



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d'Informatique
Département d'Informatique



La vision par ordinateur

Chapitre 2 : Techniques de base de traitement de l'image

Master 2 : Systèmes Informatique Intelligents
Lyes_sii@yahoo.fr [lyes_abada@yahoo.fr](mailto:Lyes_abada@yahoo.fr)

Définition et Représentation de l'image

Image :

Une image est **une fonction**, qui associe en un point donné une valeur (**niveau de gris**) qui dépend de la quantité de lumière : $0 \leq f(x,y) \leq M$ pour tout (x,y) de l'image

Image analogique :

- L'image analogique obtenue par le système d'acquisition.
- L'image analogique ne peut pas être stockée puisque elle est continue.
- Il n'est pas possible de reproduire l'image originale à l'identique.
- Les copies sont nécessairement dégradées par rapport à l'original.

Image Numérique :

Image analogique digitalisée (échantillonnage),

- Un seul canal (ex : 8 bits) pour le niveau de gris
- Trois ou quatre canaux pour les images couleur (ex : 24 bits, 8 bits pour chaque couleur RVB).

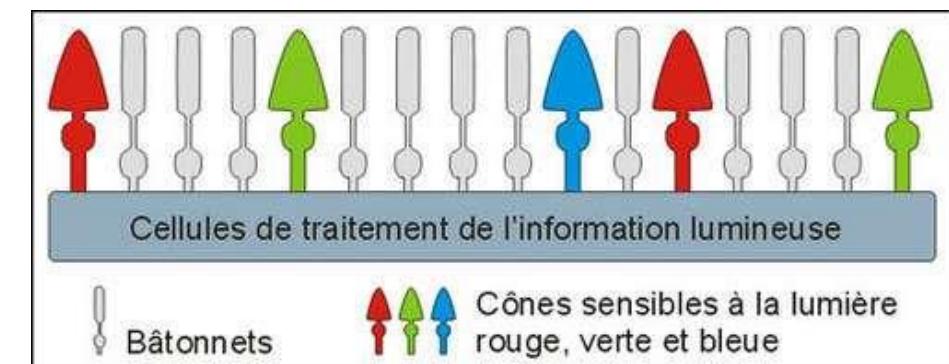
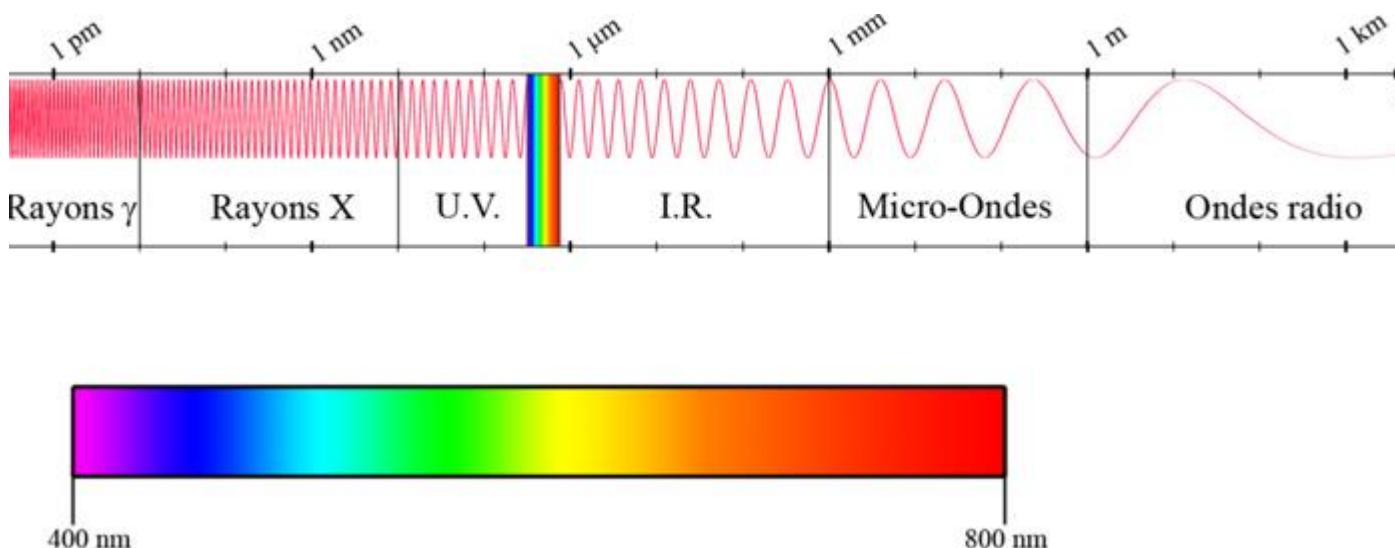
			row	0	1	2
			0	.392	.482	.576
			1	.478	.63	.169
			2	.580	.79	.263
			0	.373	.60	.376
			1	.443	.569	.674
			2	.451	.561	.576

Définition et Représentation de l'image

Les cônes sont des terminaisons nerveuses sensibles aux couleurs (6 à 7 millions)

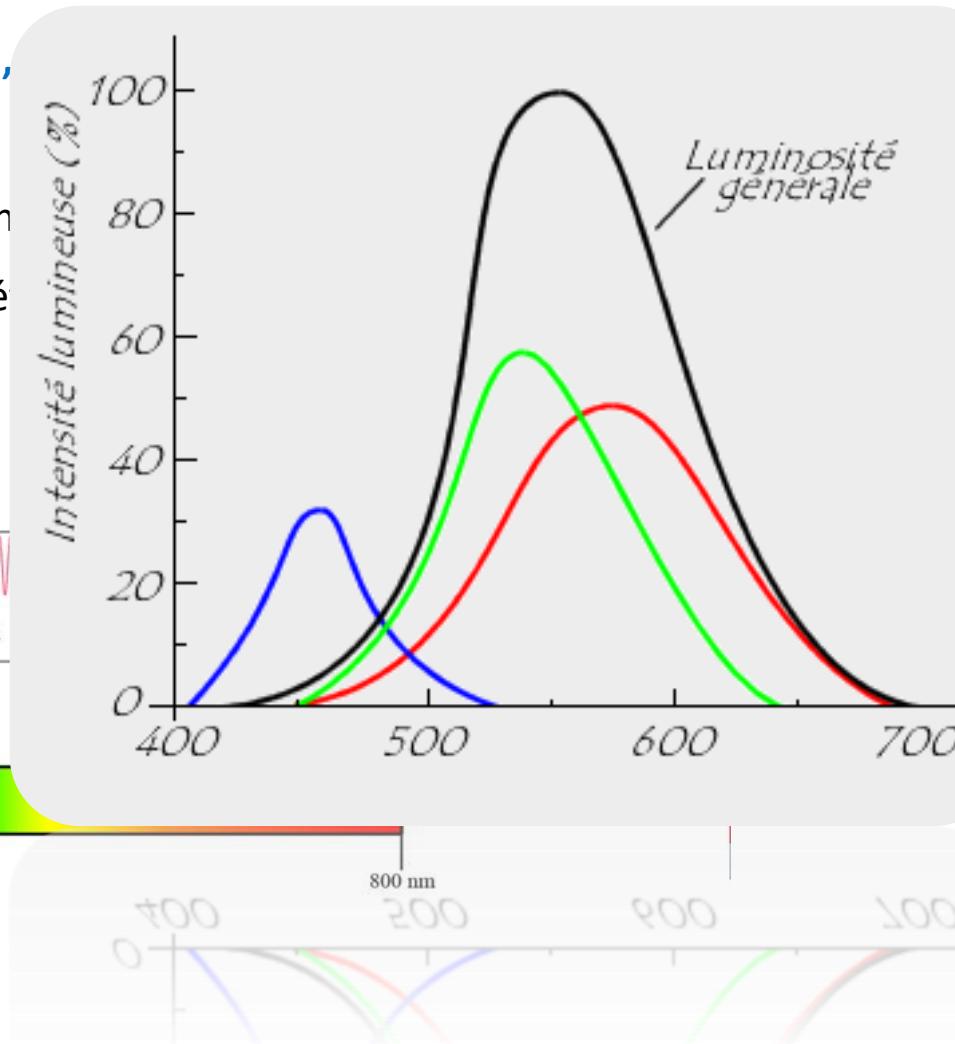
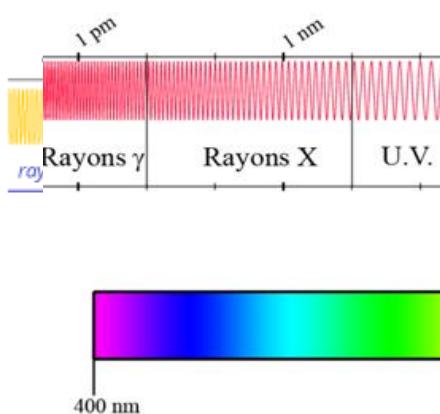
- Les cônes « bleus » sensibles à des longueurs d'onde d'environ 430nm
- Les cônes « verts » sensibles à des longueurs d'onde d'environ 530nm
- Les cônes « rouges » sensibles à des longueurs d'onde d'environ 630nm

Les bâtonnets (100 à 200 millions), sont 10 000 fois plus sensibles à la luminosité mais moins précis pour la perception des détails et des couleurs.

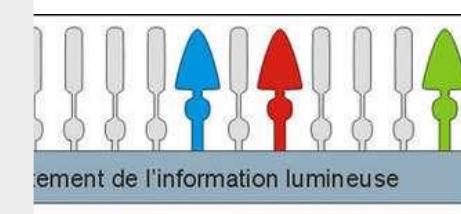


Définition et Représentation de l'image

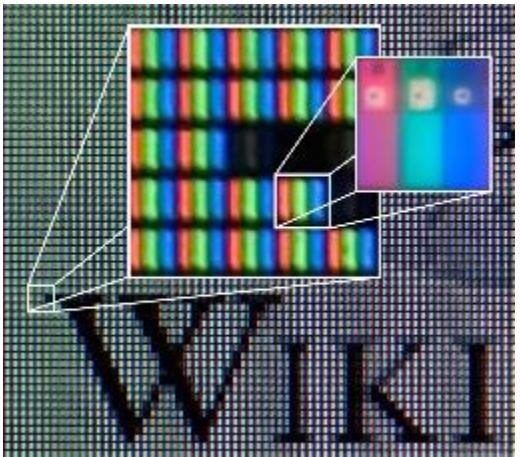
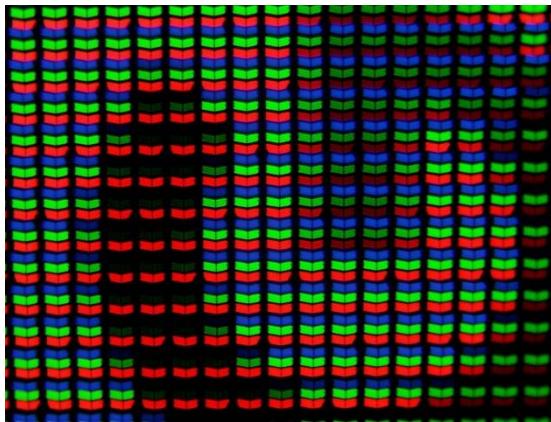
- Les cônes (bleus , (6 à 7 millions)
- Les bâtonnets son perception des dé



