

Traitement d'Images

2022 - 2023

Traitement d'Images
M1 - MID423

M. SID AHMED BERRABAH

PROGRAMME

2

- **Introduction au TI**
- **Histogramme & Opérations Pixel**
- **Filtres : Voisinage et traitement spatial**
- **Filtres linéaires et non linéaires**
- **Opérations Morphologiques**
- **Détection de contours**
- **Segmentation**

PROGRAMME

3

□ **Introduction au TI**

- **Image et Image numérique ?**
- **Traitement d'Image (TI) ?**
- **Exemples de TI**
- **Applications de TI**
- **Étapes essentielles dans le TI**

□ **Histogramme & Opérations Pixel**

□ **Filtres : Voisinage et traitement spatial**

PROGRAMME

4

- Introduction au TI
- **Histogramme & Opérations Pixel**
 - Définition et calcul de l'Hist d'une Img
 - Utilisation de l'Hist pour l'analyse de l'image
 - Opérations Pixel
 - Opérations Pixel et Histogramme
 - Normalisation de l'Hist
- Filtres : Voisinage et traitement spatial

PROGRAMME

5

- Introduction au TI
- Histogramme & Opérations Pixel
- **Filtres : Voisinage et traitement spatial**
 - **Définition de voisinage du pixel**
 - **Définition du filtrage**
 - **Applications de filtrage**
- Filtres linéaires et non linéaires
- Opérations Morphologiques
- Détection de contours

PROGRAMME

6

- Introduction au TI
- Histogramme & Opérations Pixel
- Filtres : Voisinage et traitement spatial
- **Filtres linéaires et non linéaires**
- Opérations Morphologiques
- Détection de contours
- Segmentation

PROGRAMME

7

- Filtres : Voisinage et traitement spatial
- Filtres linéaires et non linéaires
- **Opérations Morphologiques**
 - **Image Binaire**
 - **Dilatation et Erosion**
 - **Fermeture et ouverture**
 - **Extension des Op Mor aux Img en niveau de gris**
- Détection de contours

PROGRAMME

8

- Introduction au TI
- Histogramme & Opérations Pixel
- Filtres : Voisinage et traitement spatial
- Filtres linéaires et non linéaires
- Opérations Morphologiques
- **Détection de contours**
- **Segmentation**

PROGRAMME

9

- Introduction au TI
- Histogramme & Opérations Pixel
- Filtres : Voisinage et traitement spatial
- Filtres linéaires et non linéaires
- Opérations Morphologiques
- **Détection de contours**
- Segmentation

PROGRAMME

10

- Introduction au TI
- Histogramme & Opérations Pixel
- Filtres : Voisinage et traitement spatial
- Filtres linéaires et non linéaires
- Opérations Morphologiques
- Détection de contours
- **Segmentation**

CHAPITRE 1 :

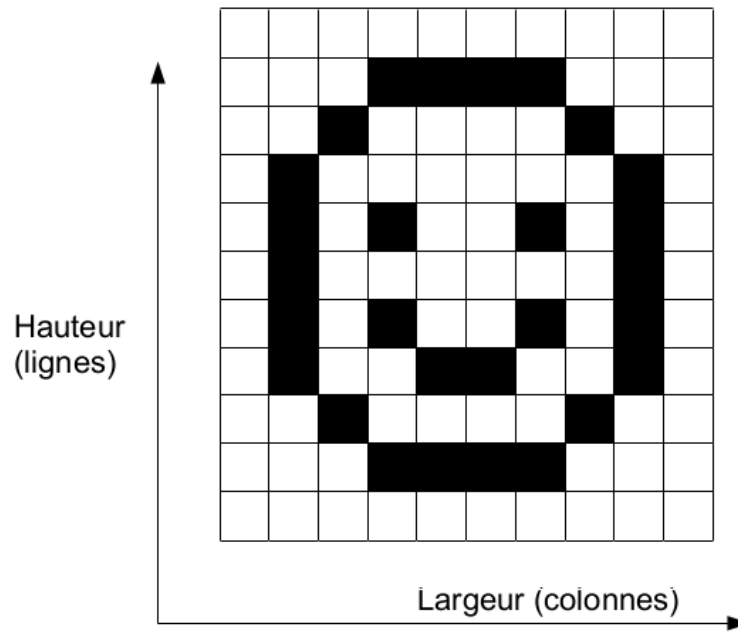
Traitement d'Images : Introduction

INTRODUCTION

12

C'est quoi une Image ?

- Une image numérique est constituée d'un ensemble de points appelés pixels (abréviation de PICture Element) pour former une image. Le pixel représente ainsi le plus petit élément constitutif d'une image numérique. L'ensemble de ces pixels est contenu dans un tableau à deux dimensions constituant l'image :



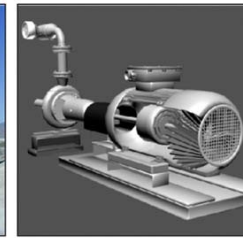
Exemple d'Images Numériques

13

- a) Photo de nature
- b) Image Synthétique
- c) Poster
- d) Prise d'écran
- e) Illustration noir et blanc (dessin)
- f) barre codes
- g) empreint digitale
- h) Rayon-X
- i) Films Microscopique
- j) Images Satellitaire
- k) Image Radar
- l) Astronomie



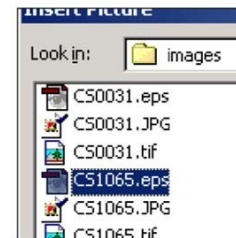
(a)



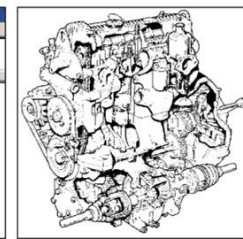
(b)



(c)



(d)



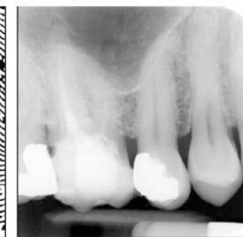
(e)



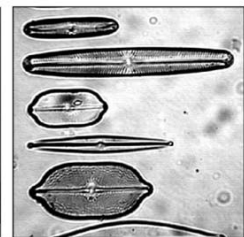
(f)



(g)



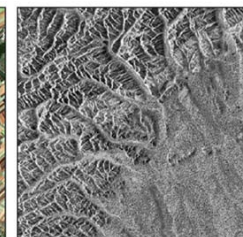
(h)



(i)



(j)



(k)



(l)

Traitement d'Image ?

14

- Un algorithme qui affecte une image pour créer une nouvelle image
- L'objectif du TI est d'extraire des informations utiles de l'image
- A l'entrée une image et à la sortie une image



Image originale

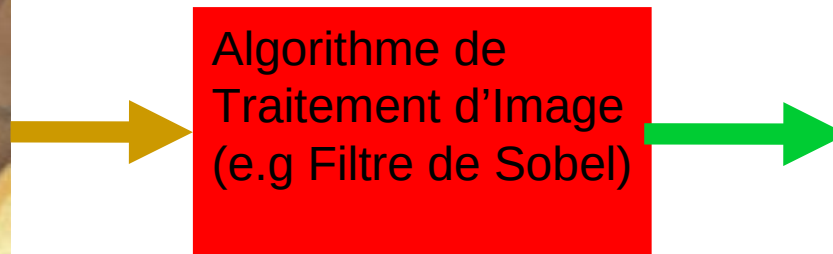
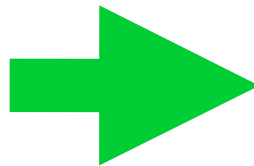
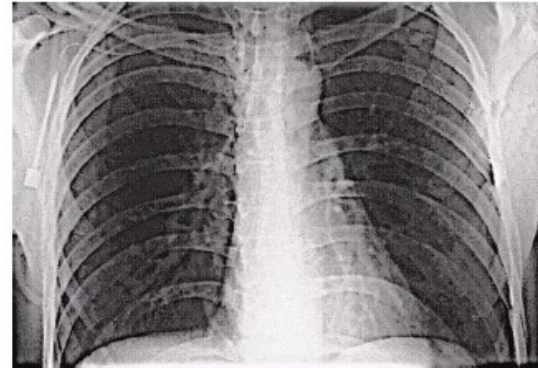
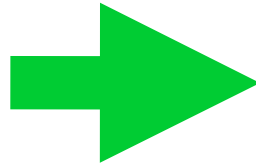
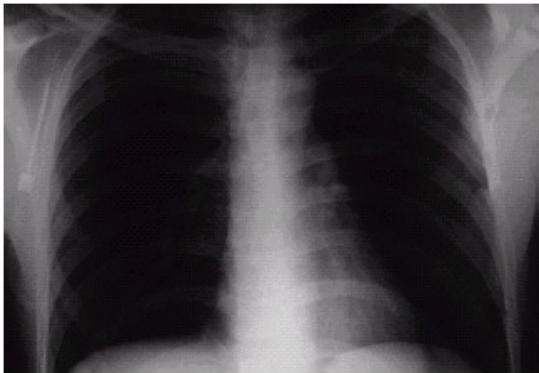


Image traitée

Exemples de TI

15

◆ Élimination de Bruit



Exemples de TI

16

◆ Ajustement du Contraste



◆ Détection de Contour



Exemples de TI

17

◆ Segmentation, détection de régions



◆ Compression d'Image



© Graeme Cookson / Shutterstock

Du traitement d'image à l'application

18

Haut niveau

Vision par ordinateur

Détection d'objets, reconnaissance, tracking, l'analyse des formes, Intelligence Artificielle et l'apprentissage , ...

Analyse d'Image

Segmentation, Recalage d'images, Correspondance, ...

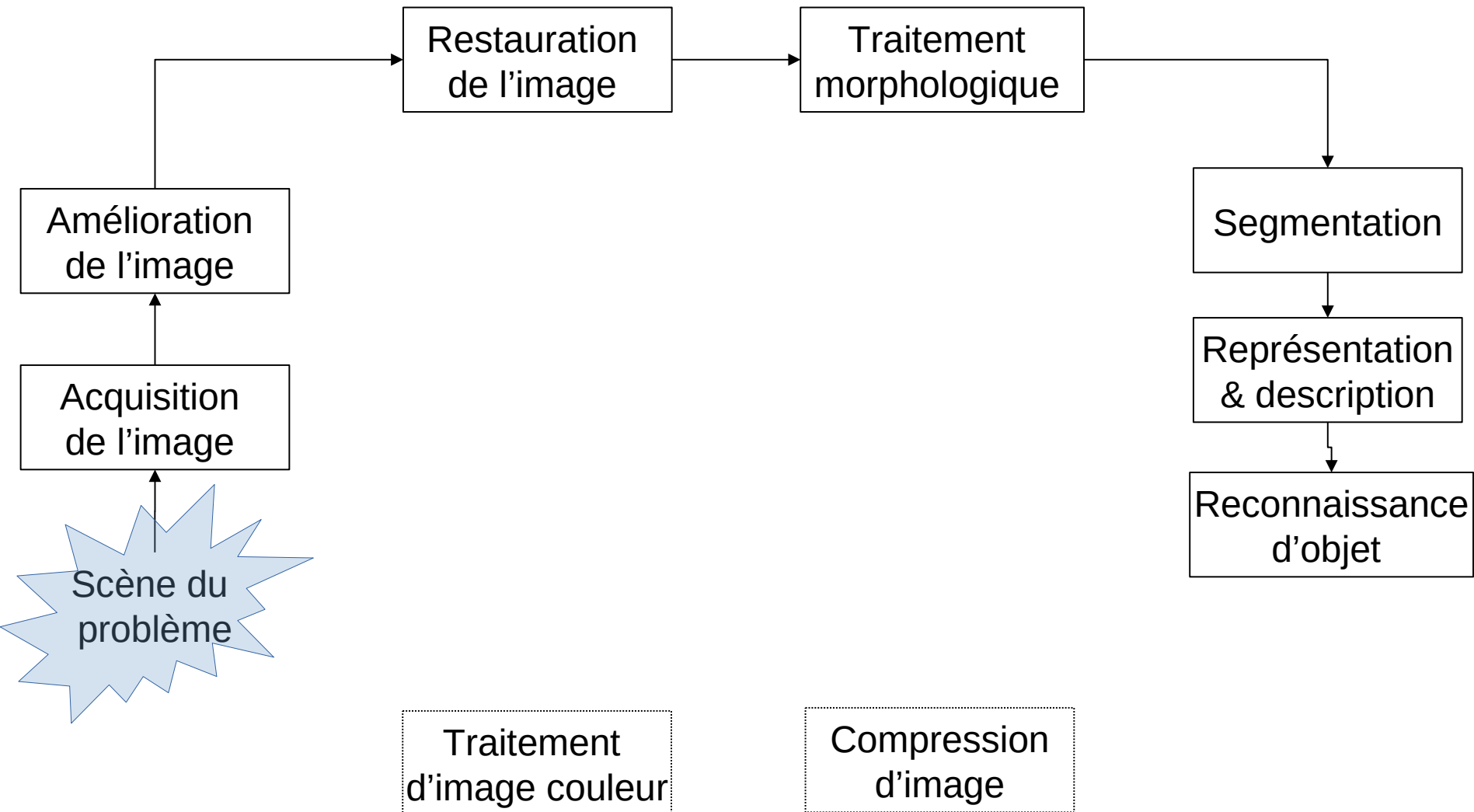
Bas niveau

Traitement d'Image

Suppression de bruit, restauration, detection de zones d'intérêts
Compression, ...

