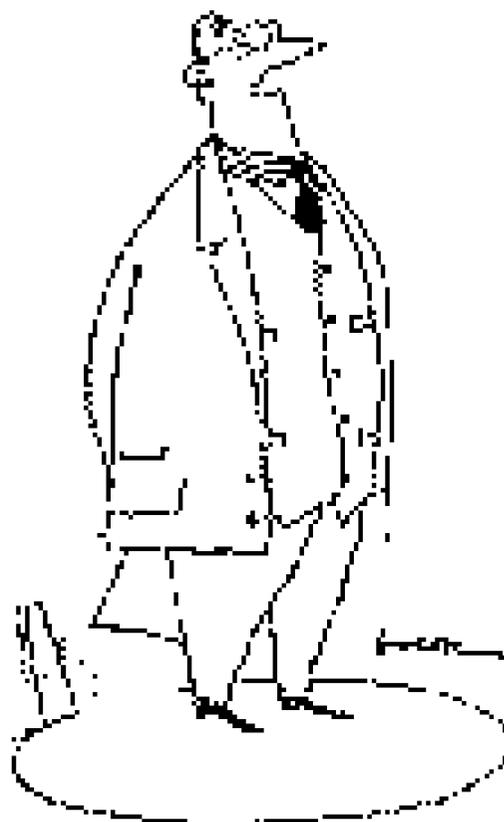


# Analyse d'Image



# Plan

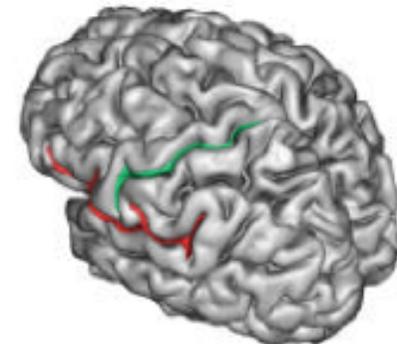
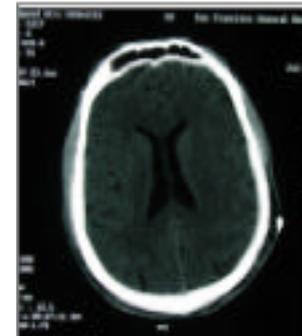
- ❖ Généralités
- ❖ Perception
- ❖ Traitement d'images binaires
- ❖ Traitement d'images en niveau de gris
- ❖ Partition en régions
- ❖ Reconnaissance de contours



# I. Introduction

## Quelques applications

- 🔺 Analyse de documents
- 🔺 Images aériennes / satellites
- 🔺 Imagerie médicale
- 🔺 Contrôle qualité (industrie)
- 🔺 Indexation d'images
- 🔺 ...





# Une image

## Image

-  Initialement, un espace 2D issu d'un procédé photographique
-  Flux de données qui peut être “visualisé” par un observateur
-  Dimension 2, 3 et plus...

## Propriétés d'une image

-  Représentation partielle d'une scène réelle
-  Volonté de proposer une entité observable par l'œil humain
-  Généralement structurée comme une matrice





# Une image

## ❖ Information élémentaire (pixel, voxel, ...)

❖ Grandeur physique définie et limitée par le capteur

❖ Pseudo-ponctuelles

❖ Information géométrique : position relative des points

❖ *caméra infrarouge*

❖ *caméra CCD*

❖ *IRM*

❖ *appareil d'échographie*

❖ *...*



# Objectifs

## Améliorer la qualité des images

 Débruitage, rehaussement de contraste, prétraitements, réalité augmentée...

## Mesurer des événements

 Caractérisation de formes, mesure de surfaces, volumes, quantités physiques...

## Interpréter des événements

 Aide au diagnostic médical, télésurveillance, ...



# Plusieurs niveaux

## Traitements «bas-niveau»

-  Réduction de bruit, rehaussement de contraste

-  Filtrage

## Interprétation d'image

-  Segmentation

-  Classification

-  Reconnaissance de forme

-  Reconstruction



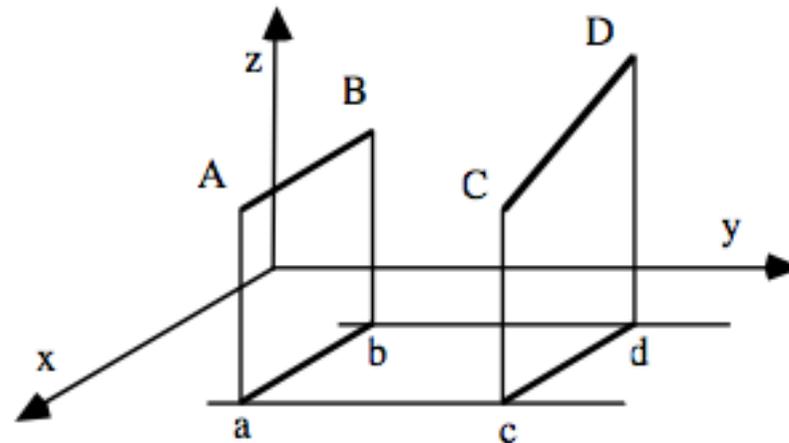
# Difficultés

- ❖ Les difficultés majeures résident dans :
  - ❖ Le choix de l'espace de représentation
  - ❖ Le choix des espaces d'interprétation
  - ❖ La complexité des calculs