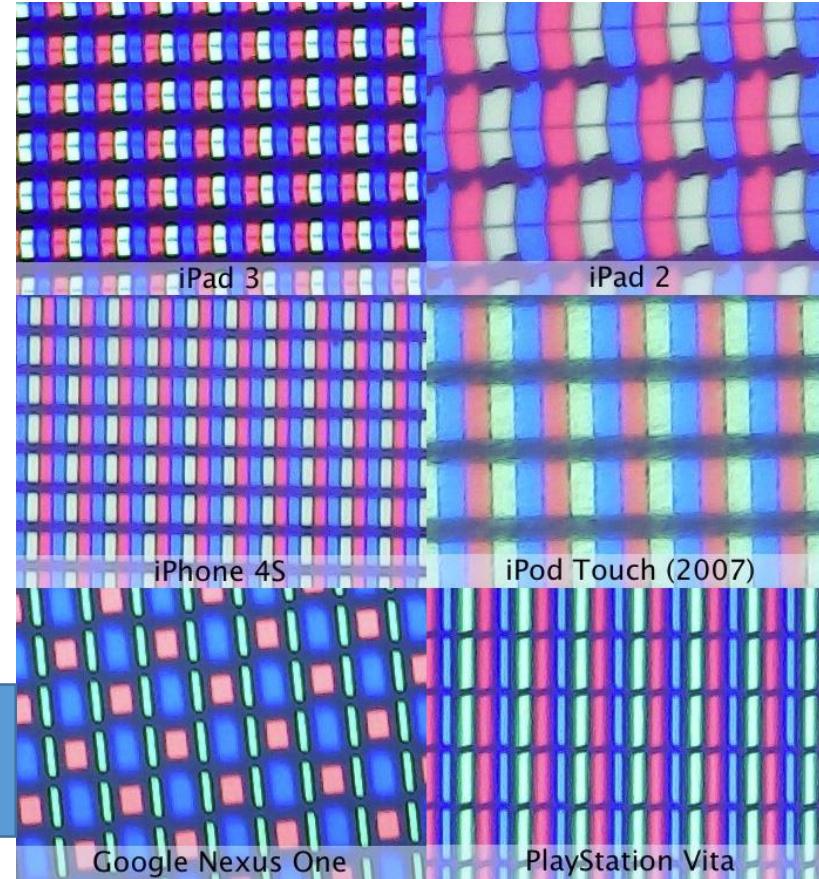
oles aux couleurs
récis pour la



Définition et Représentation de l'image

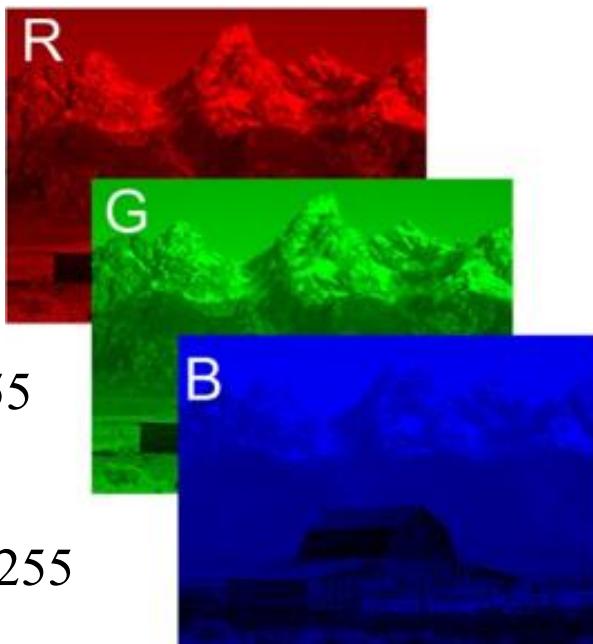


Les couleurs dans
un écran digital



Définition et Représentation de l'image

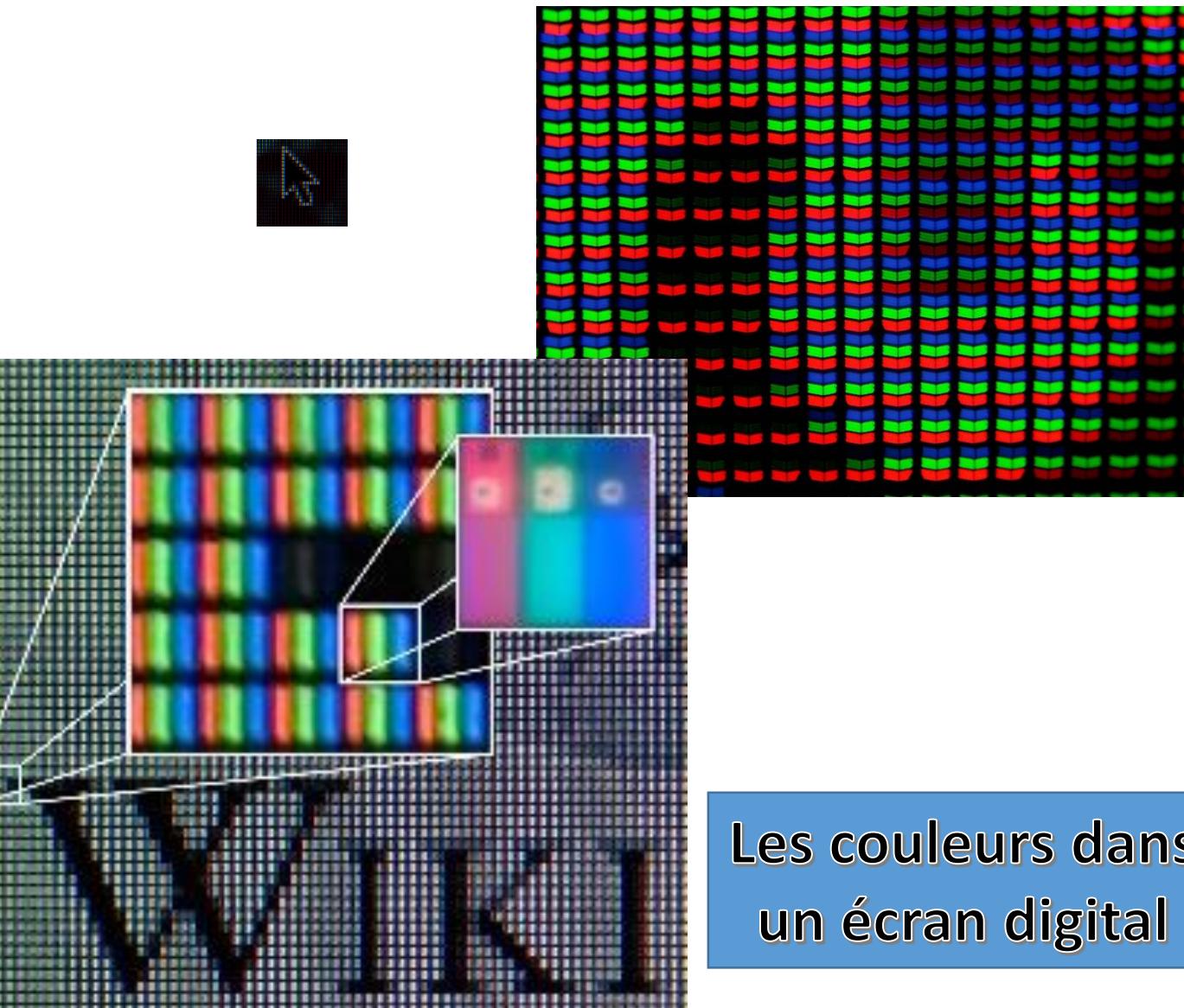
RVB(RGB)



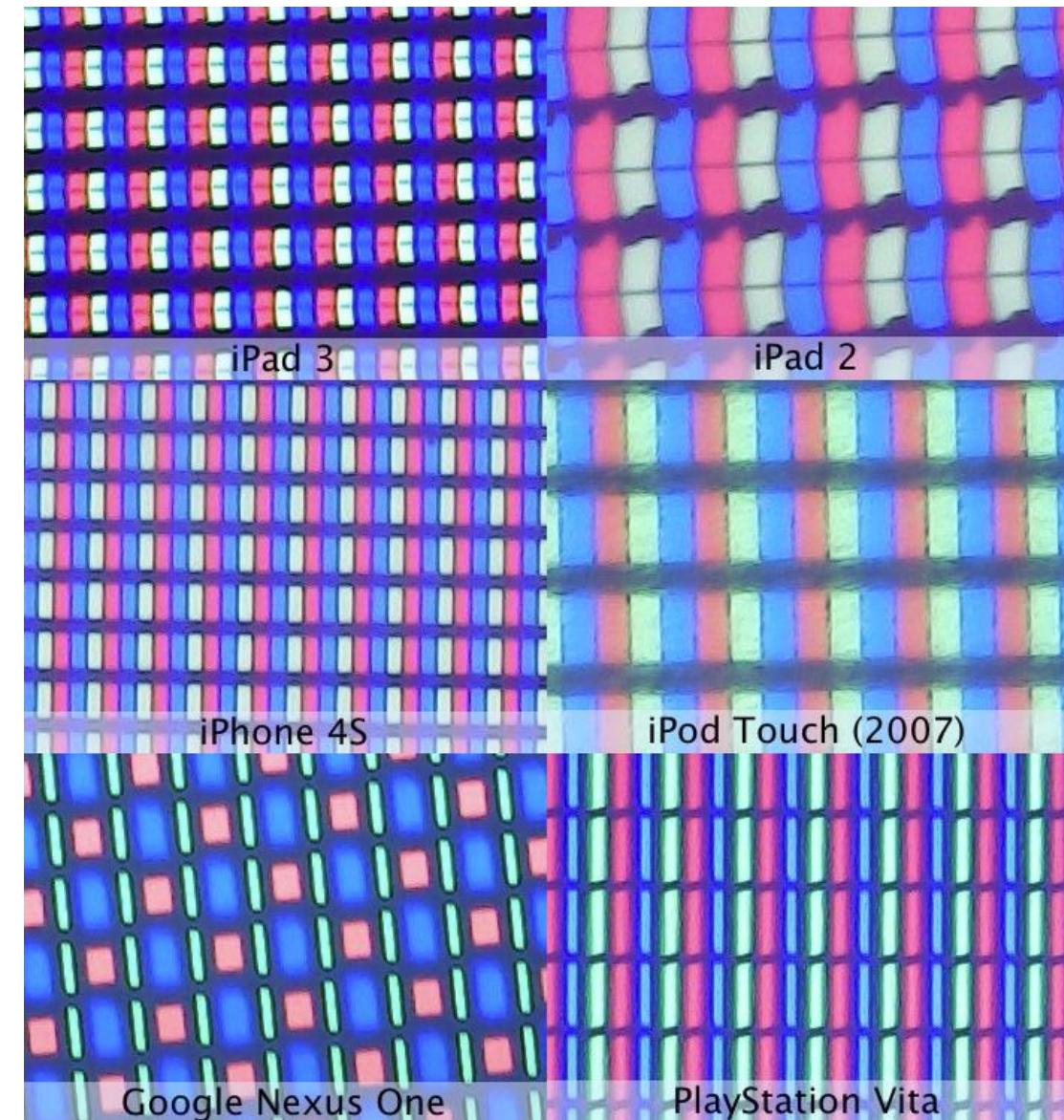
Niveau de gris
(Gray Scale)



Définition et Représentation de l'image



Les couleurs dans
un écran digital

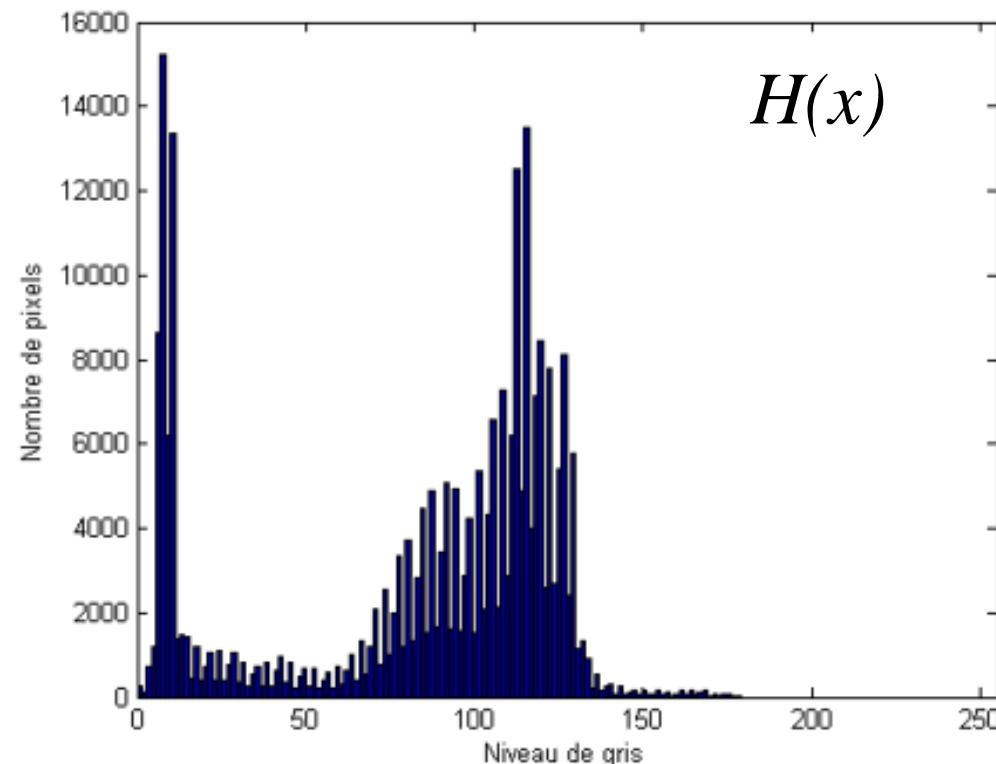


Définition et Représentation de l'image

Histogramme

L'histogramme représente la répartition des pixels en fonction de leur niveau de gris

$H(x)$ est le nombre de pixels dont le niveau de gris est égal à x



Définition et Représentation de l'image

Pour l'acquisition d'une image on utilise des capteurs selon l'application désirée :

- application spatiale : Satellite
- application avec grande précision : caméra CCD (charge-coupled device)
- application (précision non exigée) : caméra TV

Un capteur est constitué de:

- Dispositif optique
- Système de transfert énergie lumineuse en énergie électrique
- Carte pour Echantillonnage du signal vidéo, numérisation, mémorisation

Définition et Représentation de l'image



Carte d'acquisition (DOMINO Mini)
spécialisée dans la numérisation
d'images

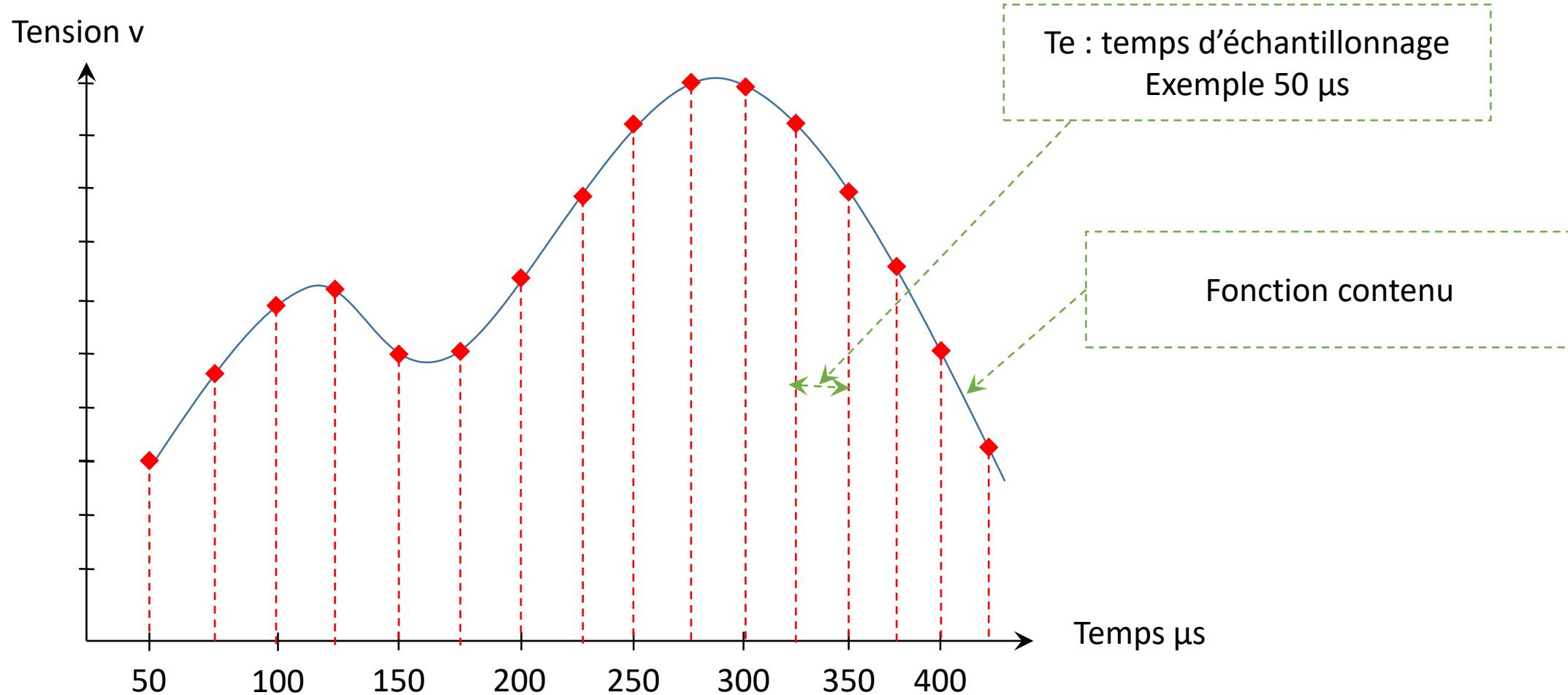


Une caméra CCD

Rappel sur la codification en binaire

Numérisation d'un signal analogique : Échantillonnage

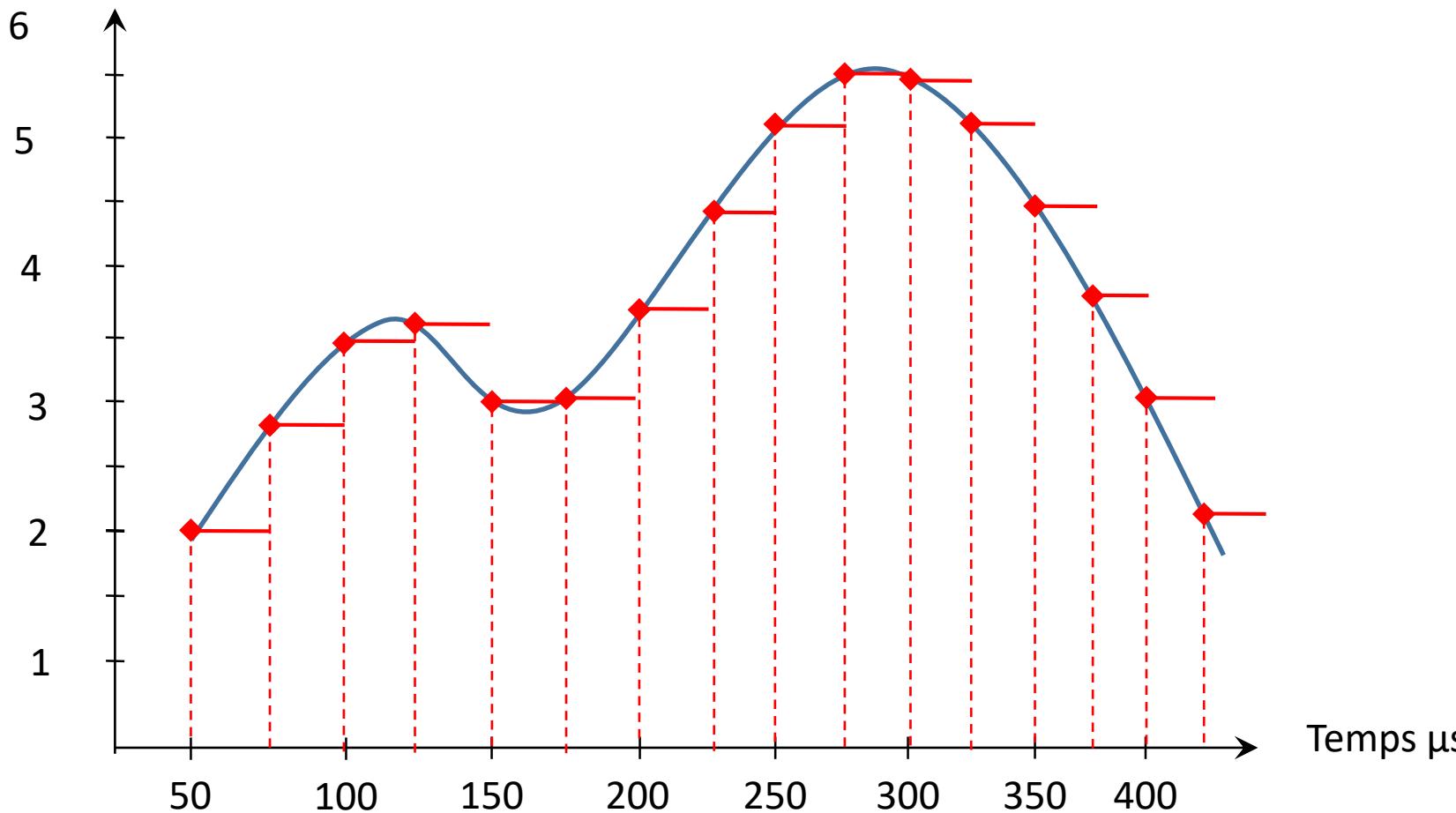
Passage d'une fonction contenu vers une fonction discrète (discrétisation)