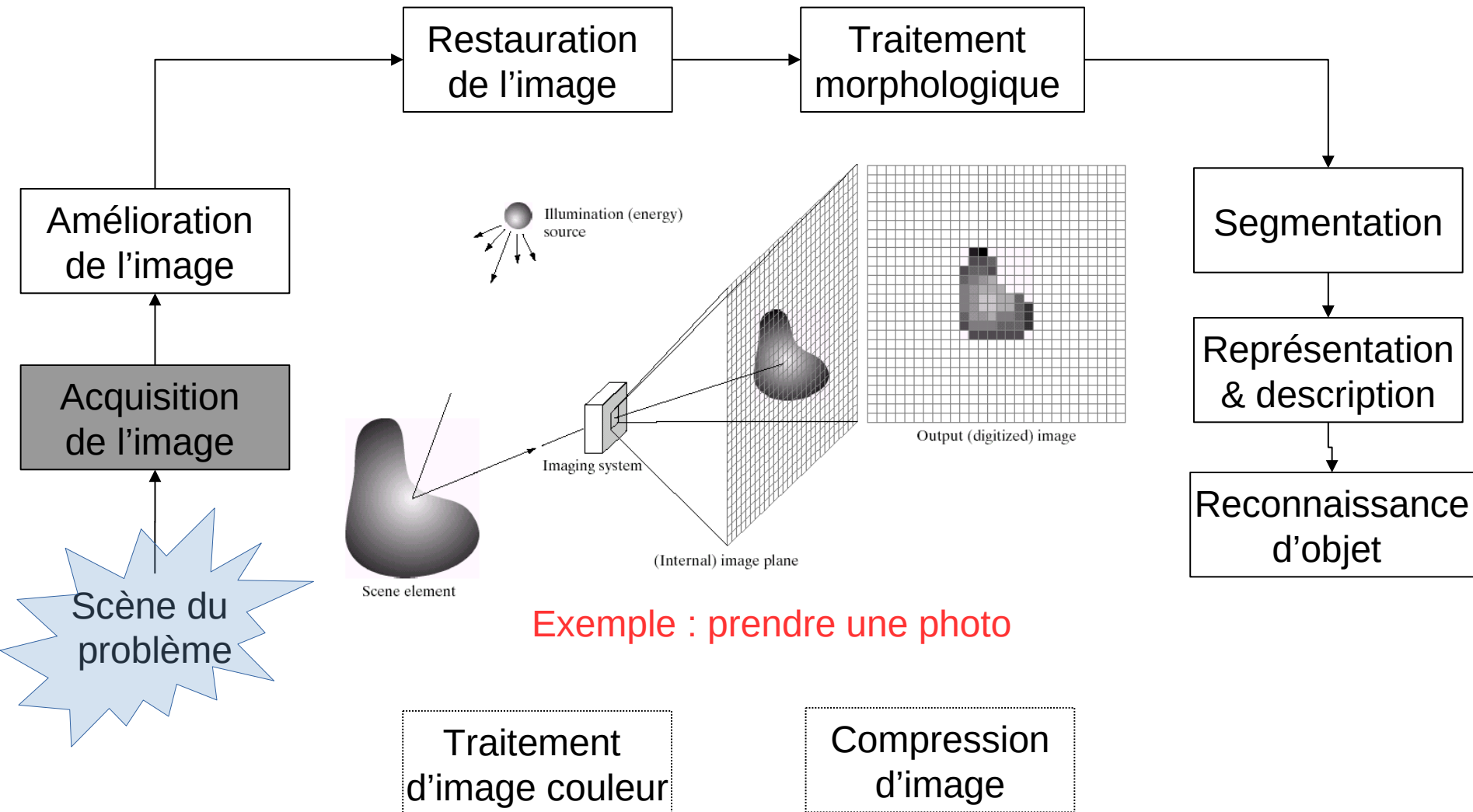
Fonctions importantes dans le TI

19



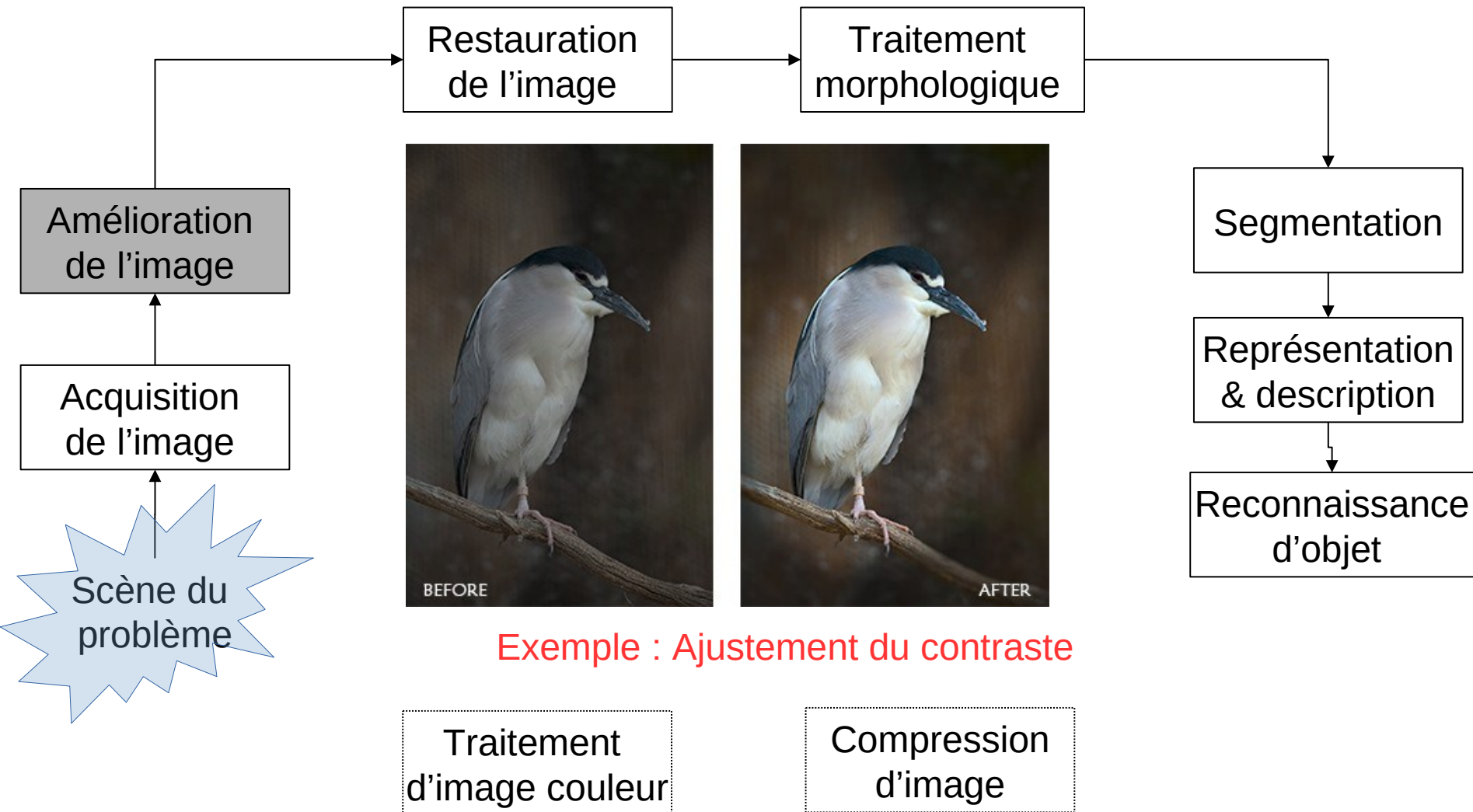
Fonctions importantes dans le TI : Acquisition d'Image

20



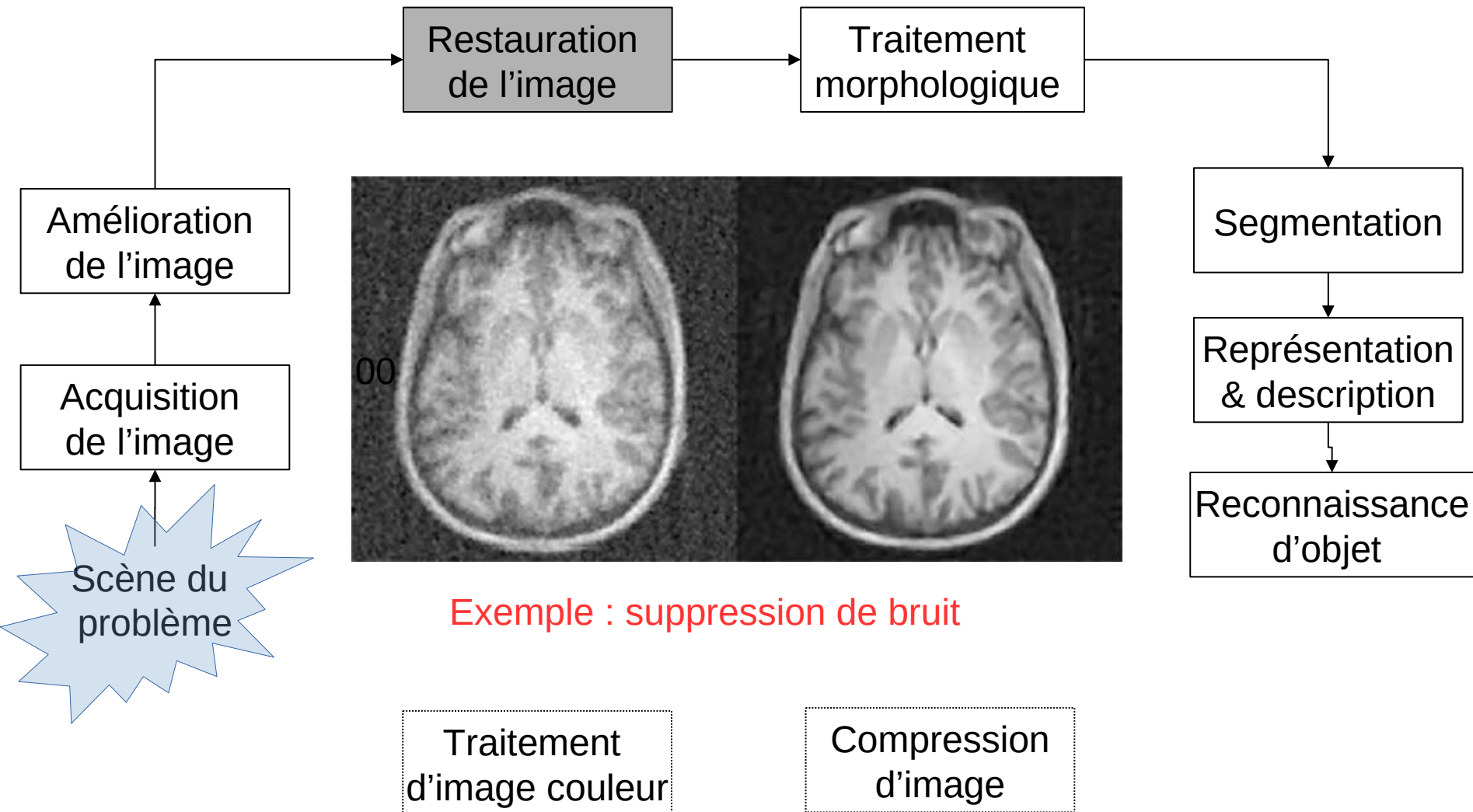
Fonctions importantes dans le TI : Amélioration de l'Image