# II. Espace de représentation

🍁 La vision : projection 3D -> 2D

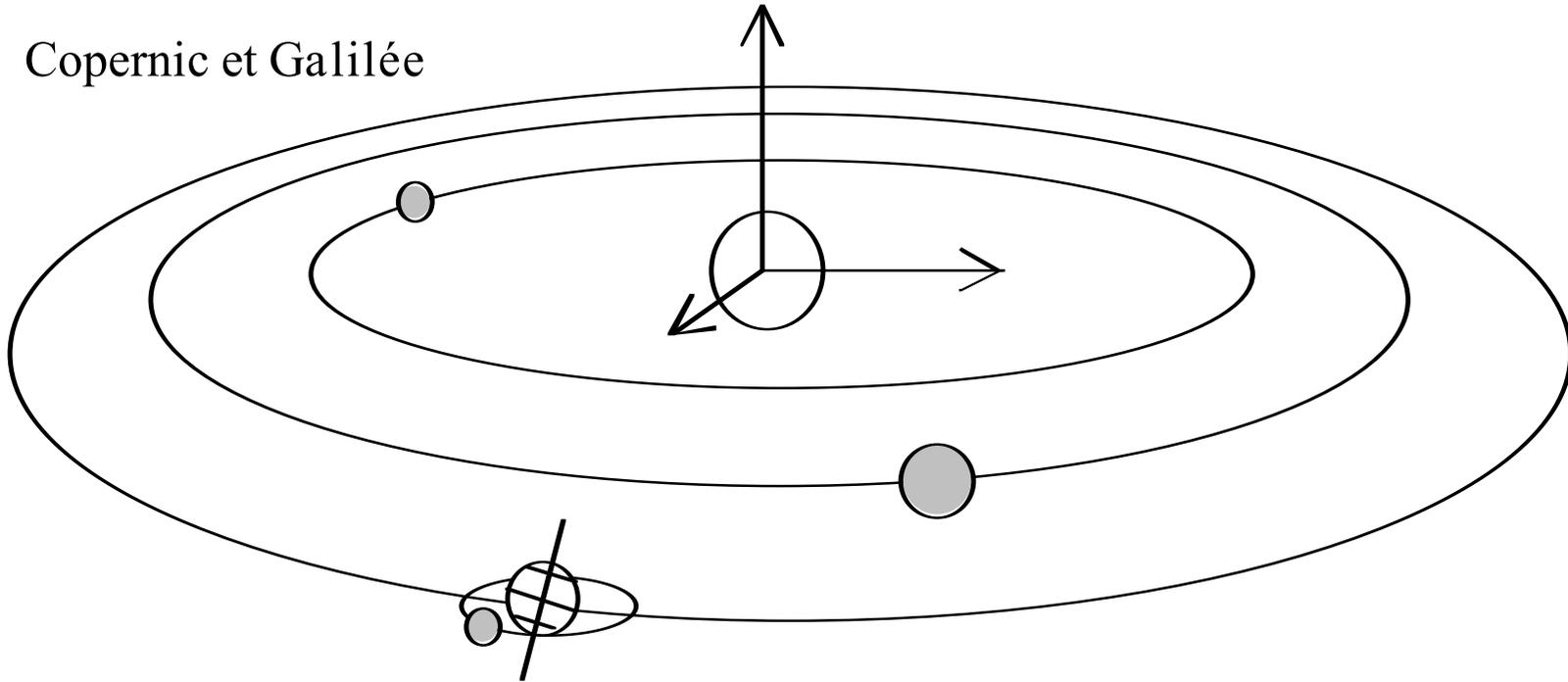


*Conserver l'information pertinente*



# Espace de représentation

Copernic et Galilée



*Simplifier la modélisation*

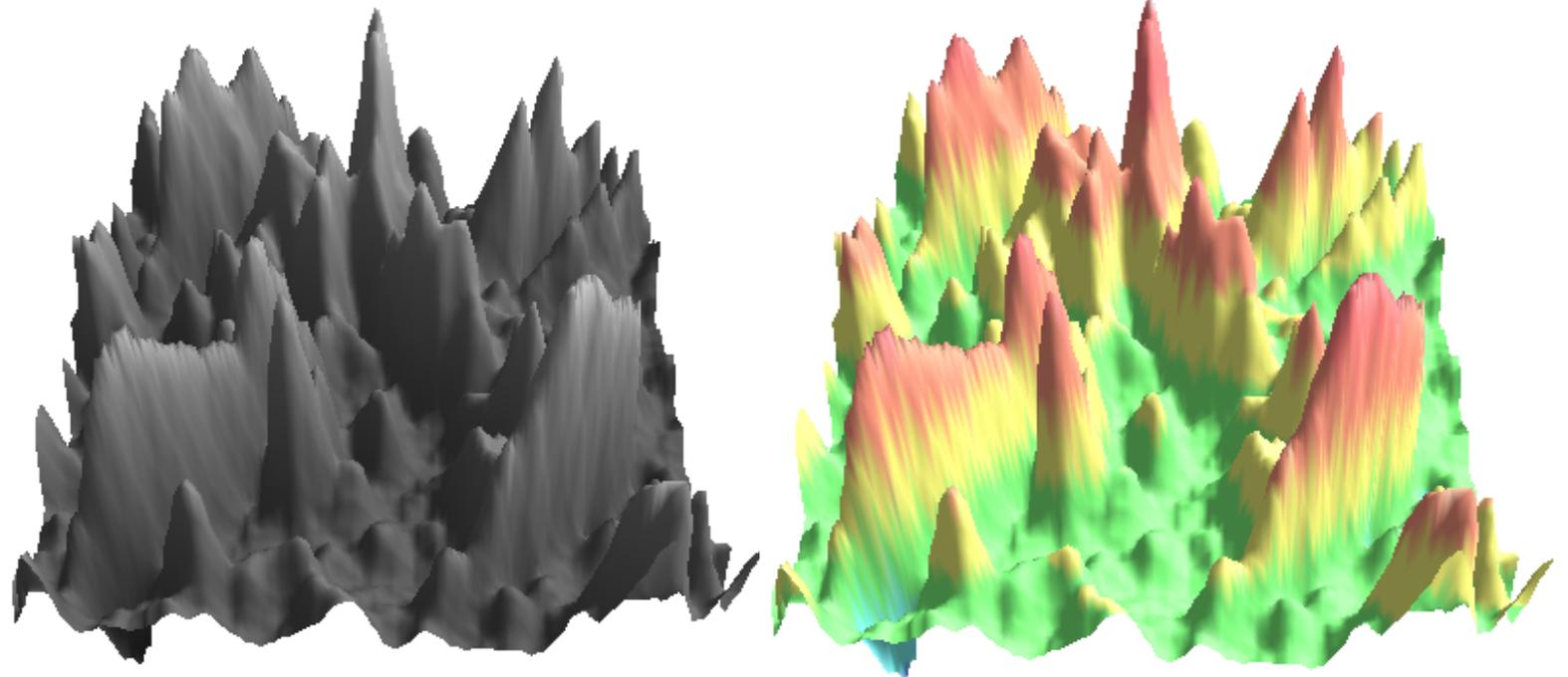
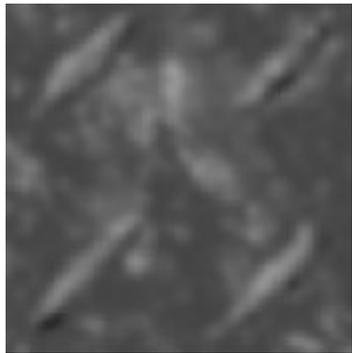


# Espace de représentation

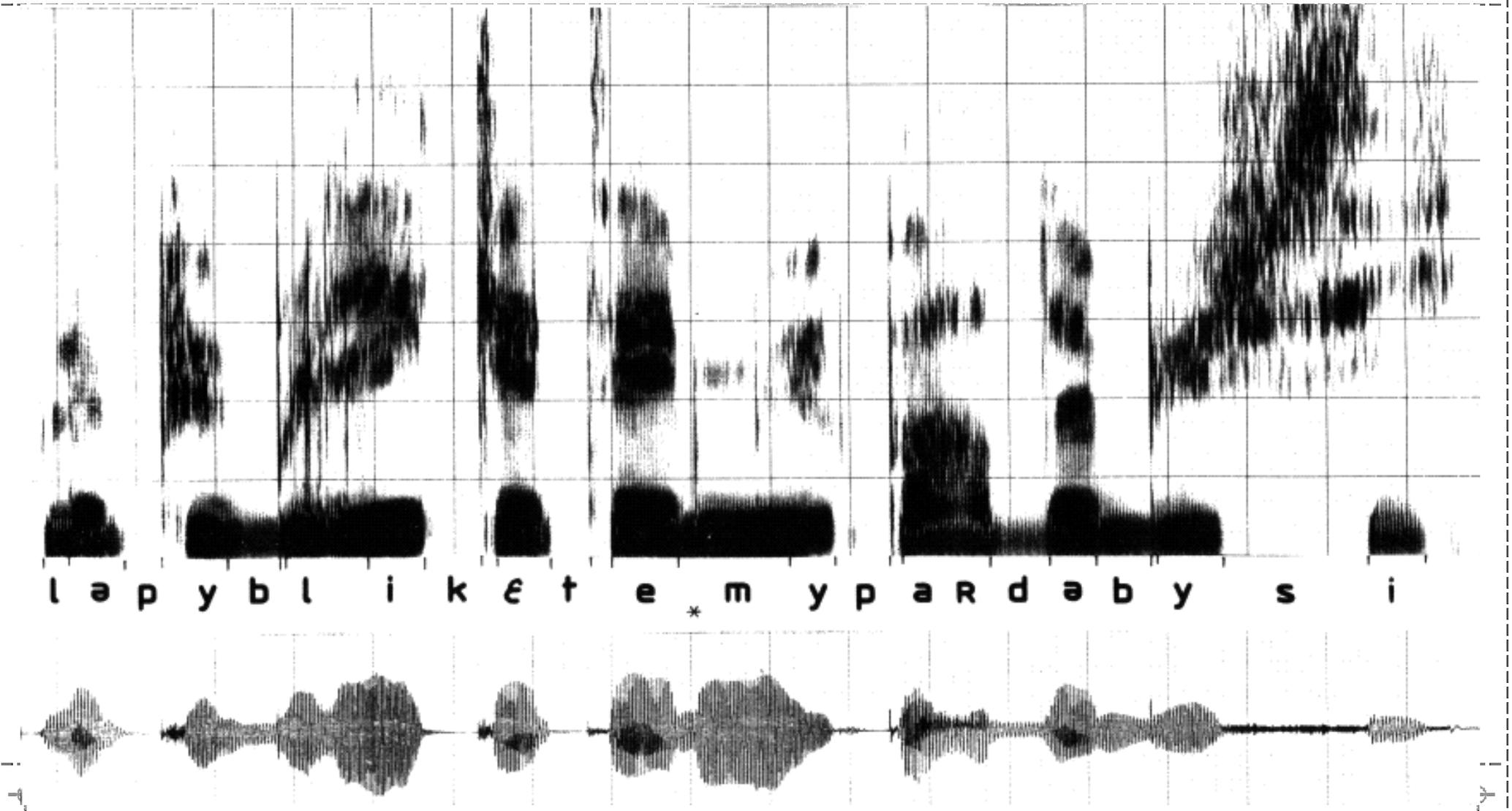
- ❖ **Le choix de l'espace de représentation nécessite :**
  - ❖ Une connaissance du phénomène étudié
  - ❖ Une connaissance du milieu dans lequel il est immergé
- ❖ **Le capteur employé définit déjà un premier espace de représentation**
- ❖ **Possibilité de changer d'espace de représentation**



# Espace de représentation



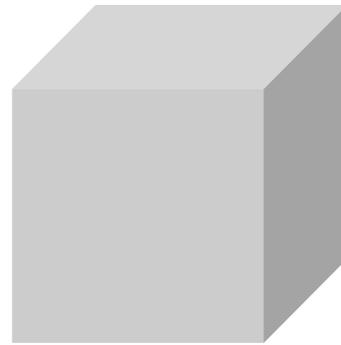
# Espace de représentation



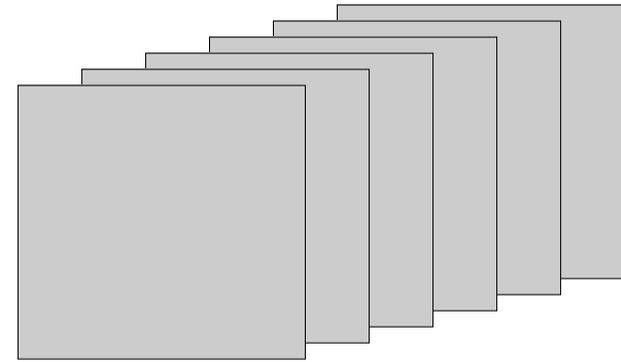
# Nature et dimension d'une image



Image en niveaux de gris



Volume numérique



Dimension temps

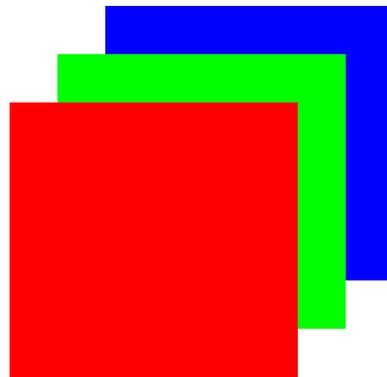
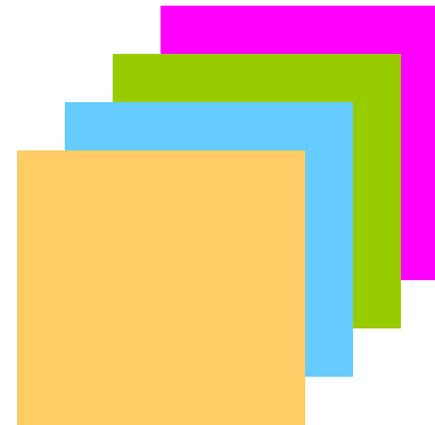


