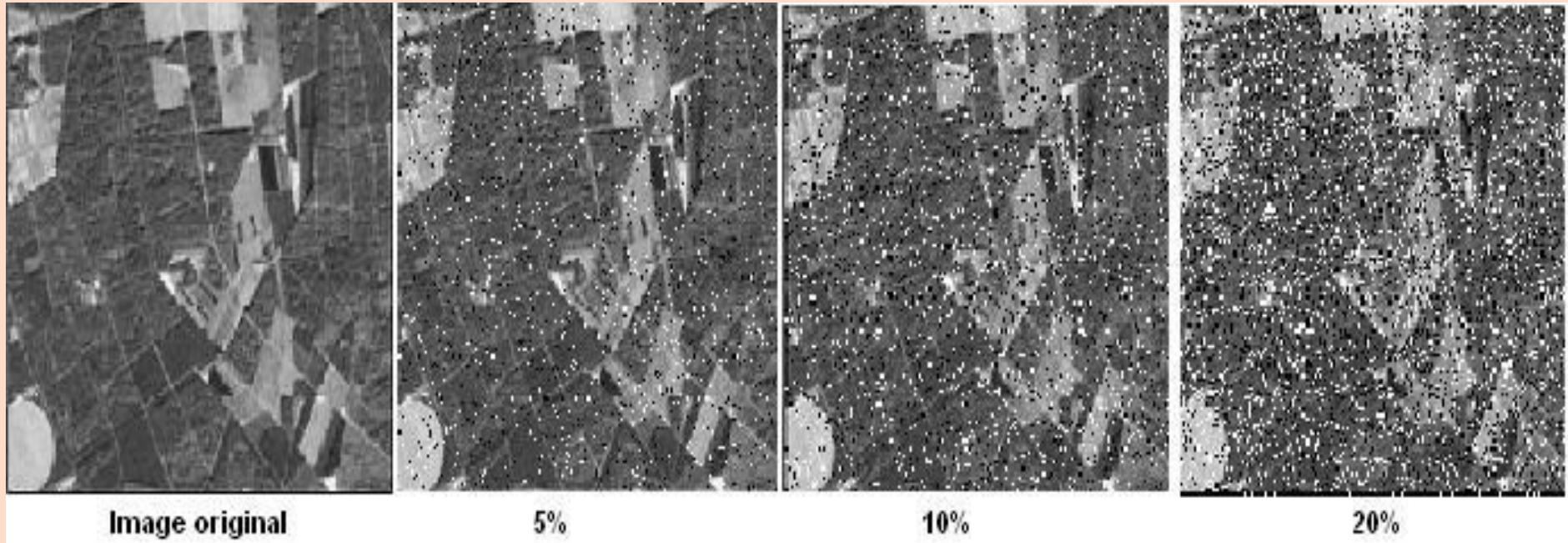
Speckle
(multiplicatif)

Bruit poivre et sel.

- Un bruit poivre et sel est obtenu en ajoutant des pixels blancs et des pixels noirs aléatoirement dans une image.
- On le caractérise souvent par le pourcentage de pixels remplacés.

Bruit poivre et sel.

- Ce bruit correspond à une réalité physique : Poussière sur objectif, petits objets, pertes de données



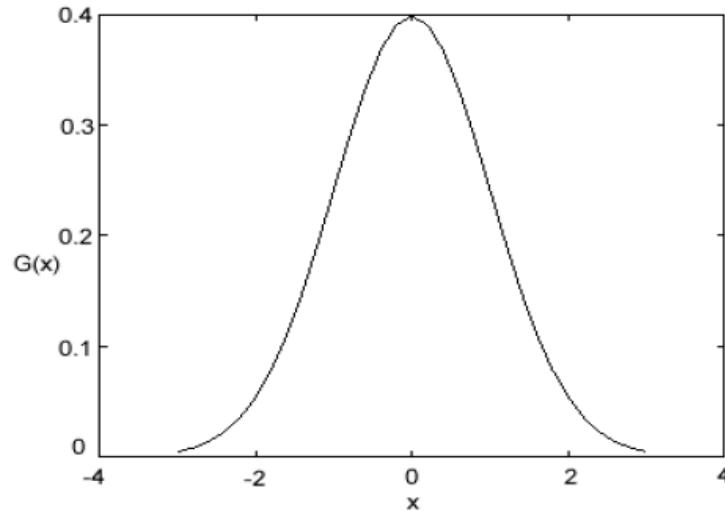
Bruit gaussien

- Est obtenu en ajoutant à chaque pixel une valeur aléatoire suivant une loi de probabilité Gaussienne :