21



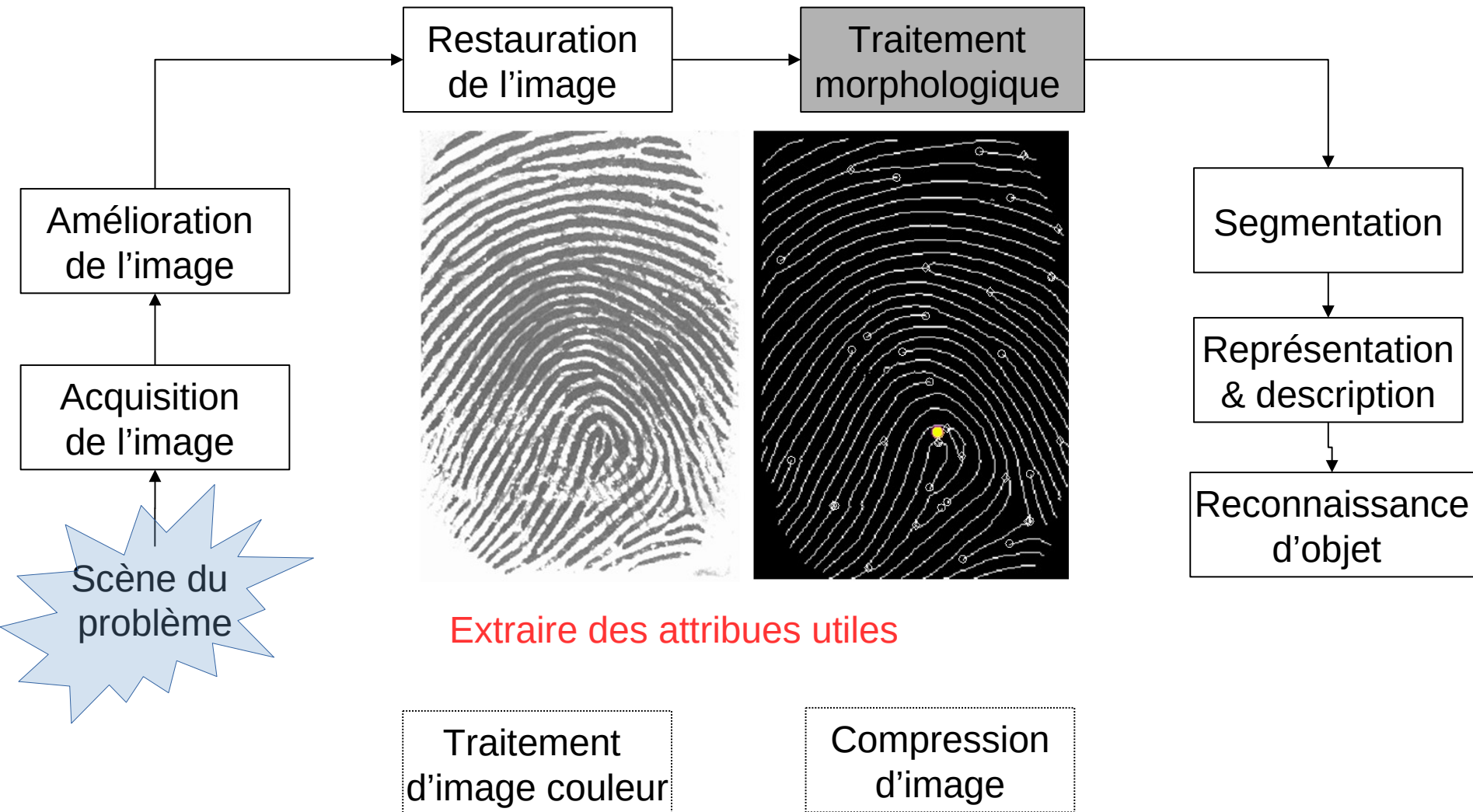
Fonctions importantes dans le TI : Restauration de l'image

22



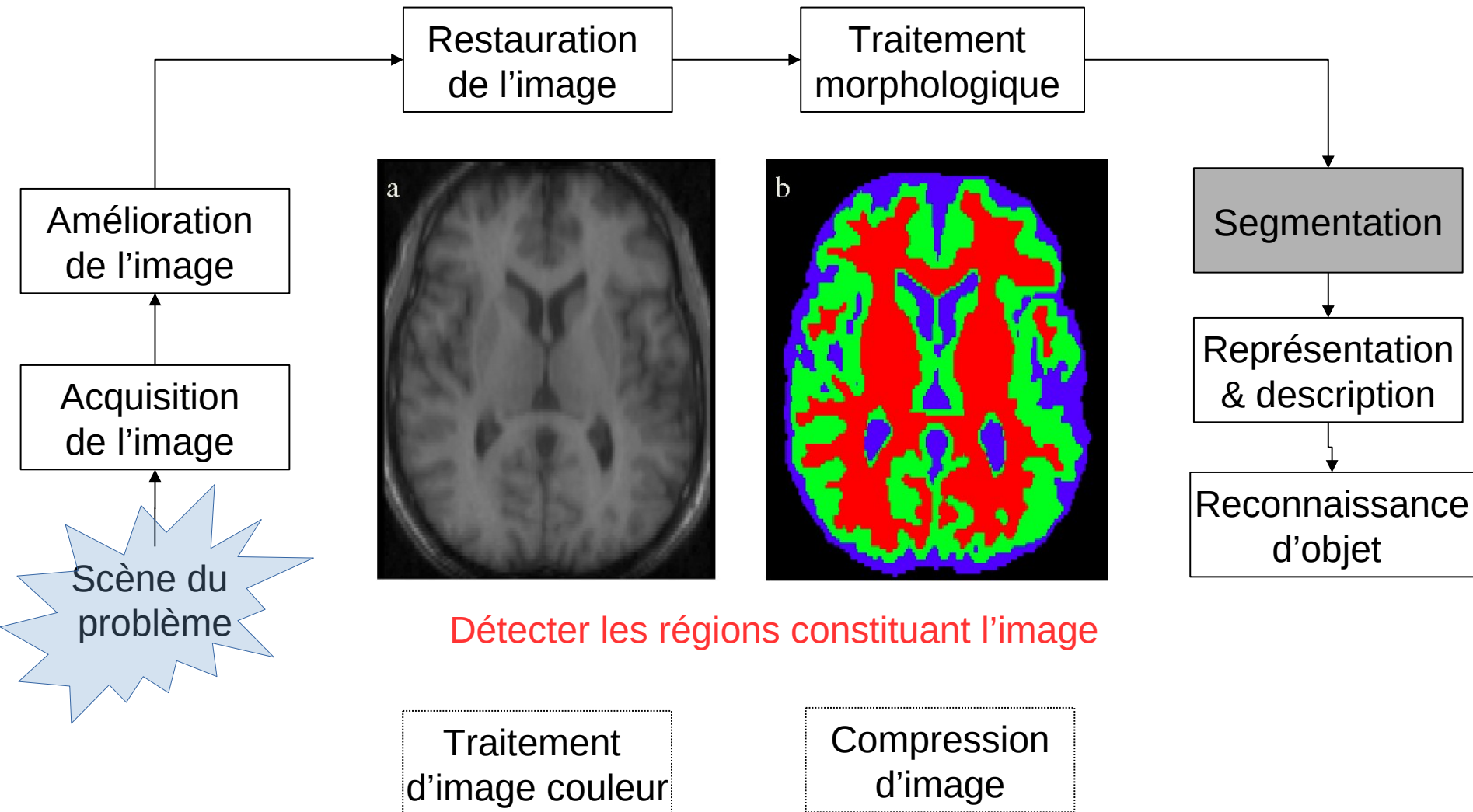
Fonctions importantes dans le TI : Traitement morphologique

23



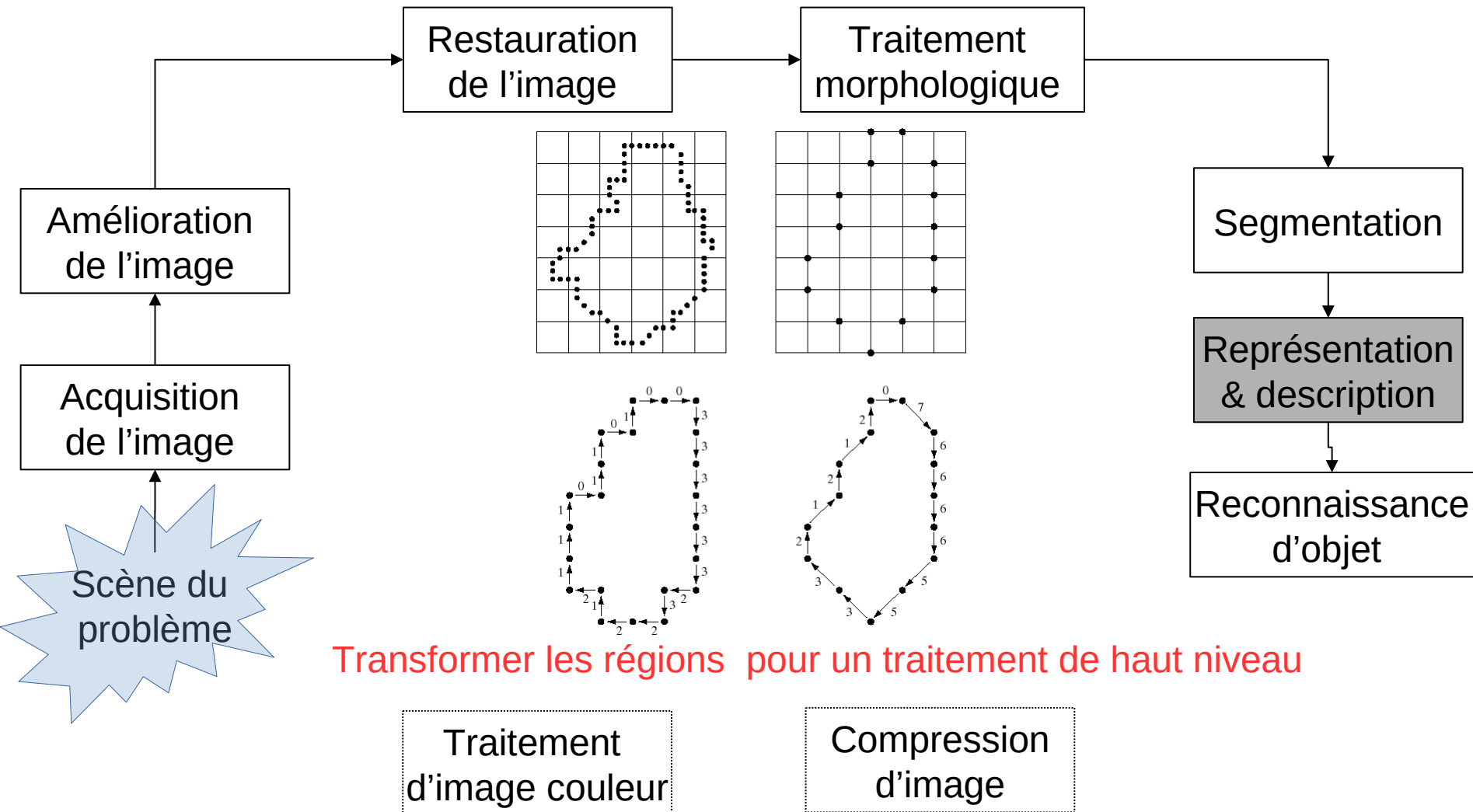
Fonctions importantes dans le TI : Segmentation

