



CHAPITRE 3: TRAITEMENT D'IMAGES

Sarra MEJRI:

- Docteur en informatique
- sarra.mejri.isim@gmail.com

*Technologies
Multimédias*



PLAN

- 1. Synthèse d'images**
- 2. Représentation d'une image**
- 3. Numérisation**
- 4. Segmentation**

SYNTHÈSE D'IMAGES

INFOGRAPHIE

Infographie:

- informatique graphique,
- est définie comme étant l'utilisation de l'ordinateur pour: **créer**, **mémoriser** et **manipuler** des images.

DÉFINITION : SYNTHÈSE D'IMAGES

- Synthèse d'images (Computer Graphics): utilisation d'un **ordinateur** pour **générer** des **images**.



- Synthèse d'image interactive :
 - l'utilisateur contrôle les attributs de l'image synthétisée à l'aide d'un périphérique d'entrée interactif (souris, crayon optique, clavier, ...).

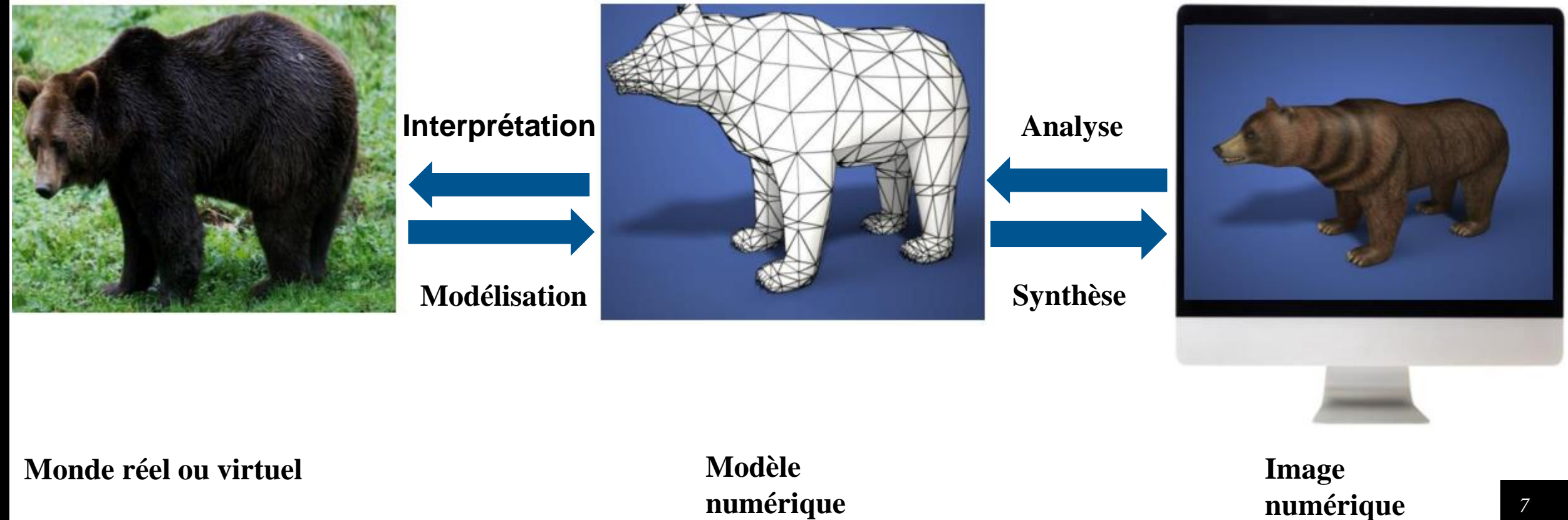
DÉFINITION : ANALYSE D'IMAGES

- Analyse d'images (Image Analysis): Utilisation d'un ordinateur pour interpréter le monde extérieur au travers d'images.



- Traitement d'images (Image Processing): images → données
- Reconnaissance des formes (Pattern Recognition)
- Vision par ordinateur (Computer Vision)

PRINCIPE DE LA SYNTHÈSE D'IMAGES



LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA SYNTHÈSE D'UNE IMAGE

1. **Modélisation:** représentation mathématique des objets de la scène.
2. **Gestion du modèle:** ce qui doit être vu et comment cela doit apparaître.
3. **Production d'une image:** rendu à partir de la description du modèle.

MODÈLE

Le modèle est:

- une **représentation abstraite**
- un ensemble d'**objets** organisés pour représenter **une scène** à afficher.
- une structure formalisée utilisée pour rendre compte d'un ensemble de phénomènes qui possèdent entre eux des centaines de relations.

Objet du modèle = approximation de l'élément modélisé.

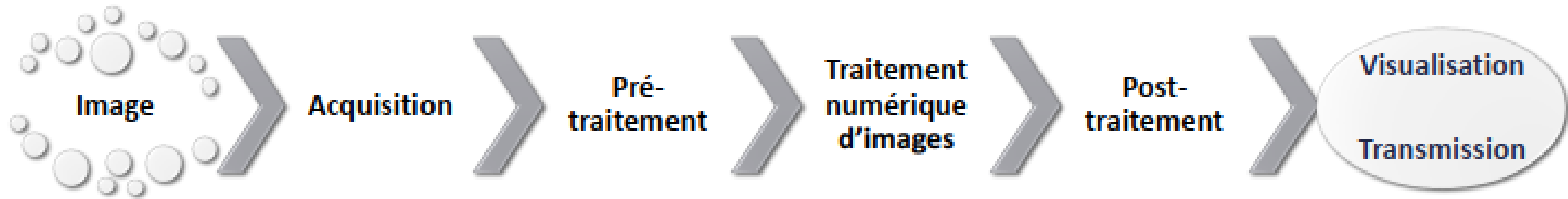
MODÈLE

« Ce que la métaphore est au langage poétique, le modèle l'est au langage scientifique. Métaphores et modèles sont des fictions que nous plaçons à construire soit pour la joie de l'étincelle, soit pour décrire plus adéquatement le réel. »