Rappel sur la codification en binaire

Numérisation d'un signal analogique : **Échantillonnage**

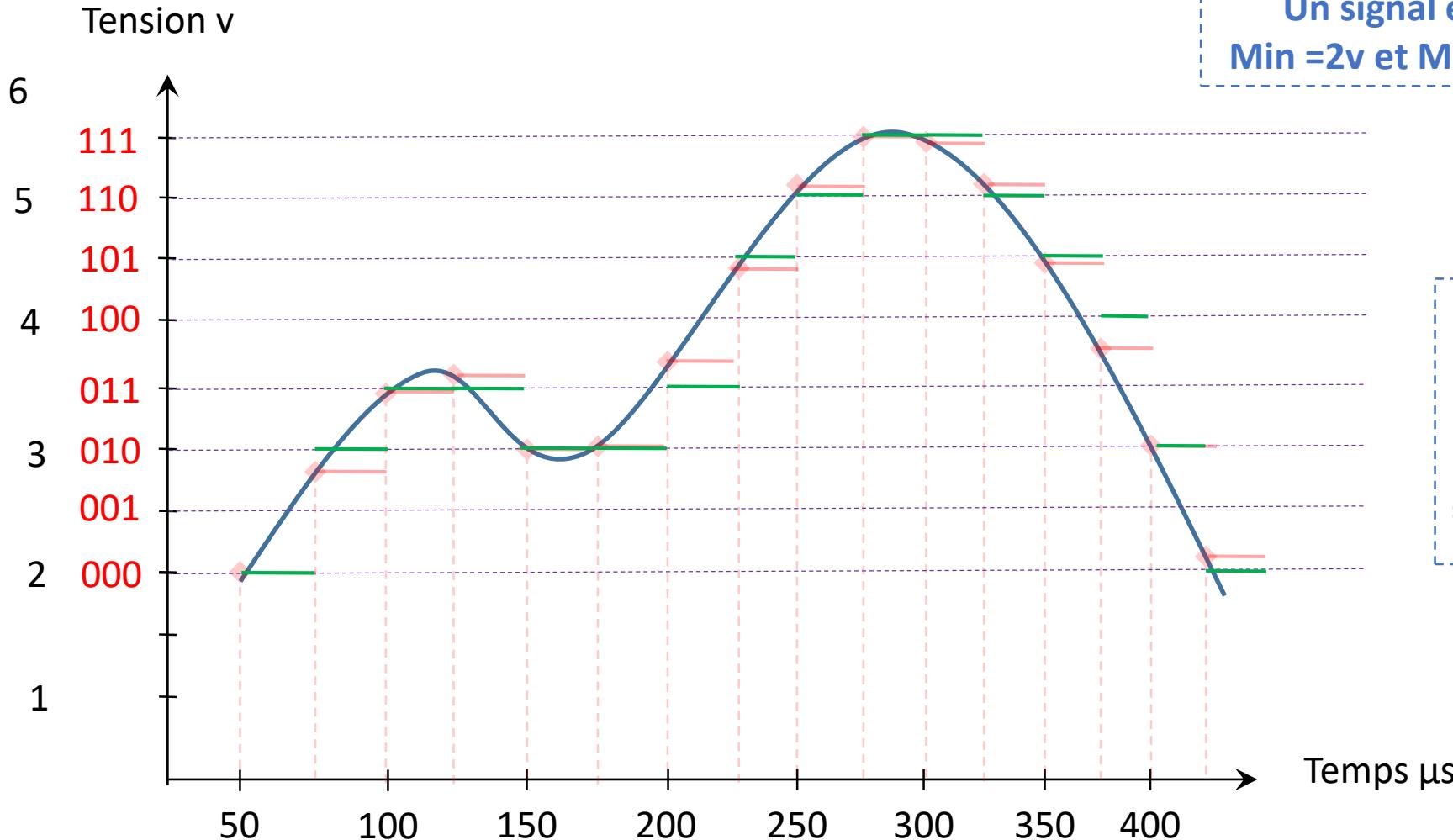
Tension v



$$T_e = 25 \mu s$$
$$F_e = \frac{1}{25 * 10^{-6}} = 10 * 10^2 \text{ Hz}$$

Rappel sur la codification en binaire

Numérisation d'un signal analogique : **Quantification**

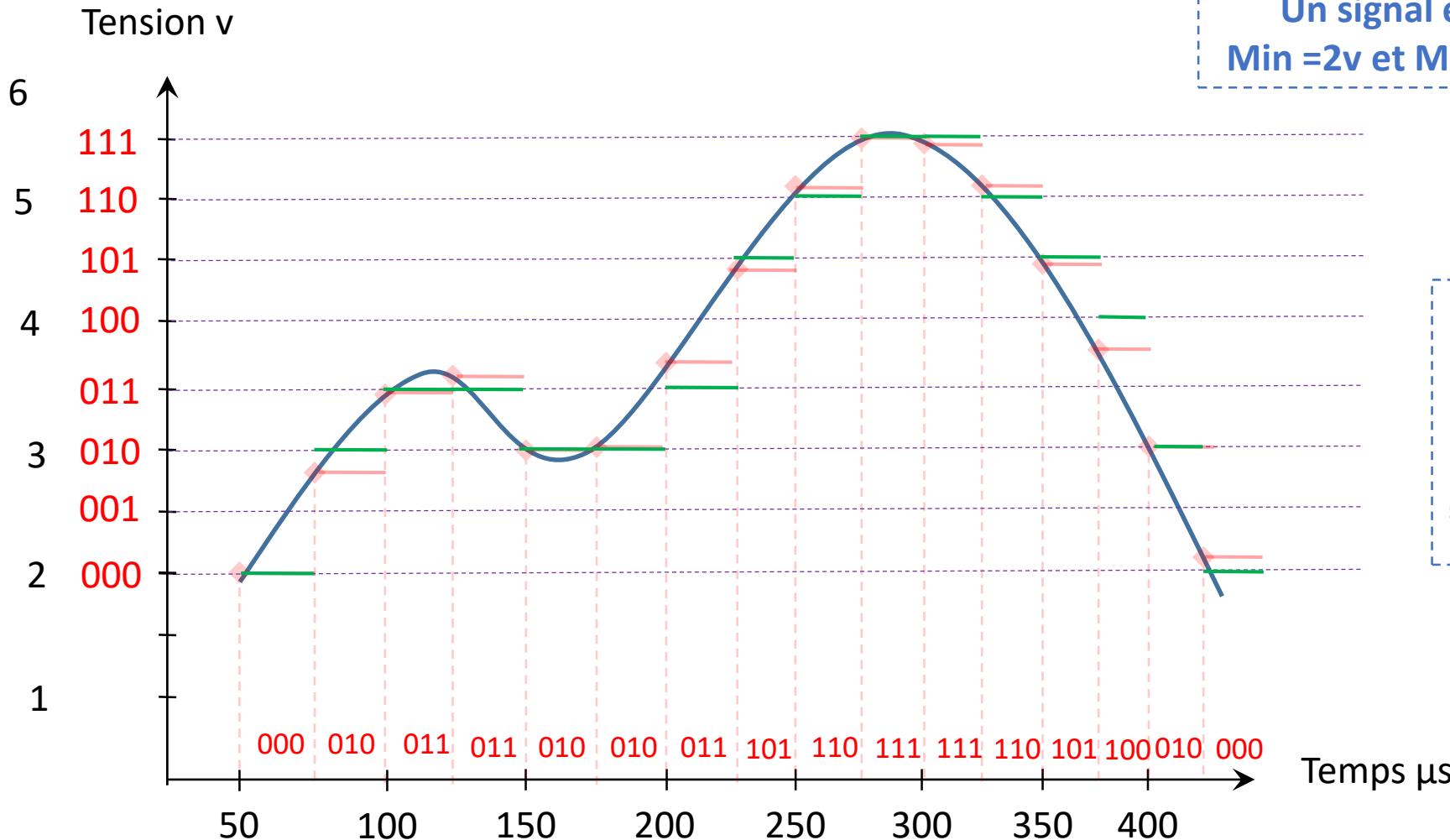


Un signal est compris entre $2v$ et $6v$
Min = $2v$ et Max = $6v \rightarrow \Delta u = 6 - 2 = 4v$

Nombre de bits $n = 3$
Nombre de valeurs possible = 2^3
Pas de quantification = $4/2^3$
 $= 4/8 = 0,5 v$

Rappel sur la codification en binaire

Numérisation d'un signal analogique : **Quantification**



Un signal est compris entre $2v$ et $6v$
Min = $2v$ et Max = $6v \rightarrow \Delta u = 6 - 2 = 4v$

Nombre de bits $n = 3$
Nombre de valeurs possible = 2^3
Pas de quantification = $4/2^3$
 $= 4/8 = 0,5 v$

Définition et Représentation de l'image

Image :

Une image est **une fonction**, qui associe en un point donné une valeur (**niveau de gris ou couleur**) qui dépend de la quantité de lumière : $0 \leq f(x,y) \leq M$ pour tout (x,y) de l'image

Image analogique :

- L'image analogique obtenue par le système d'acquisition.
- L'image analogique ne peut pas être stockée puisque elle est continue.
- Il n'est pas possible de reproduire l'image originale à l'identique.
- Les copies sont nécessairement dégradées par rapport à l'original.

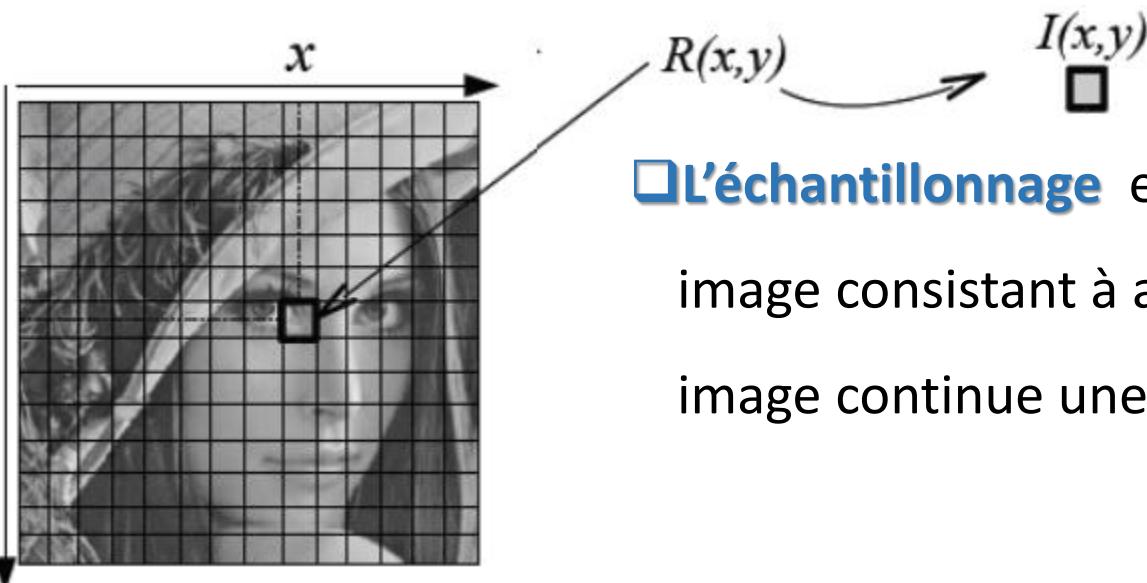
Image Numérique :

Image analogique digitalisée (échantillonnage),

- Un seul canal (ex : 8 bits) pour le niveau de gris
- Trois ou quatre canaux pour les images couleur (ex : 24 bits, 8 bits pour chaque couleur RVB).

			row	0	1	2
			0	.392	.482	.576
			1	.478	.63	.169
			2	.580	.79	.263
			0	.373	.60	.376
			1	.443	.569	.674
			2	.451	.561	.674
			channel			

Définition et Représentation de l'image



❑ **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 $I(x, y)$.

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



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

Définition et Représentation de l'image

Résolution...

