

# TRAITEMENT D'IMAGES

Partie Introductive

Frédéric Cointault  
Institut Agro Dijon  
Responsable Equipe ATIP  
UMR Agroécologie  
26 Bd Dr Petitjean  
21000 Dijon  
+33 3 80 77 27 54  
[frederic.cointault@agrosupdijon.fr](mailto:frederic.cointault@agrosupdijon.fr)

L'INSTITUT NATIONAL D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT



0 - Préambule

I - Introduction

II - Définitions

III - Pré-traitement des images

IV - Segmentation image et contours

V - Hough et morphologie mathématique

**VI – Analyse et Reconnaissance de formes**

VII – Détection de mouvement

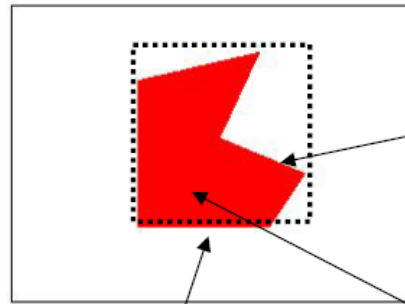
VIII – Introduction au Deep Learning

# **VI – Analyse et reconnaissance de formes**

- Analyse de formes**
- Analyse de texture**
- Mesure de position et d'orientation d'objets**
- Analyse des couleurs**
- Histogramme d'orientation des gradients**
- Classification/Reconnaissance**

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI - 1 Analyse de formes



Boîte englobante  
Bouding Box (BB)

**Perimètre  $P = N_e + N_o \cdot 1,41$**

avec  $N_e = N_b$  pixels directions paires  
et  $N_o = N_b$  pixels directions impaires

**Aire  $A = \text{Total des pixels intérieur contour}$**

**Rectangularité:  $R = A/A_b$**

avec  $A_b = \text{Aire BB}$

$R = 1$  pour objets rectangulaires

$R < 1$  for objets allongés ou circulaires

**Circularité:  $C = P^2/A$**

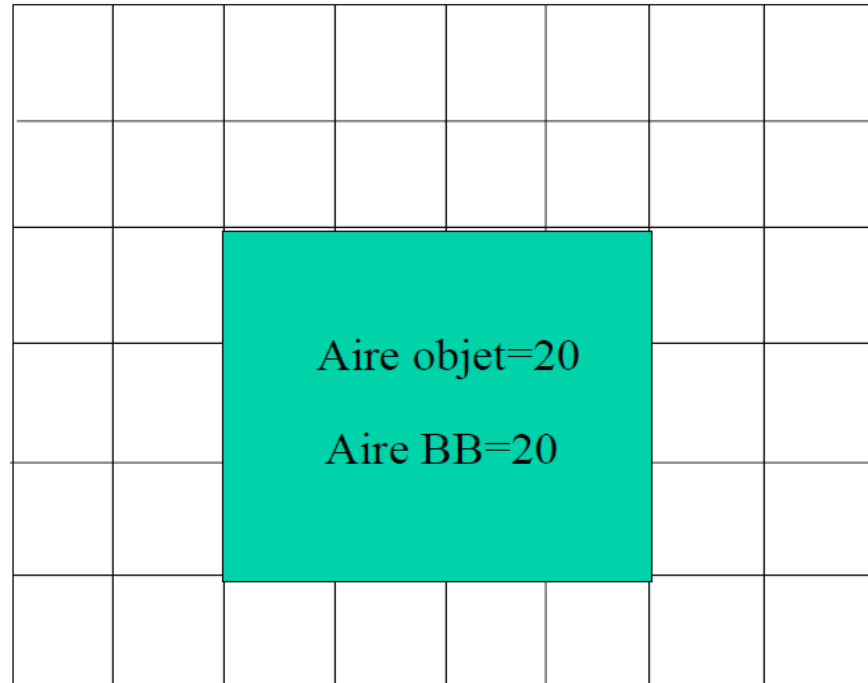
$C = 4 \cdot \pi$  si forme circulaire

$C \neq 4 \cdot \pi$  sinon

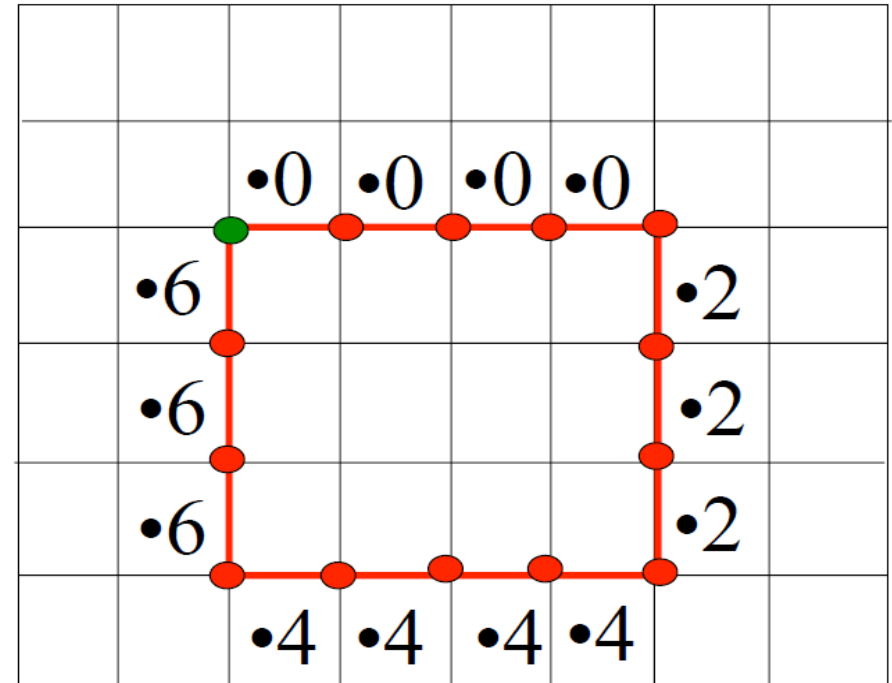
# VI – Analyse et reconnaissance de formes