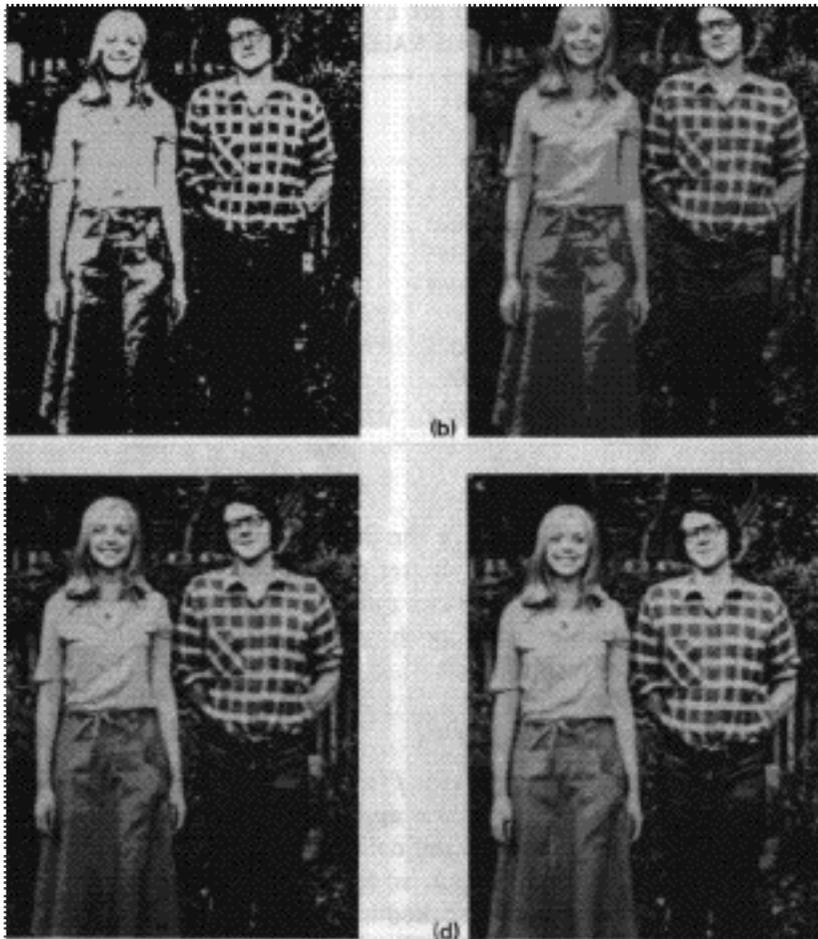
Image couleur



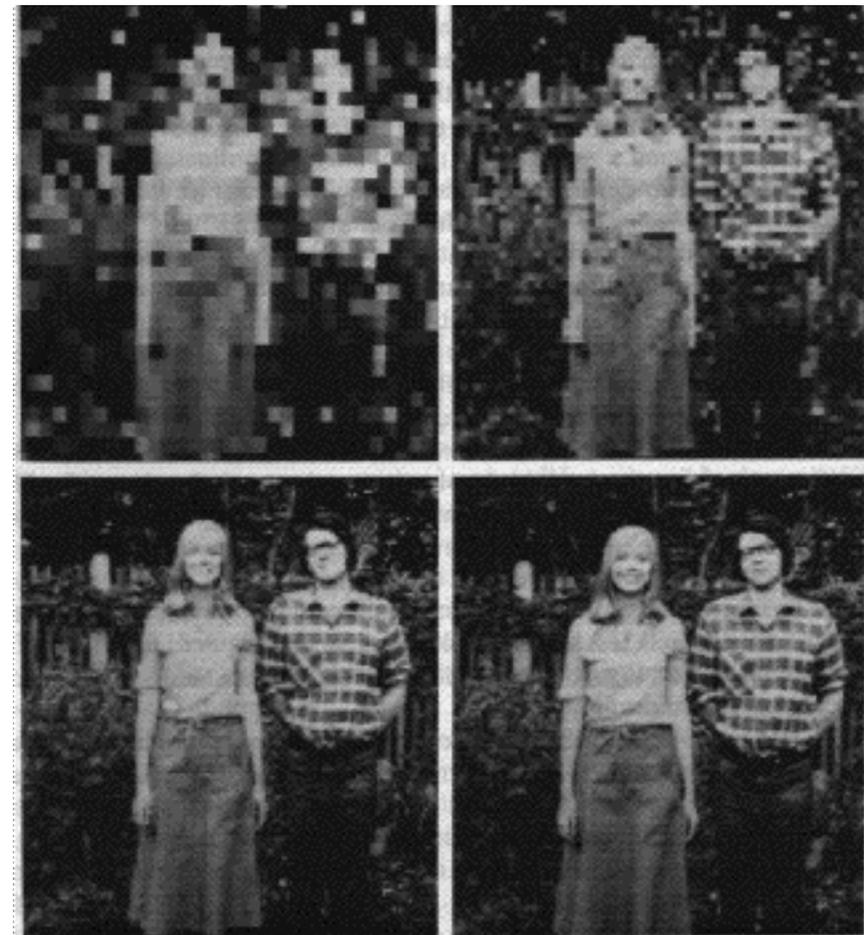
Images multi-modales



# Codage et résolution



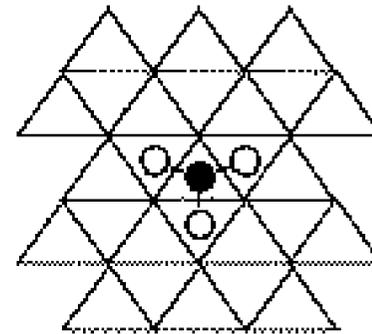
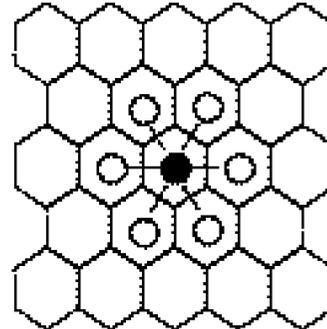
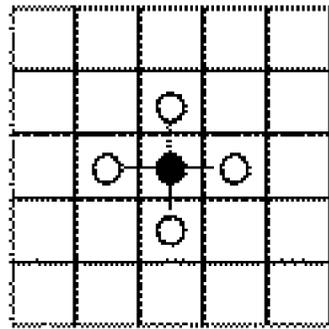
*Niveaux de gris sur 2, 4, 6 ou 8 bit*



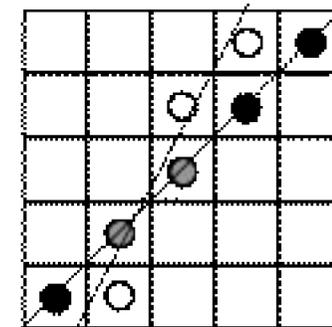
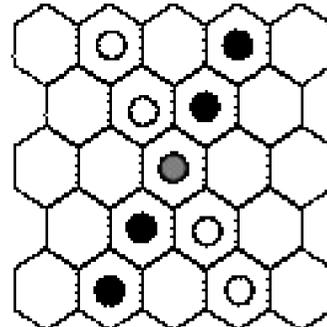
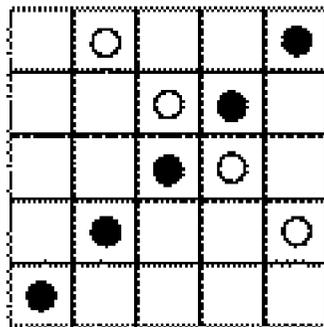
*Définition d'une image*

# Partition élémentaire

## ❖ Répartition des voisins suivant le pavage



## ❖ Les effets d'une représentation discrète



# Représentation informatique

## ❖ Stockage dans un fichier

- ❖ Compression liée au type d'image

## ❖ Représentation interne au logiciel

- ❖ Limiter l'occupation mémoire et les temps de calcul

## ❖ Représentation pour l'affichage

- ❖ Contraintes liées à la carte graphique

- ❖ Choix du rendu



# Fichier image

❖ Structure bien définie pour être manipulée par différentes machines :

❖ En-tête (type de codage, dimensions , ...)

❖ Données

❖ Bibliothèques spécialisées (lecture, décompression, ...)