σ : écart type

μ : moyenne

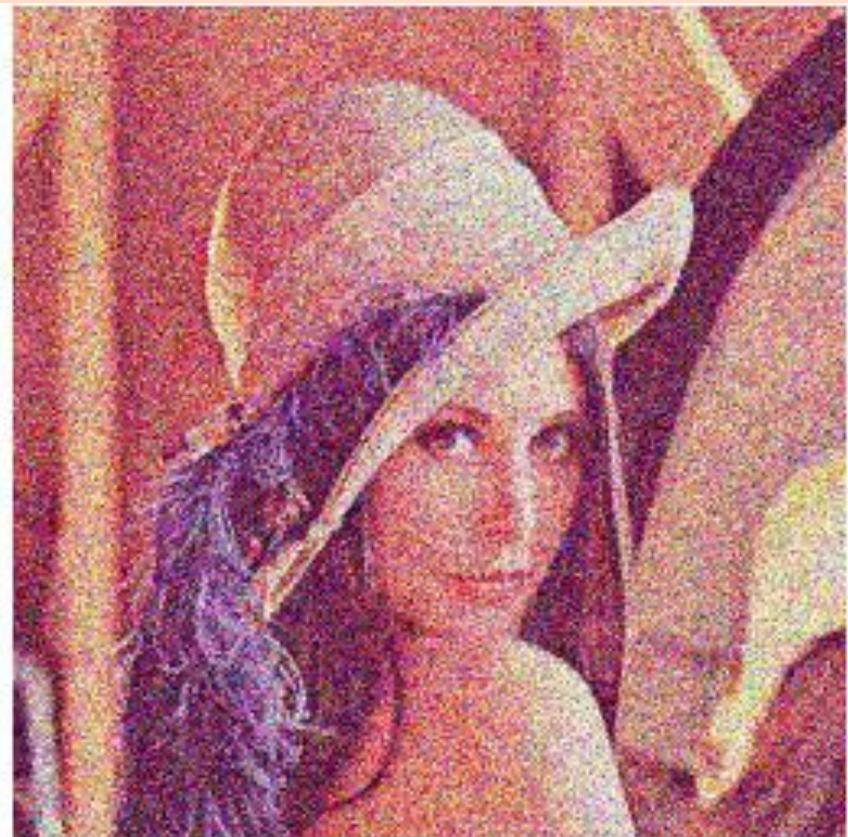
$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$



Bruit gaussien



$\sigma = 20$



$\sigma = 40$

Bruit gaussien

- Ce bruit modélise bien un grand nombre de bruits de capteurs visuels.
- Pour avoir une image **nette** il faut faire appel à des techniques permettant de « supprimer » le bruit (opération de lissage) et/ou de mettant en évidence les frontières.

Prétraitement : restauration

- Filtrage du bruit (lissage)
 - Dans le domaine spatial
 - Filtrage linéaire : convolution avec un masque
 - Filtrage non linéaire
 - Dans le domaine fréquentiel
 - Filtre passe-bas pour éliminer le bruit HF

Convolution

$$g(x, y) = f(x, y) \otimes \text{filtre}(x, y)$$

$$g(x, y) = \sum_i \sum_j f(x+i, y+j) \cdot \text{filtre}(i, j)$$

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

$$\text{filtre}(O, O) = w_5$$

$$\begin{aligned} g(x, y) &= f(x-1, y-1) * W_1 + f(x-1, y) * W_2 + f(x-1, y+1) * W_3 + \\ &\quad f(x, y-1) * W_4 + f(x, y) * W_5 + f(x-1, y+1) * W_6 \\ &\quad f(x+1, y-1) * W_7 + f(x+1, y) * W_8 + f(x+1, y+1) * W_9 \end{aligned}$$

Un pixel $f(x,y)$ est remplacé par une somme pondérée de lui-même et des pixels de son voisinage

Généralement, le masque (filtre) est de dimension impaire et symétrique.