...spatiale :

Échantillonnage



256x256



128x128



64x64



32x32

...tonale :

Quantification



6 bits



4 bits



3 bits



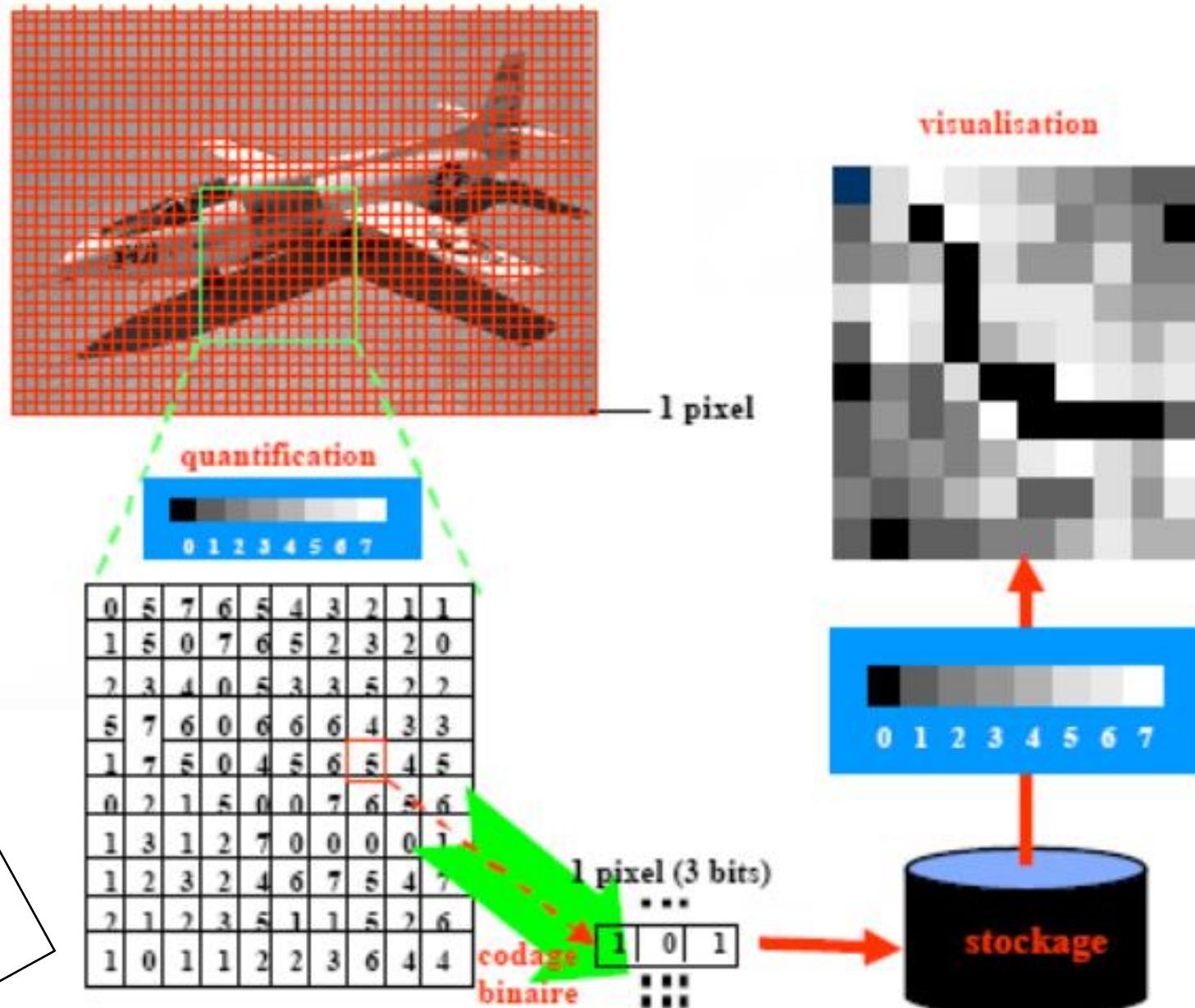
2 bits



1 bit

Définition et Représentation de l'image

numérisation = échantillonnage + quantification



Opérations sur les images

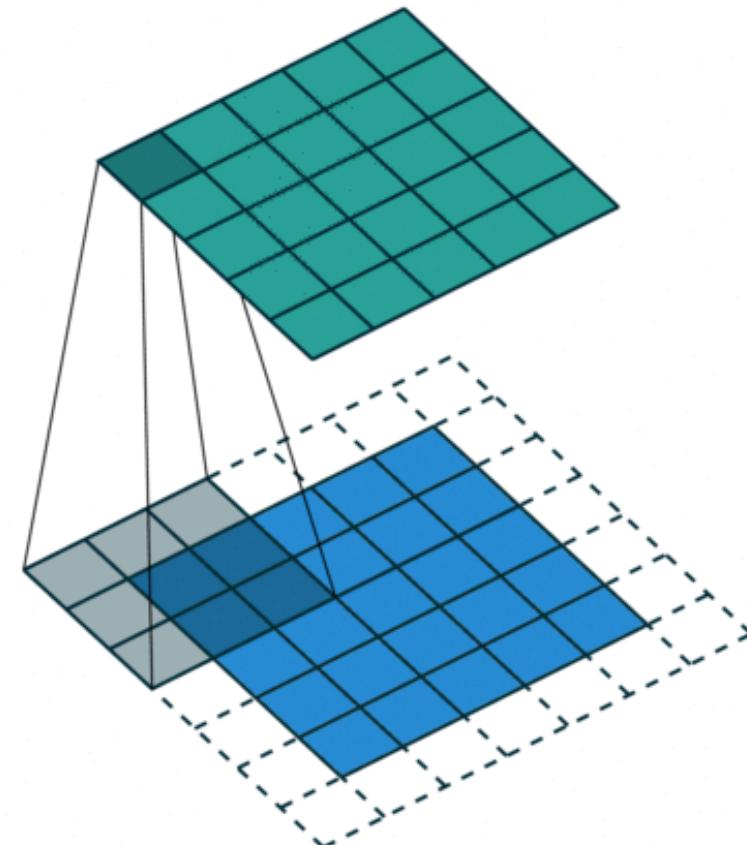
□ **La convolution** C'est l'opérateur de base du traitement linéaire des images.

□ Elle permet de calculer l'approximation des dérivées horizontales et verticales

□ Pour calculer une convolution, on remplace la valeur de chaque pixel par la valeur du produit scalaire entre les valeurs du noyau de convolution et les valeurs du voisinage du pixel considéré (par rapport à l'origine (0,0) du noyau de convolution).

Attention : implémentation « parallèle ».

□ Remarque: la convolution est appliquée (entre autre) à filtrer l'image pour atténuer le bruit présent.



Opérations sur les images

Exemple de convolution :

a_{00}	a_{01}	a_{02}	a_{03}	a_{04}	a_{05}	a_{06}	a_{07}
a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}
a_{20}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{26}	a_{27}
a_{30}	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{36}	a_{37}
a_{40}	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}	a_{46}	a_{47}
a_{50}	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	a_{55}	a_{56}	a_{57}
a_{60}	a_{61}	a_{62}	a_{63}	a_{64}	a_{65}	a_{66}	a_{67}
a_{70}	a_{71}	a_{72}	a_{73}	a_{74}	a_{75}	a_{76}	a_{77}

|

M_{00}	M_{01}	M_{02}
M_{10}	M_{11}	M_{12}
M_{20}	M_{21}	M_{22}

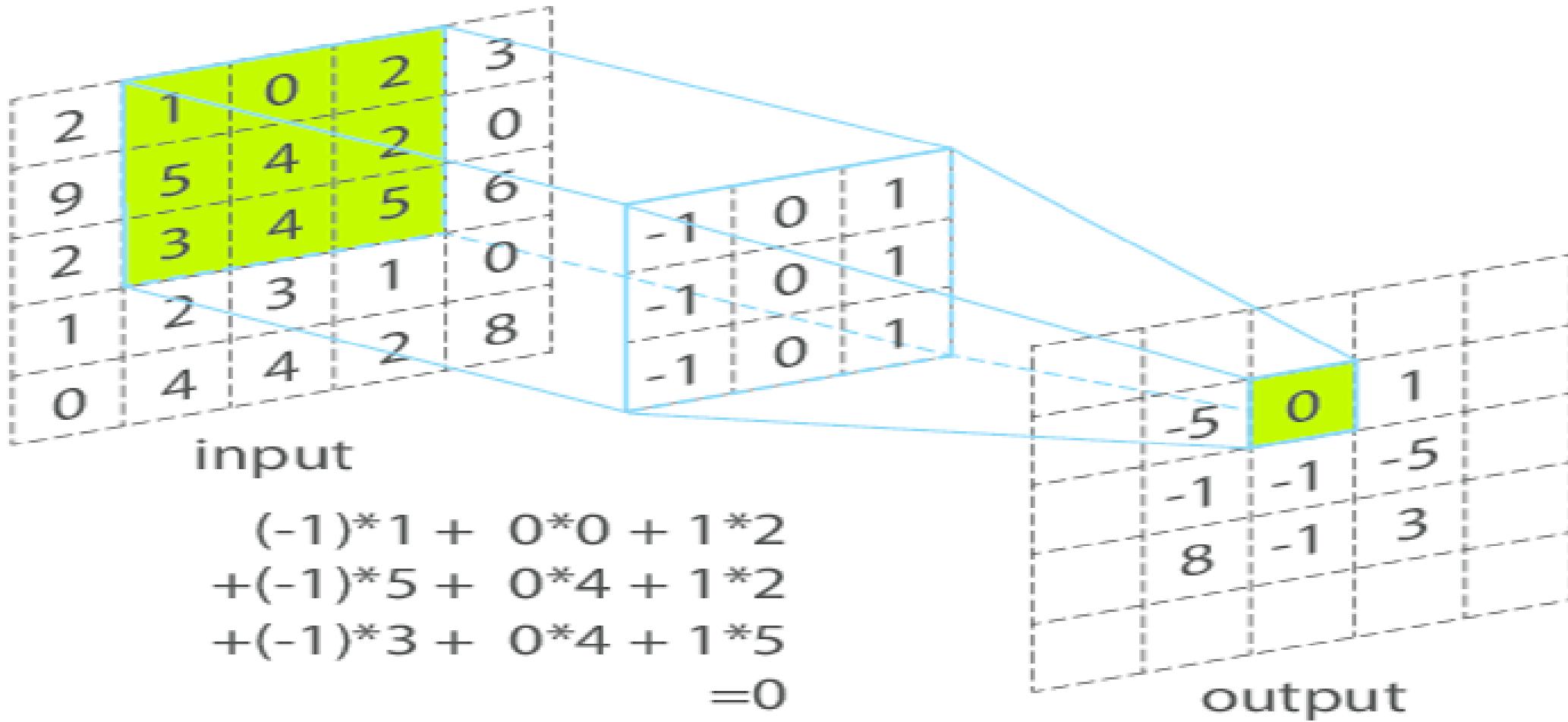
h

$$a_{33} =$$

$$\begin{aligned}
 & a_{22} M_{00} + a_{23} M_{01} + a_{24} M_{02} + \\
 & a_{32} M_{10} + a_{33} M_{11} + a_{34} M_{12} + \\
 & a_{42} M_{20} + a_{43} M_{21} + a_{44} M_{22}
 \end{aligned}$$

Opérations sur les images

Exemple de convolution :



Opérations sur les images

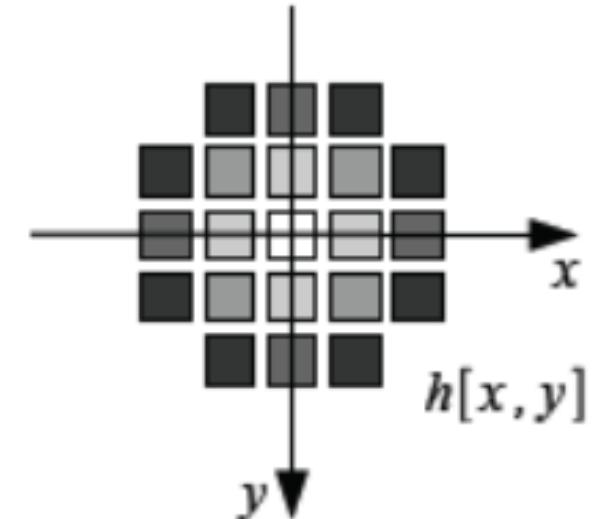
□ Soit I une image numérique et h une fonction de $[x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$ à valeurs réelles.

□ La convolution discrète de I par h est définie par :

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

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

$$h(i, j) = h(-i, -j)$$



□ Les nouvelles valeurs du pixel sont calculées par produit scalaire

entre le noyau de convolution et le voisinage correspondant du pixel.

□ La fonction h est dite **noyau de convolution ou masque de convolution**

Opérations sur les images

La convolution :

- Le masque de convolution est le plus souvent **carré** de taille **3x3** ou **5x5** ou plus, (mais **impair**)
- Propriétés de la convolution :
 - Commutativité : $h * g = g * h$
 - Associativité : $(h * g) * k = h * (g * k)$
 - Distributivité : $h * (g + k) = (h * g) + (h * k)$
- $I * (h * g)$

Appliquer deux masque h_1 et h_2 ou deux fois le masque h sur une image I !!!???

Appliquer les deux masques h_1 et h_2 sur l'image initiation et faire la somme des résultats

Opérations sur les images

Appliquer deux masque h_1 et h_2 ou deux fois le masque h sur une image I !!!???

Appliquer les deux masques h_1 et h_2 sur l'image initiation et faire la somme des résultats

Appliquer un masque h_1 sur l'image initiation et faire la somme des résultats

→ exemple rehaussement des contours (Contours + Image) ,



Opérations sur les images

La convolution :

Problème : Que faire avec les bords de l'image ?

- **Mettre à zéro (0)** → les pixels en dehors de l'image sont de valeur nulle
- **Convolution partielle** → Sur une portion du noyau
- **Miroir de l'image** → $f(x-1,y) = f(x+1,y)$
- **Duplication** → on duplique les premières et dernières lignes et colonnes au delà des bords ;

Opérations sur les images

Le bruit dans une image

Le bruit est l'ensemble des pixels de l'image qui ont des valeurs aberrantes (un point blanc au milieu des points noirs ou vice versa.)

Le bruit représente les parasites ou les interférences d'un signal, c'est-à-dire les parties du signal déformées localement, il est causé par:

- Une instabilité de la source du signal.
- Un signal parasite provenant d'ailleurs.
- Une instabilité du récepteur.
- Etc ..

Donc nécessité de filtrer l'image

Opérations sur les images

Le filtrage d'une image

Le filtrage consiste à appliquer une transformation (appelée filtre) à tout ou une partie d'une image numérique en appliquant un opérateur .

- ❑ **Les filtres passe-bas:** consistent à **atténuer** les composantes de l'image ayant une fréquence haute (**pixels foncés**). Appelé habituellement **le lissage**

- ❑ **Les filtres passe-haut:** à l'inverse des filtres passe-bas, ils permettent d'**accentuer** les composantes de basse fréquence de l'image et permettent notamment **d'accentuer** les détails.

Opérations sur les images

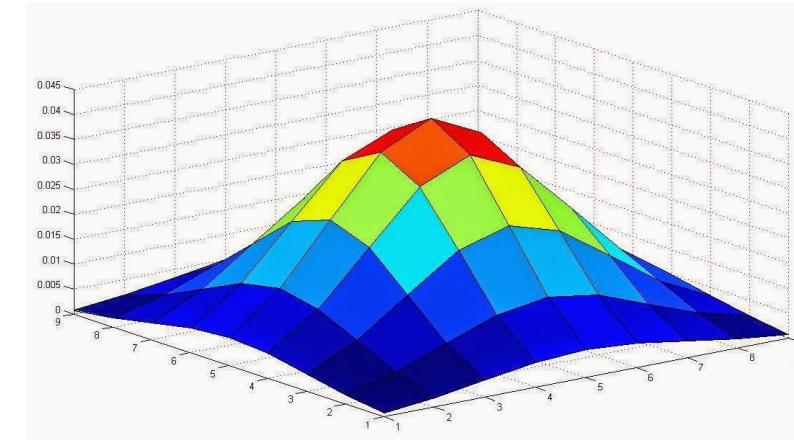
Les deux catégories de filtres

a) Les filtres linaires

Ils utilisent une combinaison linéaire des valeurs du voisinage pour déterminer le niveau de gris d'un pixel.

- ❑ **filtres moyenne:** remplacent le pixel courant par la valeur moyenne des pixels sur une fenêtre.
- ❑ **filtre de Gauss:** filtre passe-bas, il a pour effet d'adoucir (lisser) l'image, il effectue une convolution de l'image avec une gaussienne.