24



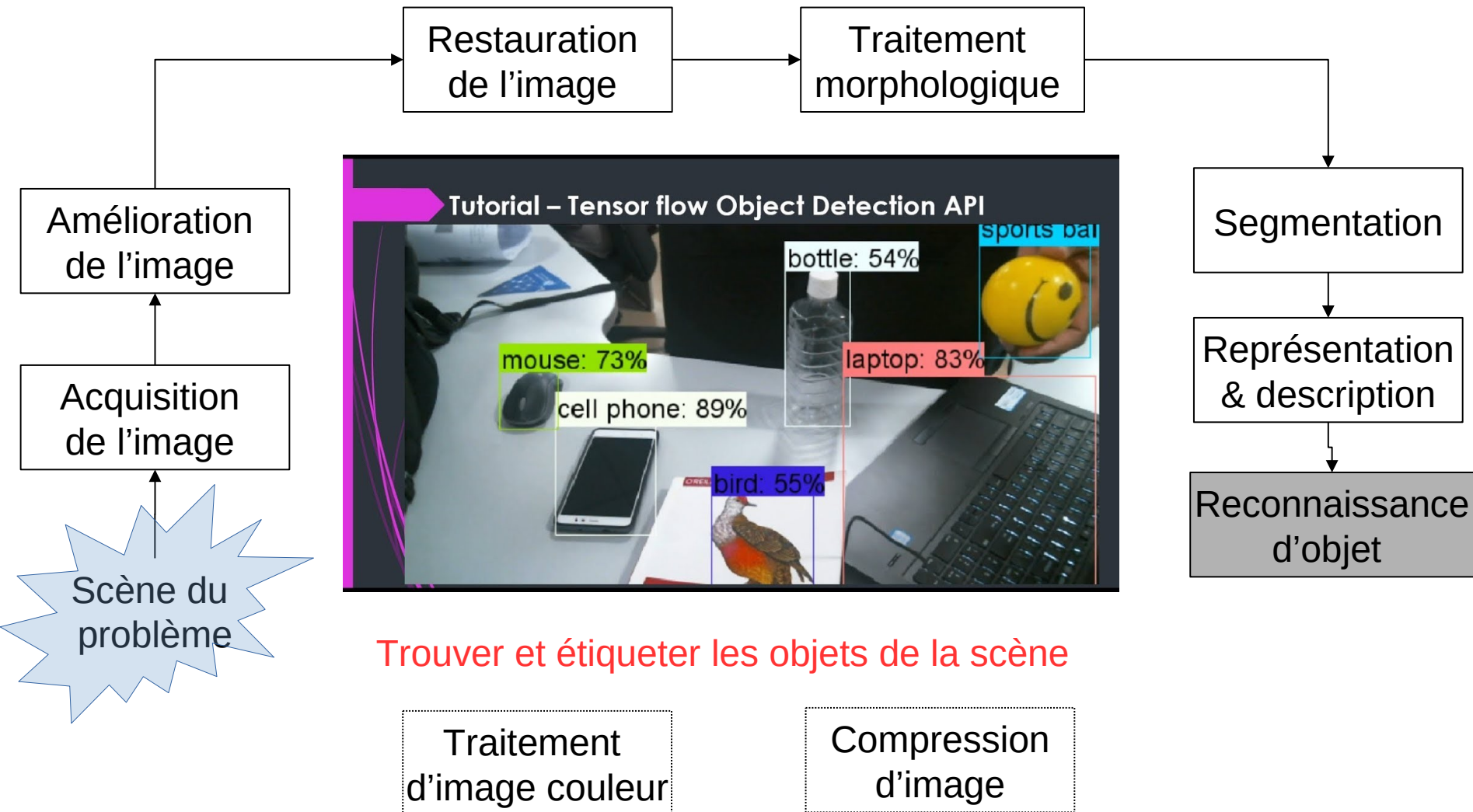
Fonctions importantes dans le TI : Représentation & description

25



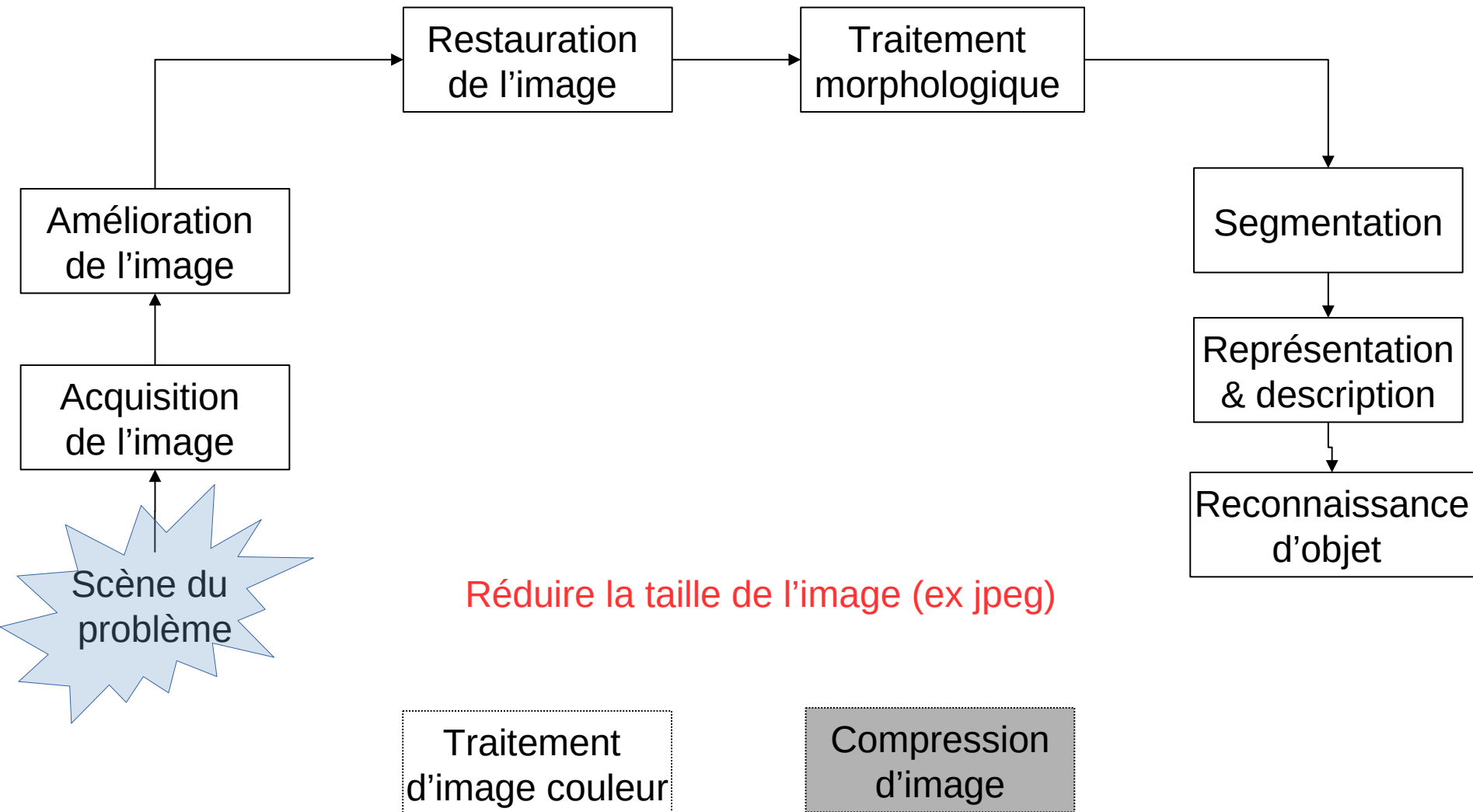
Fonctions importantes dans le TI : Reconnaissance d'objet

26



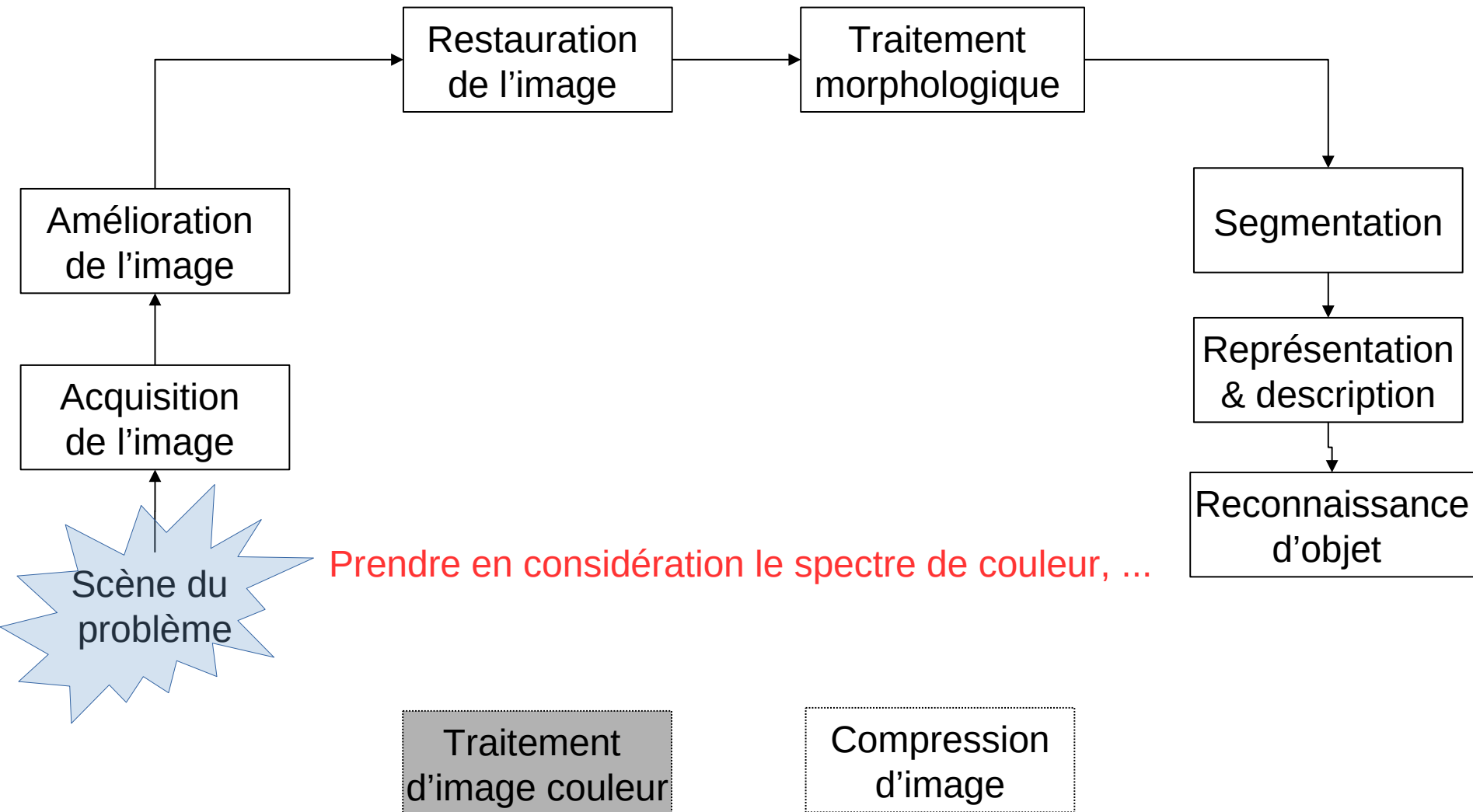
Fonctions importantes dans le TI : Compression d'image

27



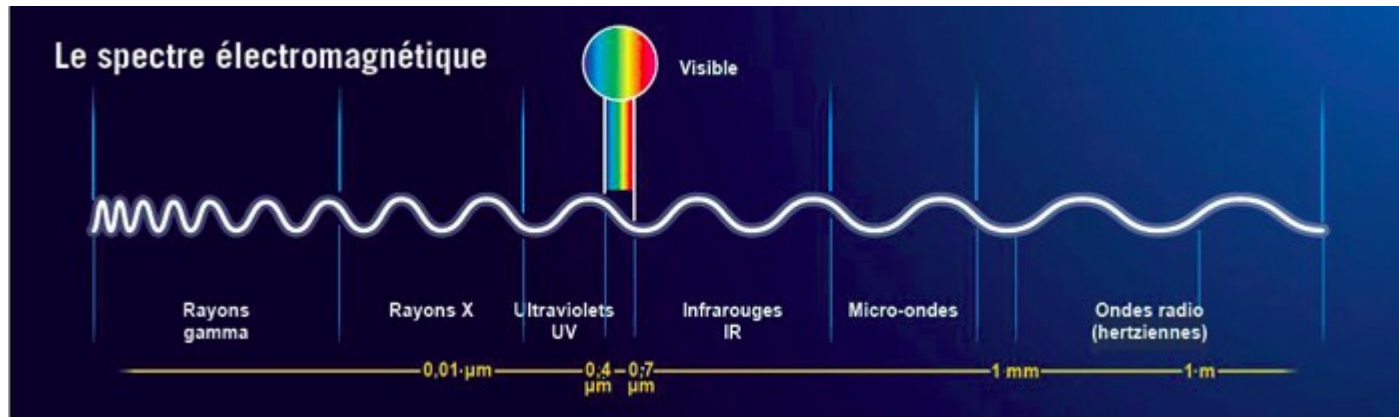
Fonctions importantes dans le TI : Traitement d'image couleur