❖ Le format PGM

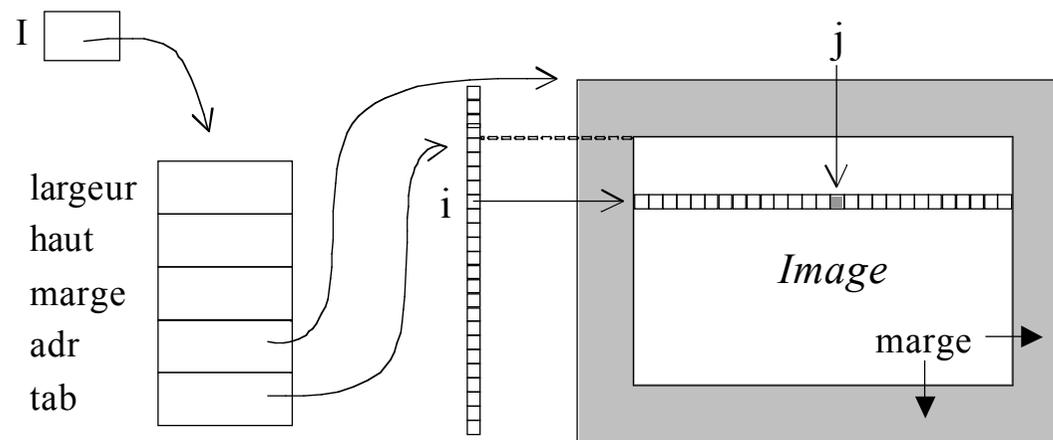
❖ Une en-tête

❖ Les données :  
un octet / pixel  
(niveaux de gris)

```
P5
# hauteur largeur
24 7
# niveau de gris maximum
15
Valeurs des pixels rangées ligne par ligne
```

# Représentation interne

- 🍷 accès simple à un pixel :  $I \rightarrow \text{tab}[i][j]$
- 🍷 simplification des algorithmes utilisant un voisinage
- 🍷 suite séquentiel des pixels dans une ligne



# En C ...

```
/* Definition d'un type image 2D */
typedef unsigned char PIXEL;
typedef PIXEL *LIGNE;
typedef struct
{ int larg, haut, marge;
  PIXEL *adr;
  LIGNE *tab;
} *IMAGE, structImage;
```

```
IMAGE creerImage(int l, int h, int m)
{ IMAGE I; PIXEL *p; int i;
  I = malloc(sizeof(structImage));
  I->larg = l;
  I->haut = h;
  I->marge = m;
  I->adr = malloc(sizeof(PIXEL)*(h+2*m)*(l+2*m));
  I->tab = malloc(sizeof(LIGNE)*(h+2*m));
  I->tab += m ;
  p = I->adr + m*(l+2*m) + m ;
  for (i=-m; i<h+m ; i++)
    I->tab[i]= p+i*(l+2*m);
  return I;
}
```

# Affichage

- ❖ **Bibliothèques graphiques spécialisées :**
  - ❖ Conventions propres et contraintes technologiques
- ❖ **Conversion entre l'image interne et l'image affichée**
  - ❖ Niveaux de gris -> RGB
  - ❖ Dynamique image -> [0, 255]
  - ❖ Taille réelle et dimensions de l'écran -> réduction, zoom.
- ❖ **Ces transformations ne se feront que pour l'affichage en conservant la représentation interne !**

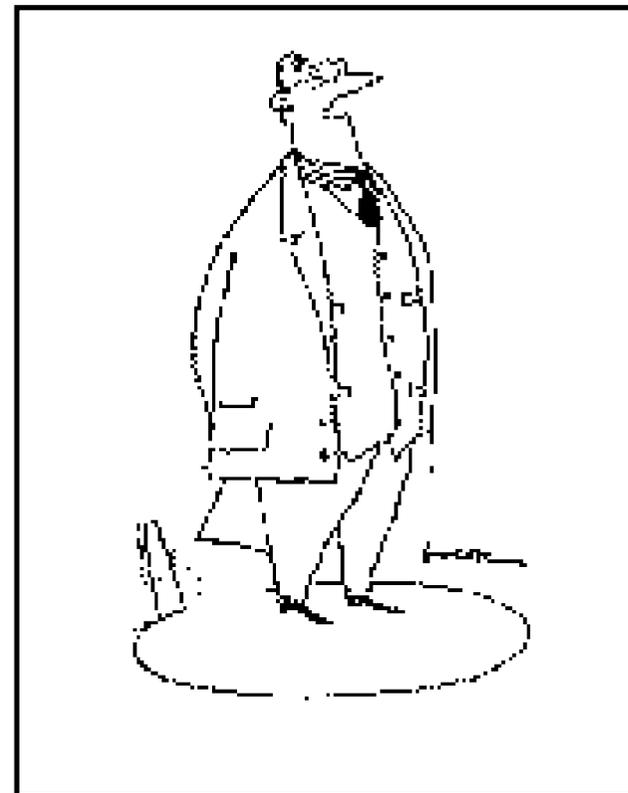
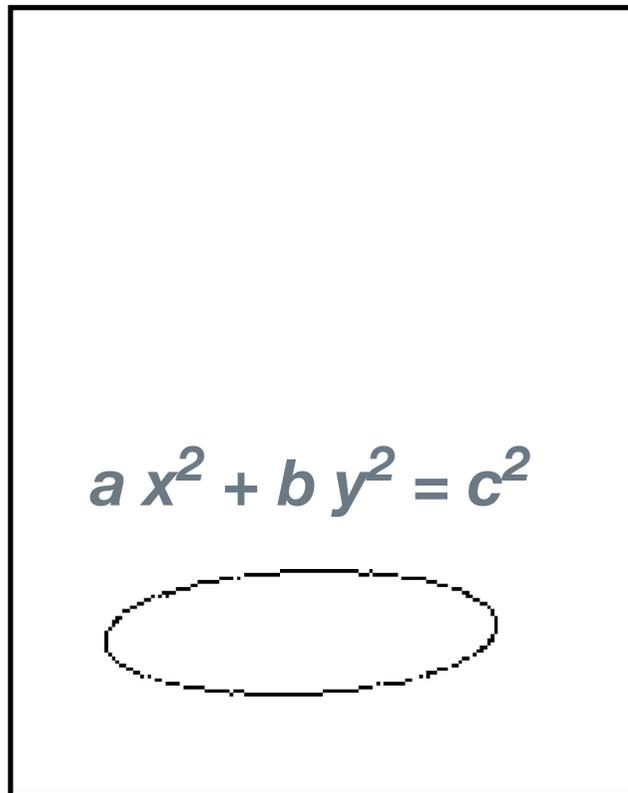


# III. Interprétation d'une image

- ❏ **Choix de l'espace d'interprétation : difficile !!!**
  - ❏ connaissances à priori de l'événement observé
  - ❏ connaissances à priori du milieu où il se produit
- ❏ **Connaissances souvent inconscientes, intuitives et difficilement formalisables**
- ❏ **On peut distinguer deux niveaux d'interprétation :**
  - ❏ Le niveau numérique (continu)
  - ❏ Le niveau structurel (symbolique)