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)}$$



Opérations sur les images

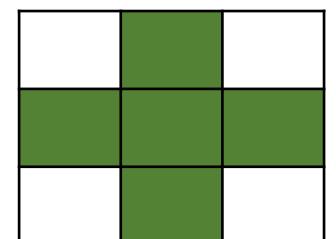
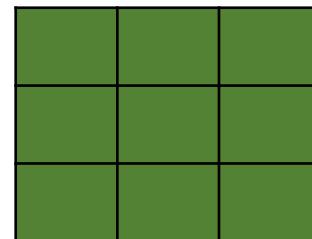
b) Les filtres non linaires

filtres médian: classer les pixels voisins par ordre croissant des valeurs de niveaux de gris, puis affecter la valeur médiane au pixel central

filtres morphologiques: basés sur deux opérations:

Utilisent **un élément structurant** →

définition du voisinage (ou de la connexité)



❖ **Erosion:** effectue un « et » logique entre les voisins d'un pixel (diminue le contour de l'ordre d'un pixel)

❖ **Dilatation:** effectue un « ou » logique entre les voisins d'un pixel (augmente l'épaisseur d'un contour)

Opérations sur les images

b) Les filtres non linaires

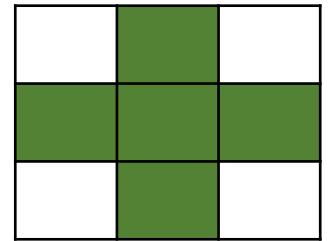
filtres médian: affecter la valeur croissante des valeurs de niveaux de gris, puis

filtres morphologiques:

Utilisent **un élément structurant** de définition

Diagram illustrating a median filter operation. A 3x3 input mask is shown on the left, with values 0, 0, 0; 0, 1, 1; 1, 1, 1. To its right is a 3x3 output mask where values are sorted in increasing order of gray levels. The output values are 0, 0, 0; 1, 1, 1; 1, 1, 1. Below the output mask is a 3x3 input image with a central green pixel. The green pixel is part of a 3x3 neighborhood with values 1, 1, 1; 1, 1, 1; 1, 1, 1. The output value for this neighborhood is 1.

			0	0														
			0	1	1	1	1	1										
			0	1														



❖ **Erosion:** effectue un « et » logique entre les voisins d'un pixel (diminue le contour de l'ordre d'un pixel)

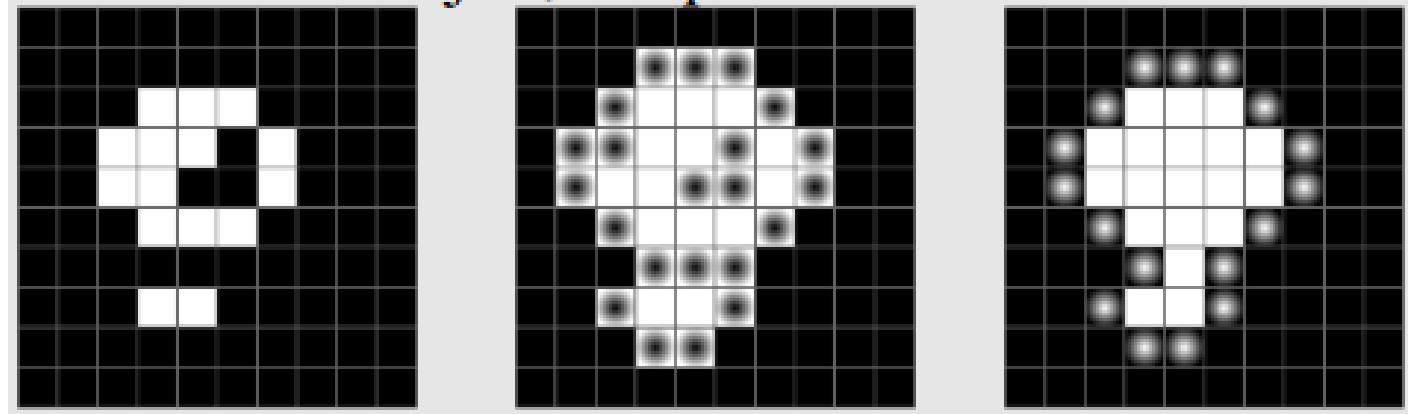
❖ **Dilatation:** effectue un « ou » logique entre les voisins d'un pixel (augmente l'épaisseur d'un contour)

Opérations sur les images

❑filtres morphologiques (suite):

❑Fermeture (dilatation puis érosion)

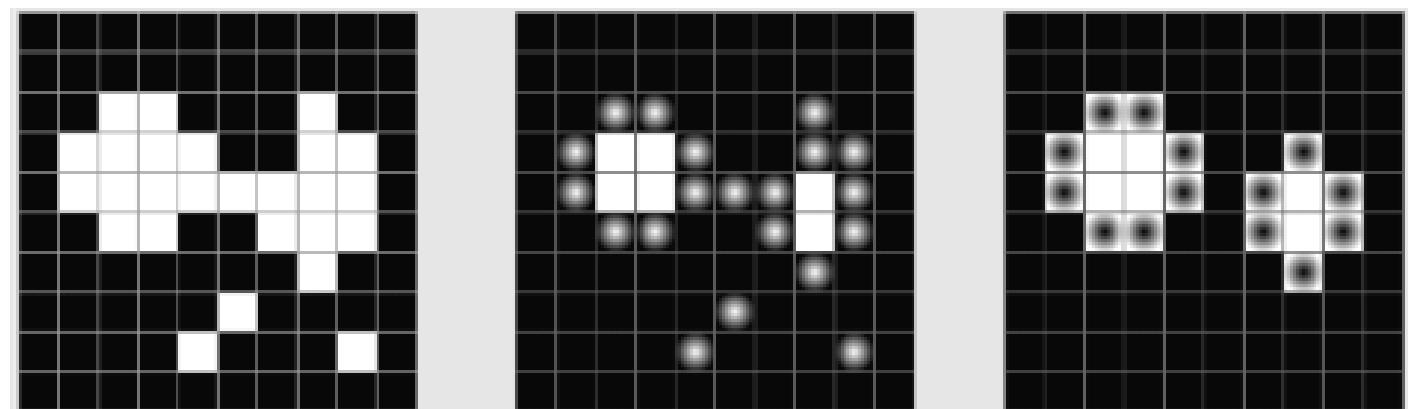
→ Fermer les objets, remplir les trous



❑Ouverture (érosion puis dilatation)

→ Supprimer les objets de largeur inférieure à celle de l'élément structurant

→ Séparer les objets fusionnés à tort



Opérations sur les images

Applications

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10
10	10	100	10	10
10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

filtre moyenneur --->

10	10	10	10	10
10	20	20	20	10
10	20	20	20	10
10	20	20	20	10
10	10	10	10	10

le bruit est étalé

filtre médian --->

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10
10	10	10	10	10
10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

le bruit est supprimé



Opérations sur les images

La détection de contours

la détection de contours se ramène à la recherche des discontinuités locales de la fonction des niveaux de gris de l'image.

On peut utiliser (pour la détection de contours) des méthodes différentielles:

- ❑ **Le Gradient:** c'est la dérivée première de la fonction de niveau de gris, le contour correspond à la norme du gradient supérieure à un seuil donné.
- ❑ **Le Laplacien:** c'est la dérivée seconde de la fonction de niveau de gris, le contour correspond au passage par zéro du laplacien.

Opérations sur les images

La première dérivée (le Gradient)

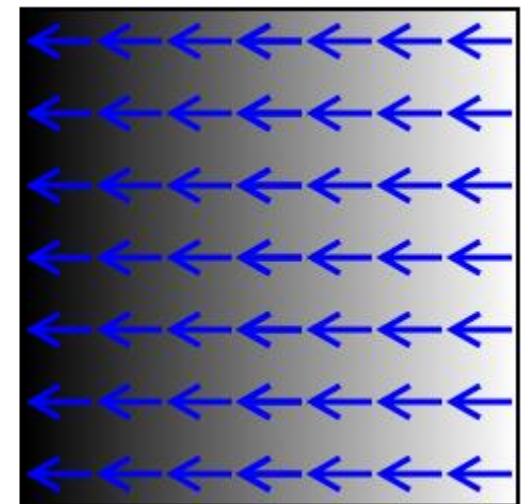
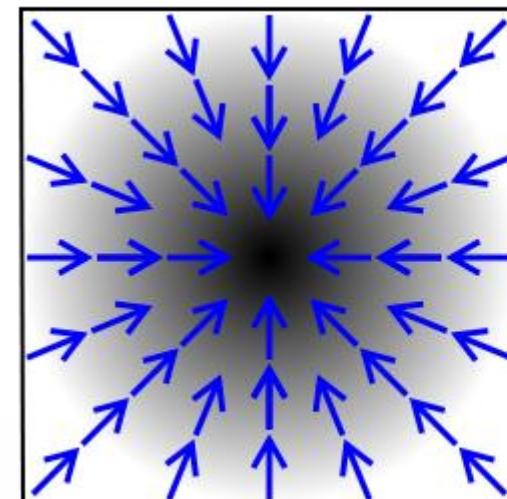
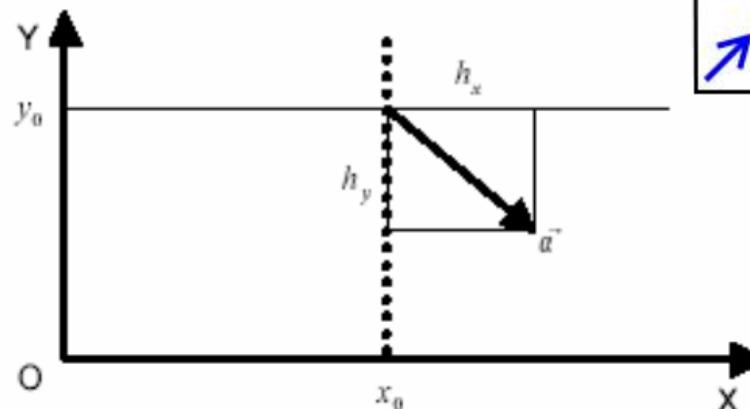
La fonction image $f(x,y)$ étant définie dans un espace bidimensionnel, nous pouvons définir des dérivées partielles par rapport aux variables de définition de f :

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \lim_{h_x \rightarrow 0} \frac{f(x + h_x, y) - f(x, y)}{h_x}$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = \lim_{h_y \rightarrow 0} \frac{f(x, y + h_y) - f(x, y)}{h_y}$$

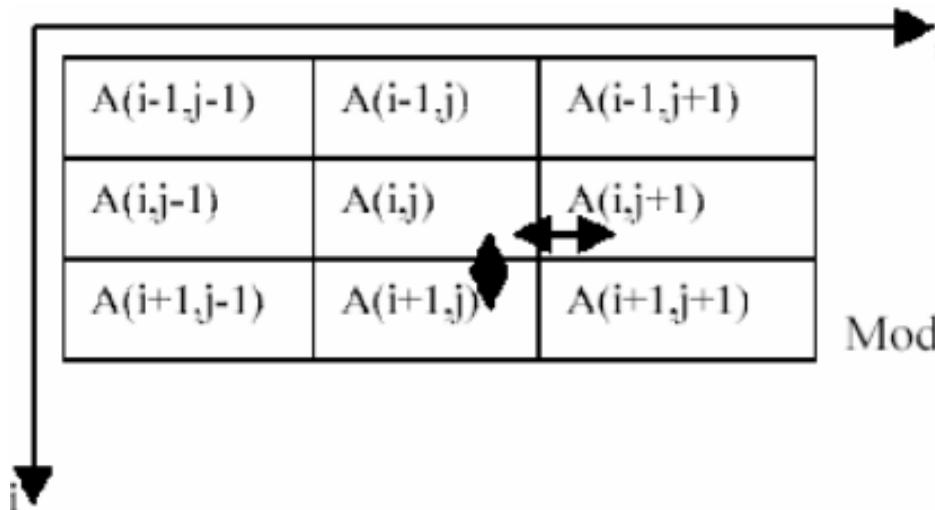
Le vecteur gradient est donné par:

$$\vec{\nabla} f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \end{pmatrix}$$



Opérations sur les images

Exemple de calcul du gradient



$$\text{Grad}(i,j) = (\text{grad}(i), \text{grad}(j))$$

$$= (A(i,j)-A(i+1,j), A(i,j)-A(i,j+1))$$

$$\text{Mod grad}(i,j) = \sqrt{\text{grad}(i)^2 + \text{grad}(j)^2} > \text{Seuil} \rightarrow \text{Point contour}$$

200 200 0 0 0

200 200 0 0 0

200 200 0 0 0

200 200 0 0 0

200 200 0 0 0

0 200 0 0 0

0 200 0 0 0

0 200 0 0 0

0 200 0 0 0

0 200 0 0 0

Image source

Module du gradient

Opérations sur les images

Exemple de calcul du gradient



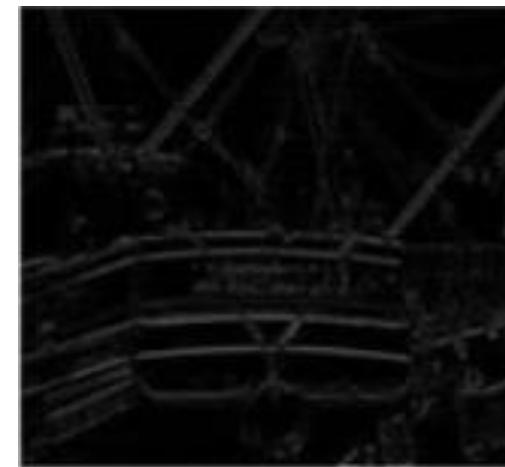
Image initiale

Gradient h_x



Contours verticaux

Gradient h_y



Contours horizontaux



Contours

Opérations sur les images

Filtres et calcul du gradient

a) **Le filtre de Sobel:** Il calcule le gradient de l'intensité de chaque pixel en utilisant la convolution avec l'image pour calculer l'approximation des dérivées horizontales et verticales

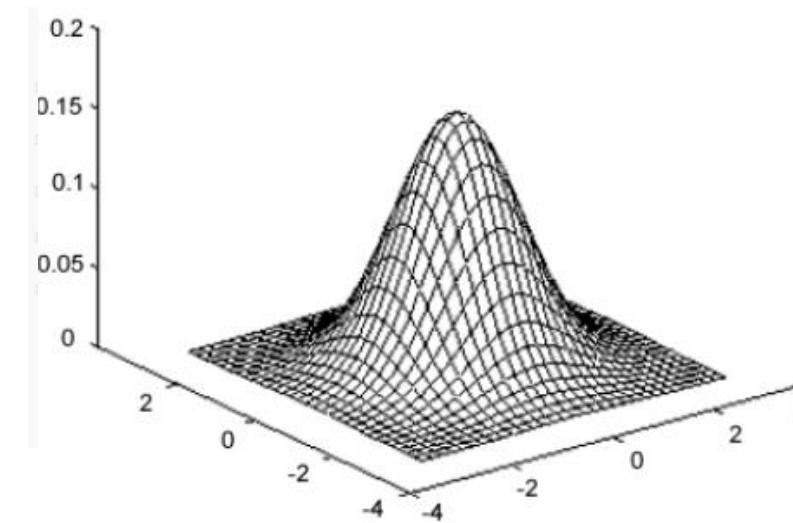
$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \otimes A \quad \text{et} \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \otimes A$$

Opérations sur les images

Filtres et calcul du gradient

b) Le filtre de Gauss: Il effectue une convolution de l'image avec une gaussienne

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)}$$



Opérations sur les images

Exemple de convolution gaussienne

Masque 5*5

Avec $\sigma = 1.4$

$$G_\sigma(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)}$$



0.011	0.023	0.029	0.023	0.011
0.023	0.049	0.063	0.049	0.023
0.029	0.063	0.081	0.063	0.029
0.023	0.049	0.063	0.049	0.023
0.011	0.023	0.029	0.023	0.011

$$\approx \frac{1}{185} *$$

2	4	5	4	2
4	9	11	9	4
5	11	15	11	5
4	9	11	9	4
2	4	5	4	2

b) **Le filtre de Canny:** Il s'agit tout d'abord de lisser l'image, afin d'éliminer le bruit, et de calculer dans un second temps le gradient et l'angle de la normale au gradient.