Philippe Quéau , 1986

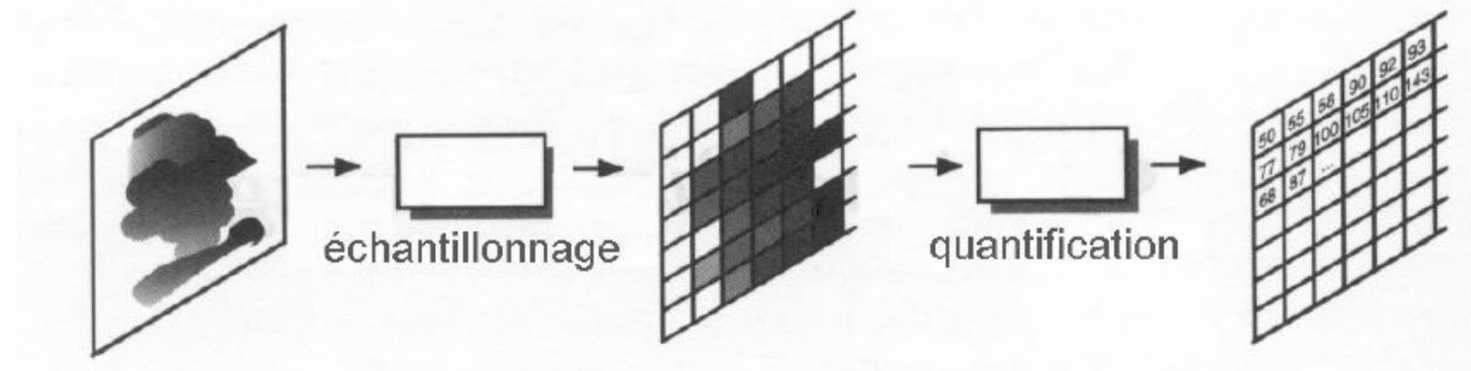
REPRÉSENTATION D'UNE IMAGE

ETAPES DE REPRÉSENTATION DES IMAGES – SYSTÈME DE TRAITEMENT NUMÉRIQUE D'IMAGES

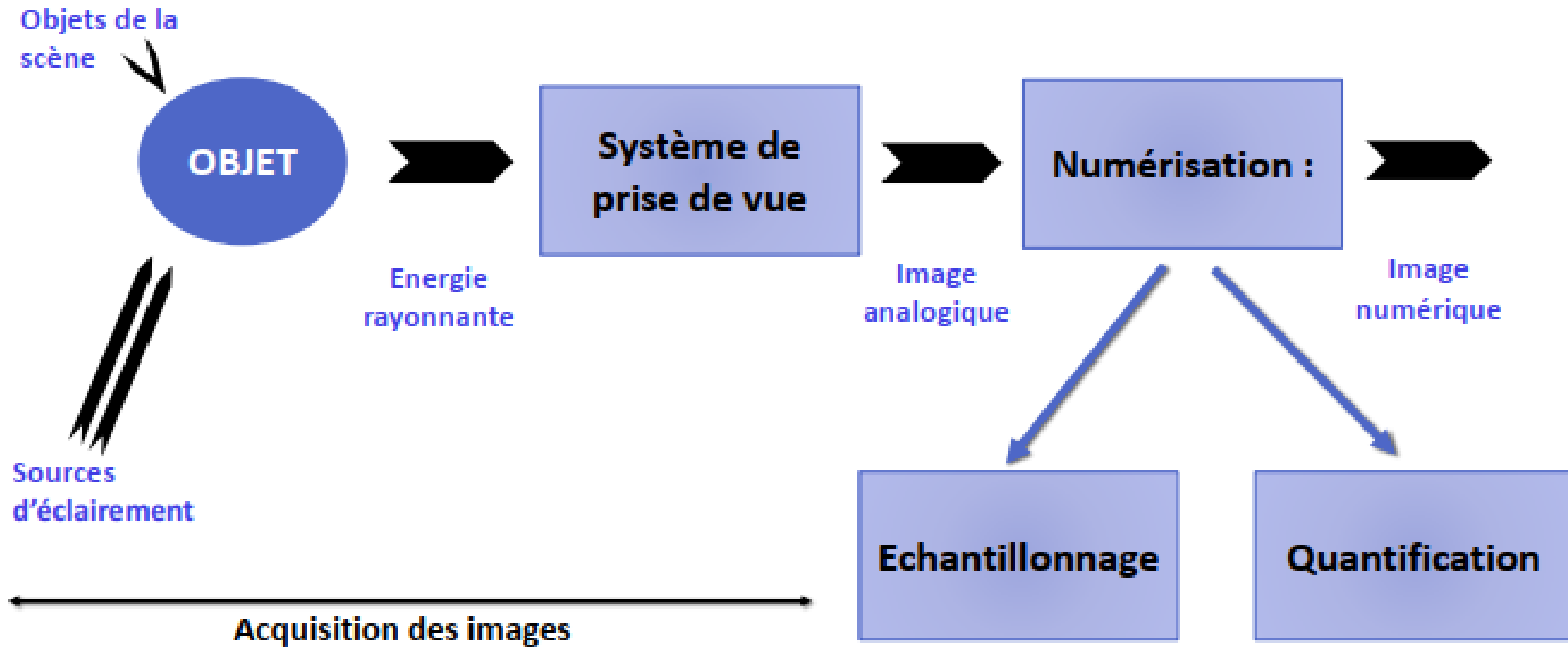


DÉFINITION

- La représentation numérique d'une image est discrète, tandis que l'image elle-même est de nature continue.
- Il est donc nécessaire de procéder à une discrétisation (numérisation) du signal 2D.
 - **Discrétisation spatiale: l'échantillonnage** (Découper l'image en pixels, chacun représentant un point de l'image originale)
 - **Discrétisation des couleurs: la quantification** (Quantifier les couleurs en un nombre limité de valeurs pour chaque pixel)



ACQUISITION DES IMAGES



ACQUISITION DES IMAGES

On utilise:

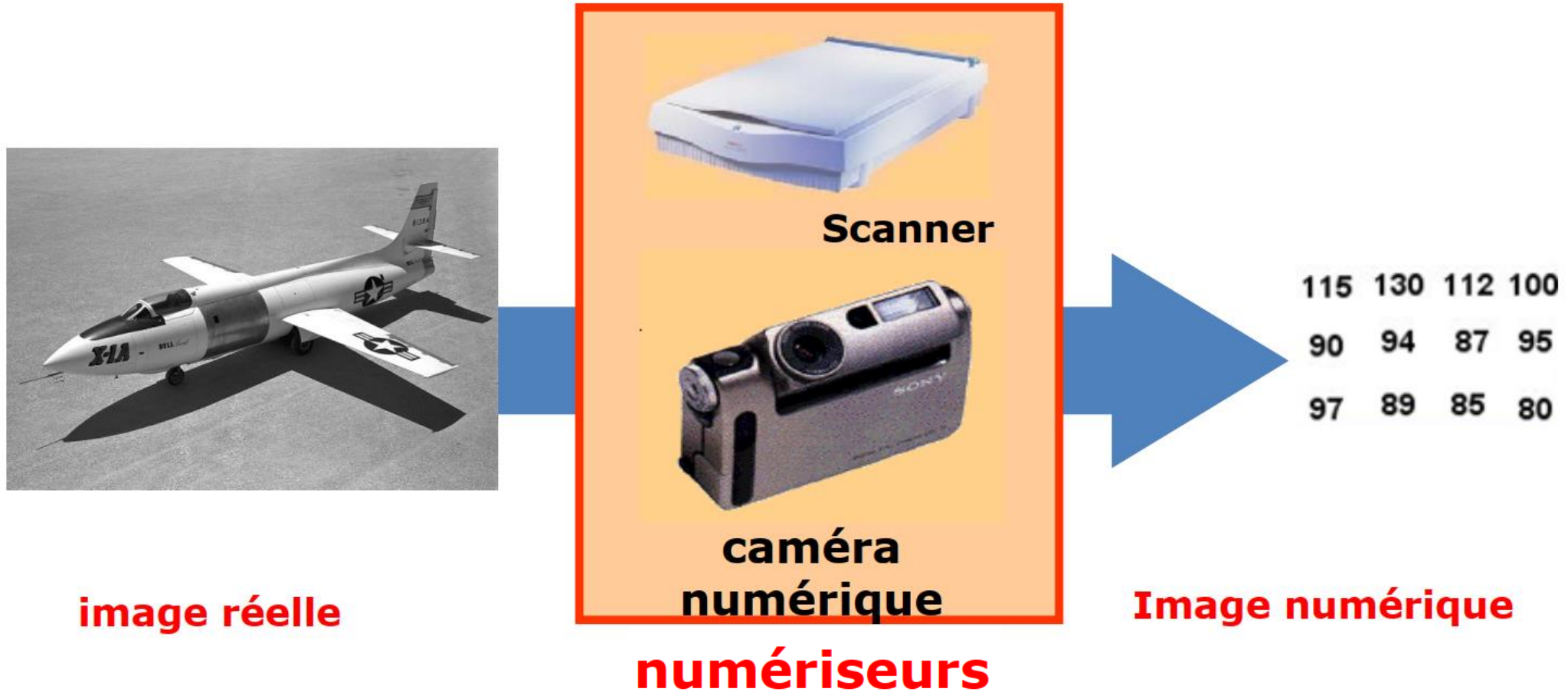
- **des sources d'éclairement** : les sources lumineuses + des objets dans la scène qui renvoient de l'énergie provenant des sources lumineuses + ou d'autres objets.
- **un système de prise de vue** (appareil photo, caméra, etc.) pour observer la scène ou l'objet