Convolution

Une fenêtre carrée de dimension impaire (3 ou 5) qui est déplacée sur l'image

Une matrice de coefficients de même dimension (3 ou 5)

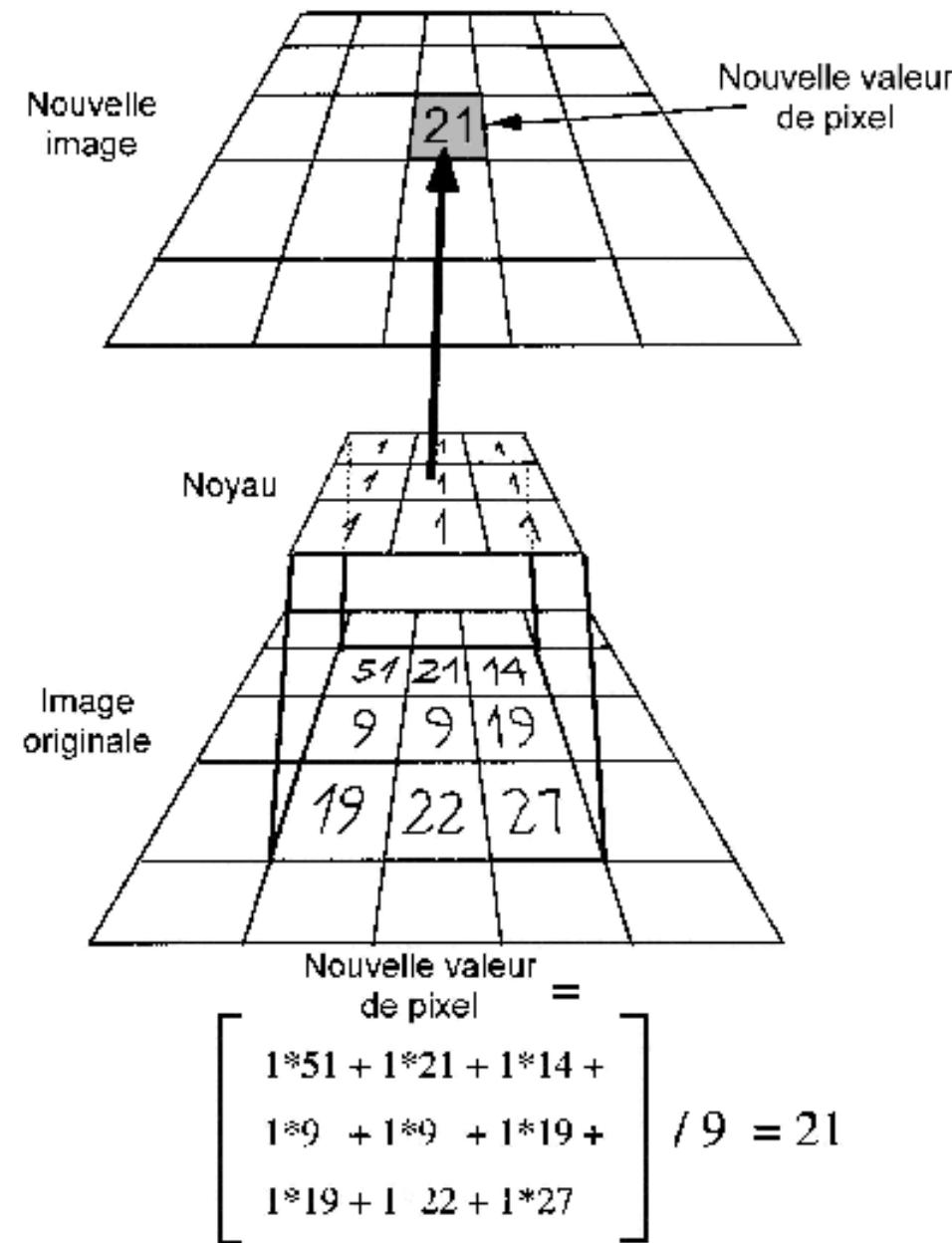
$$\begin{array}{ccc} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{array}$$