Opérations sur les images

La deuxième dérivée (le Laplacien)

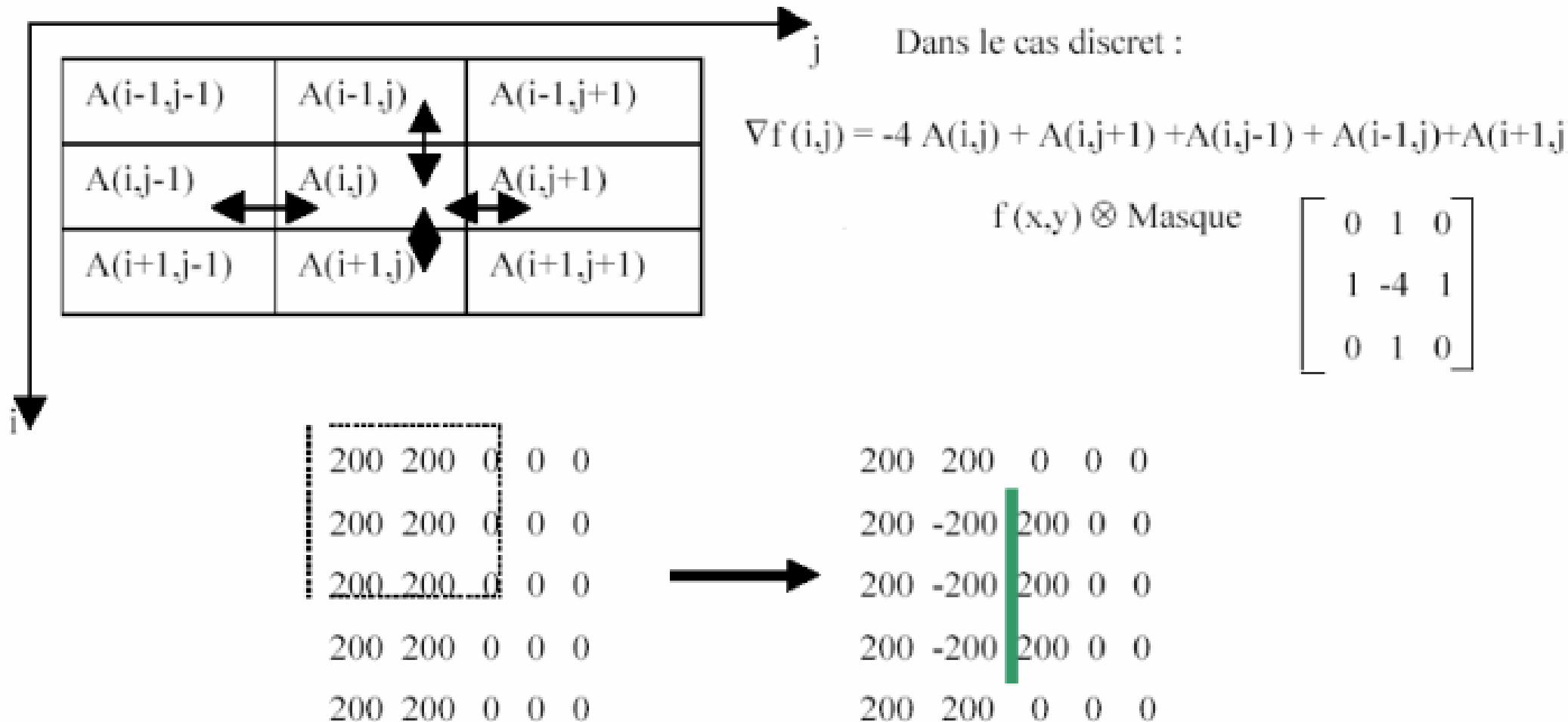
Le Laplacien est une grandeur signée, traduisant de façon sommaire la concavité.

Les points de contours correspondent au passage par zéro.

$$\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Opérations sur les images

Exemple de calcul du laplacien



Opérations sur les images

Exemple de calcul du laplacien



Gradient



Image

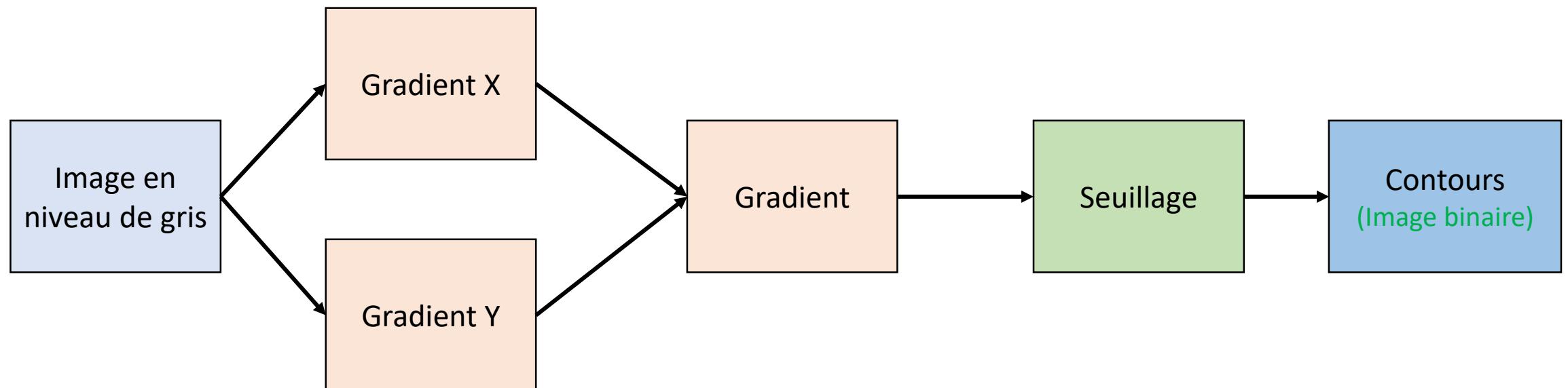
Laplacien



Opérations sur les images

Seuillage des contours

- Un contour est une zone de transition filiforme entre deux zones homogènes de l'image, appelées Régions,
- Contour est une discontinuité dans l'intensité de l'image,



Opérations sur les images

Seuillage des contours

Permet de sélectionner les informations significatives dans une images en niveau de gris,

Souvent les filtres utilisés ne suffisent pas pour éliminer le bruit

Image Résultant de ce traitement est **Binaire (0 ou 1)**,

Si la valeur du pixel > **Seuil** → La valeur résultant = **1**

Sinon → La valeur résultant = **0**

Réglage d'un paramètre : **Seuil** :

Seuil fixe : une valeur fixe pour le seuil,

Seuil Global : la moyenne des pixels de l'image

Seuil Local : La moyenne pondérée des pixels voisinages (ex : en appliquant un masque de convolution)

Opérations sur les images

Seuillage des contours

Problème : Comment calculer le seuil ?

Seuil faible (bas) → détection de vrais point du contours
+ point dus au bruit,

Seuil élevé → supprimer les point dus au bruit +
supprimer les vrais point du contours,



Seuil = 80 (Seuil bas)



Seuil = 100



Seuil = 140



Seuil = 190 (Seuil élevé)



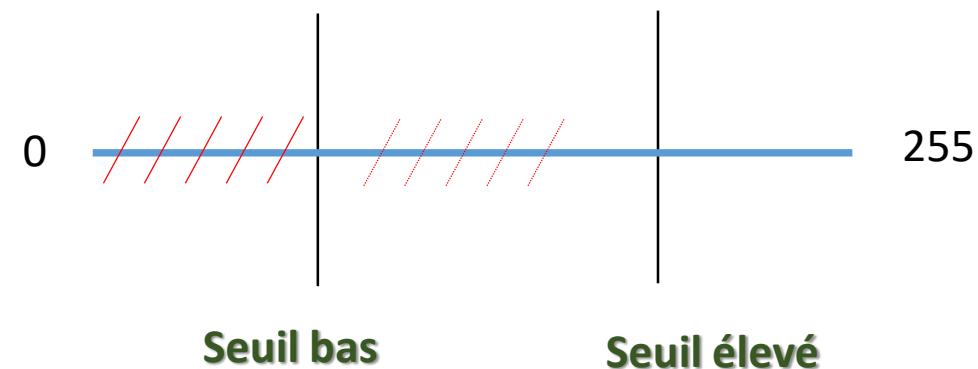
Opérations sur les images

Seuillage par hystérésis

Consiste à deux seuils à comparer à l'intensité du gradient:

Pour chaque point si l'intensité de son gradient est:

- Inférieur au seuil bas, le point est rejeté
- Supérieur au seuil élevé, le point est accepté comme formant un contour
- Entre les deux seuils, le point est accepté s'il est connecté à un point déjà accepté.

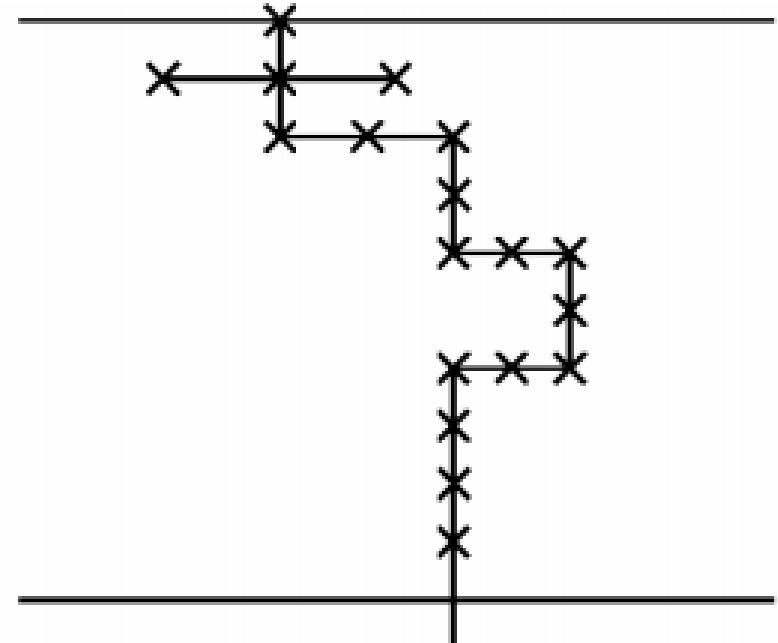


Opérations sur les images

Suivi de contours

Recherche de chemin optimal dans un graphe

- prendre un bon point
- choix du point suivant
- critère d'arrêt



Chaînage de contours

Transformer la description matricielle des contours sous forme de listes chaînées.

La structure de données permet la fusion ou suppression de chaînes selon un critère donné (simple jeux de pointeurs).

Possibilité d'une approximation polygonale à partir de la chaîne de contours.

Segmentation d'images

Segmentation de contours

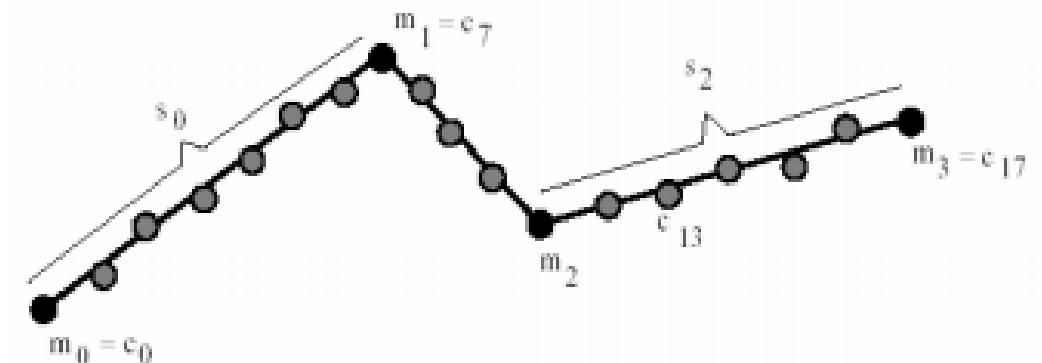
Les chaînes de contours peuvent être partitionnés dans des segments de courbes qui ont une description analytique connue telles **des lignes droites et des coniques**

a) Segmentation d'une chaîne

$$C = \{c_i, i = 0, 1, \dots, n\}$$

S partition de C , $S = \{S_0, S_1, S_2, \dots, S_{N-1}\}$

M={m₀ , m₁ , m₂, m_N} points de cassure correspondant à la partition S



Deux problèmes à résoudre:

- Trouver un partitionnement dans la chaîne en segments $\{S_0, S_1, \dots, S_k, \dots\}$
- Trouver pour chaque segment la meilleure approximation analytique

Segmentation d'images

Segmentation de contours

b) Approximation d'un segment par une droite

Segmentation de contours

L'équation de la droite est la distance d'un point (X_i, Y_i) sont données par:

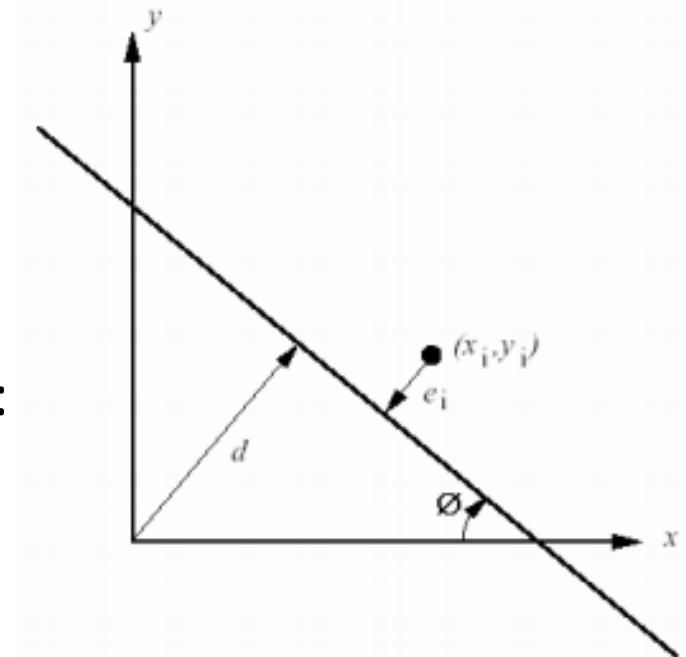
$$x \sin \theta + y \cos \theta = d$$

La distance d'un point (x_i, y_i) à cette droite :

$$e_i = |x_i \sin \theta + y_i \cos \theta - d|$$

trouver la droite (les paramètres θ et d) qui minimise la grandeur:

$$E = \sum_{i=1}^N e_i^2$$



Segmentation d'images

Segmentation de contours

c) Approximation par un cercle

Il s'agit de trouver les paramètres du cercle pour représenter la chaîne de contours

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

Segmentation d'images

Segmentation de contours

d) Algorithme de découpage récursif (Approximation avec des segments)

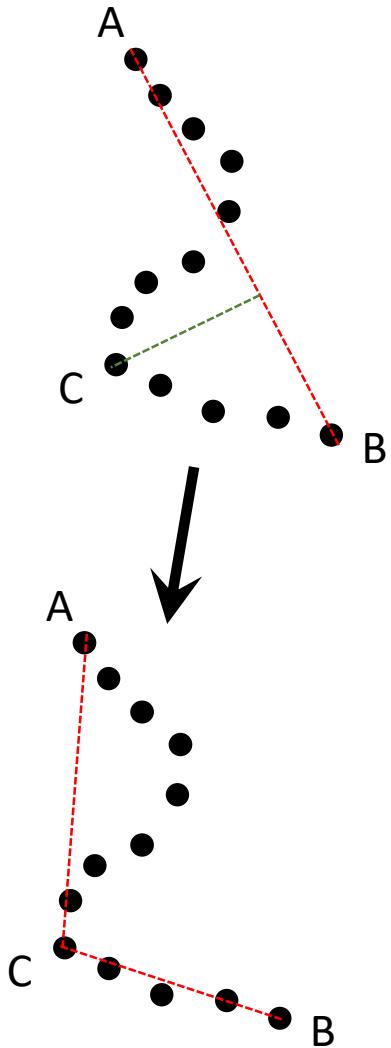
1- pour une chaîne de points: est ce qu'un segment de droite?