ACQUISITION DES IMAGES

- Le système de prise de vue:
 - est une optique qui permet de capter l'énergie lumineuse envoyée par les objets de la scène.
 - focalise une image de la scène sur son plan focal, et un capteur fixe cette image (papier photosensible, cellules CCD, ...).
 - Pour être traitée par un ordinateur, l'image doit être numérisée.
- ➔ **L'image analogique (papier photo) ou partiellement numérisée (cellules CCD) est envoyée dans un module de numérisation.**

NUMÉRISATION

NUMÉRISATION: PRINCIPE

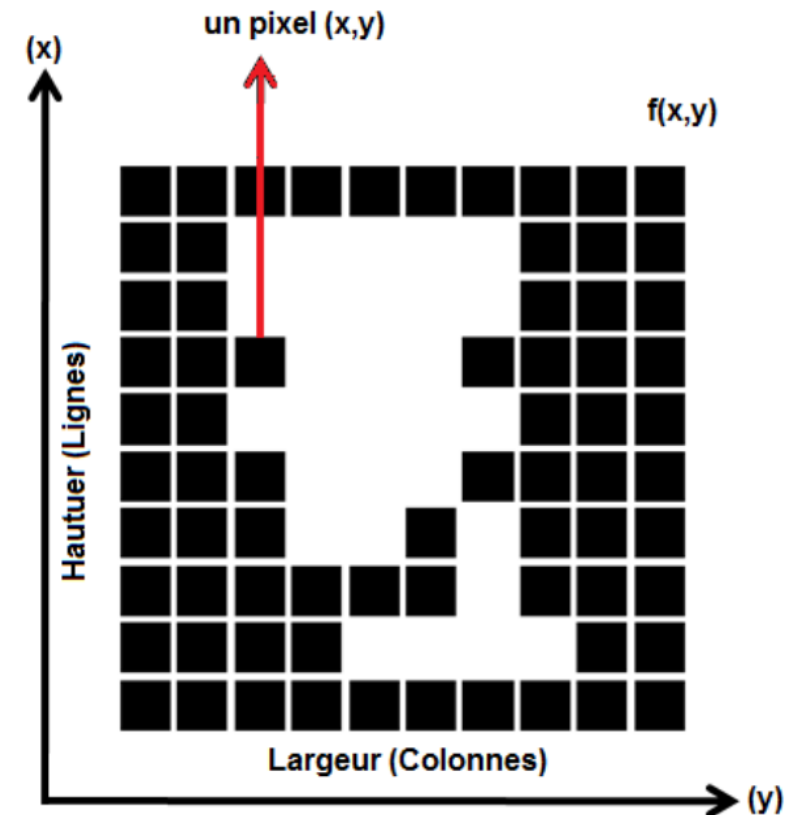


Numérisation = Échantillonnage + Quantification

NUMÉRISATION: PRINCIPE

Qu'est ce qu'une image numérique ?

- Image = matrice de $M \times N$ éléments, ou une fonction $f(x, y)$
- Elle est constitué d'un ensemble de points appelés pixels (**picture element**) correspondant à l'échantillonnage et la quantification d'un signal acquis avec une caméra.
- Le pixel est le plus petit élément constituant une image numérique. L'ensemble de ces pixels est contenu dans un tableau à deux dimensions formant l'image.
- Chaque pixel est localisé par ses coordonnées x et y dans l'image.



NUMÉRISATION: PRINCIPE

Résumé

- La taille d'une image numérique peut se définir par:
 - sa définition en pixels
 - ses dimensions en pouces
 - sa résolution en dpi ou ppp
- Ces trois éléments sont interconnectés: en connaissant deux d'entre eux, il est possible de calculer le troisième. Les formules sont les suivantes:
 - $\text{Résolution} = \text{Définition} / \text{Dimension},$
 - $\text{Définition} = \text{Résolution} * \text{Dimension},$
 - $\text{Dimension} = \text{Définition} / \text{Résolution}.$

NUMÉRISATION: PRINCIPE

Résumé

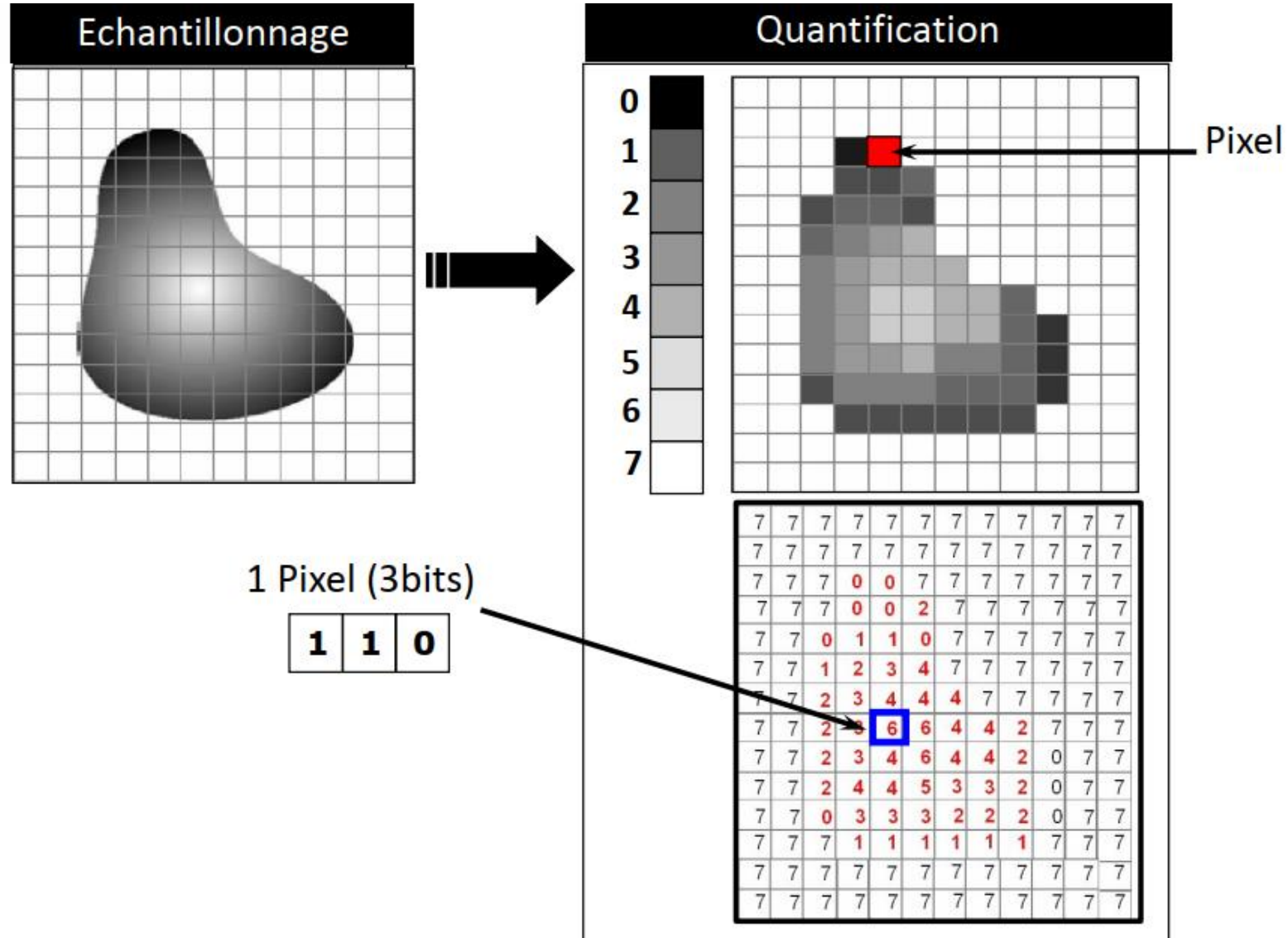
- Dans le cas générale: **Nombre de pixels par pouce (ppp)**
= nombre de pixels / nombre de pouces,
- **Exemple:** Une image 40 x 40 pixels mesurant 4 x 4
pouces a une résolution: $40/4=10$ dpi