**Ex :**  
**Rectangularité**  
**et circularité**  
**(1/3)**

Cas d'un objet rectangulaire



Codage de Freeman



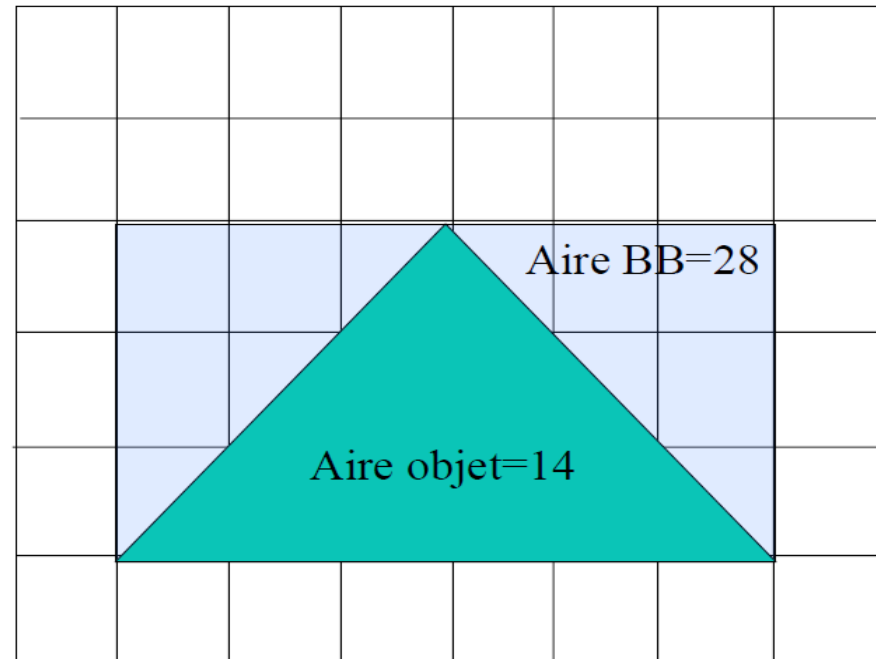
Code Freeman obtenu: 00002224444666 → Code Comprimé: 0:4 ; 2:3 ; 4:4 ; 6:3

→ Périmètre  $P=14$  → Rectangularité= $A/A_b=1$  et Circularité= $P^2/A=9,8$

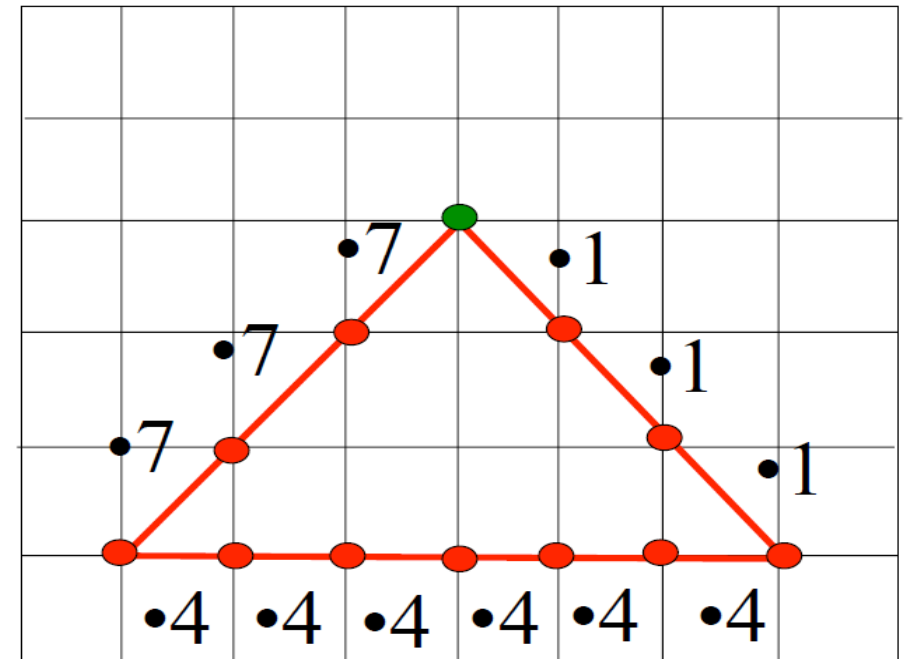
# VI – Analyse et reconnaissance de formes

Ex :  
Rectangularité  
et circularité  
(2/3)

Cas d'un objet triangulaire



Codage de Freeman



Code Freeman obtenu: 11144444777

Code Comprimé: 1:3 ; 4:6 ; 7:3

→ Périmètre  $P=14.4$  → Rectangularité  $=A/A_b=0.5$  et Circularité  $=P^2/A=14,8$