28



Lumière et spectre Électromagnétique

29

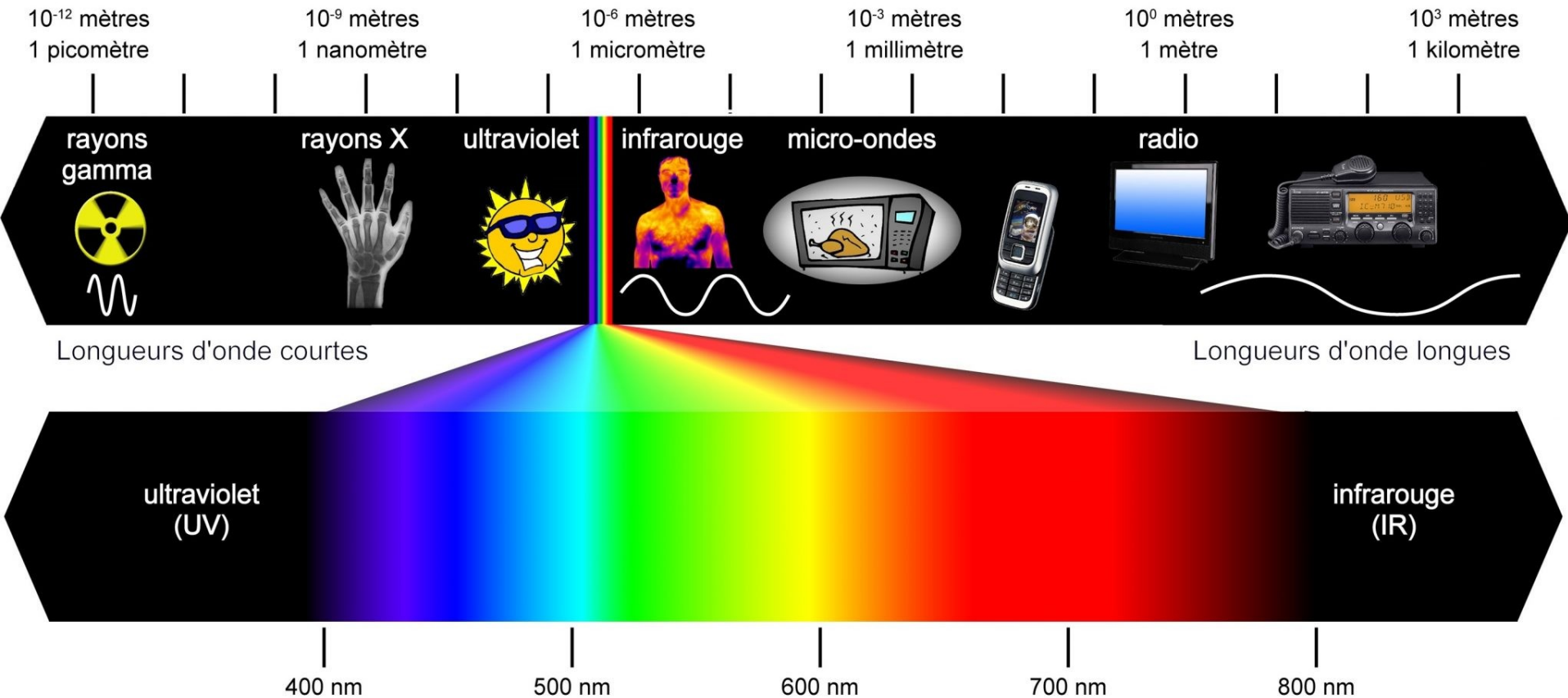


Lumière : est juste une partie particulière du spectre électromagnétique qui peut être détectée par l'œil humaine

Le spectre électromagnétique est réparti selon la longueur des ondes de sources d'énergies différentes

Lumière et spectre Électromagnétique

30



Des Images selon les ondes EM

31

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (ondes radio)
- Imagerie Micro-ondes
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- Télescope à imagerie Ultraviolet
- Imagerie à Rayons-X

Des Images selon les ondes EM

32

- Imagerie Radar (ondes radio)

- Imagerie par Rés

- Imagerie Micro-on

- Imagerie Infrarou

- Photographie

- Télescope à imag

- Imagerie à Rayons-X



Des Images selon les ondes EM

33

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (ondes radio)

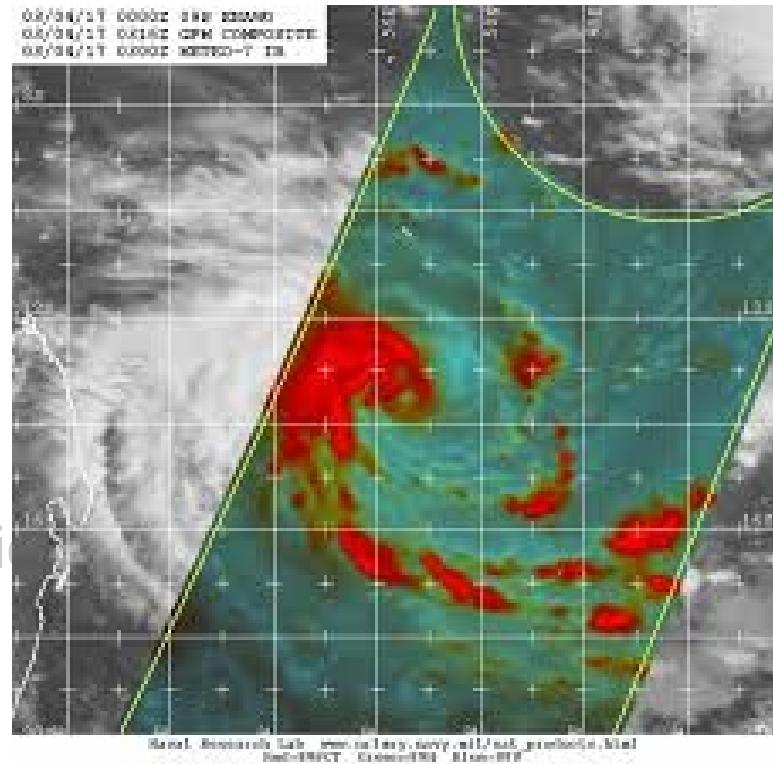
- Imagerie Micro-onde
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- Télescope à imagerie
- Imagerie à Rayons-X



Des Images selon les ondes EM

34

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (ondes radio)
- **Imagerie Micro-ondes**
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- Télescope à imagerie Ultraviolet
- Imagerie à Rayons-X



Des Images selon les ondes EM

35

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance
- Imagerie Micro-ondes
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- Télescope à imagerie Ultra-violet
- Imagerie à Rayons-X



Des Images selon les ondes EM

36

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (ondes radio)
- Imagerie Micro-ondes
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- Télescope à imagerie
- Imagerie à Rayons-X



Des Images selon les ondes EM

37

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (ondes radio)
- Imagerie Micro-ondes
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- **Télescope à imagerie Ultraviolet**
- Imagerie à Rayons-X



Des Images selon les ondes EM

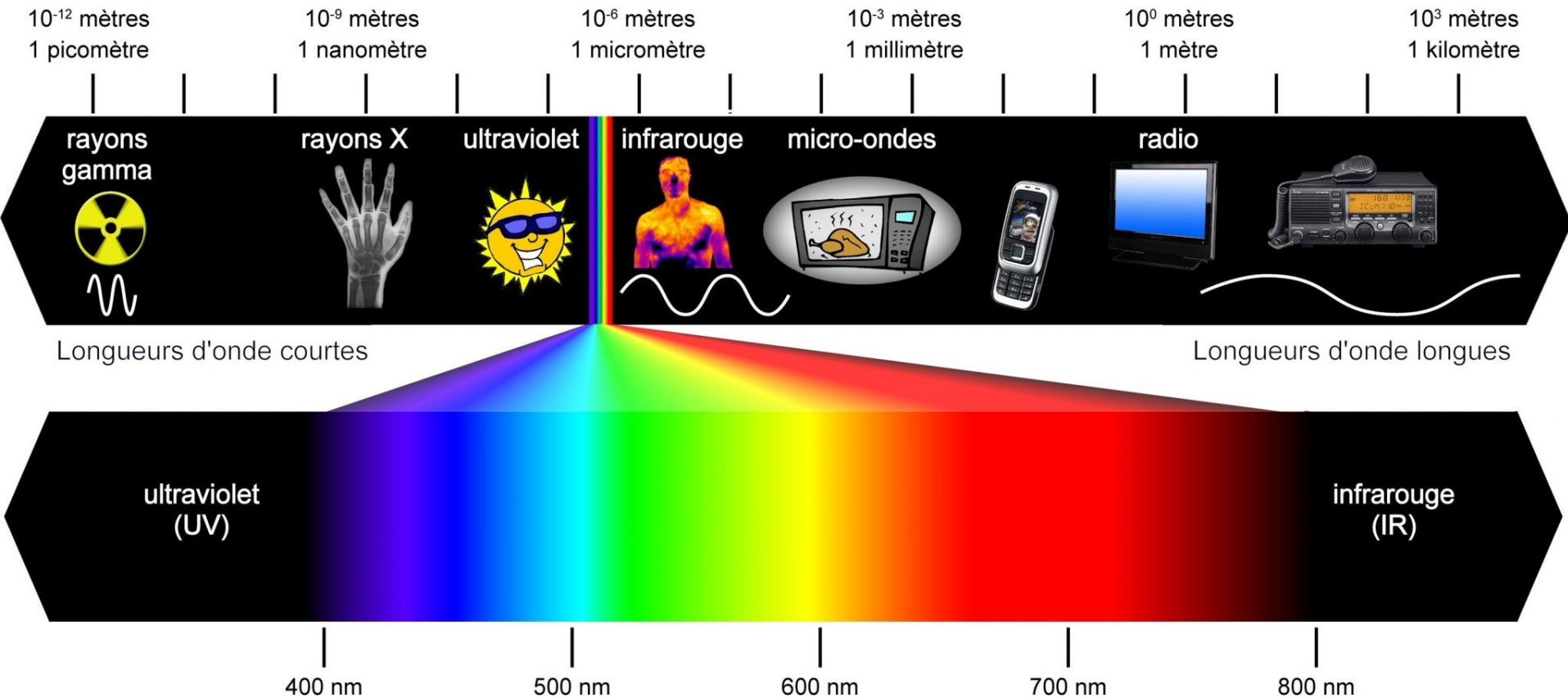
38

- Imagerie Radar (ondes radio)
- Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) (ondes radio)
- Imagerie Micro-ondes
- Imagerie Infrarouge
- Photographie
- Télescope à imagerie Ultra
- **Imagerie à Rayons-X**