$N_e(x,y)$: niveau d'entrée du pixel de coordonnées x et y

$N_s(x,y)$: Niveau de sortie donné par :

$$N_s(x,y) = a_{1,1} \cdot N_e(x-1,y-1) + a_{1,2} \cdot N_e(x-1,y) + a_{1,3} \cdot N_e(x-1,y+1) \\ + a_{2,1} \cdot N_e(x,y-1) + a_{2,2} \cdot N_e(x,y) + a_{2,3} \cdot N_e(x,y+1) \\ + a_{3,1} \cdot N_e(x+1,y-1) + a_{3,2} \cdot N_e(x+1,y) + a_{3,3} \cdot N_e(x+1,y+1)$$

$$(I * h)[x, y] = \sum_{i=x_1}^{x_2} \sum_{j=y_1}^{y_2} h[i, j] \cdot I[x - i, y - j]$$



Filtrage spatial linéaire

- Filtres lisseurs (passe-bas) : moyenneur, gaussien

Moyenneur

$$W_1 = \frac{1}{9} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

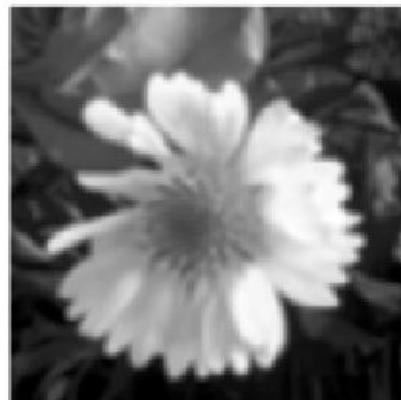
Image originale



Gaussien

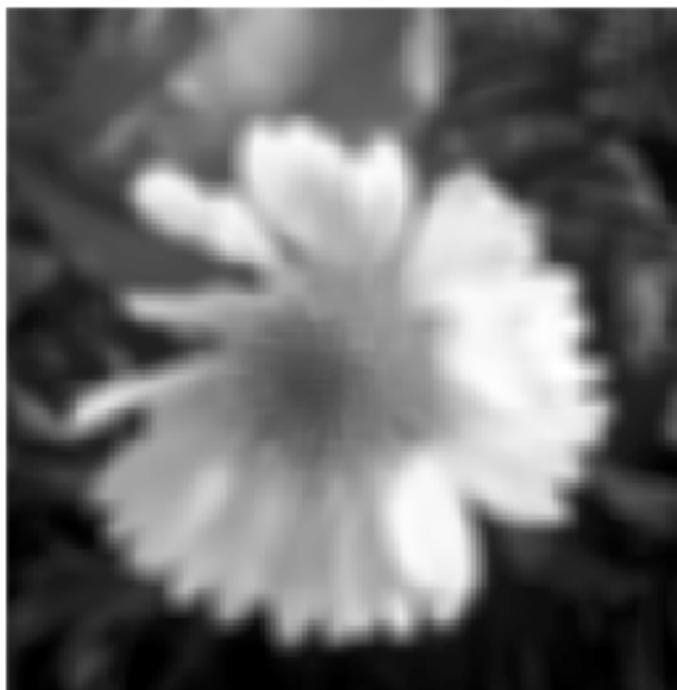
$$W_2 = \frac{1}{16} \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{matrix}$$

Noyau moyenneur 3x3

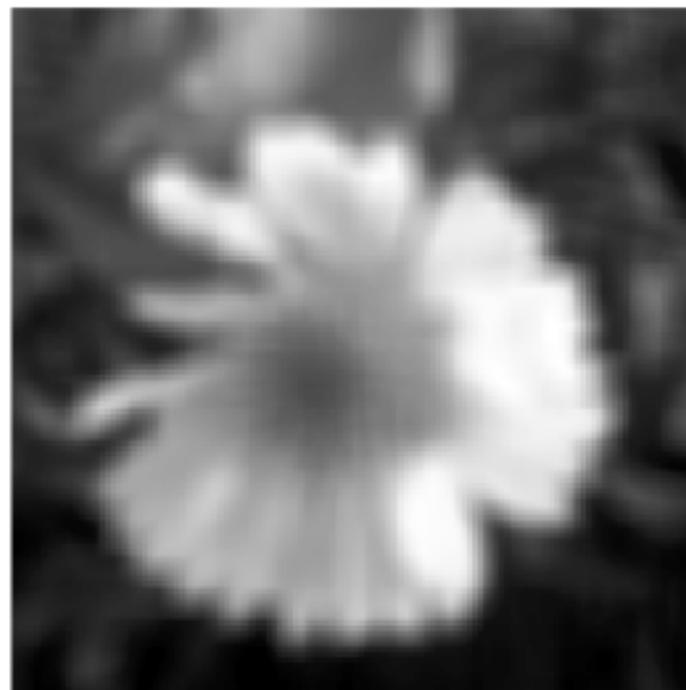


L'atténuation des hautes fréquences dans une image élimine les transitions rapides d'intensité; les arêtes deviennent plus floues

