

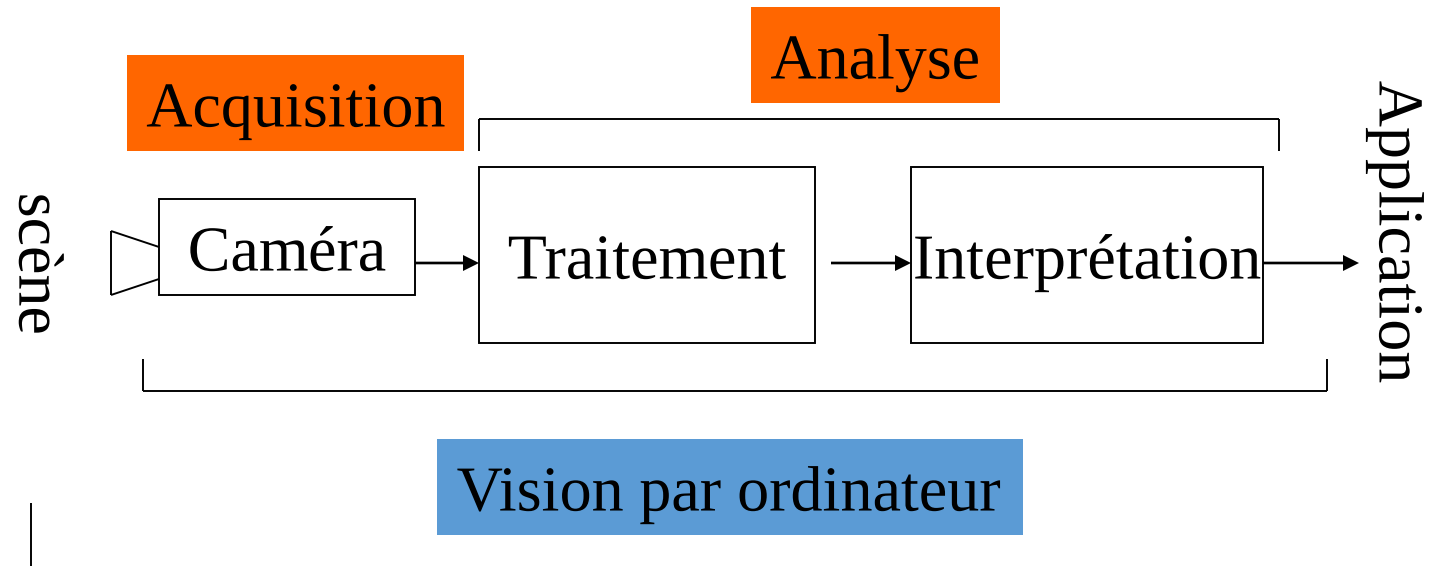


جامعة 8 ماي 1945 قالمة
UNIVERSITE 8 MAI 1945 - GUELMA

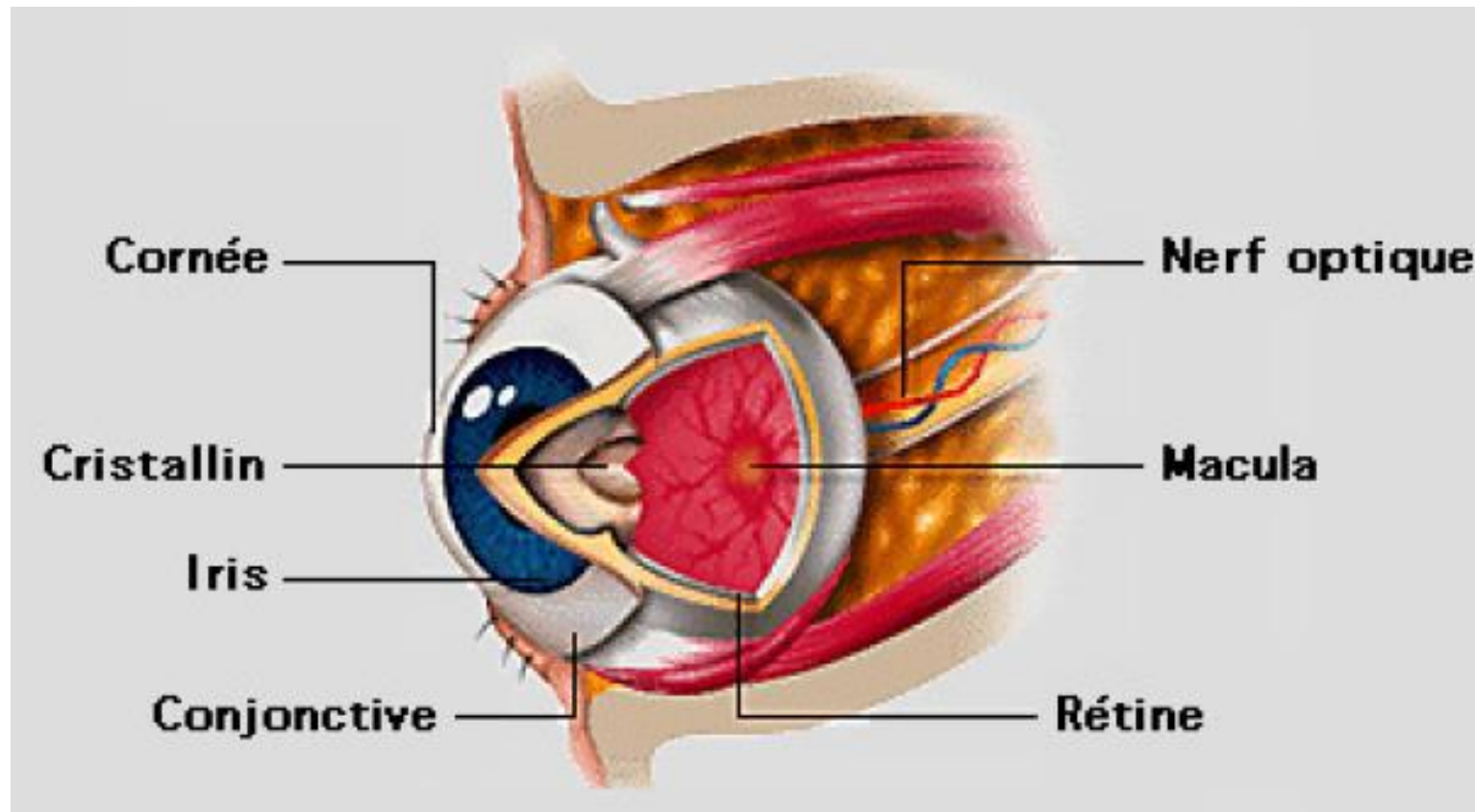
Analyse et traitement d'images

Chapitre 2

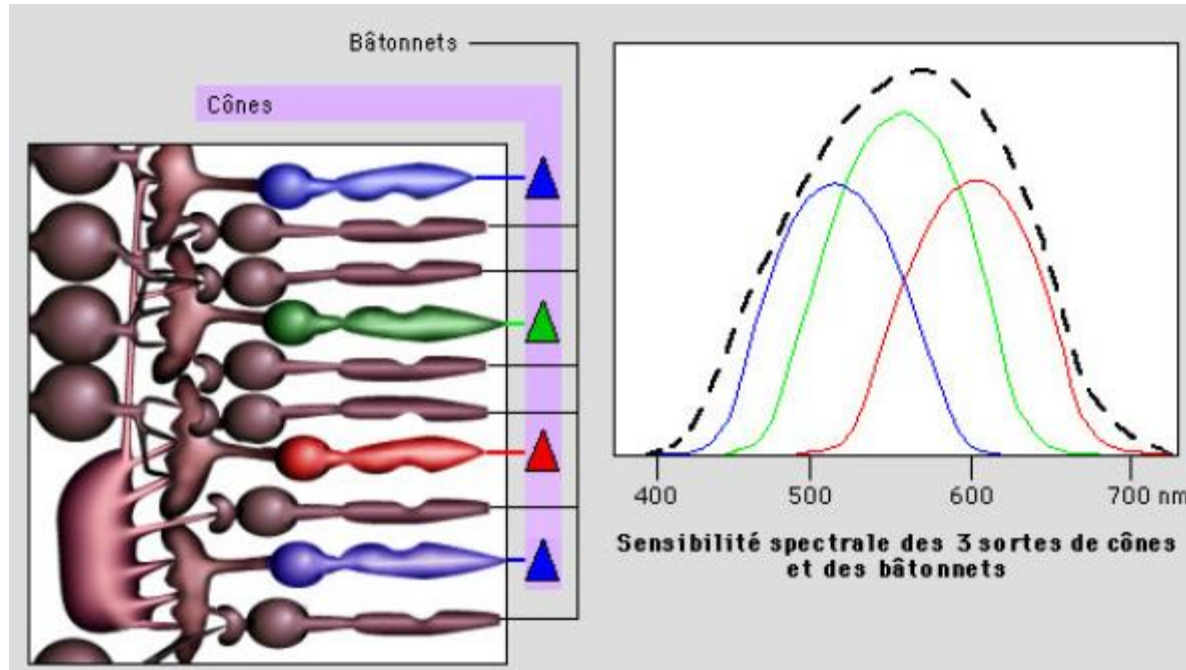
Principe d'un système de vision