Lumière et spectre Électromagnétique

39

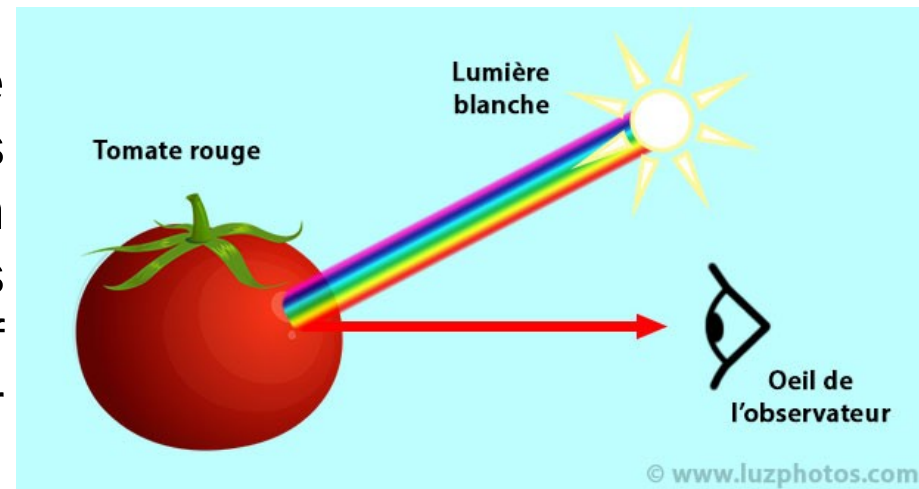


Vision humaine

40

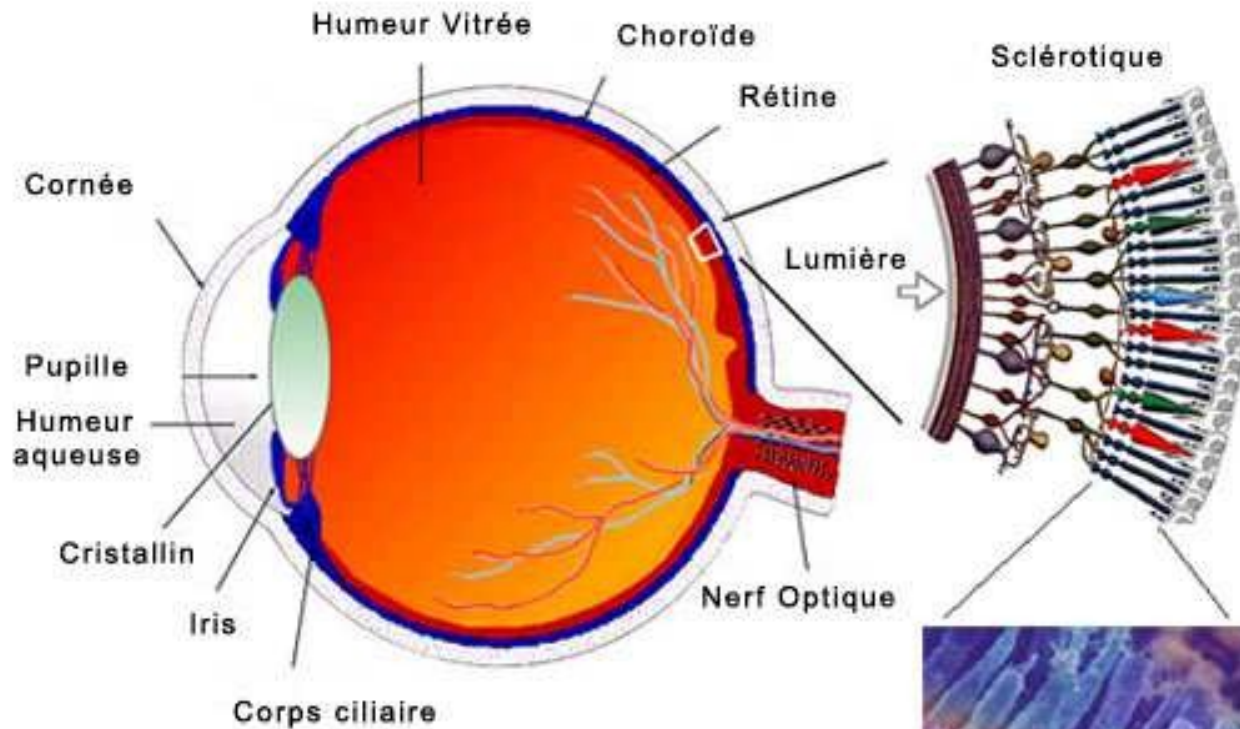
Les couleurs perçues par l'œil humaine sont déterminées par la nature de la lumière réfléchiée par un objet

- Par exemple, si une lumière blanche (contenant toutes les longueurs d'ondes visibles) est réfléchiée sur un objet de couleur rouge, toutes les ondes sont absorbées par l'objet sauf les ondes correspondantes à la couleur rouge.



Vision humaine

41

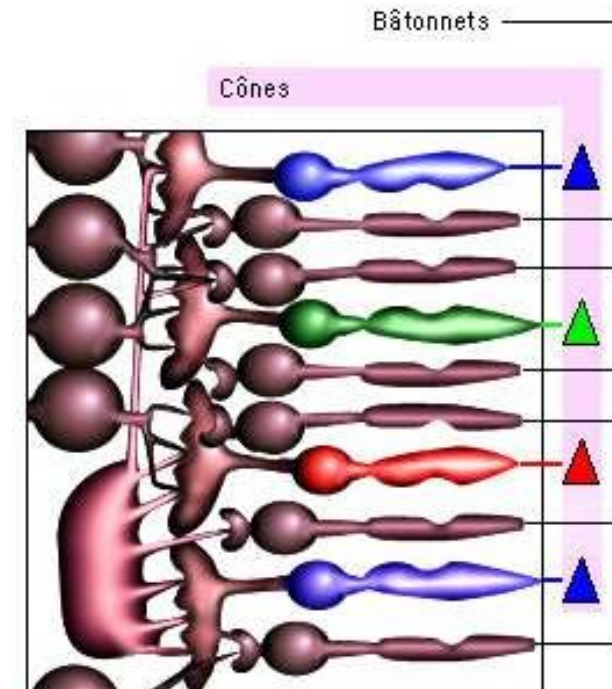
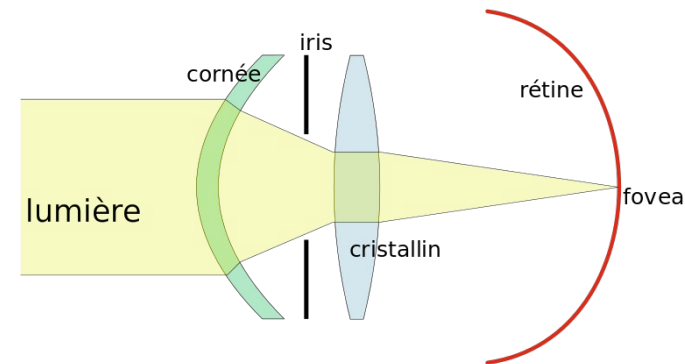


Détail :
bâtonnets et cônes

Vision humaine

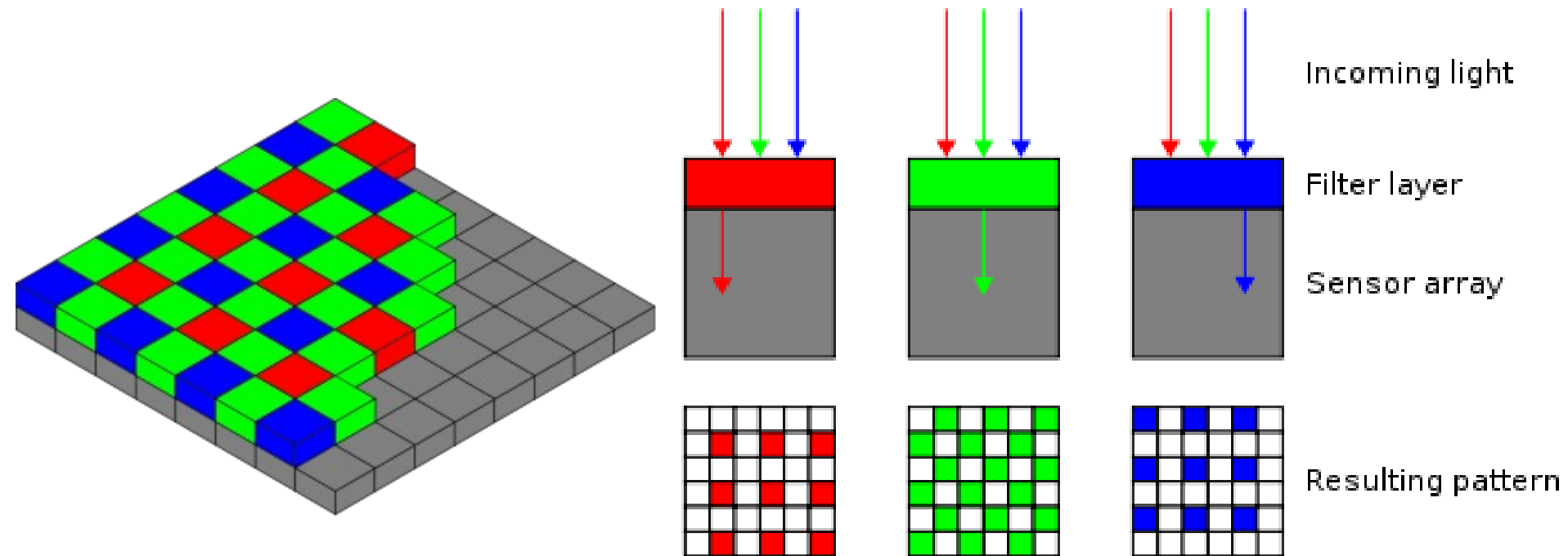
42

- La Cornée et le Cristallin concentrent les rayons lumineux sur la rétine, qui joue le rôle d'écran au fond de l'œil.
- La rétine est couverte par des récepteurs de lumière : les Cônes (6 à 7 Millions) et les bâtonnets (75 à 150 Millions)
- Les cônes perçoivent les couleurs. Ils sont spécialisés : une sorte réagit au rouge, une autre au vert et une autre au bleu
- Les bâtonnets sont associés à la perception de l'intensité de la lumière
- Les cônes et les bâtonnets transforment la lumière en impulsions électriques
- Ces impulsions sont conduites par le nerf optique jusqu'au cerveau qui reconstruit l'image, point par point, couleur par couleur.



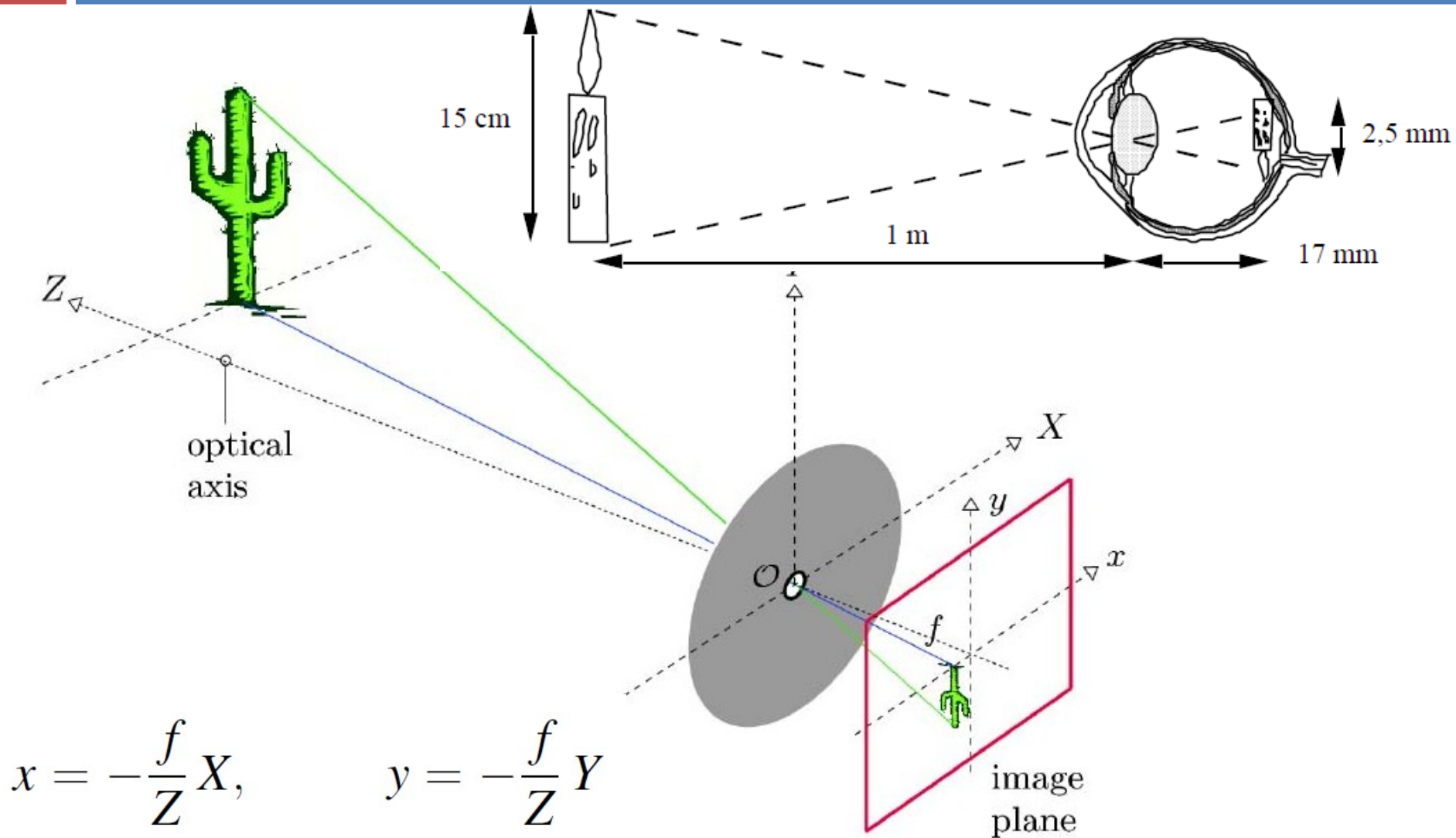
Systeme d'Imagerie

43



Système d'Imagerie

44



45

[illegible]