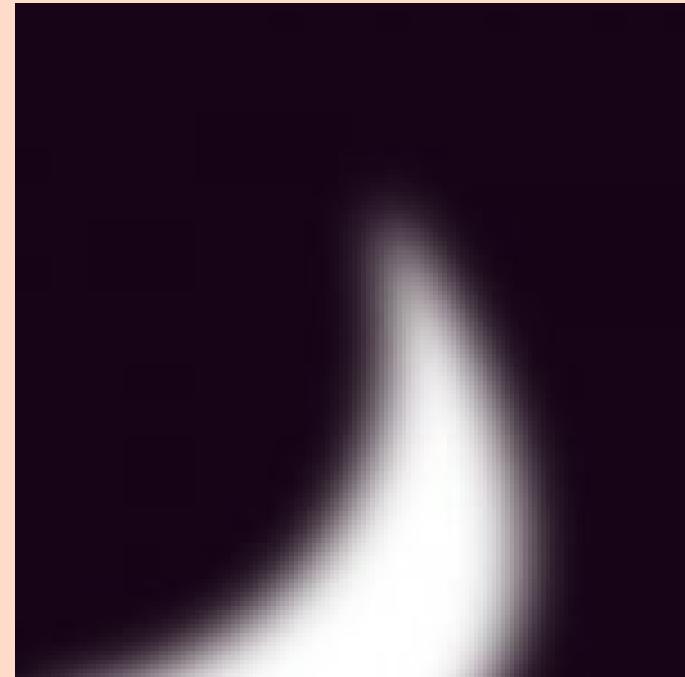
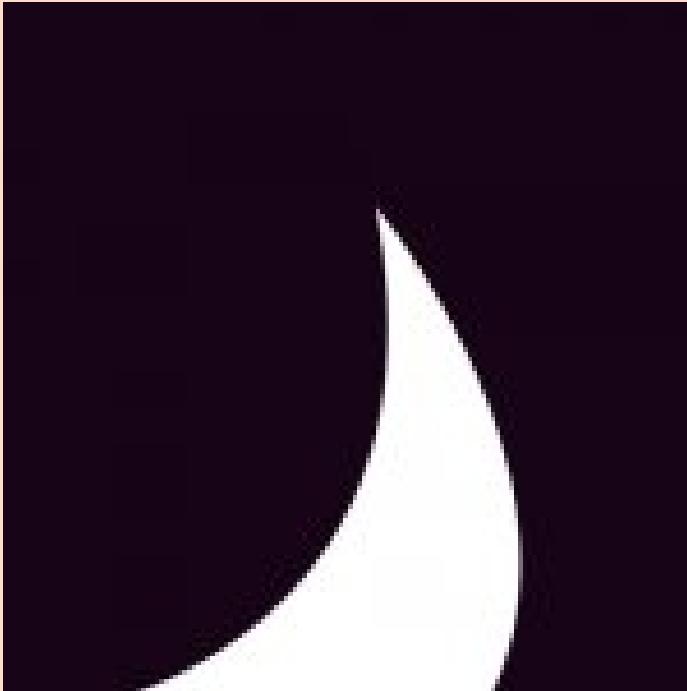
Noyau moyenneur 5x5



Noyau moyenneur 7x7



Filtres moy et gaussien

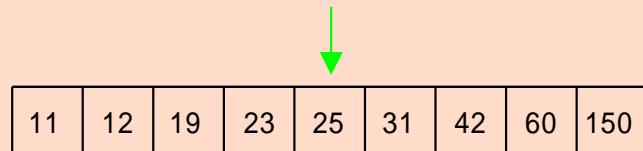


- Défauts :
- Certaines fréquences détruites
 - Image dégradée
 - Contours altérés