2- Si oui aller à FIN

5- sinon diviser la chaîne en deux sous chaînes et répéter pour chaque chaîne

4- FIN

Si mauvaise approximation par un segment, on peut localiser sur le point le plus loin un nouveau point de cassure



Segmentation d'images

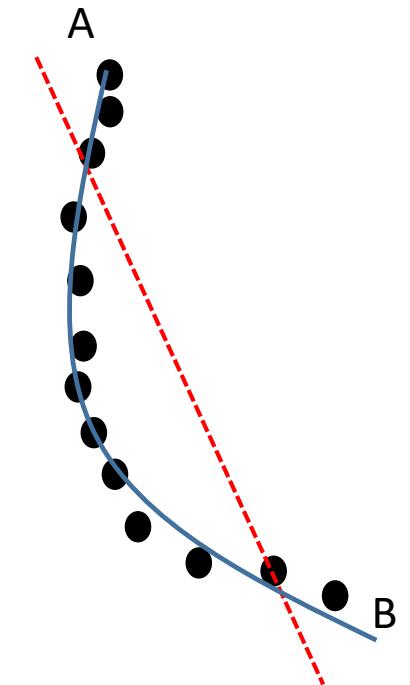
Segmentation de contours

e) Algorithme de découpage et union (Segments et des courbes)

Deux problèmes pour cet algorithme:

1- Si la chaîne est approximée correctement par un segment et par une courbe, alors que choisir? (Nécessité de facteur d'évaluation).

2- Les points de cassure choisis par l'algorithme de découpage récursif peuvent couper un arc de cercle en deux parties, il faudrait donc accompagner la procédure de découpage par une procédure d'union de deux chaînes adjacentes



Segmentation d'images

Segmentation de contours

f) La transformée de Hough

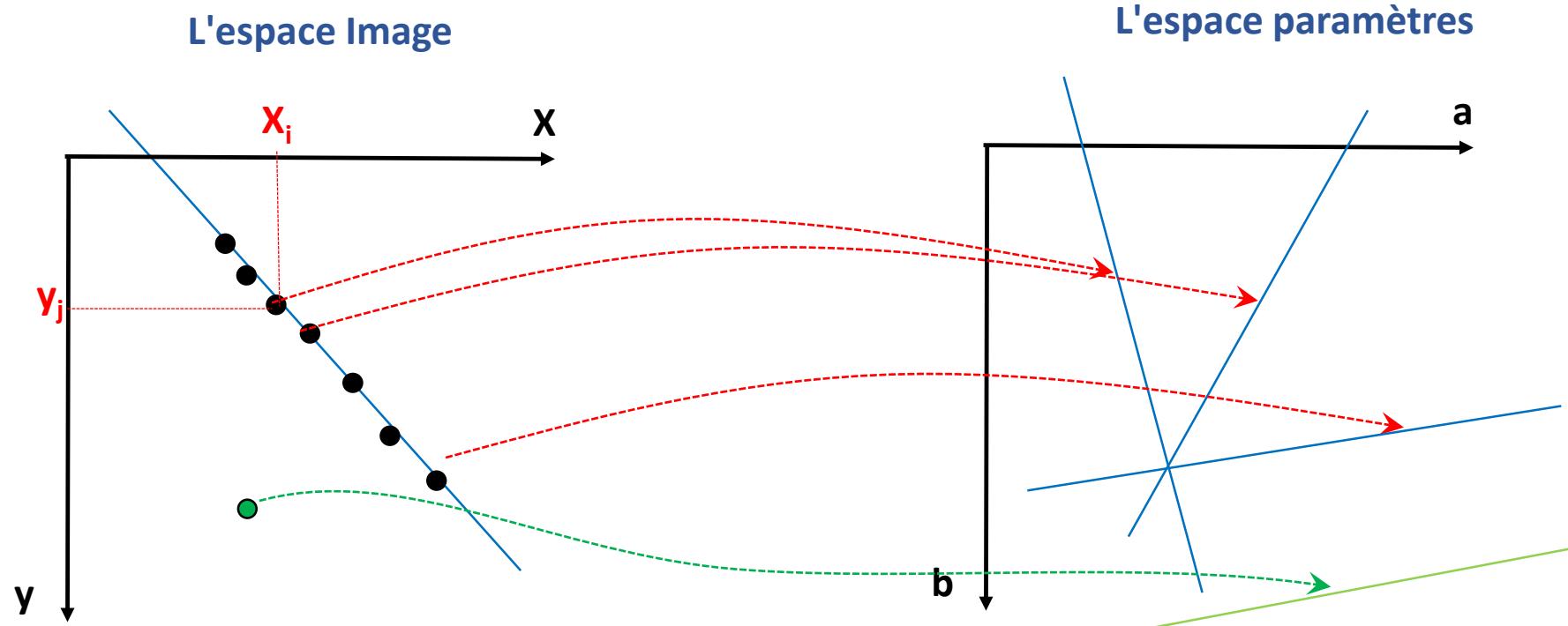
une méthode qui consiste à faire correspondre à des points de contour du plan image des points d'un espace de paramètres.

- A chaque point du contour du plan image correspond un point dans le plan (θ, ρ)
- Il est possible de "grouper des points de contour colinéaires sans passer par l'étape de chaînage.

Segmentation d'images

Segmentation de contours

f) La transformée de Hough



Donné : ensemble de points

Tache : calculer la droite $y = a x + b$

$$b = -a x_i + y_i$$

Segmentation d'images

Segmentation de contours

L'algorithme de détection des lignes :

1- Quantification de l'espace de paramètres (a, b) → continu vers discret

2- Création d'une matrice d'accumulation $M(a,b)$

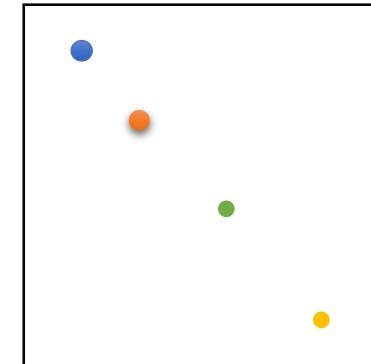
3- Initialisation $M(a,b) = 0$ pour toutes les valeurs a,b

4- Pour chaque point du droite (x_i, y_j) :

$$M(a,b) = M(a,b) + 1$$

5- Rechercher les maximums locaux dans la matrice $M(a,b)$:

L'espace Image



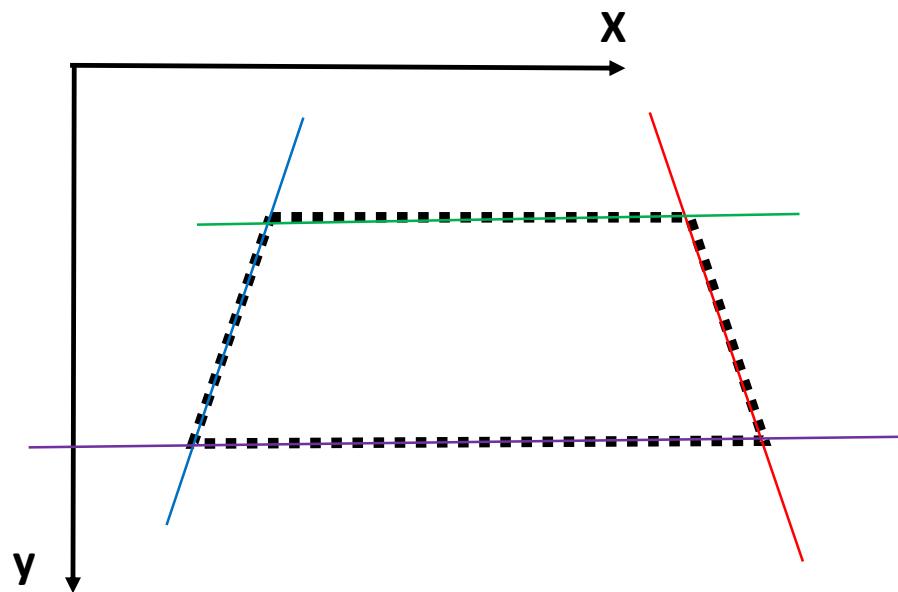
0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	1	4	1	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0

L'espace paramètres $M(a,b)$

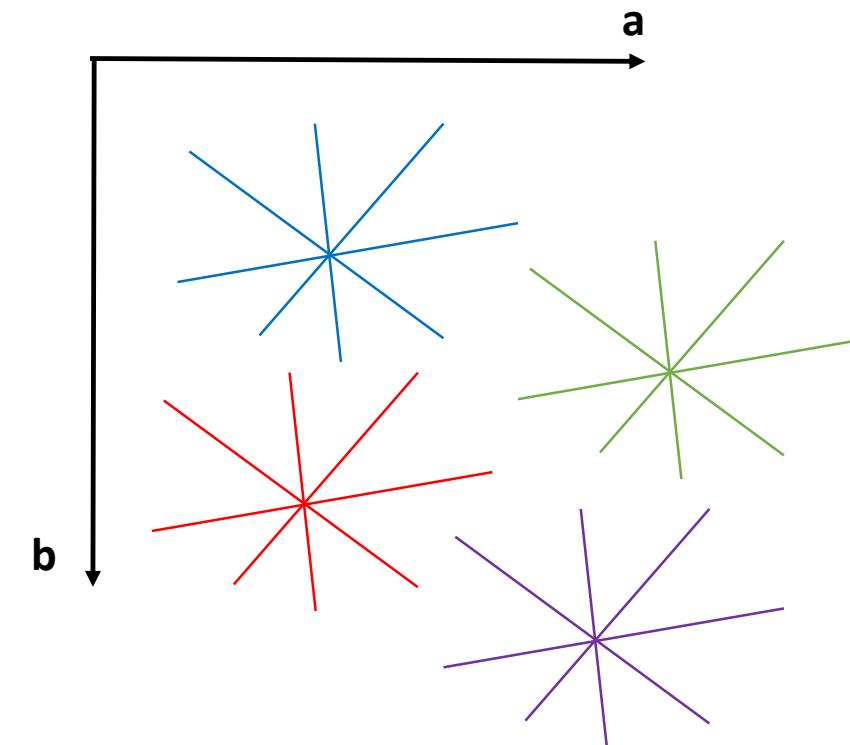
Segmentation d'images

Segmentation de contours

L'algorithme de détection des lignes :



L'espace Image



L'espace paramètres

Segmentation d'images

Segmentation de contours

Le problème de cette modélisation :

- $-\infty < b < +\infty$
- Une matrice d'accumulation très grande
- Plus complexe en terme du calcul et espace mémoire

Solution :

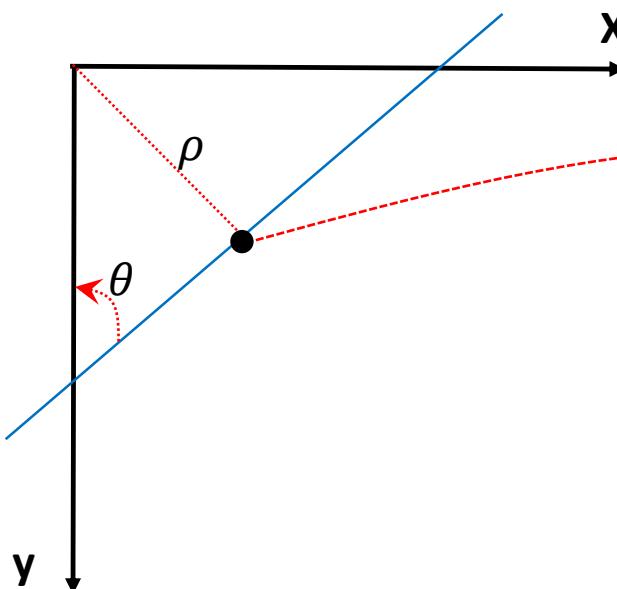
- L'utilisation de l'équation de la droite : $x \sin \theta - y \cos \theta + \rho = 0$
- L'orientation θ est fini : $0 < \theta < \pi$.
- Distance ρ est fini

Segmentation d'images

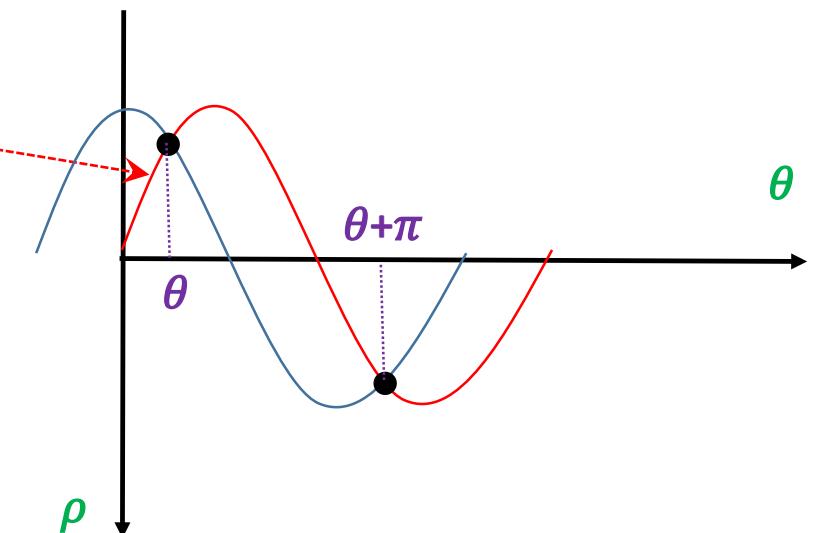
Segmentation de contours

Meilleure paramètres de la droite :

a



$$x \sin \theta - y \cos \theta + \rho = 0$$



$$x \sin \theta - y \cos \theta + \rho = 0$$

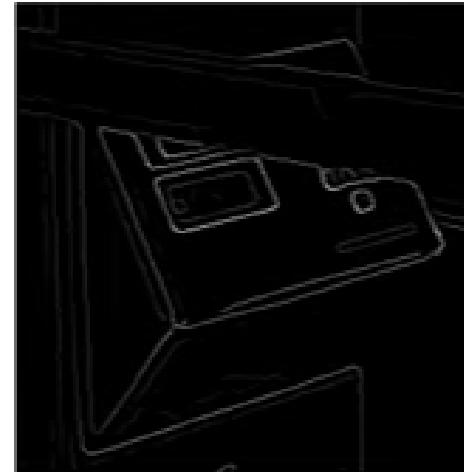
Segmentation d'images

Segmentation de contours

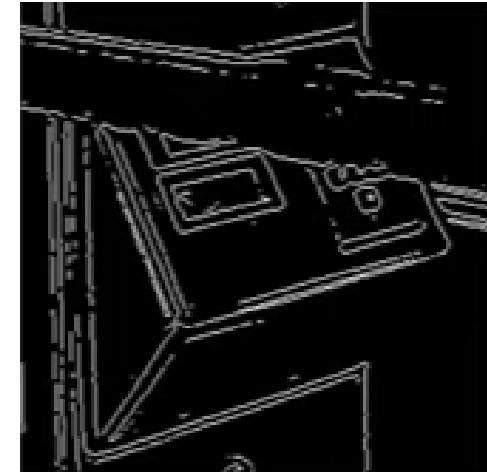
Image originale



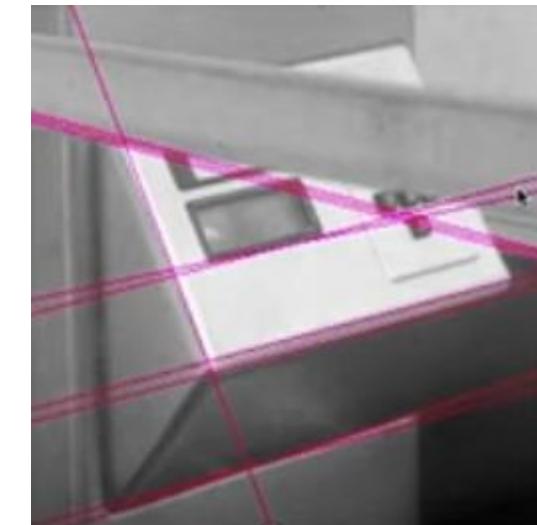
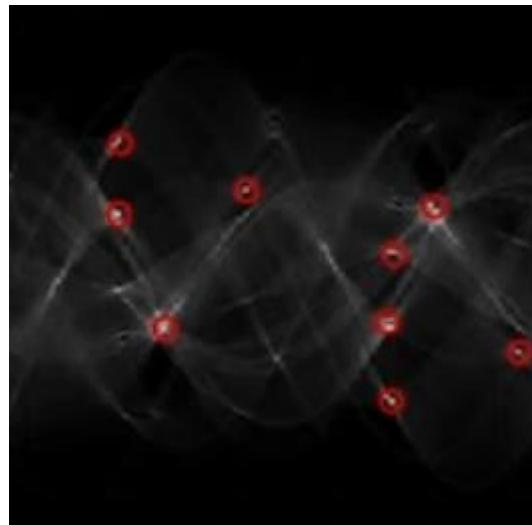
Gradient