Image Numérique

46

La **Numérisation** engendre une image numérique qui est une approximation de l'image réelle

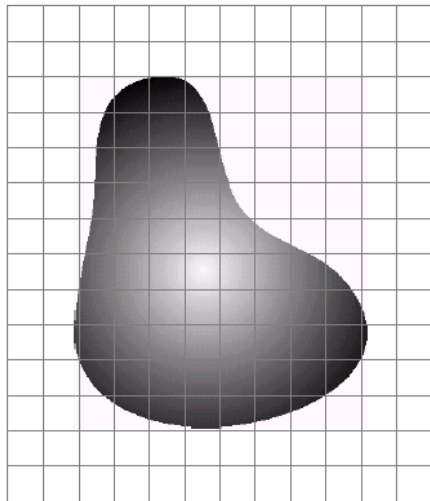


Image Réelle

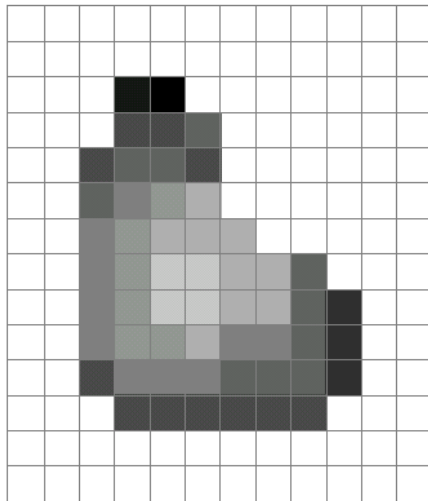


Image Numérique

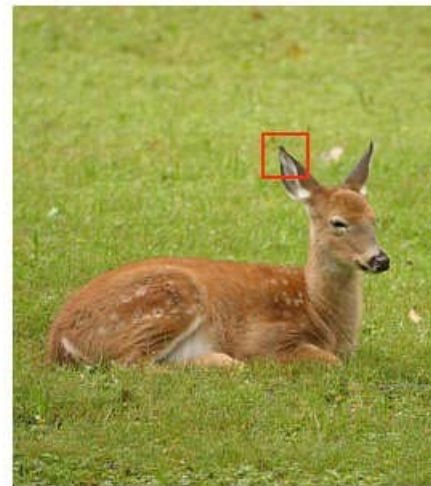


Image Réelle



Image Numérique

Caractéristiques de l'Image Numérique

47

La Définition:

On appelle **définition** le nombre de points (pixels) constituant une image: c'est le nombre de colonnes de l'image multiplié par son nombre de lignes. Une image possédant 10 colonnes et 11 lignes aura une définition de 10x11.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										

Formule : Calcul du nombre total des pixels dans une image:

Nombre total des pixels = colonnes x lignes.

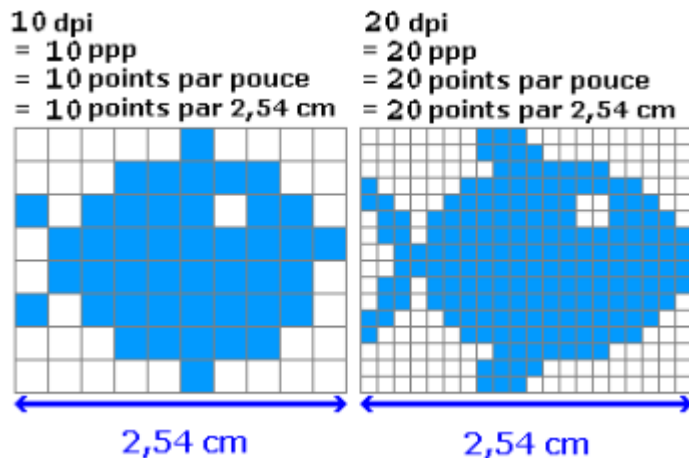
Ex: $10 \times 11 = 110$ pixels au total pour l'image ci-contre.

Caractéristiques de l'Image Numérique

48

La résolution :

- C'est le nombre de points contenu dans une longueur donnée (en pouce). Elle est exprimée en points par pouce (PPP, en anglais: DPI pour Dots Per Inch). 1 pouce = 2.54 cm.
- La résolution permet ainsi d'établir le rapport entre la définition en pixels d'une image et la dimension réelle de sa représentation sur un support physique (affichage écran, impression papier...)



Formule : Calculer la résolution à partir de la définition et de la dimension

Résolution = définition / dimension

Ex: la résolution d'une image de 300 pixels de large mesurant 2 pouces de coté :
Résolution = $300 / 2 = 150\text{dpi}$

Caractéristiques de l'Image Numérique

49

Résumé:

La taille d'une image numérique peut se définir par:

- * sa **définition en pixels** (ex : 640x480 pixels)
- * ses **dimensions en pouces** (ex : 12")
- * sa **résolution en dpi ou ppp**. (ex: 300dpi)

Ces 3 informations sont liées : **Résolution = définition / dimension**

Exemple:

Quelle est la définition en pixel d'une feuille de 8,5 pouces de largeur et 11 pouces en hauteur scannée à 300dpi?

Réponse:

$$300 \times 8,5 = 2550 \text{ pixels}$$

$$300 \times 11 = 3300 \text{ pixels}$$

Caractéristiques de l'Image Numérique

50

CODAGE DES COULEURS (ou profondeur des couleurs)

Une image numérique utilise de mémoire selon sa définition et le codage des informations de couleur qu'elle possède. C'est ce que l'on nomme le codage de couleurs ou profondeur des couleurs, exprimé en bit par pixel (bpp): 1, 4, 8, 16 bits...

En connaissant le nombre de pixels d'une image et la mémoire nécessaire à l'affichage d'un pixel, il est possible de définir exactement le poids que va utiliser le fichier image sur le disque (ou en mémoire)

Formule: Calculer le poids d'une image en octet

Nombre de pixel total X codage couleurs (octet) = Poids (octet)

Caractéristiques de l'Image Numérique

51

Petit rappel du code binaire utilisé en informatique :

1bit = permet de stocker 2 états; (0 ou 1) = 2^1

2bits = permet de stocker 4 états, = 2^2

4bits = permet de stocker 16 états, = 2^4

8bits = permet de stocker 256 états, = 2^8 etc.

Un ensemble de 8bit forment 1 Octet.

1024 Octets forment un kilo-octet (Ko).

1024 Ko forment un Mega-Octet (Mo)...Giga-Octet...Terra-Octet...

Ex: quel est le poids d'une image d'une définition de 640 x 480 codée sur 1 bit (noir et blanc)?

$(640 \times 480) \times 1\text{bit}$

$307200 \times (1/8) = 38400 \text{ octets}$

$38400 / 1024 = 37,5 \text{ ko}$

Modes de couleurs

52

Mode bitmap (noir et blanc): Avec ce mode, il est possible d'afficher uniquement des images en deux couleurs: noir et blanc. Il utilise une seule couche.

- Codage en 1 bit par pixel (bpp) : $\Rightarrow 2^1 = 2$ possibilités: [0,1]

[illegible]

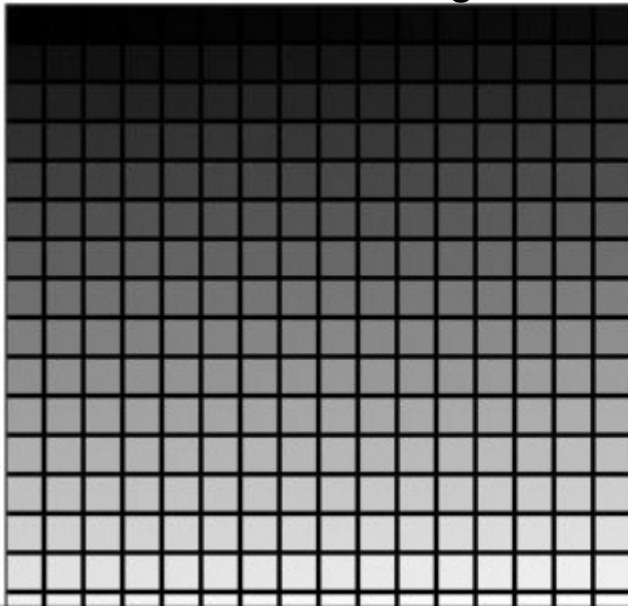
Modes de couleurs

53

Mode niveau de gris: il permet d'obtenir différentes valeurs de gris, afin d'afficher des images nuancées. Il utilise qu'une seule couche.

- Codage en 8 bits par pixel (bpp) $\Rightarrow 2^8 = 256$ niveaux de gris possibles
- Codage en 16 bits par pixel (bpp) $\Rightarrow 2^{16} = 65536$ niveaux de gris possibles

Nuances de 256 gris



Exemple de photo possible en 8 bpp



Modes de couleurs

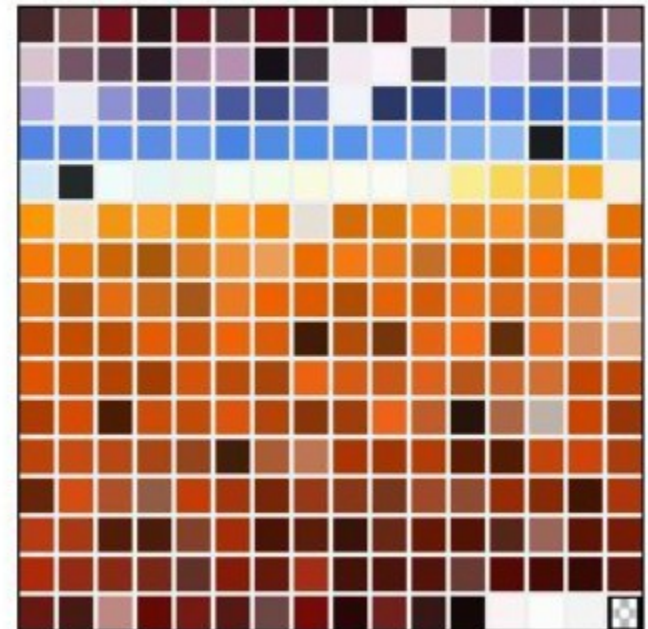
54

Mode couleurs indexées: permet d'obtenir jusque 256 couleurs fixes, définies à l'avance dans une palette. Il utilise qu'une seule couche.

- Codage en 8 bits par pixel (bpp) $\Rightarrow 2^8 = 256$ couleurs fixes possibles.



Palette de 256 couleurs utilisées



Modes de couleurs

55

Les Modes colorimétriques RVB / CMJN: Afin de créer des images encore plus riches en couleurs, l'idée de mélanger des couleurs primaires en « couches » est arrivée. Il existe deux systèmes de représentation des couleurs par mélange, selon qu'on les reproduisent sur un écran ou sur support papier via une imprimante :

La synthèse additive : c'est le phénomène qui se passe lorsqu'un écran affiche une image par la lumière. On part du noir (lumière éteinte) et on va vers le blanc. L'addition du rouge, du vert et du bleu donne le blanc:

RVB



La synthèse soustractive : c'est le phénomène qui se passe lorsqu'on mélange des pigments colorés en peinture. On part du blanc (support papier) pour aller vers le noir. L'addition du Cyan, du Magenta et du Jaune donne le Noir:

CMJN



Modes de couleurs

56

En mode **RVB**, Les 3 canaux sont donc séparés en 3 couches afin d'offrir de nouvelles combinaisons de couleurs possibles par la variation de chaque couleurs primaires.

Lorsqu'on travaille en mode **CMJN** pour réaliser un document imprimé, il y aura donc 4 couches pour réaliser ces mêmes couleurs.

Modes de couleurs

57

Mode couleur RVB:

Avec un codage en RVB 8 bits PAR COUCHE:

Chaque couche utilise 8bit (1 octet), soit 256 nuances possibles: 8Bits pour le Rouge, 8bit pour le Vert et 8bits pour le Bleu. Donc utilisation de $3 \times 8\text{bits} = 24\text{ bits}$ utilisées au total.

=> $256 \times 256 \times 256 = 2^{24} = 16,7\text{millions}$ Chaque pixel peut prendre 16,7Millions de couleurs possibles!

- Avec un codage en RVB 16 bits PAR COUCHE:

Chaque couche utilise le double, soit 16bits! (65535 nuances). $3 \times 16 = 48\text{bits}$ utilisées au total.