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

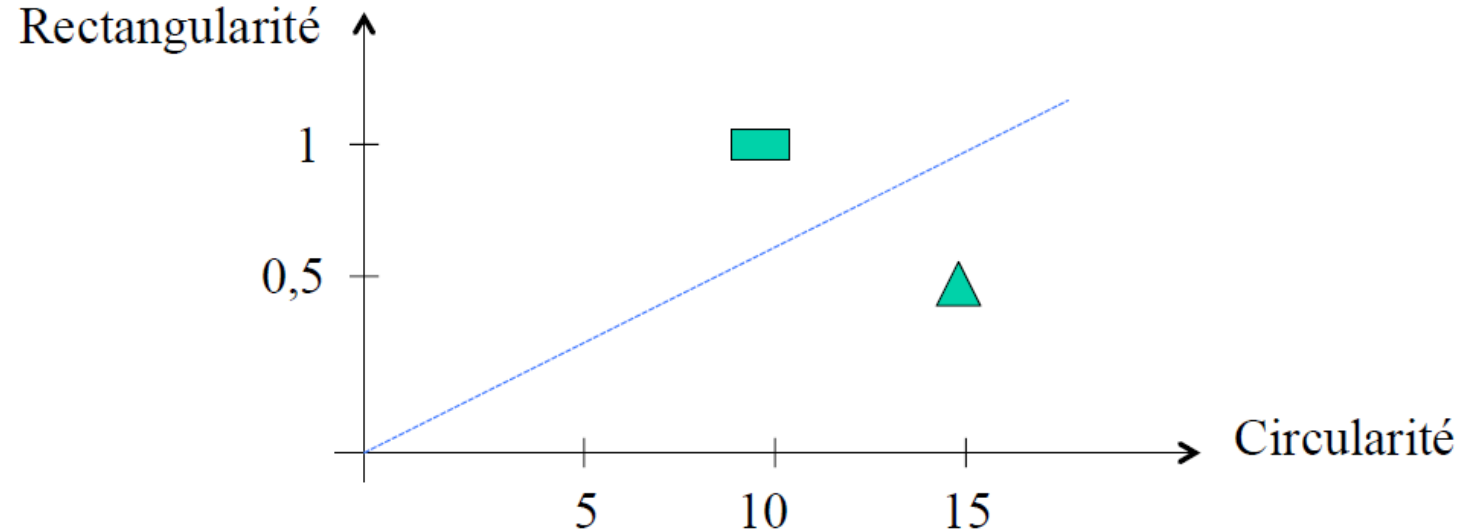
Cas d'un objet rectangulaire

Rectangularité= $A/A_b=1$  et Circularité= $P^2/A=9,8$

Cas d'un objet triangulaire

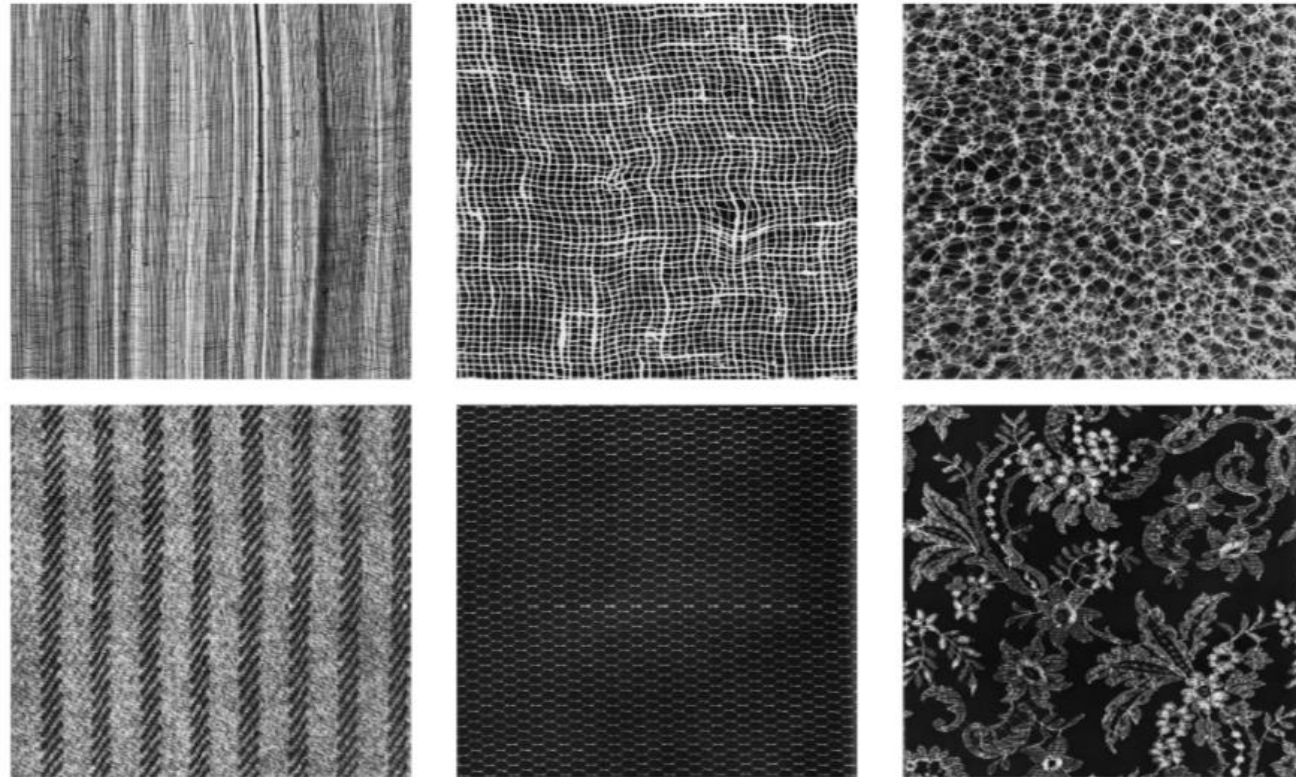
Rectangularité= $A/A_b=0.5$  et Circularité= $P^2/A=14,8$

Ex :  
Rectangularité  
et circularité  
(3/3)



# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI - 2 Analyse de texture



Exemples de textures de Brodatz

**Applications:** Contrôle qualité, Reconnaissance d'objets



# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## Caractérisation des textures couleur

- les attributs géométriques,
- les attributs basés sur la modélisation spatiale des textures,
- les attributs spatio-fréquentiels (+ filtrage),
- les attributs statistiques.

Ex : une texture régulière sera mieux décrite par des attributs géométriques, tandis qu'une texture irrégulière sera mieux caractérisée par des attributs statistiques.

*Invariance* de certains attributs aux transformations engendrées par la modification des conditions d'observation : rotation, translation, homothétie, changement des conditions d'éclairage ou encore changement de résolution spatiale.

## VI - 2 Analyse de texture + couleur

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## Attributs géométriques

- ✓ Tenir compte de l'information structurelle et contextuelle de l'image (textures macroscopiques).

### VI - 2 Analyse de texture + couleur

La description de la texture est faite par :

- *une extraction explicite des primitives (régions, contours, motifs élémentaires, . . .) lors d'un prétraitement,*
- *des règles de placement de ces primitives.*

Sensibilité des paramètres à la *régularité des motifs texturés* présents dans l'image.

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

Attributs basés sur la modélisation spatiale des textures

## VI - 2

Analyse de  
texture +  
couleur

- les modèles autorégressifs multispectraux
- les modèles de Markov multispectraux
- les motifs locaux binaires
- les modèles fractal et multifractal

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

Attributs basés sur la modélisation spatiale des textures

Modèles autorégressifs multispectraux

⇔ À l'extension au domaine de la couleur des modèles autorégressifs définis en  $N_g$  : considèrent que la couleur d'un pixel dépend de son voisinage et que les niveaux des composantes couleur de ce pixel sont des combinaisons linéaires des niveaux des composantes couleur des pixels voisins, ajouté d'un bruit blanc.

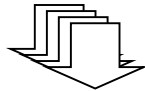
Attributs de texture couleur obtenus par *estimation des paramètres du modèle linéaire* considéré pour caractériser les différentes textures (ex : modèle MSAR).