Systeme visuel humain

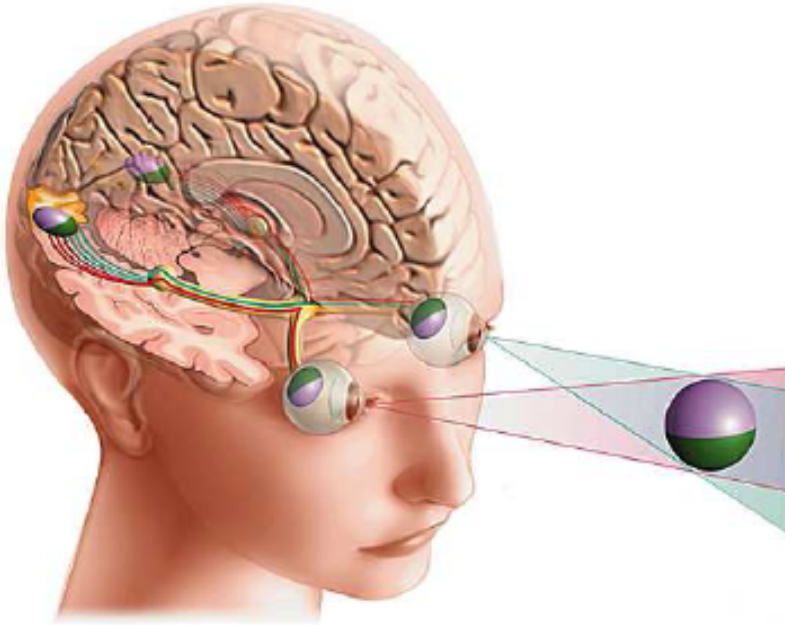


La vision humaine → Approche physique



- 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

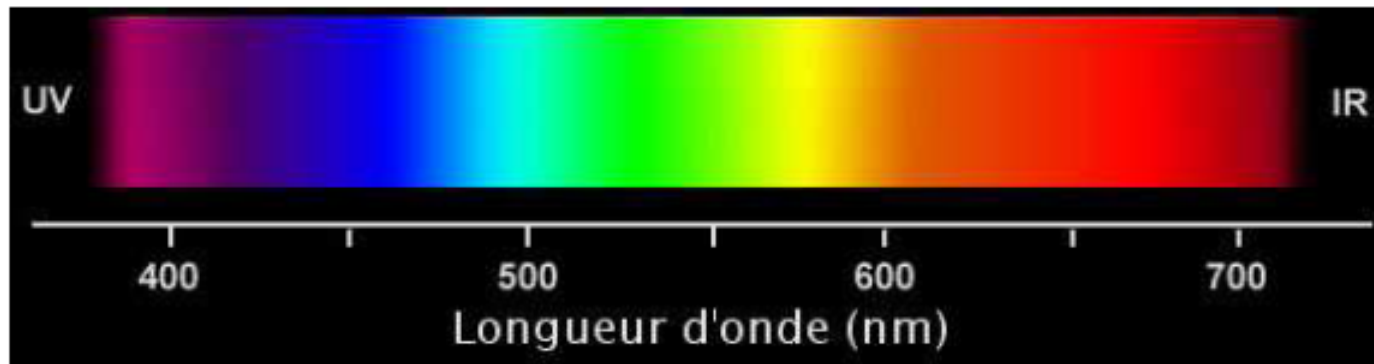
La vision humaine → Approche physique



- Les **cônes** et les **bâtonnets** transforment la lumière ayant traversé le cristallin en impulsions électriques
- Ces impulsions sont conduites jusqu'au cerveau le long du nerf optique
- Le cerveau reconstruit alors l'image, point par point, couleur par couleur