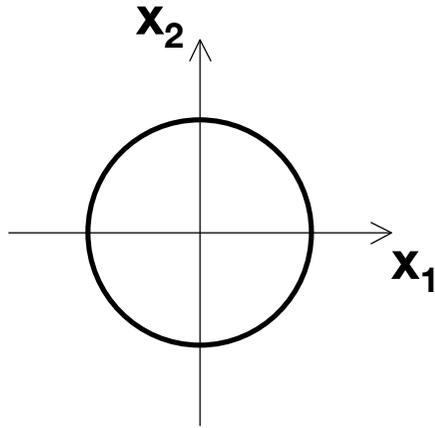
# Interprétation d'une image



Deux espaces d'interprétation différents pour une même forme

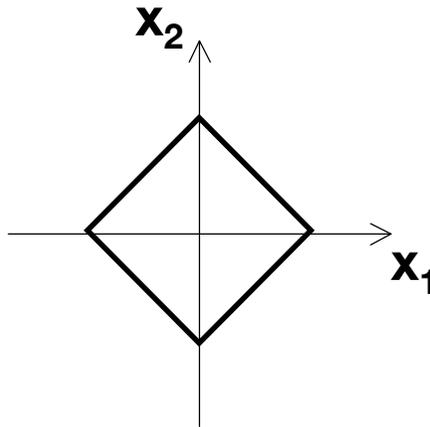


# Interprétation numérique



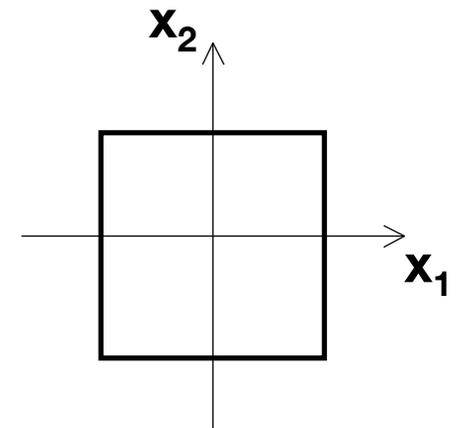
**Euclide**

$$d(X, O) = (\sum_{i=1,n} (x_i - o_i)^2)^{1/2}$$



**Chebyshev**

$$d(X, O) = \sum_{i=1,n} |x_i - o_i|$$



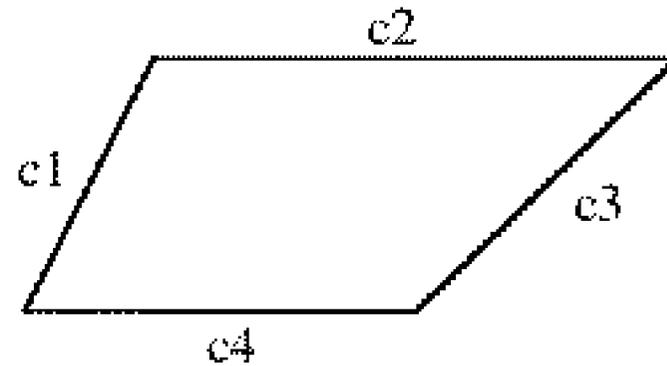
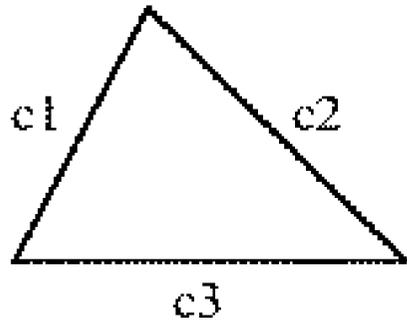
**Manhatan**

$$d(X, O) = \max_{i=1,n} |x_i - o_i|$$

**Ensembles des points X équidistants d'un point O  
suivant trois distances**



# Interprétation structurelle



# IV. Texture, région, contour

Un objet dans une scène peut se décomposer en **régions** délimitées par des **contours** et ayant chacune une **texture**

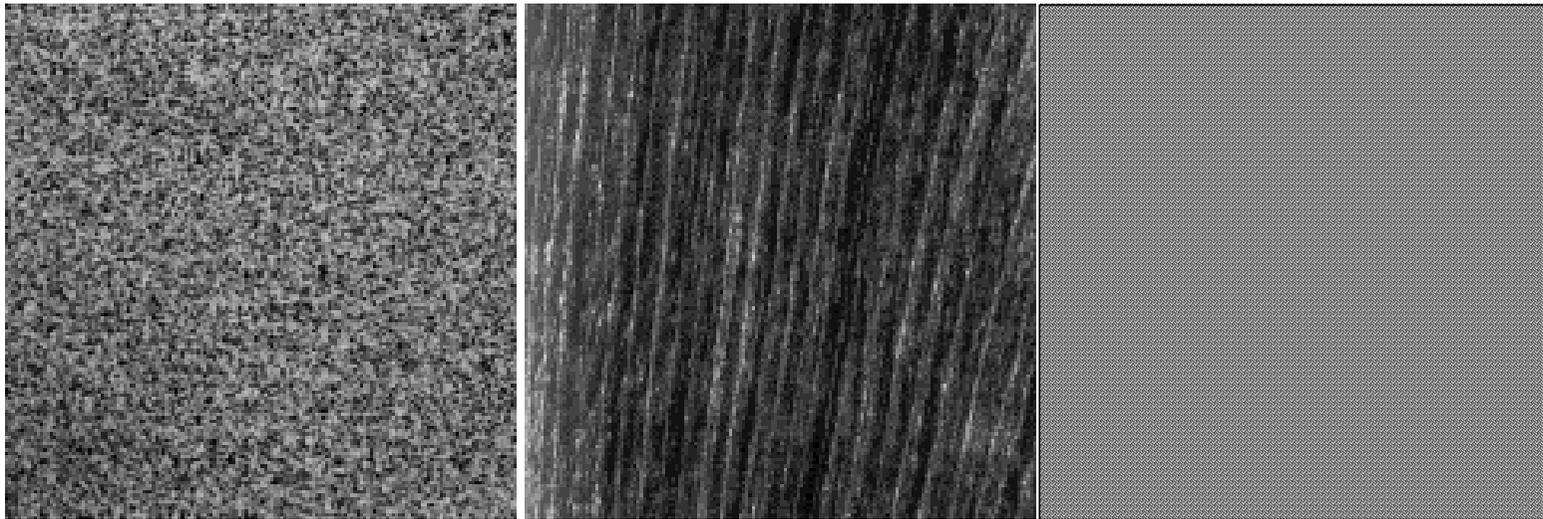


# La texture

- ❖ **Aspect visuel et tactile d'une surface**
  - ❖ La rugosité, la finesse, la régularité, un motif, ...
- ❖ **Une définition partielle/partiale en Infographie**
  - ❖ Propriété ou ensemble de propriétés que l'on peut vérifier quelle que soit la position de la "petite zone" observée (invariance par translation).
- ❖ **La texture se mesure sur des zones beaucoup plus petites que l'objet qui la porte**
  - ❖ La texture s'appauvrit avec "l'éloignement" ...



# La texture



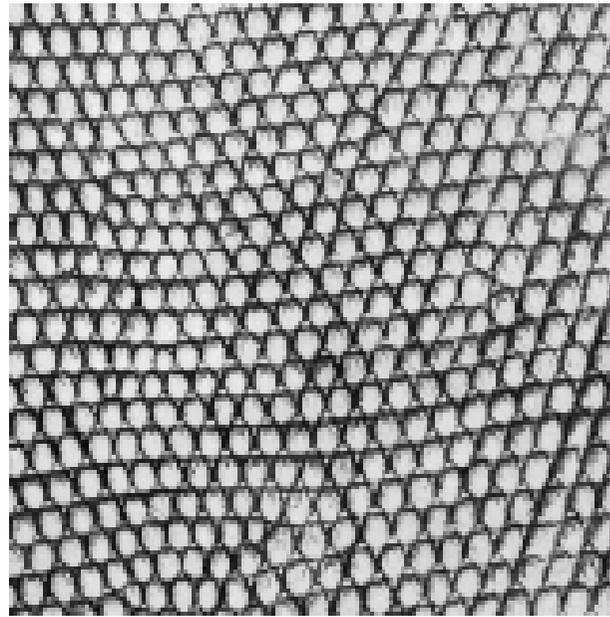
**Aléatoire**

**directionnelle**

**structurelle**



# La texture



Aléatoire, directionnelle et structurelle



# Quelques indices de texture

❖ Soit  $S$  une zone d'observation,  $n$  le nombre de pixels dans  $S$ ,  $p$  un pixel dans  $S$  et  $I[p]$  le niveau de gris de  $p$

❖ moment d'espace du premier ordre ou *moyenne* :

$$m_1 = 1/n \cdot \sum_S I[p]$$

❖ moment d'espace centré du second ordre ou *variance* :

$$m_2 = 1/n \cdot \sum_S (I[p] - m_1)^2$$

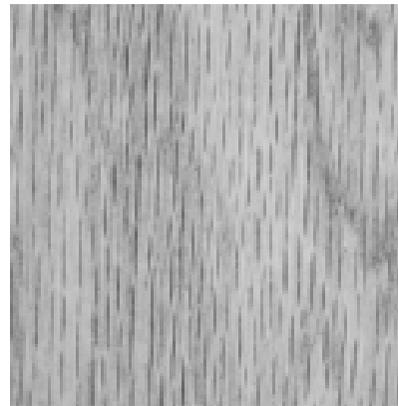
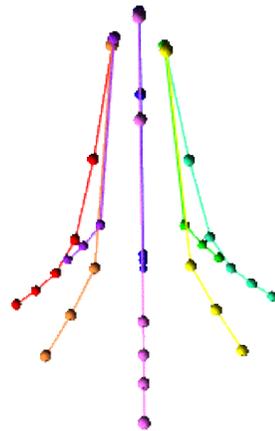
❖ moment d'espace composé du second ordre ou *autocovariance* pour une translation  $t$  du plan :  $M_2 = 1/\text{nbre de couples}$  .