NUMÉRISATION: PRINCIPE

L'obtention d'une image numérique nécessite deux processus:

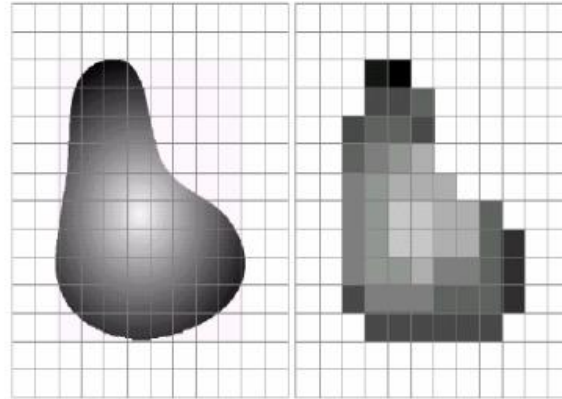
- **Echantillonnage** spatial de l'image:
 - Découpage en « tranche »: définition de la résolution spatiale de l'image (nombre pixels en horizontal et en vertical).
- **Quantification** du niveau de luminance:
 - Définition de la résolution de luminance: Précision du nombre de bits utilisé pour le codage de chaque échantillon (pixel).

ECHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION



ECHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION

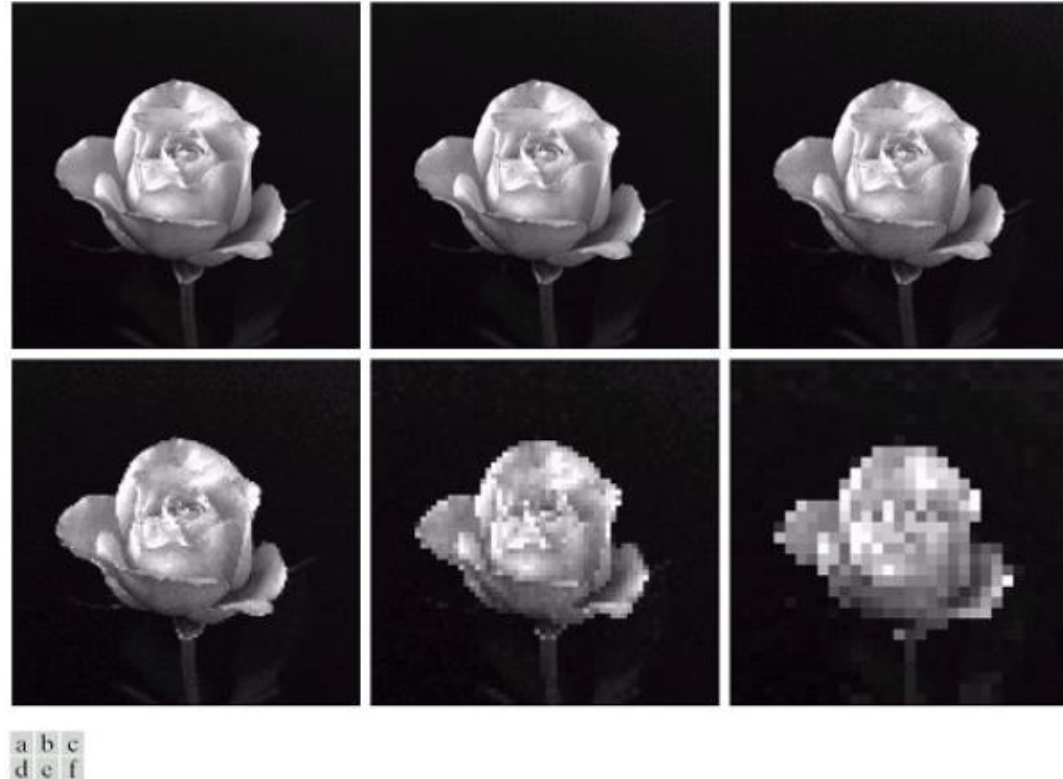
- L'échantillonnage est limité par la capacité du capteur, donc le nombre de pixels disponible.



- La quantification est limitée par la quantité de tons (de gris) définie dans l'intervalle

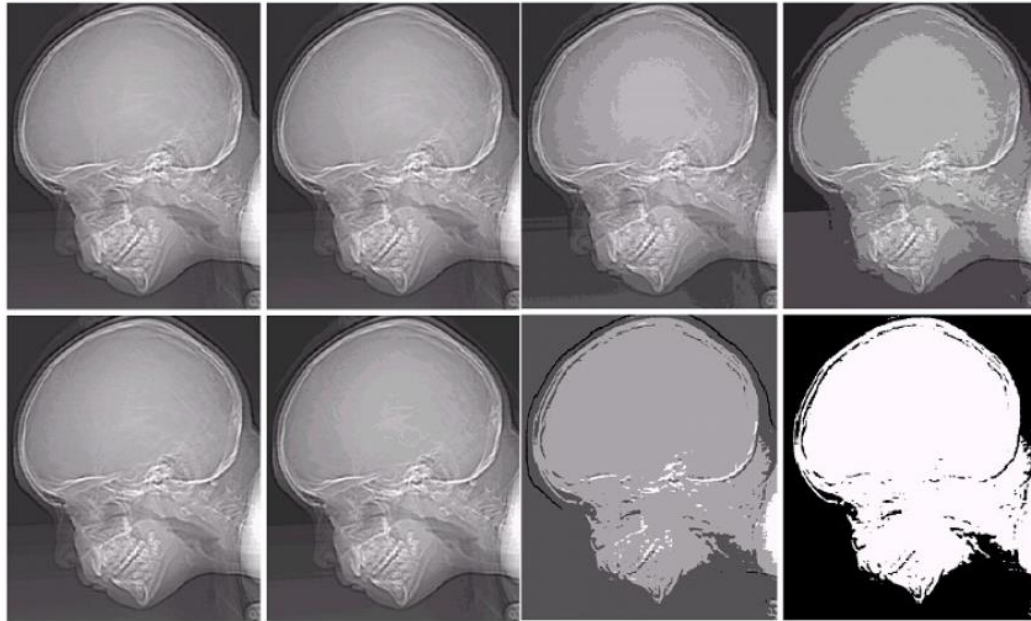
50	55	60	71	76	68
62	73	83	101	110	98
78	88	82	120	126	110
81	89	94	130	127	124
92	78	87	141	135	119
88	86	103	136	133	129
79	97	109	123	136	142
100	102	96	97	101	98

ECHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION



Exemple de variation de l'échantillonnage
1024x1024; 512x512; 256x256, 128x128, 64x64, 32x32

ECHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION



A B C D
E F G H

Exemple de Variation de quantification (452x374 pixels):

A) 256 tons de gris B)128 C)64 D)32 E)16 F)8 G)4 H)2

ÉCHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION

Echantillonnage: Description spaciale



256x256



128x128



64x64



32x32

Quantification: plage de couleurs



6 bits



4 bits



3 bits



2 bits

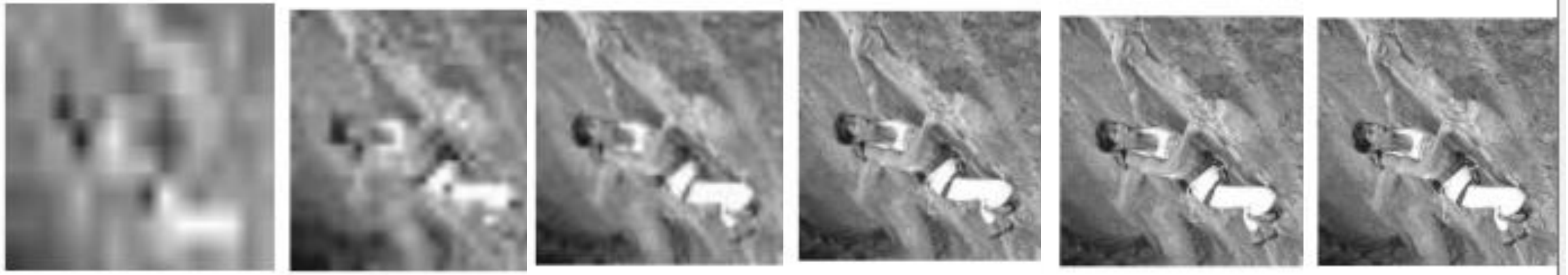


1 bit

NUMÉRISATION : ECHANTILLONNAGE

- Echantillonnage: On passe d'une image continue à une image discrète
 - en choisissant sur l'image continue des valeurs en différents points afin de pouvoir calculer une image discrète. Mais on ne peut pas prendre ces points n'importe où.
 - en les déterminant à l'aide d'une fonction d'échantillonnage, le plus souvent cette fonction est appelée un “peigne” de Dirac.
- Le sous-échantillonnage: réduit le nombre de points dans l'image.
- Le sur-échantillonnage: augmente le nombre de points dans l'image.