VI - 2  
Analyse de  
texture +  
couleur

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI - 2 Analyse de texture + couleur

Colour transformation of the learning windows :  
{R, G, B, r, g, b, H, S, V, L\_Lab, a, b, u, v, l1, l2, l3,  
V1, V2, ExGreen, g - r, g - b, (g-b)/(r-g)}  
+ Dependant or Independant normalization [0, 1]  
+ Gray level quantification

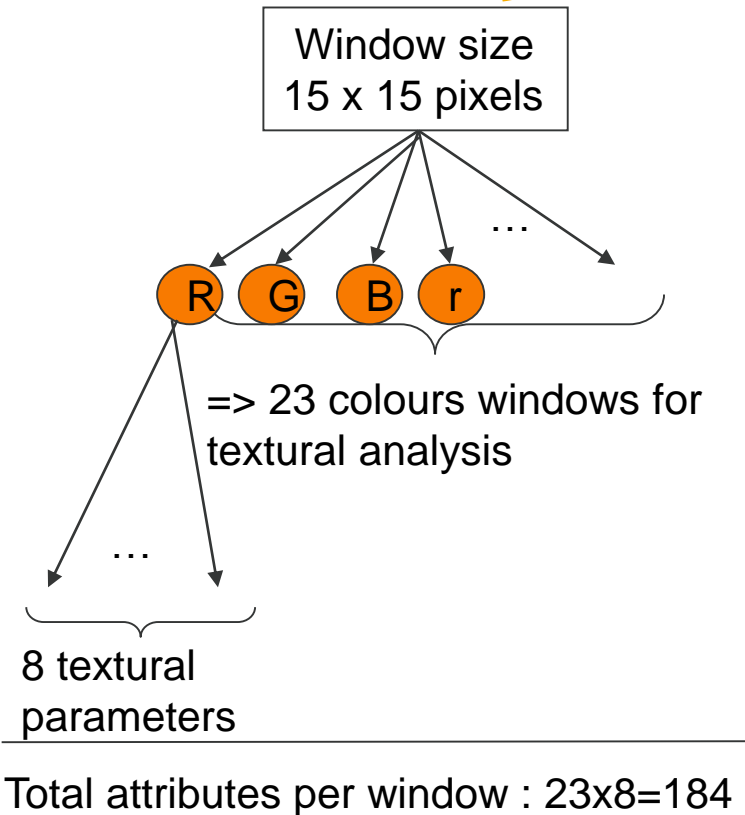


Textural parameters evaluation :  
2 statistical parameters  
+ 6 Haralick's parameters (coocurence matrix)

8 textural parameters = attributes of a new broad  
space of image representation  
+ Independant normalization [0, 1]

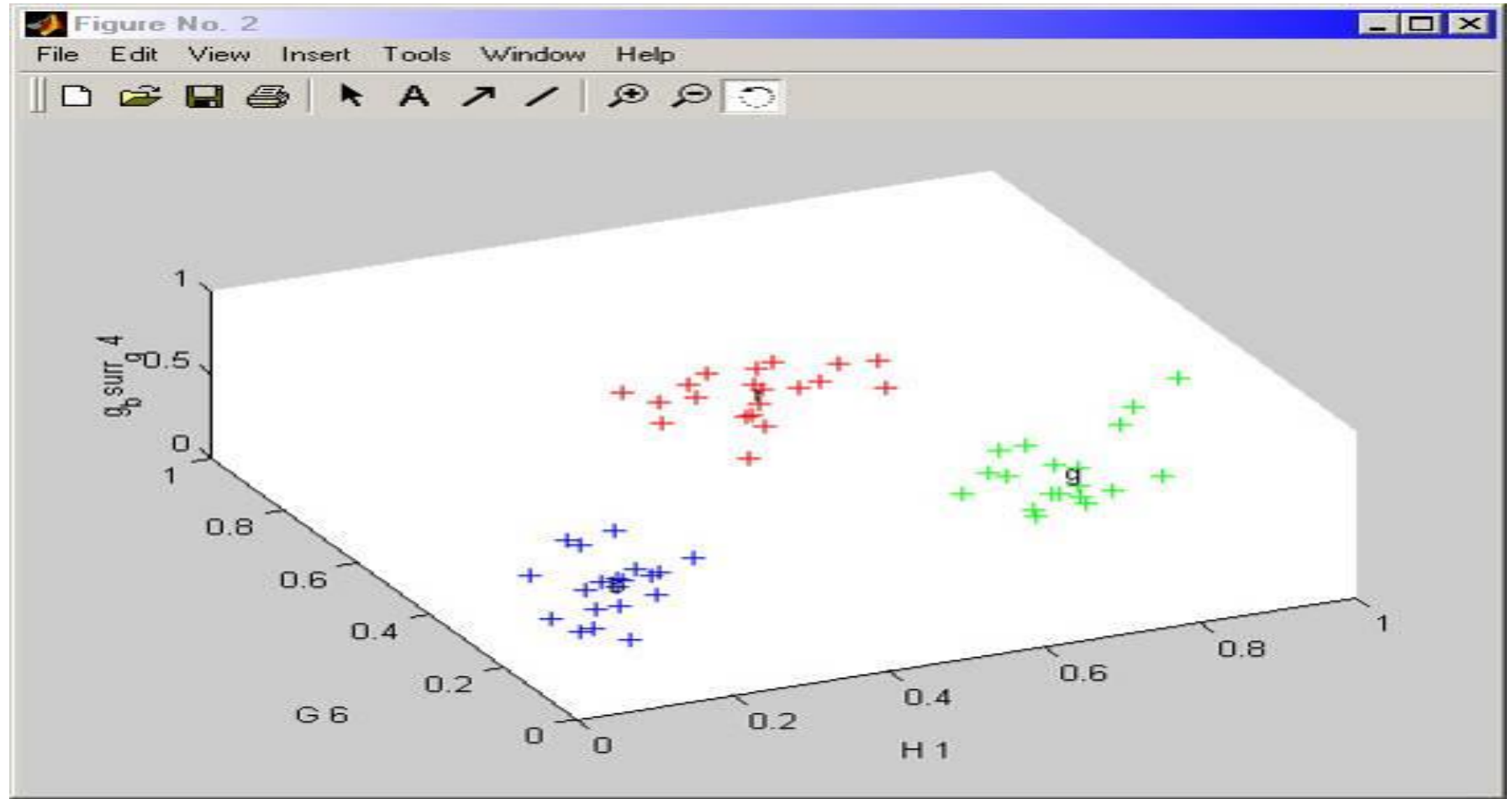
Construction de  
l'espace hybride  
de représentation  
des images