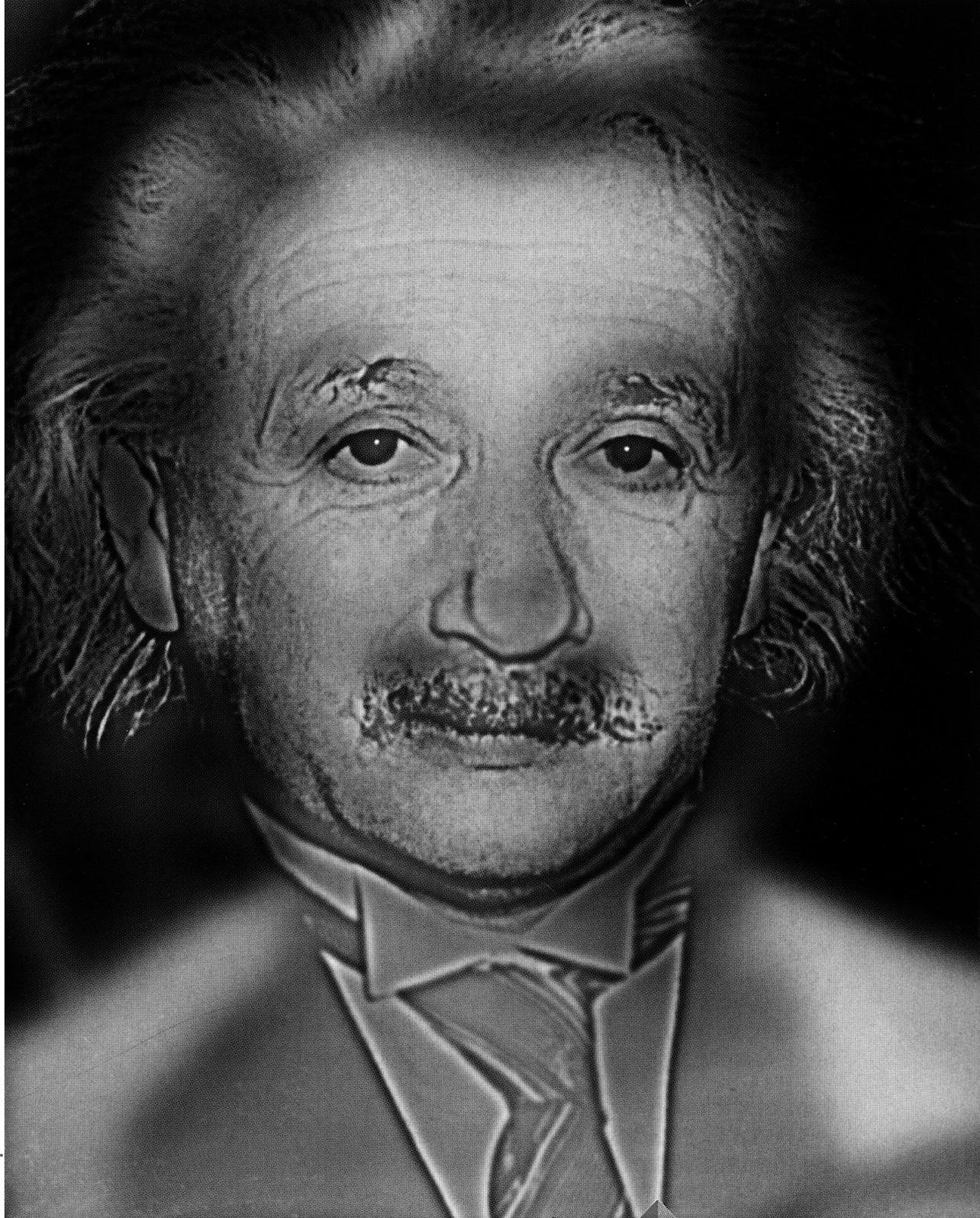
$$\sum_S (I[p] - m_1) \cdot (I[t(p)] - m_1)$$

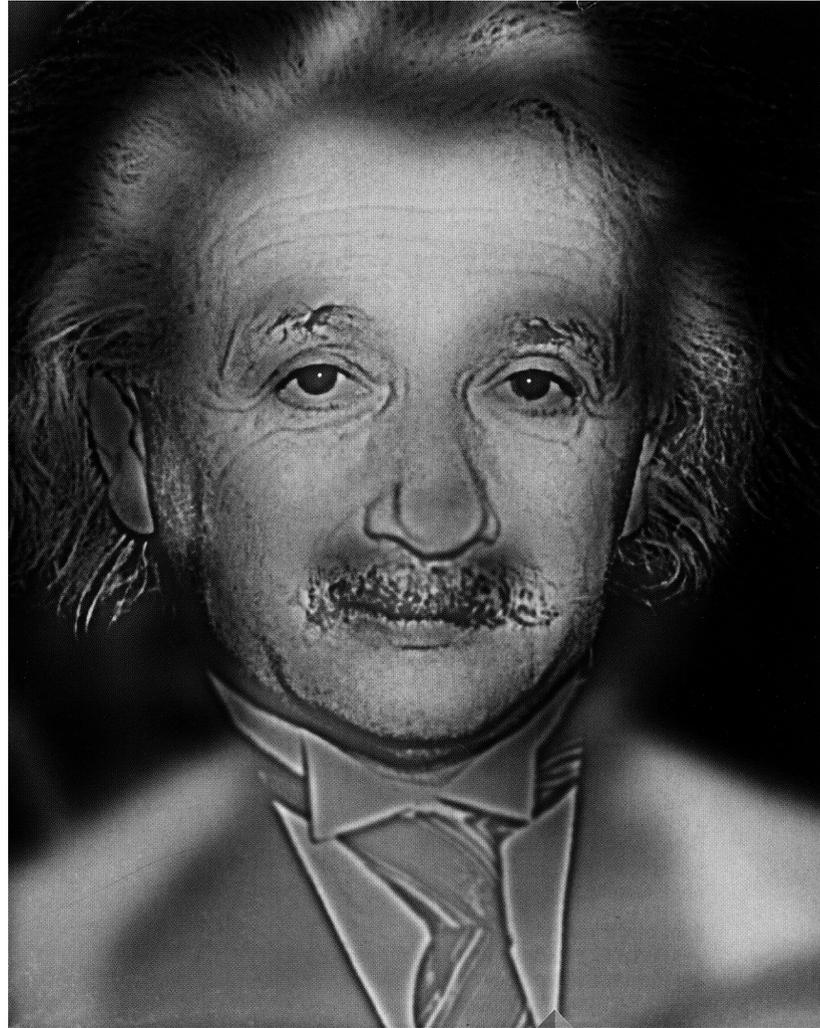


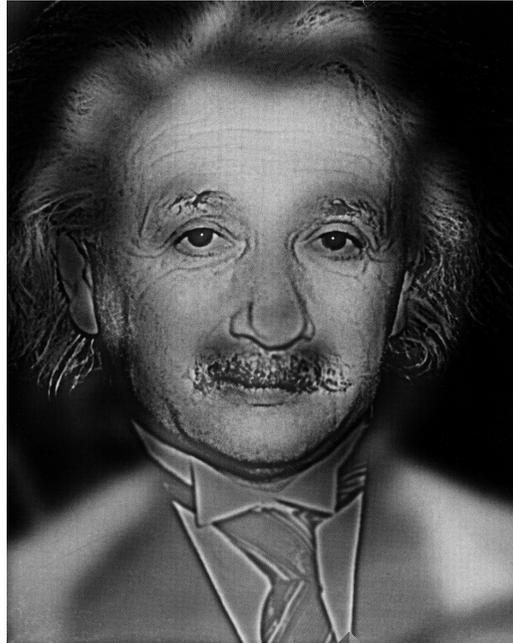
# Quelques indices de texture

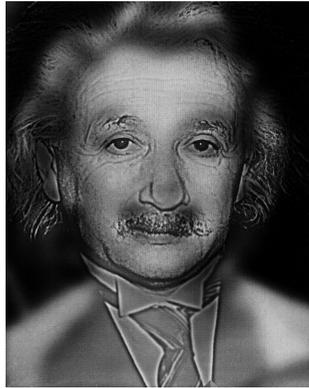
- ❖ Soit  $S$  une zone d'observation,  $n$  le nombre de pixels dans  $S$ ,  $p$  un pixel dans  $S$  et  $I[p]$  le niveau de gris de  $p$
- ❖ *densité des maxima (minima) d'ordre 1, 2, ..., k* :  
$$d_{\max} = 1/n \cdot \sum_S (\max_k(I[p]))$$
 avec  $\max_k$  vaut 1 si  $I[p]$  est un maximum (minimum) dans voisinage de rayon  $k$ , 0 sinon

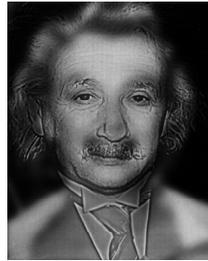


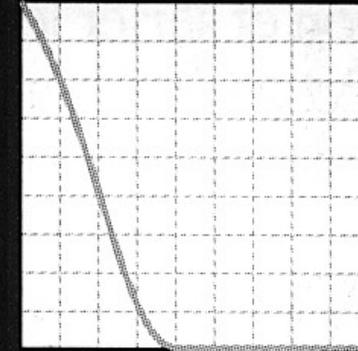
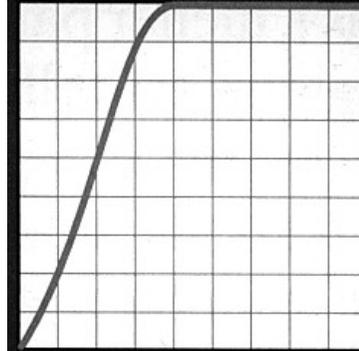
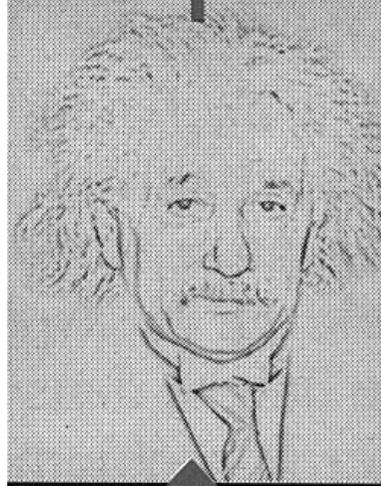