ECHANTILLONNAGE



16 x 16

32 x 32

64 x 64

128 x 128

256 x 256

512 x 512

- ✓ Si l'échantillonnage est trop grossier, l'image devient inexploitable.
- ✓ s'il est trop fin, on a un nombre de pixels trop important

QUANTIFICATION

La quantification consiste à :

- coder sous forme binaire les valeurs prélevées lors de l'échantillonnage. Le signal ainsi quantifié est une suite de valeurs numériques manipulables par le processeur.
- spécifier le nombre de bits nécessaires (en général 8 bits) pour représenter le signal

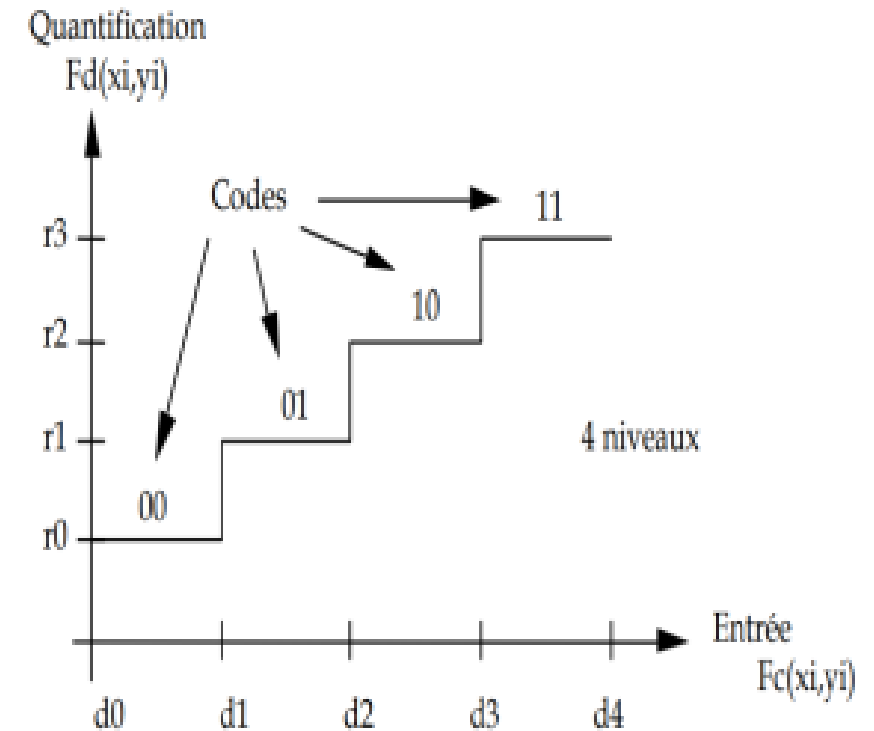
- 1 bit → 2 niveaux : 0 (noir), 1 (blanc) (image binaire)
- 2 bits → 4 niveaux
- 8 bits → 256 niveaux 0 (noir), ..., 255 (blanc)
- 12, 16, 32 bits
- **N bits → 2^N niveaux : 0 (noir), ..., $2^N - 1$ (blanc)**

QUANTIFICATION

On parle de quantification lorsqu'on réduit le nombre de valeurs possible pour représenter les valeurs de l'image.

Etant donnée une image échantillonnée spatialement, on a, en tous les points d'échantillonnage (x_i, y_i) une valeur continue $f_c(x_i, y_i)$.

L'objet de la quantification est de remplacer cette fonction continue (nombre flottant, compris entre 0 et 1 par exemple) par une fonction discrète $f_d(x_i, y_i)$, c'est-à-dire coder l'intensité du pixel, suivant un nombre limité de bits (= 256 niveaux, si on code l'image sur 8 bits).



QUANTIFICATION : EXEMPLE



7 bits

6 bits

5 bits

4 bits

3 bits



2 bits

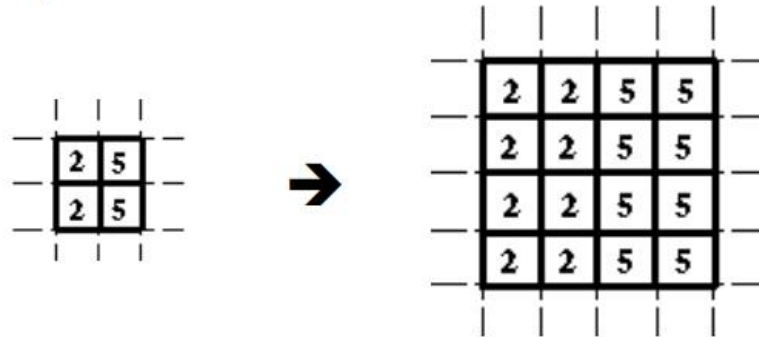


1 bit

- ✓ Si on utilise un nombre de bits trop petit, l'information de l'image est détruite.
- ✓ Si on utilise trop de bits, certains sont inutiles

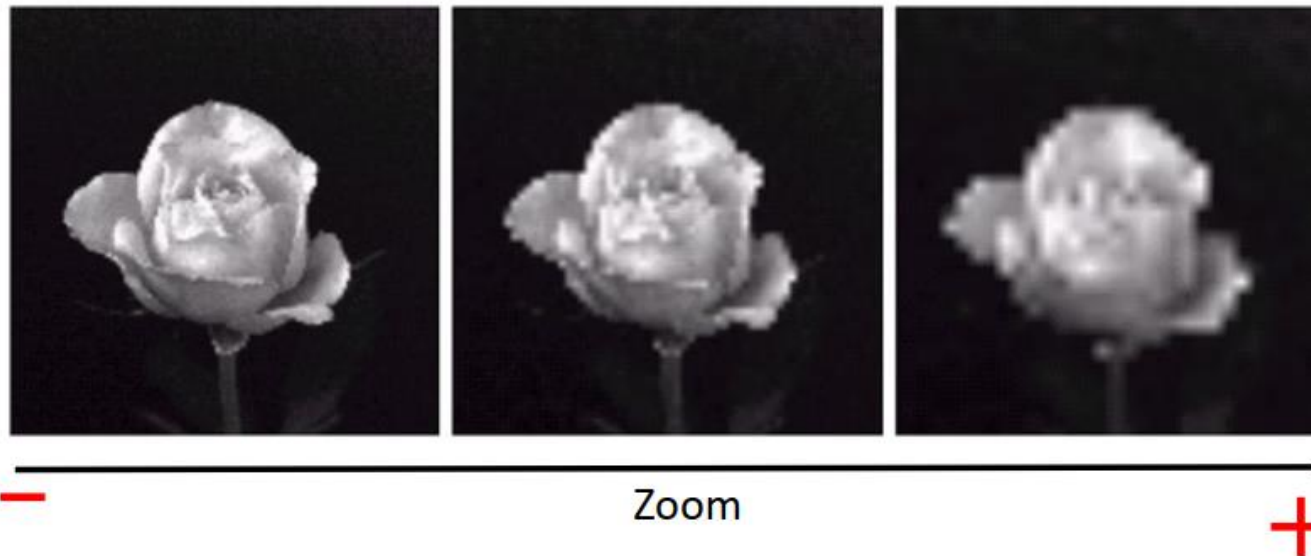
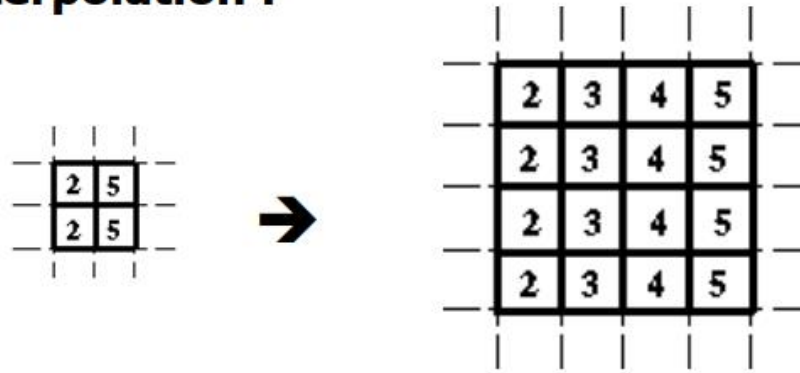
CHANGEMENT D'ÉCHELLE