Reduction of the space's dimension from 184 to D and identification of  
new meaningful underlying attributes  
⇒ construction of statistical hybrid space using



# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI - 2 Analyse de texture + couleur

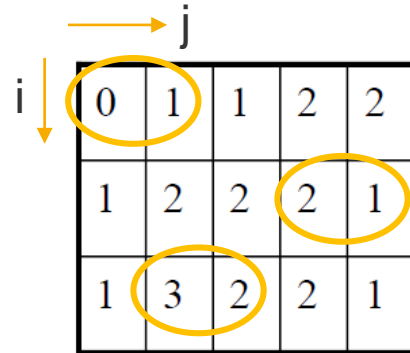


Construction de l'espace hybride de  
représentation des images

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

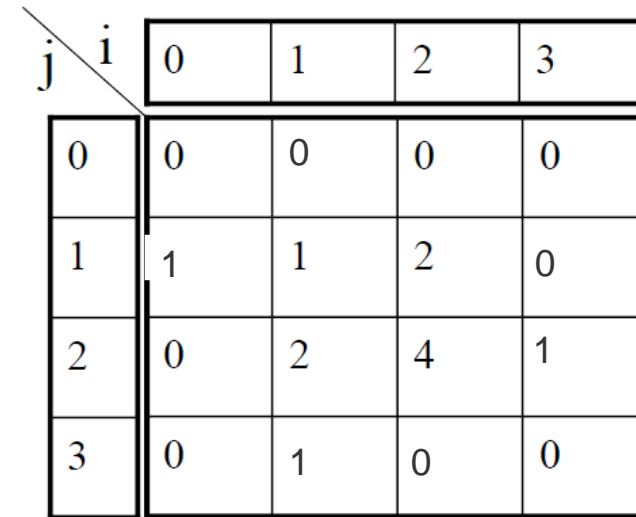
## Analyse de texture utilisant les matrices de co-occurrence

Image originale avec 4 niveaux de gris:



0	1	1	2	2
1	2	2	2	1
1	3	2	2	1

Matrice Co-Occurrence (CM) dans direction X+



j \ i	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	1	1	2	0
2	0	2	4	1
3	0	1	0	0

8 matrices possibles: X+, X-, Y+, Y-, XY+, XY-, YX+, YX-

Dans but de caractériser textures présentes dans image:

Extraction paramètres de textures à partir des CM:

**Paramètres de Haralick:** Moments statistiques, Entropie, Inertie, Energie,...

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

6  
descripteurs  
de Haralick  
par matrice  
de co-  
occurrence

$$MOYENNE = \sum_j \sum_i p(i, j)$$

$$VARIANCE_i = \sum_j \sum_i (i - MOYENNE)^2 p(i, j)$$

$$ENERGIE = \sum_j \sum_i (p(i, j))^2$$

$$INERTIE = \sum_j \sum_i (i - j)^2 p(i, j)$$

$$ENTROPIE = - \sum_j \sum_i p(i, j) \log(p(i, j))$$

$$MOMENT DIFFERENTIEL INVERSE = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j)$$