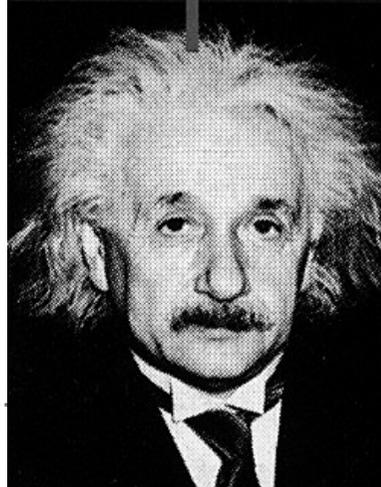






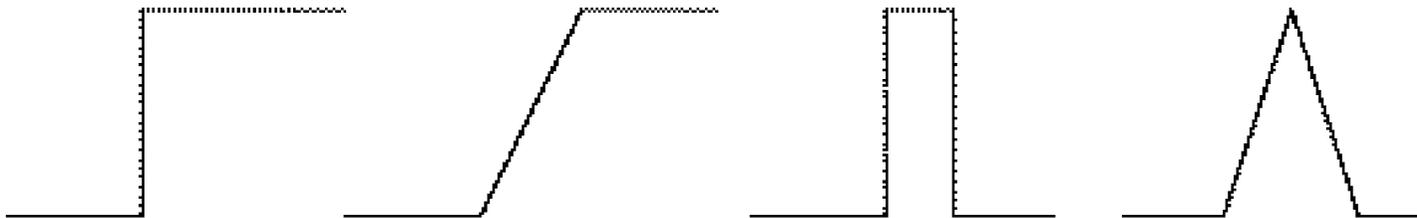
Filtre HF

Filtre BF



# Régions et contours

- ❖ Région : zone connexe où la texture est la même
- ❖ Contour : zone de forte variation de la texture
- ❖ Quelques profils de contours : marche, rampe, pic, toit

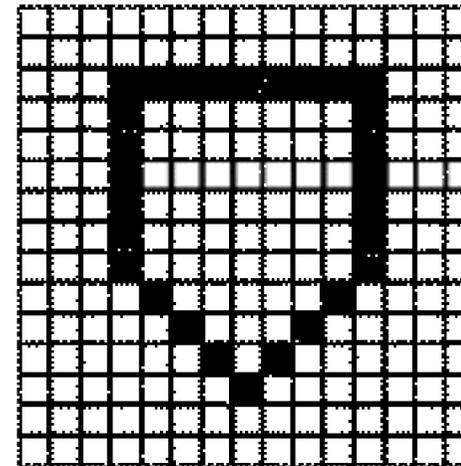
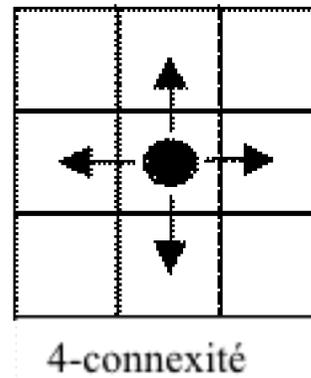
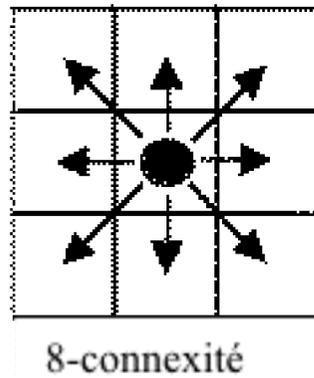


# Régions et contours

🍯 On se déplace :