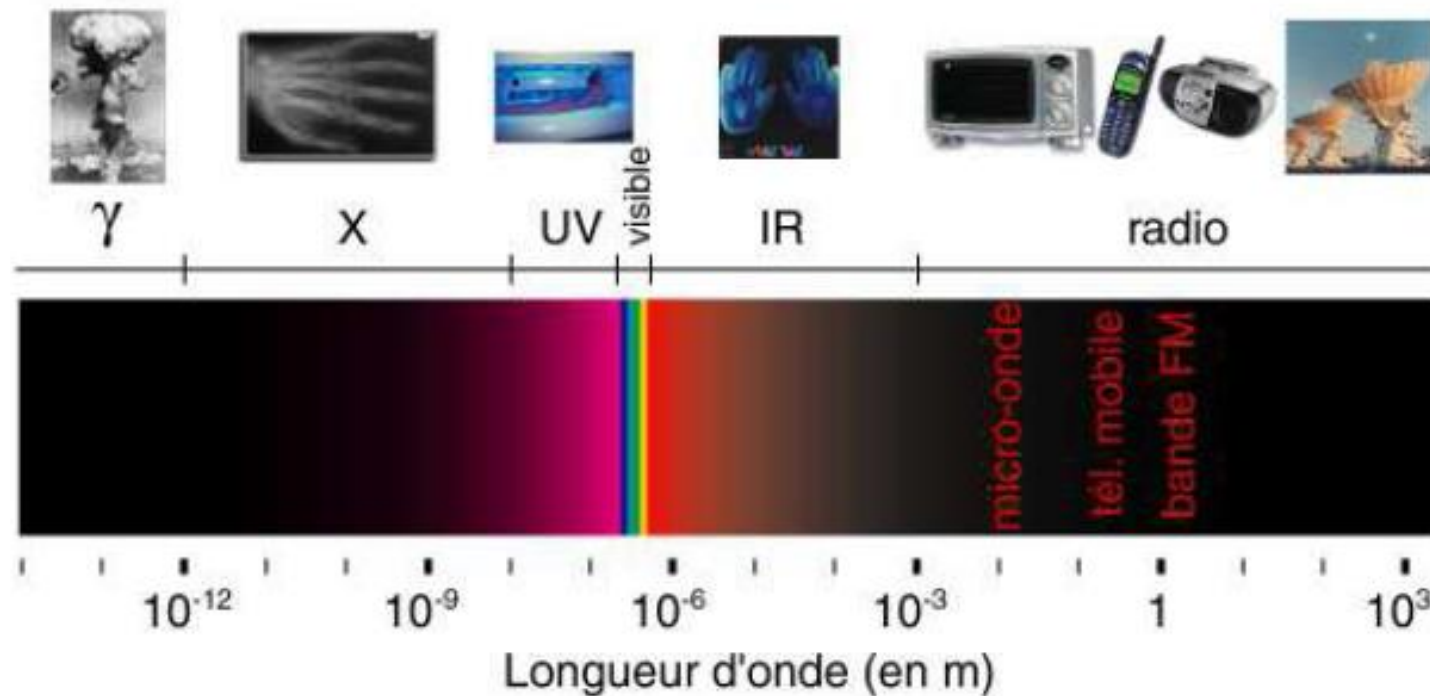
La lumière et couleur

- A chaque couleur perçue par l'œil humain correspond une longueur d'onde
- La longueur d'onde λ se mesure en mètre (m)
- $\lambda = c / F$ où F représente la fréquence exprimée en Hertz (Hz) et c , la vitesse de la lumière ($c = 300\,000\text{ Km/s}$)



La lumière et la couleur

- La lumière visible correspond aux ondes visibles comprises entre 375 nm et 740 nm

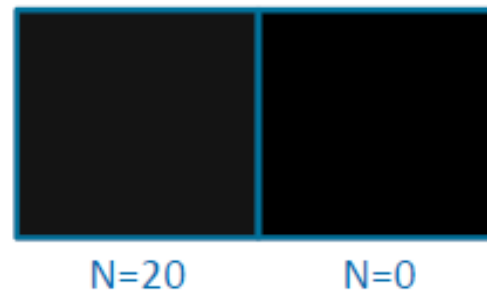
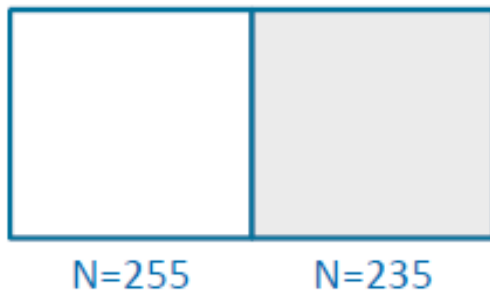