● Zoom par réplication :



CHANGEMENT D'ÉCHELLE

● Zoom par interpolation :



SEGMENTATION

INTRODUCTION

- Une image est généralement composée d'objets.
- L'analyse de cette image nécessite l'identification de ces objets.
- Cette opération consiste à partitionner l'image en zone homogènes selon un critère bien déterminé: couleur, texture, niveau de gris, etc.



SEGMENTATION

A quoi sert la segmentation en région?

La segmentation en régions permet de diviser une image en zones distinctes qui partagent des caractéristiques similaires.

- Recalage d'images, mises en correspondance.



SEGMENTATION

A quoi sert la segmentation en région?

- Elle facilite les mesures et la compréhension de la scène en permettant l'identification et la distinction des objets:
 - Reconnaissance d'objets
 - Indexation: rechercher dans une base d'images, les images similaires à une image initiale.
 - Compression en réduisant la quantité d'informations redondantes
 - Recalage d'images, mises en correspondance.

CHAMPS D'APPLICATION

- Médecine: Imagerie médicale, pour segmenter et analyser des zones spécifiques comme les tumeurs (tumeur/non-tumeur), les cellules, chromosomes ou différentes pathologies, ce qui aide au diagnostic et au suivi des patients.
- Biométrie
- Vidéo-surveillance
- Robotique
- Télédétection
- Reconnaissance des formes: reconnaissance de caractères
- Industrie manufacturière
- Traitement de documents

MÉTHODES DE SEGMENTATION

□ Méthodes globales:

- **Classification puis équeutage en composantes connexes:** classifiez les pixels de l'image en différentes catégories (par exemple, selon des seuils d'intensité), puis à identifier et regrouper les pixels adjacents qui appartiennent à la même classe en composantes connexes. Cette approche est couramment utilisée pour segmenter des zones homogènes.
 - **Classification basée sur des histogrammes**
 - **Méthodes de clustering (k-means, c-means)**
- **Segmentation basée sur l'extraction de contours**

MÉTHODES DE SEGMENTATION

❑ Méthodes locales

- Se basent sur les notions de prédicats et de partitions
 - **Ascendantes (bottom-up):** croissance de régions: Cette approche commence par des pixels ou des régions initiales, qui se développent en intégrant les pixels adjacents si ceux-ci répondent à des critères de similarité prédéfinis (par exemple, des seuils de couleur ou de texture).
 - **Descendantes (top-down): division-fusion:** Cette méthode part de l'image entière et la divise en sous-régions jusqu'à obtenir des zones homogènes. Ces régions sont ensuite fusionnées si elles respectent certains critères de similarité.

MÉTHODES DE SEGMENTATION

□ Méthodes mixte régions-contours

- **Ligne de partage des eaux:** Elle segmente l'image en fonction des variations d'intensité, en attribuant des pixels aux régions selon des gradients.
- **Coopération région-contours:** Cette approche utilise les informations des régions et des contours de manière coopérative pour affiner la segmentation. Les contours guident la délimitation des régions, tandis que les régions fournissent des informations pour valider ou ajuster les contours.

MÉTHODES BASÉES HISTOGRAMME

Principe

1. Localisation sur un histogramme d'un mode isolé
2. Détection des zones correspondantes par seuillage
3. Parmi les zones de l'image contribuant à ce mode, sélection de la région connexe la plus grande

Exemple

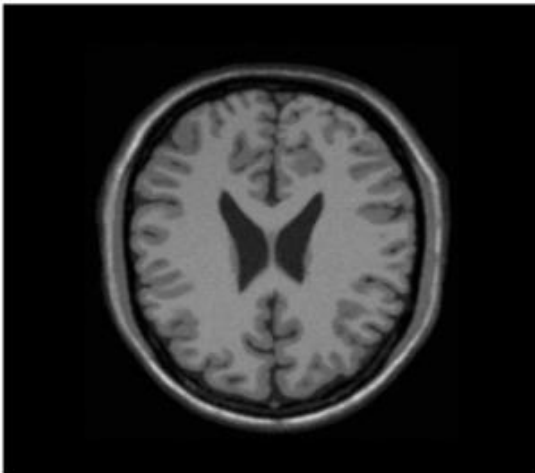
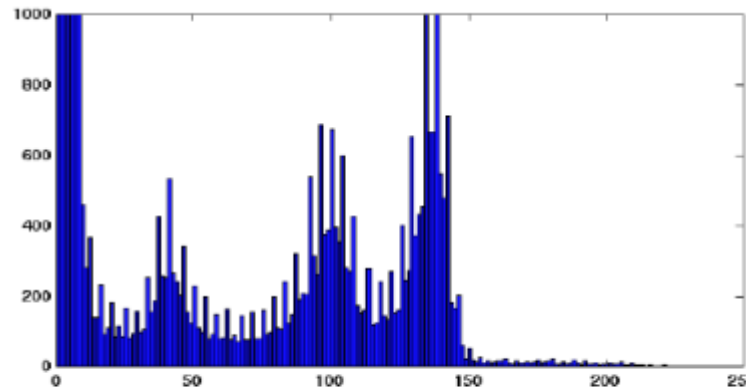