🍯 Par 4-connexité dans une région

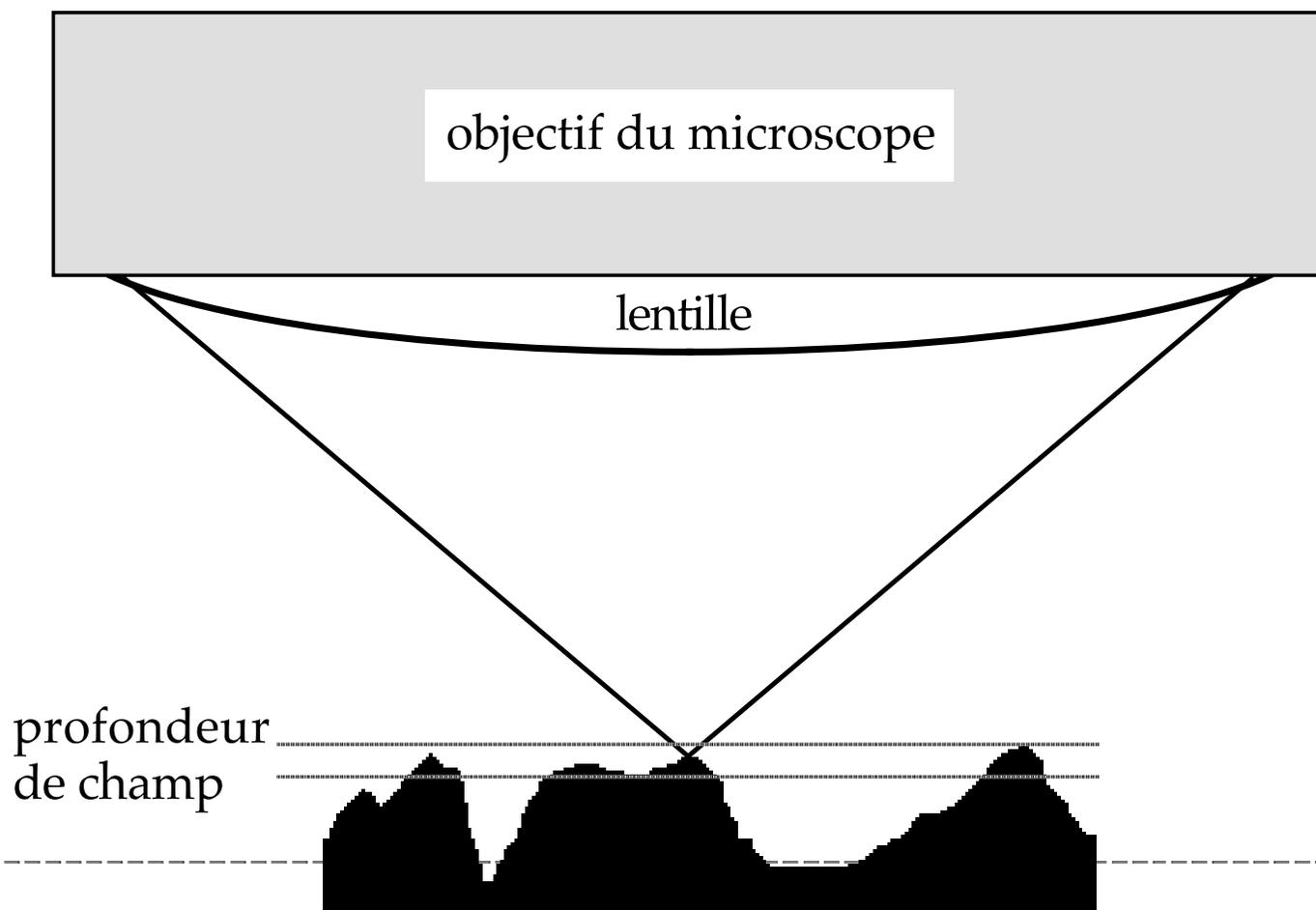
🍯 Par 8-connexité le long d'un contour





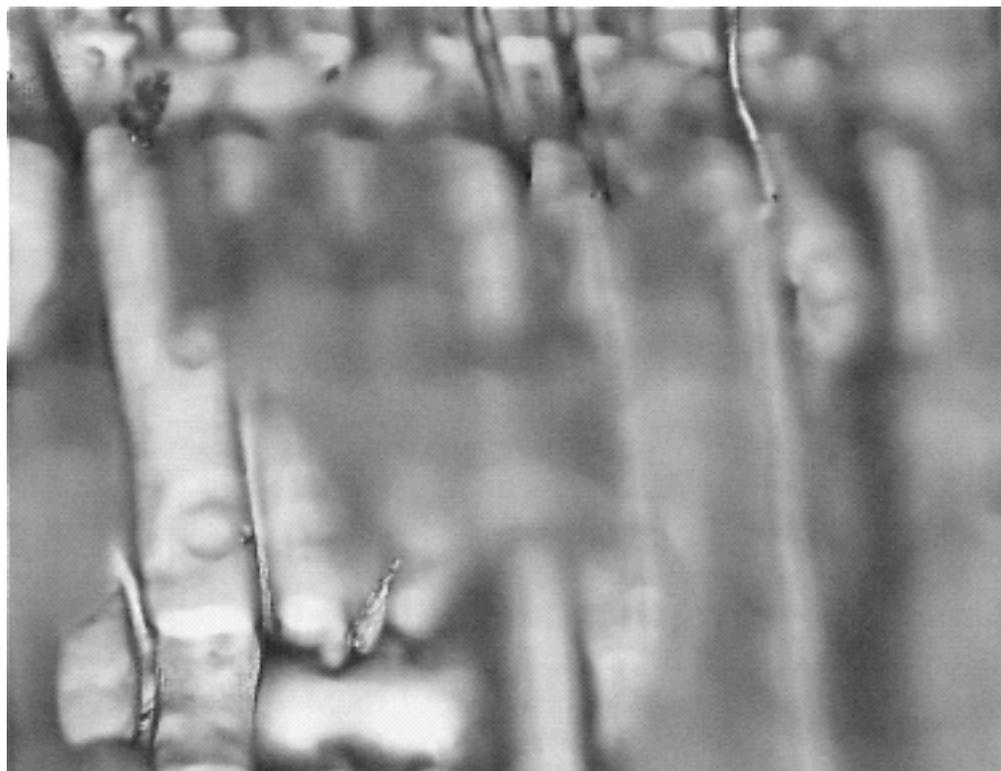
# Exemple d'analyse de texture

## *Reconstruction d'image en microscopie optique*

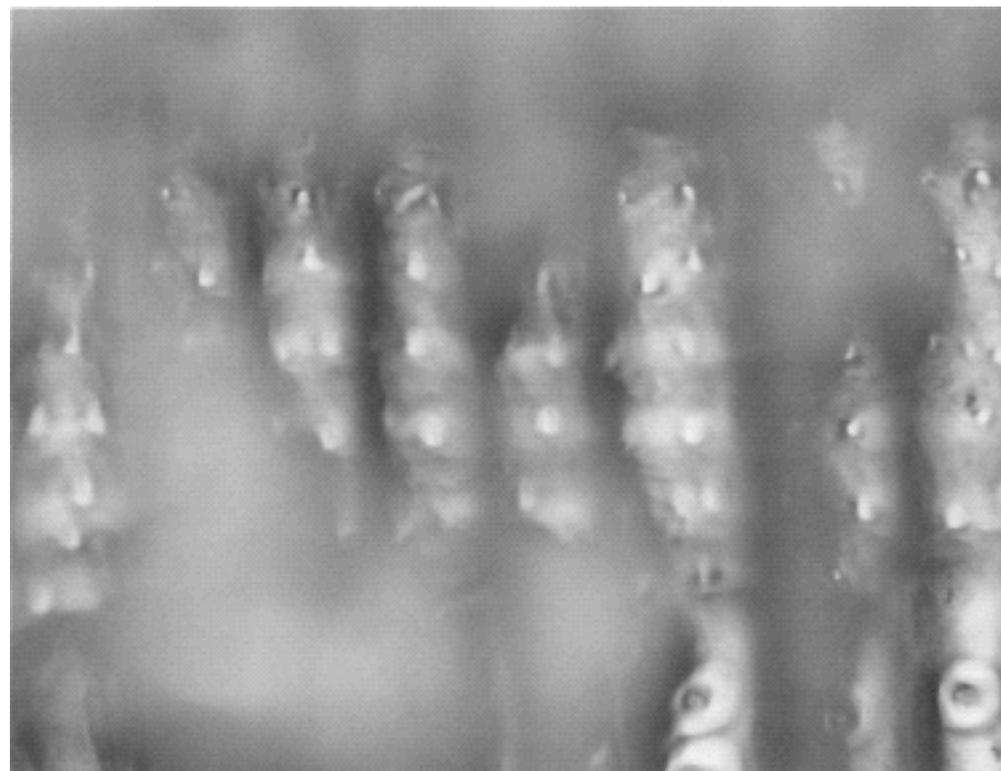




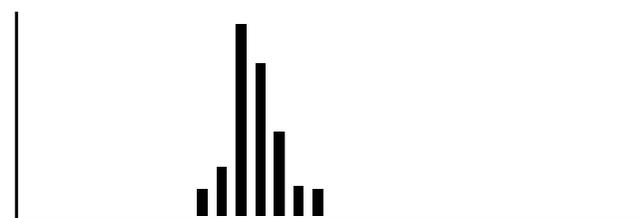
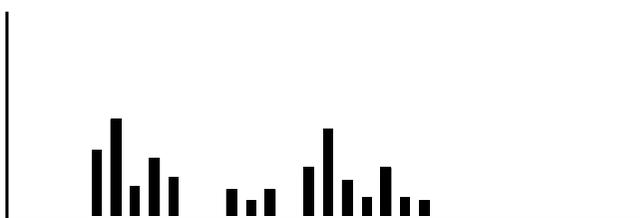
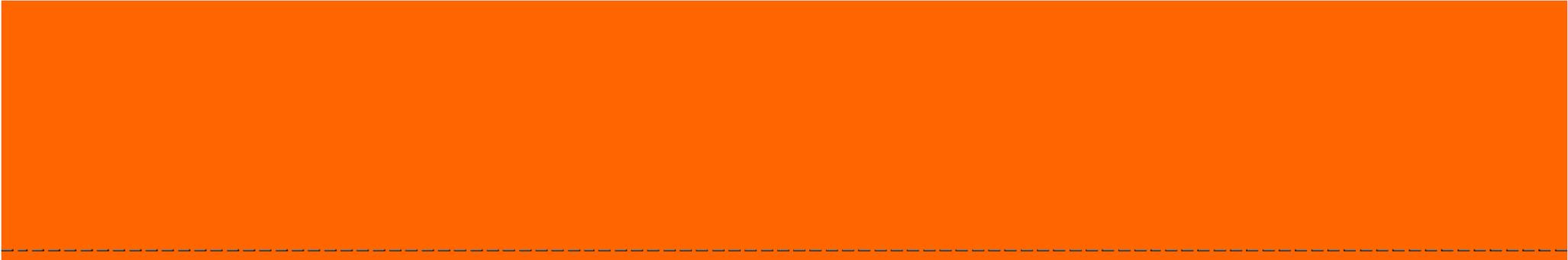
*Fibres végétales carbonisées*



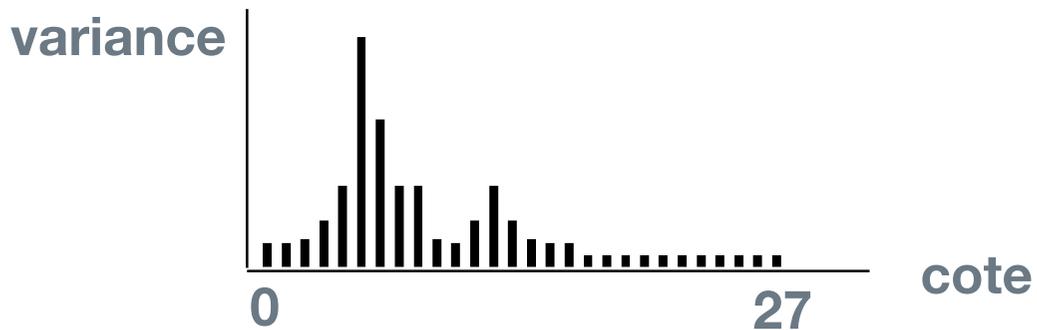
**Niveau 1**



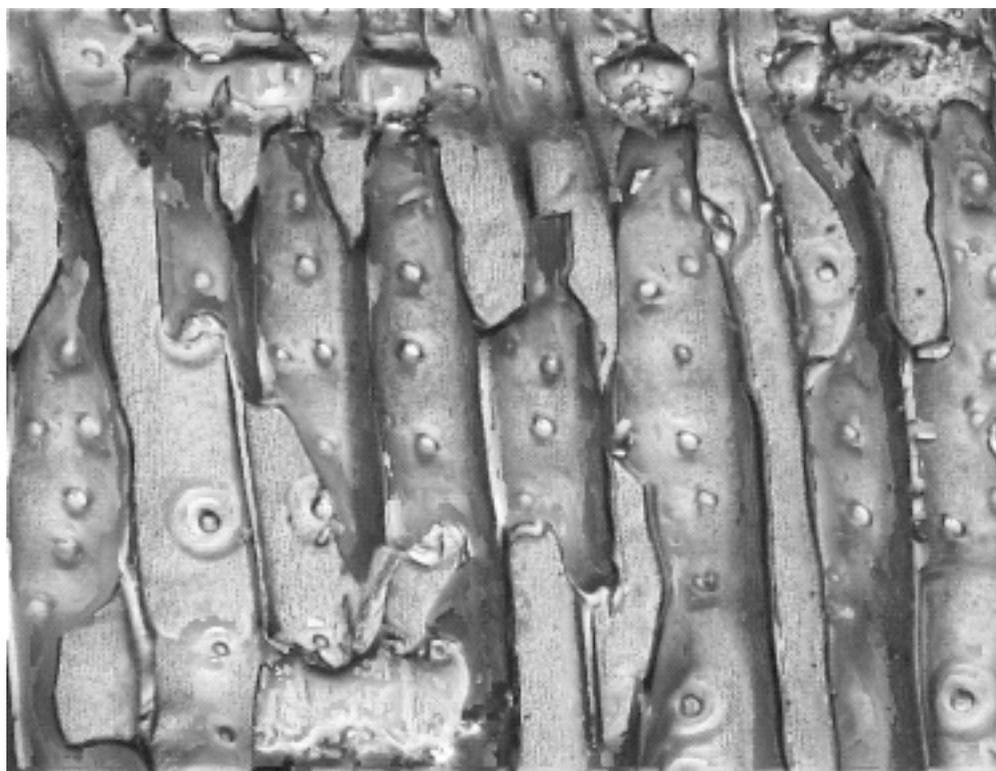
**Niveau 27**



*Histogramme d'une même zone dans un contexte net et flou*



*Variance des luminances d'une même zone dans les 27 images*



*Image reconstruite par sélection du pixel de plus forte variance*