Seuillage



Transformée du
Hough $M(\rho, \theta)$

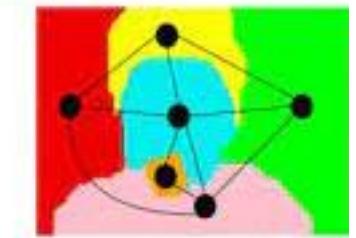
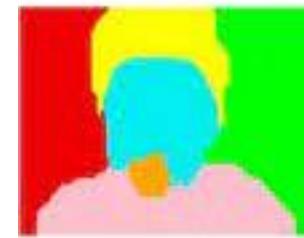


Lignes détectées

Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

C'est un problème fondamental en vision par ordinateur,



On dispose de:

- Ensemble d'entités (point image)
- Ensemble d'attributs caractérisant ces entités (position, luminance,..)

On cherche:

- Une (ou des) partition(s) de ces données ayant des propriétés intéressantes par rapport aux attributs et aux relations topologiques.

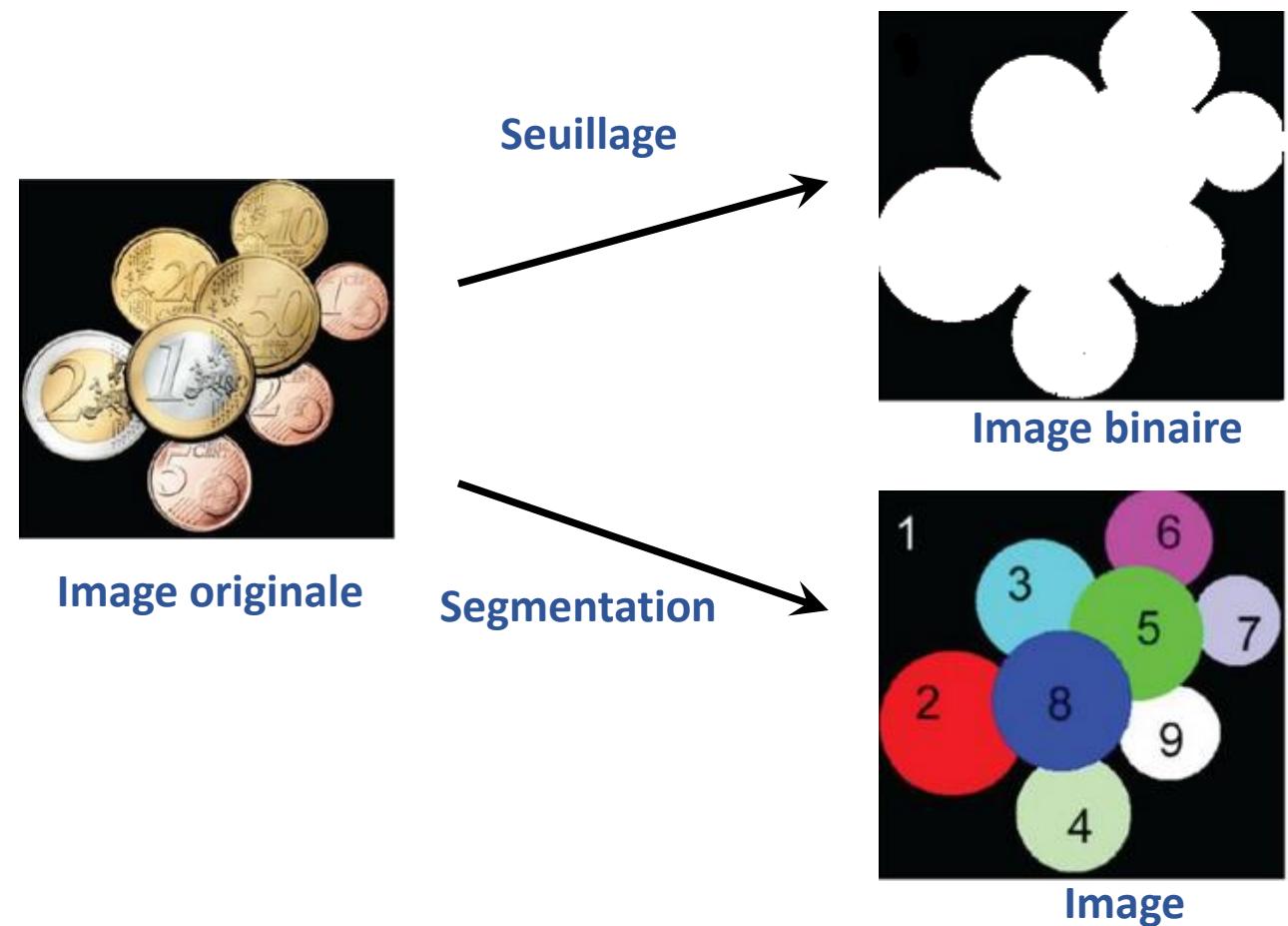
Les problèmes:

- Définir les propriétés des partitions que l'on cherche
- Concevoir des algorithmes permettant l'obtention de partitions optimisant ces propriétés.

Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

- La segmentation consiste alors à regrouper les pixels ayant les mêmes caractéristiques ou les mêmes attributs



Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

- La segmentation peut être utilisée comme un problème de clustering (ex : K-Means, Mean-shift,)

La similarité basée sur :

- l'intensité
- La couleur
- La position

À partir de ces caractéristiques nous pouvons calculer d'autres comme :

- La profondeur des points
- La texture
- Type des surfaces
- ...

Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

- K-Means :

Algorithme K-means :

- K le nombre de cluster à former
- M matrice de données

DEBUT

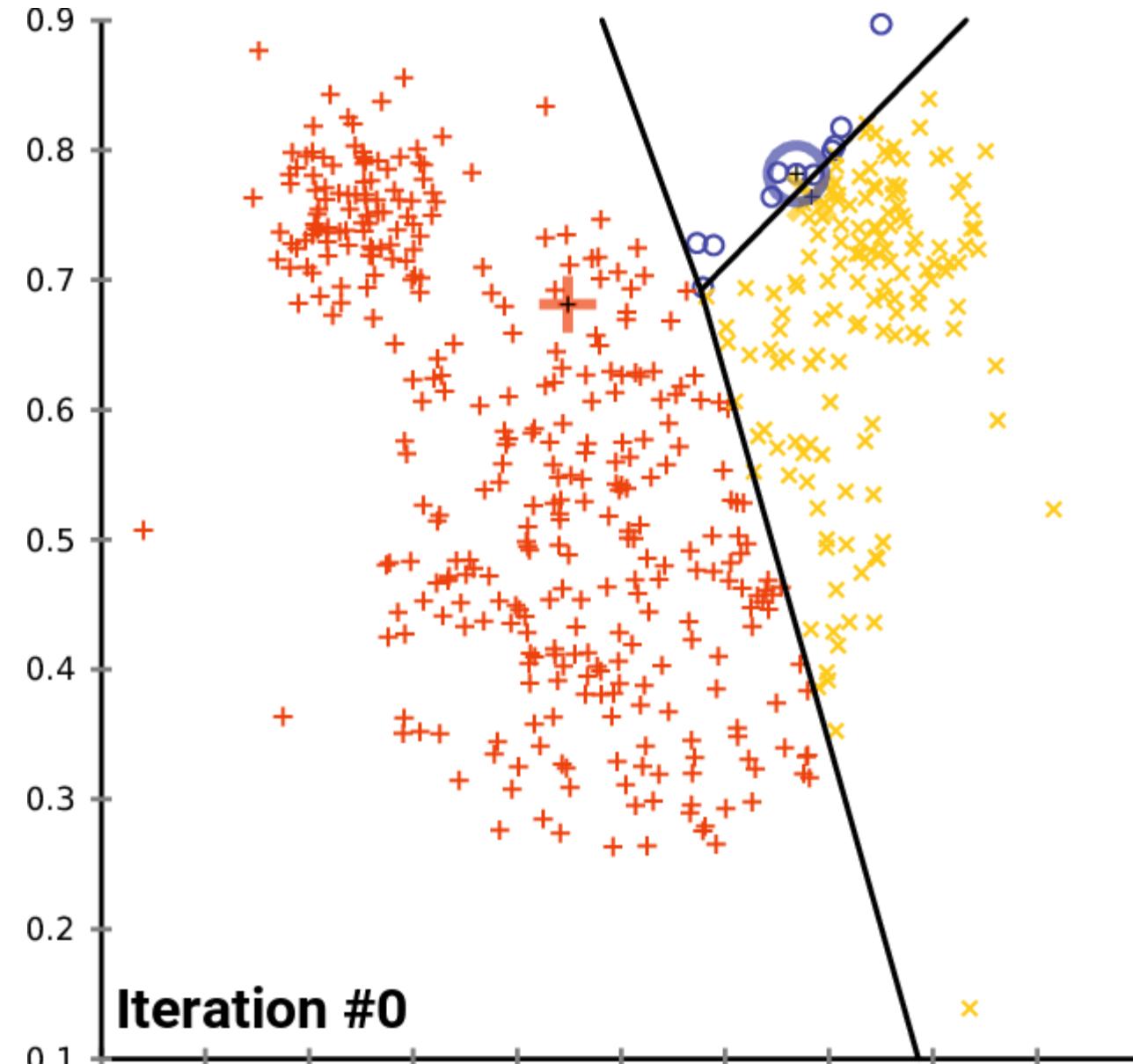
- Choisir aléatoirement K points à partir de M. Ces points sont les centres des clusters.,.

Répéter :

- Affecter chaque point de M au groupe dont il est le plus proche au son centre
- Recalculer le centre de chaque cluster

Jusqu'à la convergence (stabilisation des centres)

Fin.



Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

- K-Means, Mean-s

Image originale



Image segmentée
 $K=16$ l'espace (R,V,B)



Image segmentée
 $K=16$ l'espace (R,V,B,x,y)

Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

- Mean-shift

Algorithme mean shift :

- M matrice de données

DEBUT

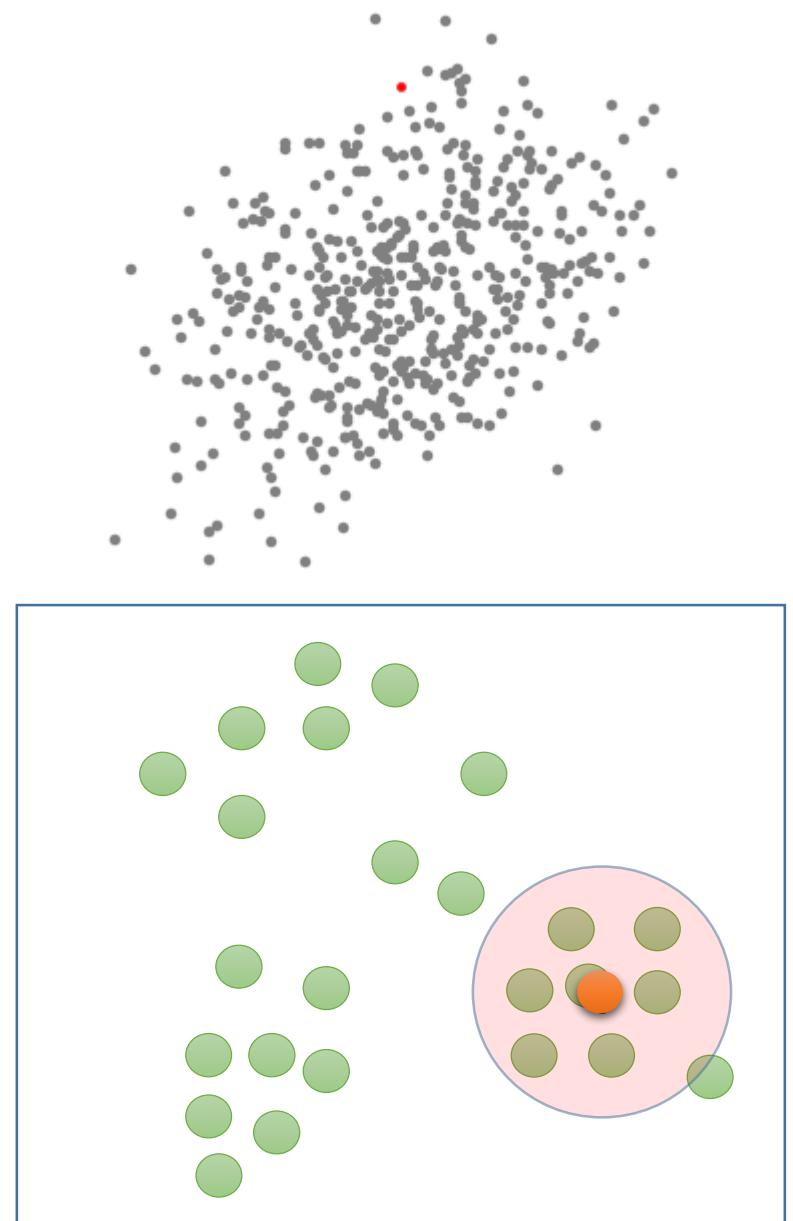
Pour chaque point de la matrice M

Répéter :

- On cherche l'ensemble E des points qui sont dans le voisinage de P.
- On déplace P vers l'isobarycentre de E.
- On réitère depuis l'étape 2 jusqu'à convergence.

Jusqu'à la convergence (stabilisation des centres)

Fin.



Segmentation d'images

Segmentation d'images en régions

Segmentation d'images en régions

On peut aussi utiliser la texture

La texture peut être

- périodique ('répétition d'un motif de base)
- non périodique (désordonnée)