Filtrage non linéaire : médian

- But : préserver les contours
 - Principe : remplacer la valeur du pixel central par la valeur **médiane** de la répartition des niveaux de gris
 - Ne pas inventer de valeurs pas présentes dans l'image

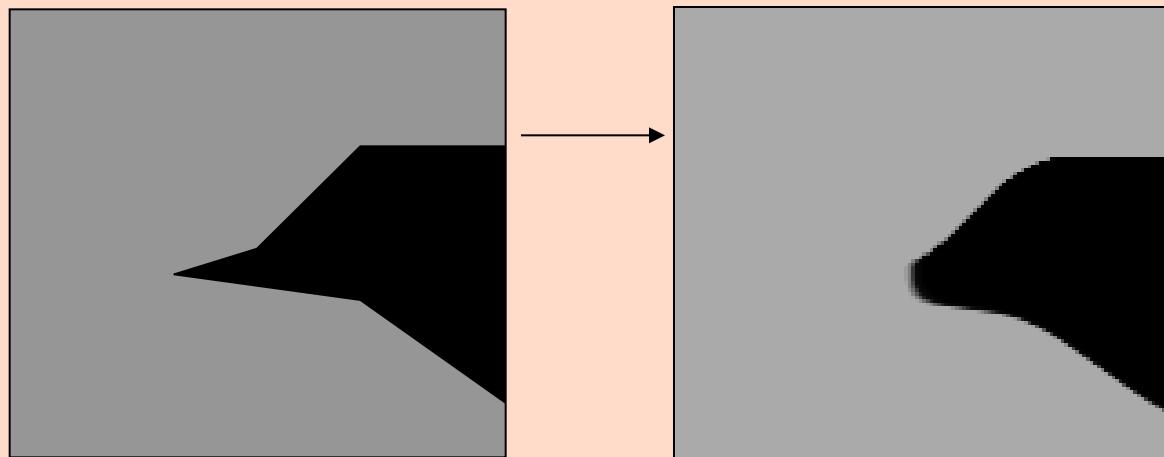
	19	23	42
	11	150	31
	60	25	12



		19	23	42
		11	25	31
		60	25	12

Filtrage médian

- Avantages : élimine les petits bruits, sans rendre les frontières floues
- Inconvénients : a tendance à « déplacer » les frontières (rétrécir les convexités)