Image originale

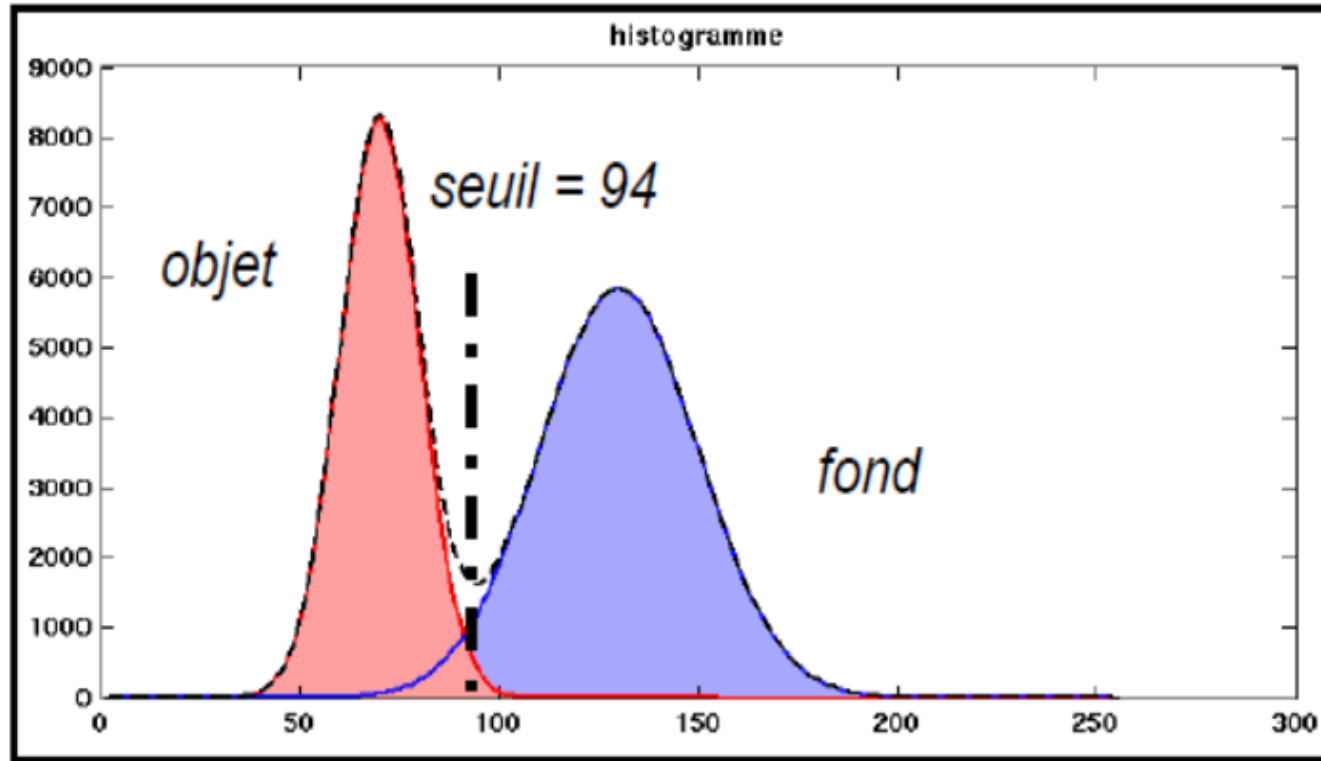


Histogramme de l'image

MÉTHODES BASÉES HISTOGRAMME

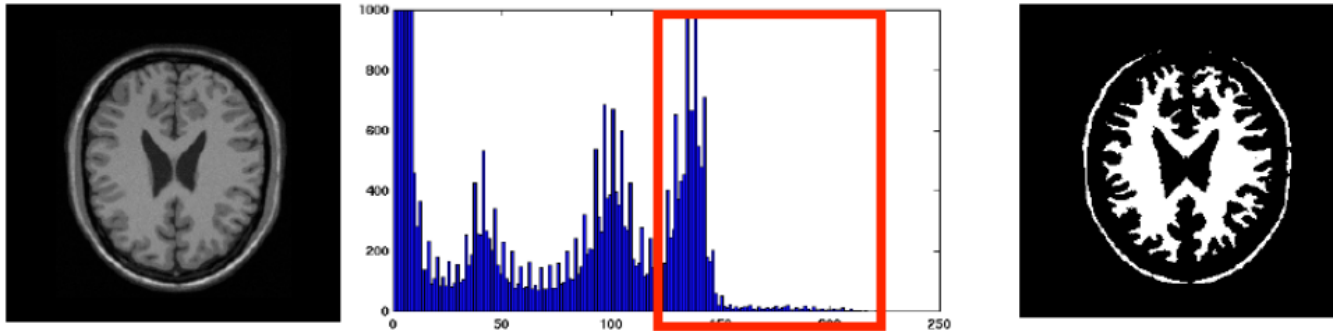
- Segmentation fondée sur le seuillage

Exemple: Seuillage avec apprentissage



MÉTHODES BASÉES HISTOGRAMME

- Principe :
- Localisation sur l'histogramme d'un premier mode

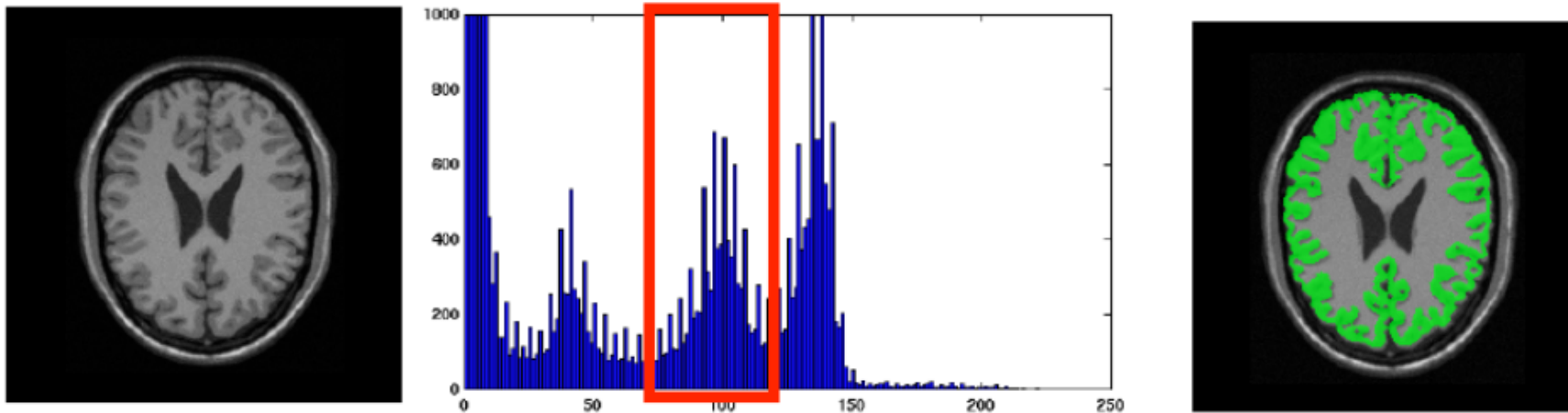


- Sélection de la région connexe la plus grande



MÉTHODES BASÉES HISTOGRAMME

- Principe :
- Localisation sur l'histogramme d'un 2^{ème} mode



- Sélection de la région connexe la plus grande

SEGMENTATION FONDÉE SUR LE SEUILLAGE

- Principe
 - Itération jusqu'à résultat final

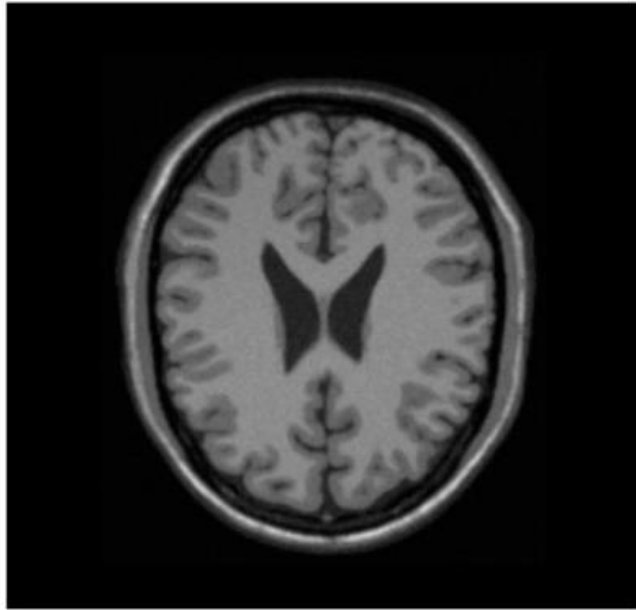


Image original

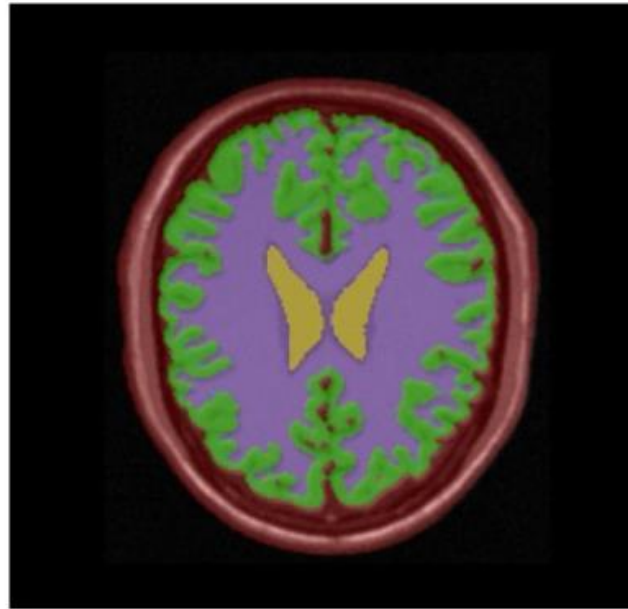
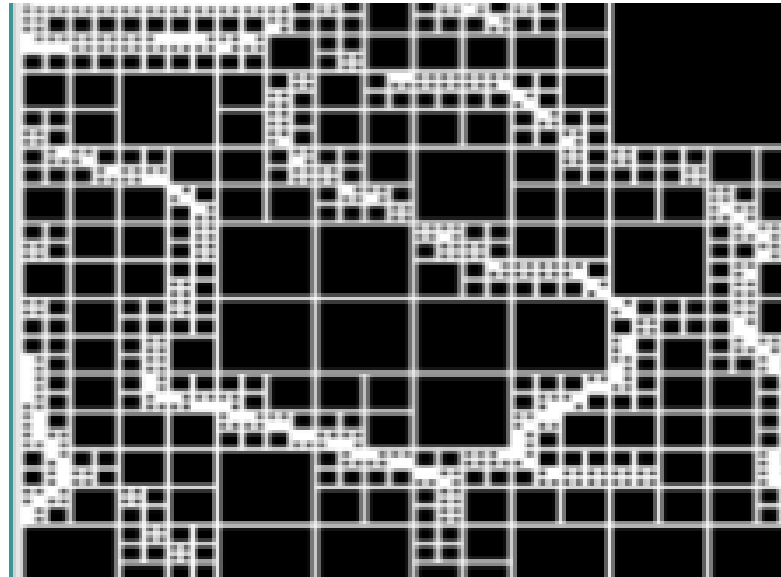


Image segmenté