**où**

**(i,j)** : coordonnées dans la matrice

**p(i,j)** : valeurs normalisées de la matrice

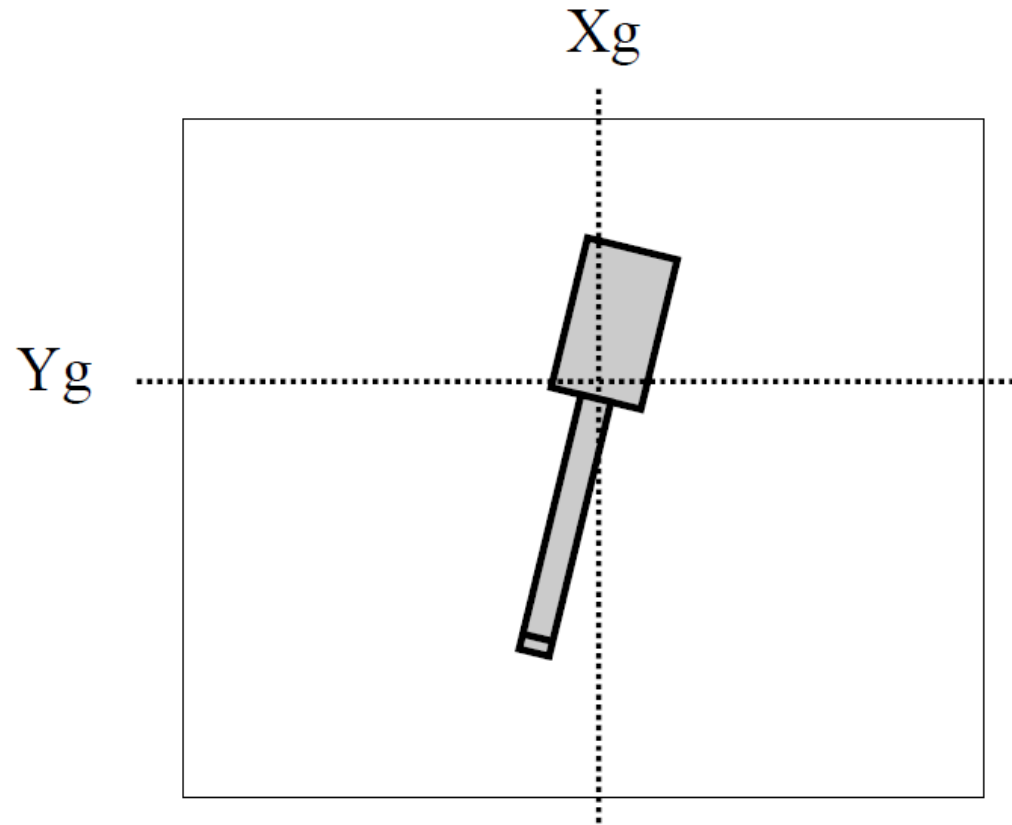


**48 descripteurs (features) de Haralick**



# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets



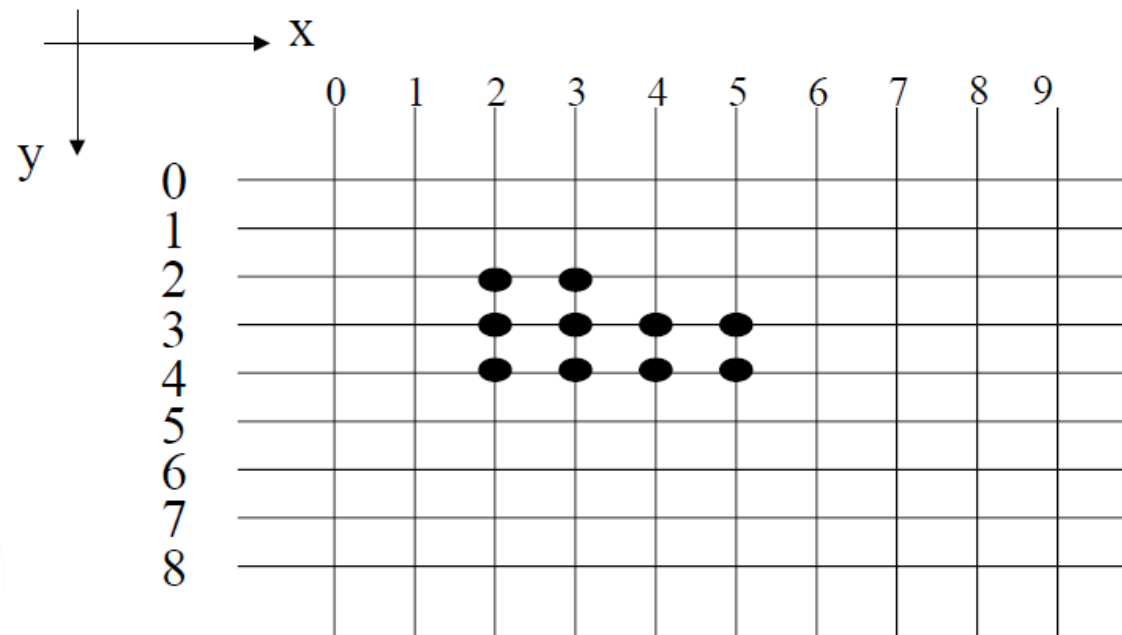
**Mesure avec moments géométriques dans image binaire**

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## Première étape: Détection Segments

Segments = suite de pixels de niveau de gris identiques et différents de 0

### VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets



Codage segment i:  $X_{di}$ ,  $L_i$ ,  $Y_i$

→ 2, 2, 2

→ 2, 4, 3

→ 2, 4, 4

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## Deuxième étape: Calcul moments géométriques

« Masse » objet:  $M = \sum_i L_i$

### VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets

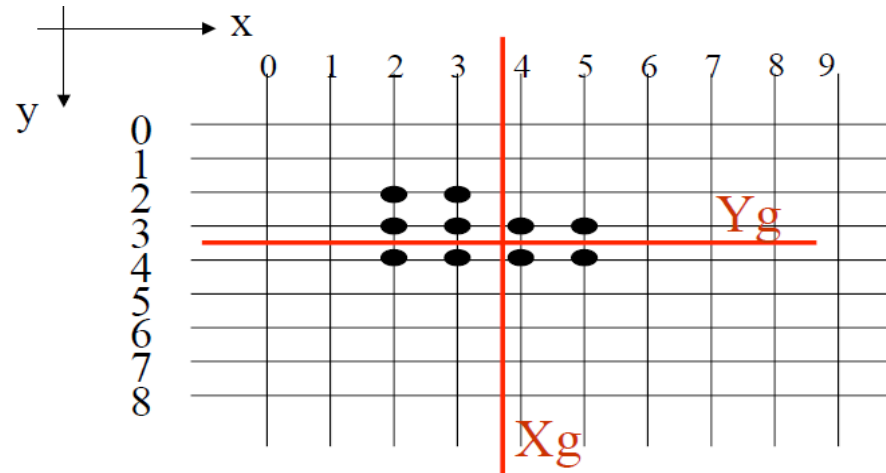
Moment statique/x:  $S_{x_i} = \int_{x_{d_i}}^{x_{d_i}+L_i} x dx = \frac{(x_{d_i} + L_i)^2 - x_{d_i}^2}{2} \implies S_x = \sum_i S_{x_i}$

Moment statique /y:  $S_{y_i} = L_i \int_{y_i}^{y_i+L_i} y dy = L_i \frac{(y_i + L_i)^2 - y_i^2}{2} \implies S_y = \sum_i S_{y_i}$

Centre de gravité:  $X_g = \frac{S_x}{M} \quad Y_g = \frac{S_y}{M}$

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

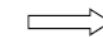
## VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets



Xdi	Li	Yi
2	2	2
2	4	3
2	4	4



Sxi	Syi
6	5
16	14
16	18



$$S_x=38 \Rightarrow X_g=3,8$$

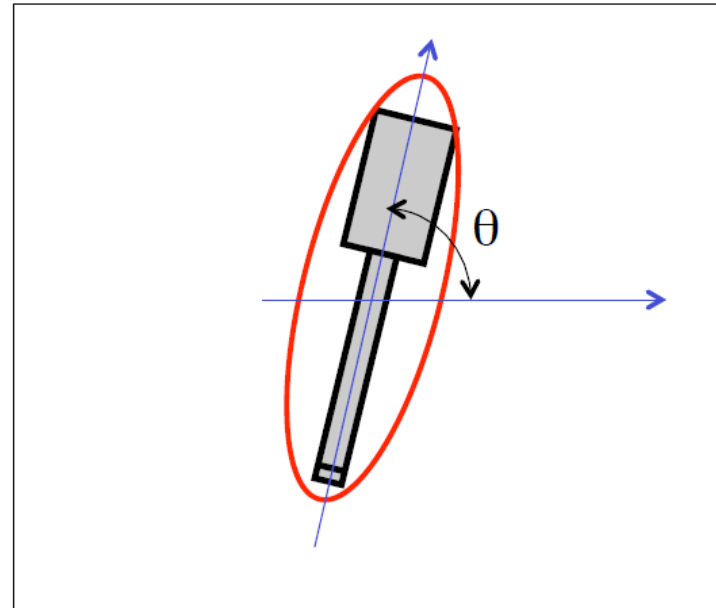
$$S_y=37 \Rightarrow Y_g=3,7$$

⇓  
 $M=10$

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

→ Modélisation avec une ellipse

## VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets



**Mesure avec moments géométriques dans image binaire**

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

En généralisant les moments géométriques:

Pour une image en niveaux de gris:  $M_{p,q} = \sum_i \sum_j i^p j^q I(i,j)$

## VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets

Pour une image binaire:  $M_{p,q} = \sum_{i,j \in Obj} i^p j^q$   $\Longrightarrow$

$$x_G = \frac{M_{1,0}}{M_{0,0}} \quad et \quad y_G = \frac{M_{0,1}}{M_{0,0}}$$

Avec:

$M_{0,0}$ : nombre total de pixels de l'objet

$M_{1,0}$ : moment statique par rapport à x

$M_{0,1}$ : moment statique par rapport à y

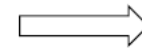
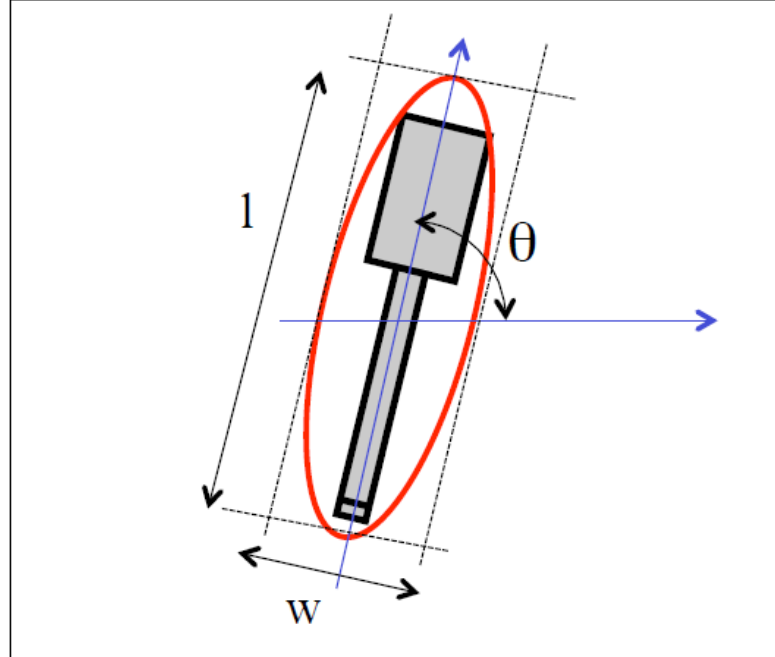
Moments d'ordre 2 (moments d'inertie):  $M_{2,0}$ ,  $M_{0,2}$ ,  $M_{1,1}$

$\Longrightarrow$  Moments d'ordre 2 centrés:

$$\mu'_{2,0} = \frac{M_{2,0}}{M_{0,0}} - x_G^2; \quad \mu'_{1,1} = \frac{M_{1,1}}{M_{0,0}} - x_G \cdot y_G; \quad \mu'_{0,2} = \frac{M_{0,2}}{M_{0,0}} - y_G^2$$

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI - 3 Mesure de position et d'orientation d'objets



$$\theta = \frac{1}{2} \cdot \tan^{-1} \left( \frac{2\mu'_{1,1}}{\mu'_{2,0} - \mu'_{0,2}} \right)$$

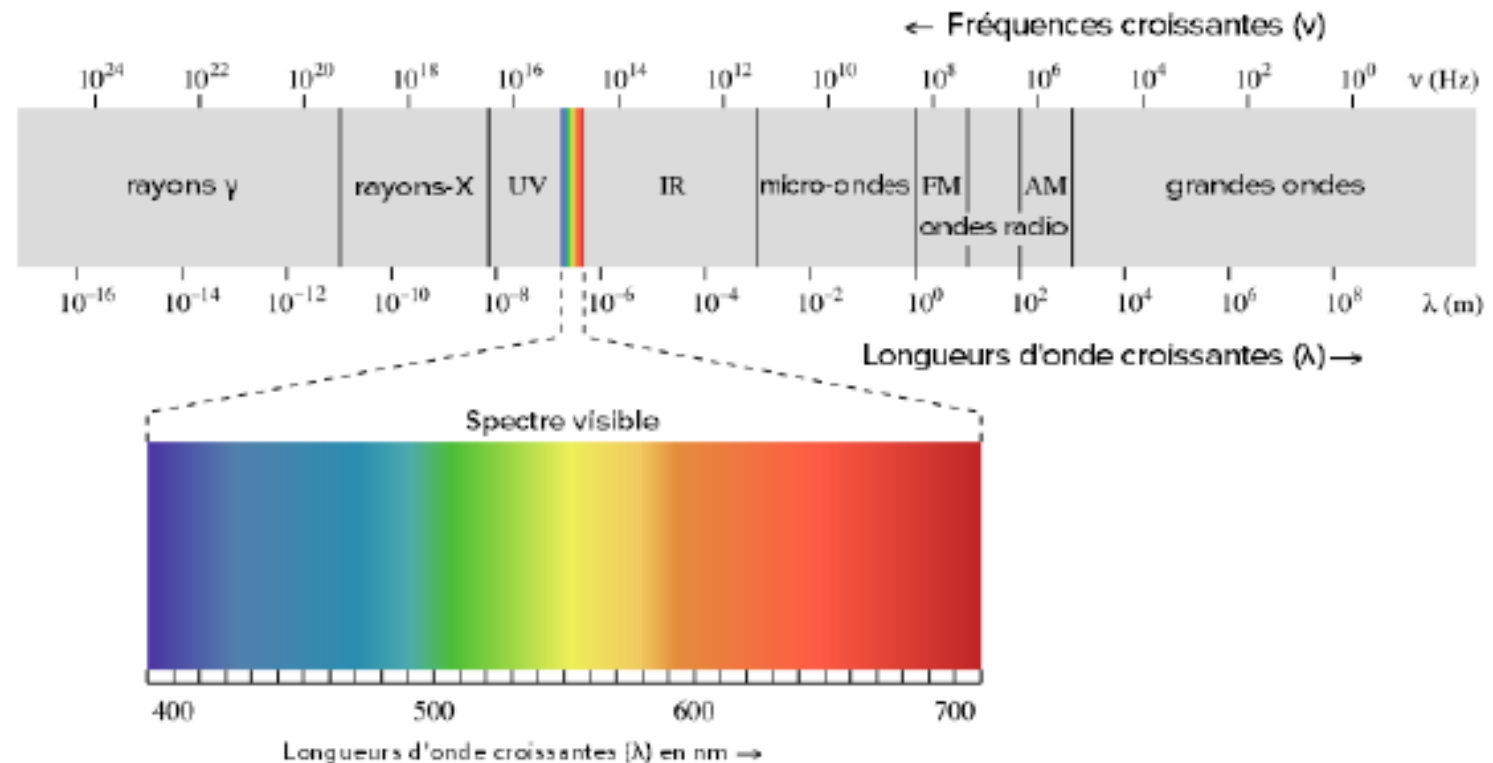
$$l = \sqrt{8 \left( \mu'_{2,0} + \mu'_{0,2} + \sqrt{4\mu'^2_{1,1} + (\mu'_{2,0} - \mu'_{0,2})^2} \right)}$$