Filtrage médian



Bruit
salt and pepper



Médian 3x3

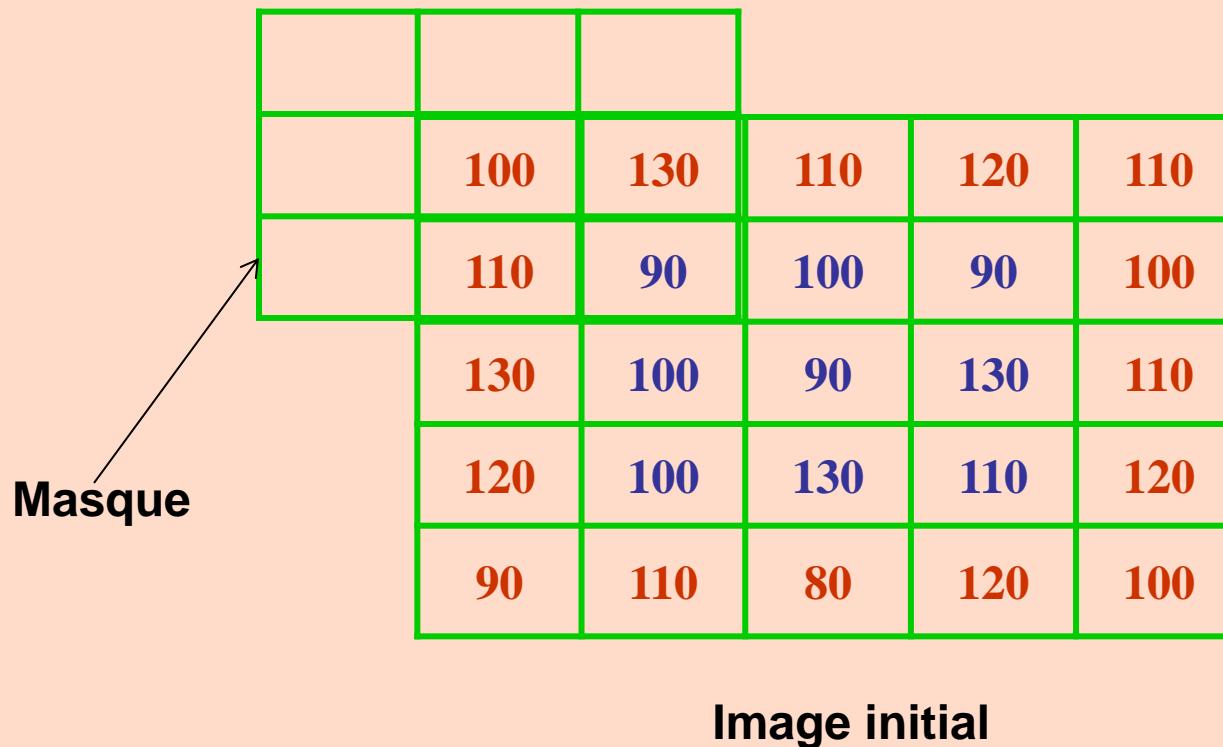


Médian 7x7

Comparaison médian/moyenneur



Effet de bord



Effet de bord

Mise à zéro de la couronne

Masque

0	0	0	0	0	0	0
0	100	13	110	120	110	0
0	110	90	100	90	100	0
0	130	10	90	130	110	0
0	120	10	130	110	120	0
0	90	110	80	120	100	0
0	0	0	0	0	0	0

Image initiale

Effet de bord

Réaliser un effet de miroir

100	100	130	110	120	110	110
100	100	130	110	120	110	110
110	110	90	100	90	100	100
130	130	100	90	130	110	110
120	120	100	130	110	120	120
90	90	110	80	120	100	100
90	90	110	80	120	100	100

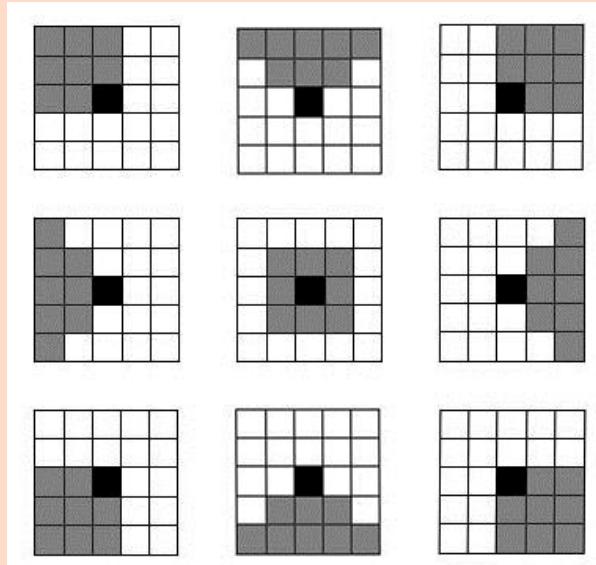
Image initial

Filtres non-linéaires

- Filtre min-max : fenêtre W centrée au point (x,y) .
 - m : valeur minimale locale
 - M : valeur maximale locale
 - $g_w(x,y) = m$ si $g(x,y) < (M+m)/2$
 - $g_w(x,y) = M$ si $g(x,y) > (M+m)/2$

Filtres non-linéaires

- Filtre de Nagao (1979)



- La fenêtre qui sera sélectionnée est celle dont la variance est la plus faible.
- La valeur moyenne de cette fenêtre remplace celle du pixel central.

Filtre de Nagao



Bruit impulsionnel (densité=2%)



Image filtrée

Exercices

1) Soit une image de taille 8X8 dont les niveaux de gris vérifie:

$$f[i,j] = |i-j| \quad i,j = 0,1,2,3,4,5,6,7$$

On applique un filtre médian 3X3. Donner le contenu de l'image de sortie?

Références

- Cours B Nazarian, Imagerie numérique, Centre IRMf La Timone
- Cours R Zapata, Vision, LIRMM, Univ. Montpellier
- Cours C. Fernandez-Maloigne, Vision artificielle, IRCOM-SIC, Univ. Poitiers
- Cours S. Miguet, Techniques avancées en imagerie, LIRIS, Univ Lyon 2
- Cours A. Dieterlen, Traitement d'images