=> $65535 \times 65535 \times 65535 = 2^{48} = 4\text{ milliards}$ 4 milliards de nuances de couleurs sont possibles!

Image couleur

58



rouge



vert



Bleu

Modes de couleurs

59

Mode couleur CMJN:

En **CMJN** on a 4 couches (Cyan, Magenta, Jaune et Noir ou chaque couleur est exprimée en pourcentage)

- Avec un codage en CMJN 8 bits PAR COUCHE:

Chaque couche utilise 8bit (soit 256 nuances possibles): 8Bits pour le Cyan, 8bit pour le Magenta, 8bits pour le Jaune et 8bits pour le Noir.

Donc utilisation de $4 \times 8\text{bits} = 32\text{ bits}$ utilisées au total.

=> $256 \times 256 \times 256 \times 256 = 2^{32} = 4\text{ milliards}$ de nuances de couleurs sont possibles!

- Avec un codage en CMJN 16 bits PAR COUCHE:

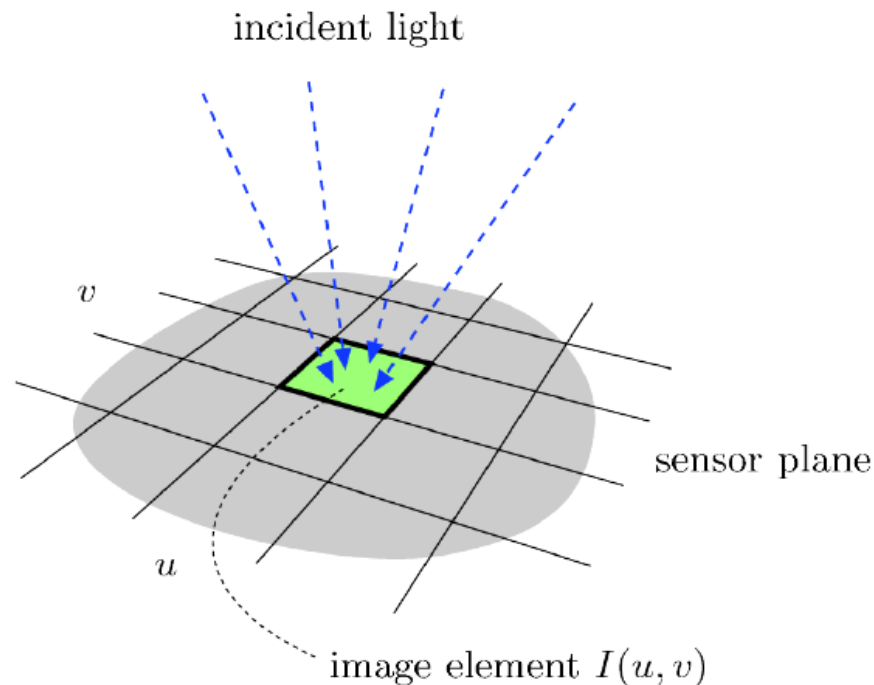
Chaque couche utilise le double, soit 16bits! (65535 nuances). $4 \times 16 = 64\text{bits}$ utilisées au total.

=> $65535 \times 65535 \times 65535 \times 65535 = 2^{48}$ nuances de couleurs sont possibles!

Échantillonnage & Quantification

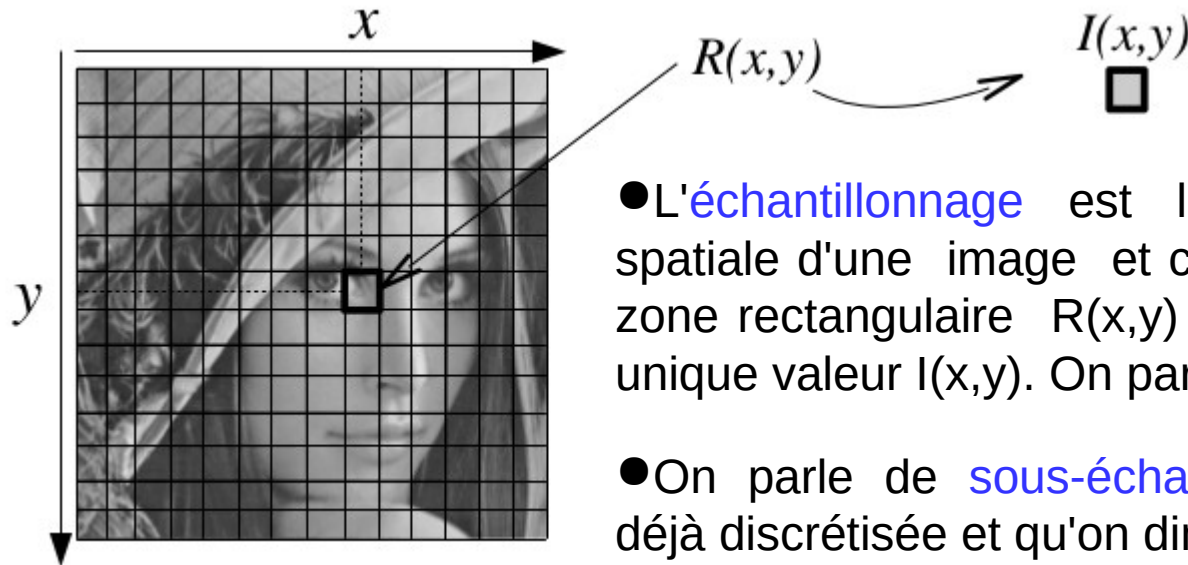
60

- Il n'est pas possible d'enregistrer les valeurs pour tous les points de l'image
- Échantillonner / Enregistrer l'image à des points discrets (x,y)
- La résolution de la caméra dépend du nombre de photo-éléments constituant le capteur



Échantillonnage & Quantification

61



- L'**échantillonnage** est le procédé de discrétisation spatiale d'une image et consiste à associer à chaque zone rectangulaire $R(x,y)$ d'une image continue une unique valeur $I(x,y)$. On parle de **résolution spatiale**.

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

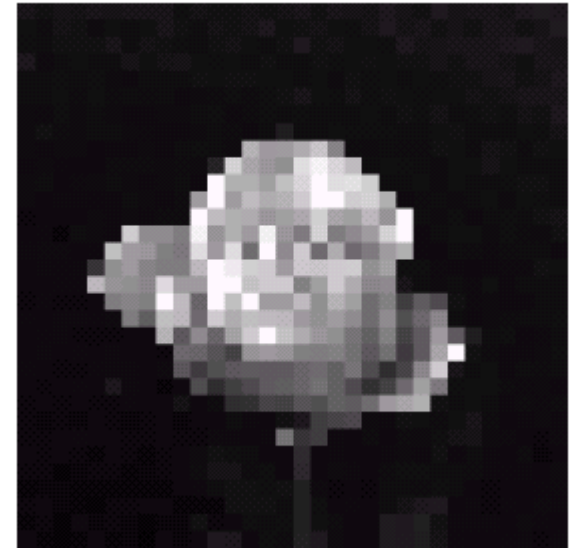
- La **quantification** désigne la limitation du nombre de valeurs différentes que peut prendre $I(x,y)$. On parle de **résolution de l'intensité** et elle est décrite par le nombre de bits utilisés pour représenter le niveau d'intensité.

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

- L'image numérique est une **approximation** d'une image réelle.

Echantillonnage : résolution Spatiale

62



Quantification : résolution de l'Intensité

63

256 gray levels (8bits/pixel)



32 gray levels (5 bits/pixel)



16 gray levels (4 bits/pixel)



8 gray levels (3 bits/pixel)



4 gray levels (2 bits/pixel)



2 gray levels (1 bit/pixel)



Quelle résolution choisir ?

64

- La plus importante question concernant la résolution est combien c'est suffisant ?
- Cela dépend de :
 - Le contenu informationnel de l'image (détails)
 - L'utilisation de l'image (applications)

Quelle résolution choisir ?

65



Image 1



Image 2

Exemple (résolution spatiale) : L'image 2 est suffisante pour compter les voitures mais non suffisante pour lire la plaque d'immatriculation.

Quelle résolution choisir ?

66



Faible Détail



Moyen Détail

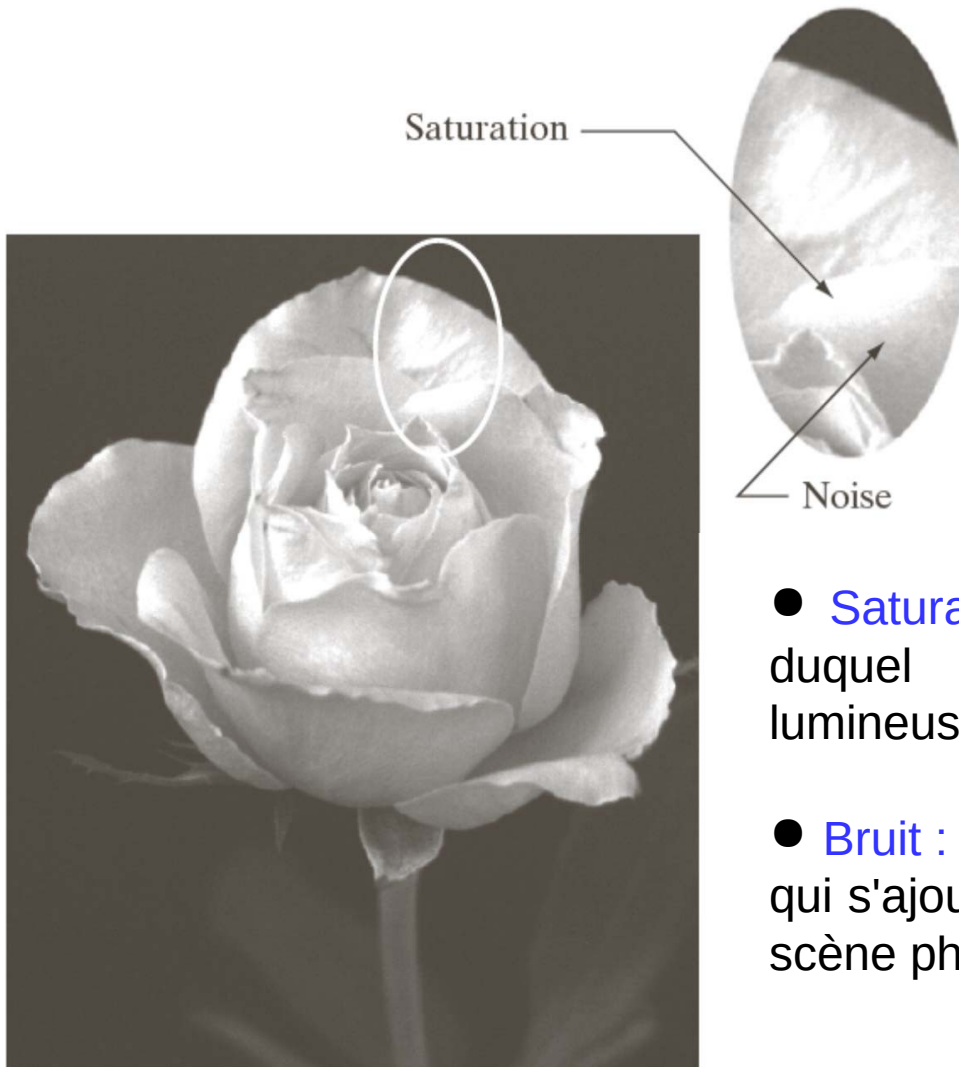


important détail

Exemple (résolution de l'intensité) :

Saturation & Bruit

67



- **Saturation** : est le seuil de l'intensité à partir duquel la couleur est perdue (zones très lumineuses).
- **Bruit** : est la présence d'informations parasites qui s'ajoutent de façon aléatoire aux détails de la scène photographiée numériquement.

LES FORMATS DE FICHER BITMAP

68

formats non compressés:

Ce sont les formats de fichiers dit « non destructifs ». Ils enregistrent chaque pixel de l'image et utilisent en général beaucoup de mémoire. Ils ne sont pas donc utilisés lorsqu'on a besoin de préserver la totalité des informations d'une image.

Exemples : .PSD, .BMP, .TIFF, .RAW

formats compressés:

Ce sont les formats de fichiers dit « destructifs ». Ils permettent, selon un algorithme particulier, de gagner plus ou moins de mémoire en supprimant certaines informations peu ou non perceptible par l'œil humain.

Exemples : .JIPG, .GIF, .PNG