$$w = \sqrt{8 \left( \mu'_{2,0} + \mu'_{0,2} - \sqrt{4\mu'^2_{1,1} + (\mu'_{2,0} - \mu'_{0,2})^2} \right)}$$

# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI – 4 Analyse des couleurs

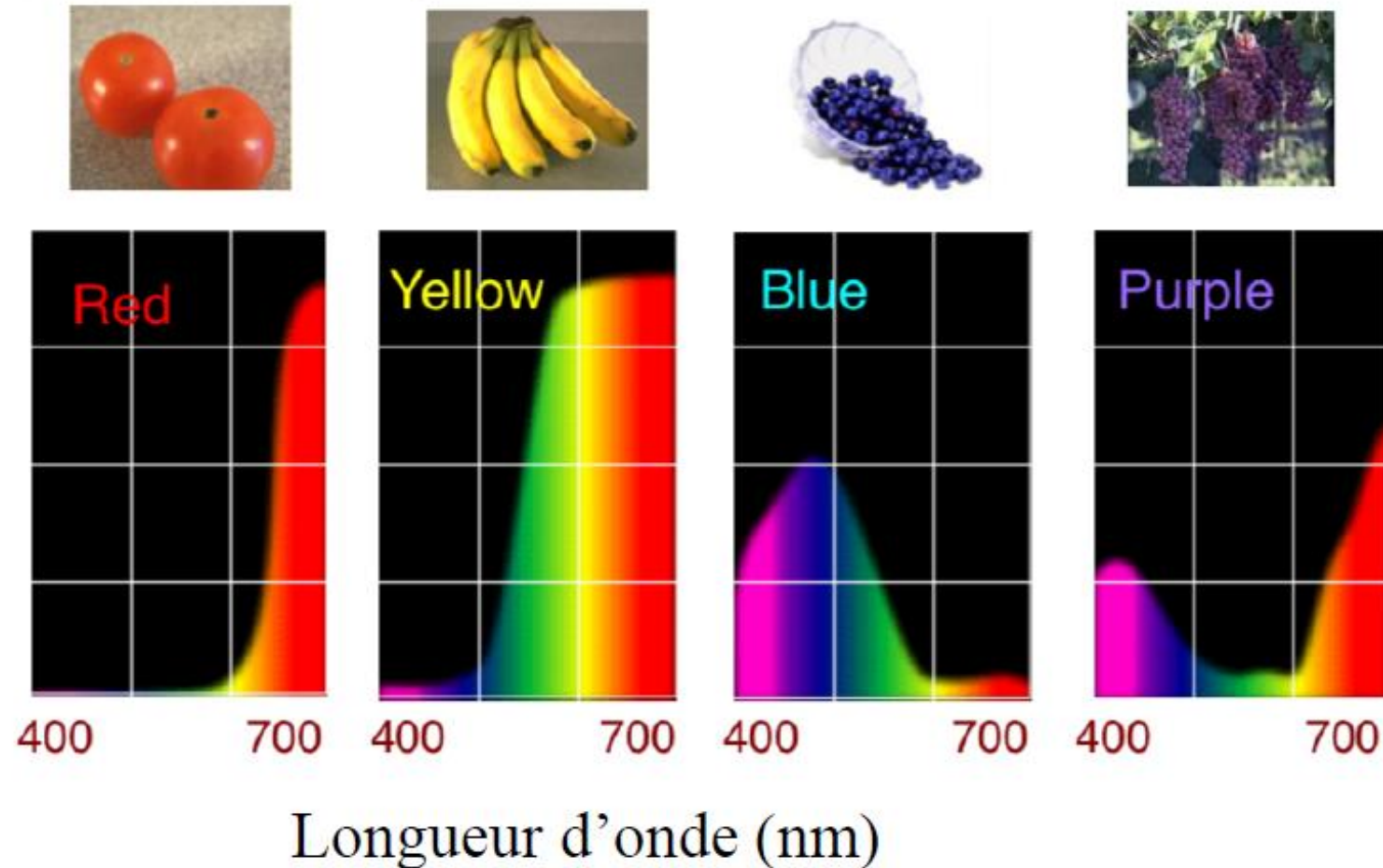
### Spectre électromagnétique





# VI – Analyse et reconnaissance de formes

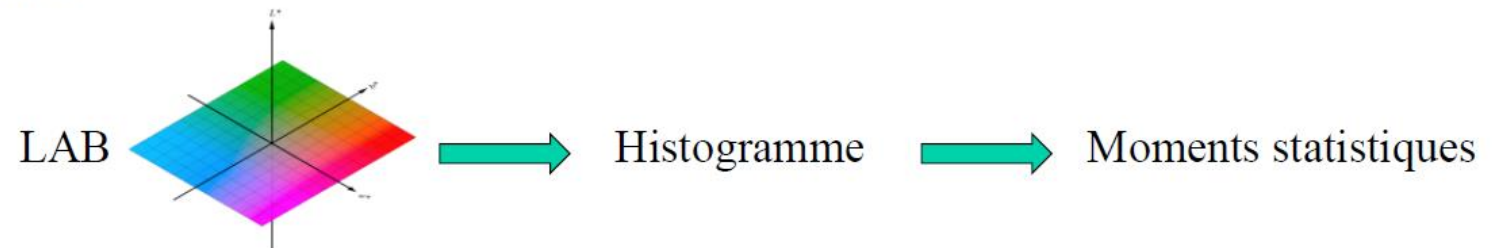
## VI – 4 Analyse des couleurs



# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI – 4 Analyse des couleurs

### Espaces colorimétriques



# VI – Analyse et reconnaissance de formes

## VI – 4 Analyse des couleurs