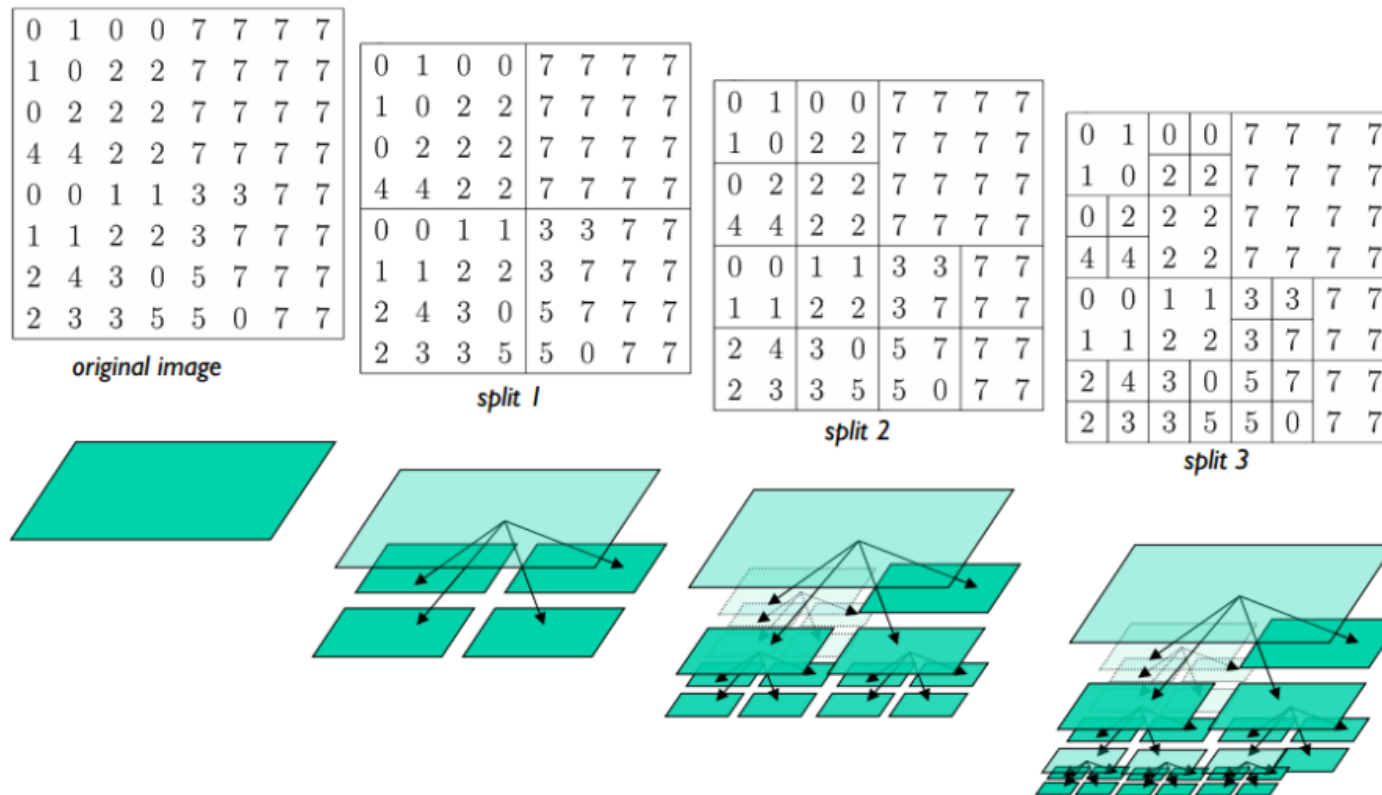
SEGMENTATION FONDÉE SUR LES RÉGIONS

- **Partition et Fusion:**
- **Algorithme « split and merge »:** Partager et fusionner
- **Splitting:** On divise les régions non-homogènes



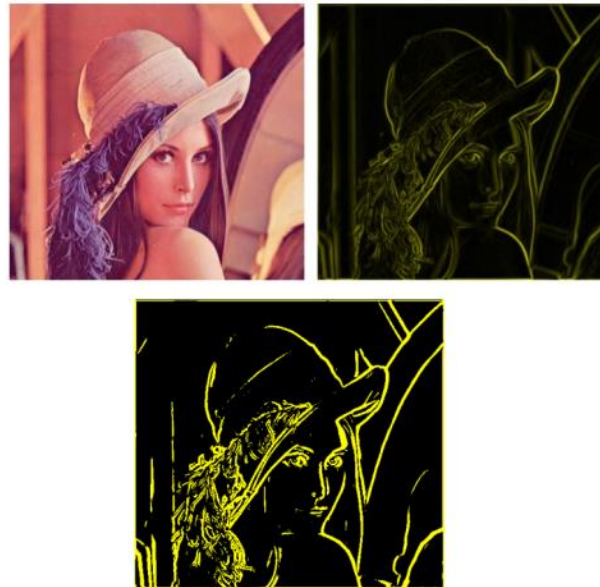
SEGMENTATION FONDÉE SUR LES RÉGIONS

- Partition et Fusion



SEGMENTATION MIXTE FONDÉE SUR LES RÉGIONS&CONTOUR

- Dans la segmentation par approches contours, il y a deux problématiques à résoudre, à savoir :
 - caractériser la frontière entre les régions: détection de contours
 - fermer les contours



Exercice d'application

- Soit F une image donnée par la matrice ci-dessous

9	9	1	6	9	2	10	10
6	5	2	10	4	2	6	2
2	2	5	10	10	10	9	4
5	2	2	0	3	0	3	6
9	2	2	5	10	3	10	6
5	1	9	1	1	1	6	7
5	1	1	1	5	5	7	7
9	9	8	6	8	6	8	6

- Segmenter (Binariser) cette image pour une valeur de seuil $s=5$.