La vision humaine → Approche psychologique

- Le système visuel humain ne discrimine pas avec la même efficacité toutes les couleurs. Trois phénomènes sont observés :
 - Non-uniformité de la perception aux écarts de luminance
 - Non-uniformité de la perception aux écarts de teinte
 - Métamérisme

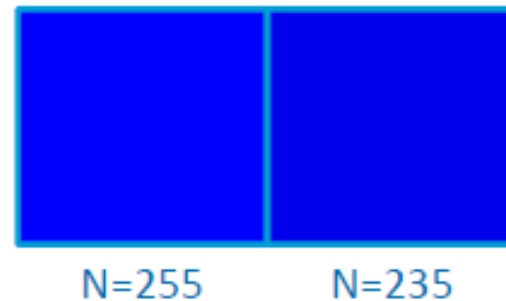
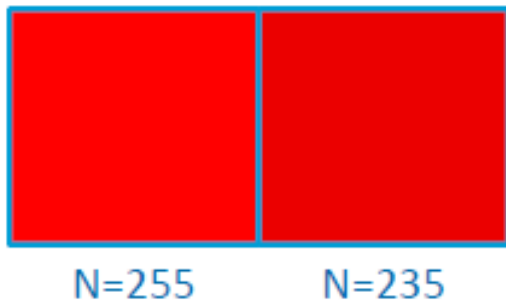
La vision humaine → Approche psychologique

- Non-uniformité de la perception aux écarts de luminance :
 - Expérience menée par Weber en 1834
 - Différence de sensibilité de la vision humaine aux contrastes de luminance selon le niveau de luminance (faible ou élevé)



La vision humaine → Approche psychologique

- Non-uniformité de la perception aux écarts de teinte :
 - Expérience menée par Wright et Pitt en 1934
 - Le seuil de différentiation est différent selon la teinte

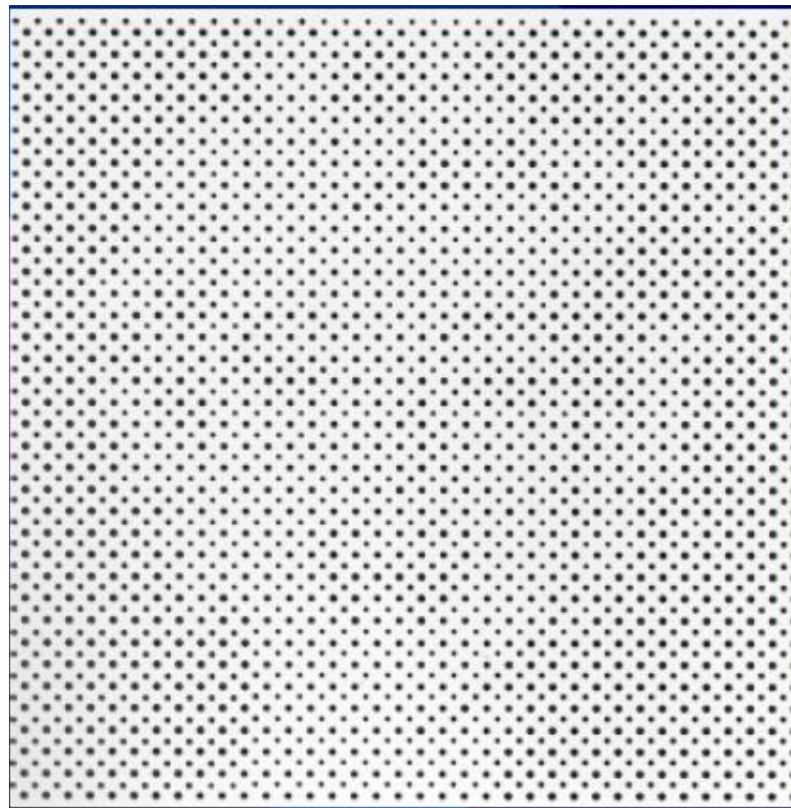


La vision humaine → Approche psychologique

- Métamérisme :
 - Deux couleurs absolument identiques sous un éclairage seront vues différentes sous un autre type d'éclairage



Vision humaine: illusion optique

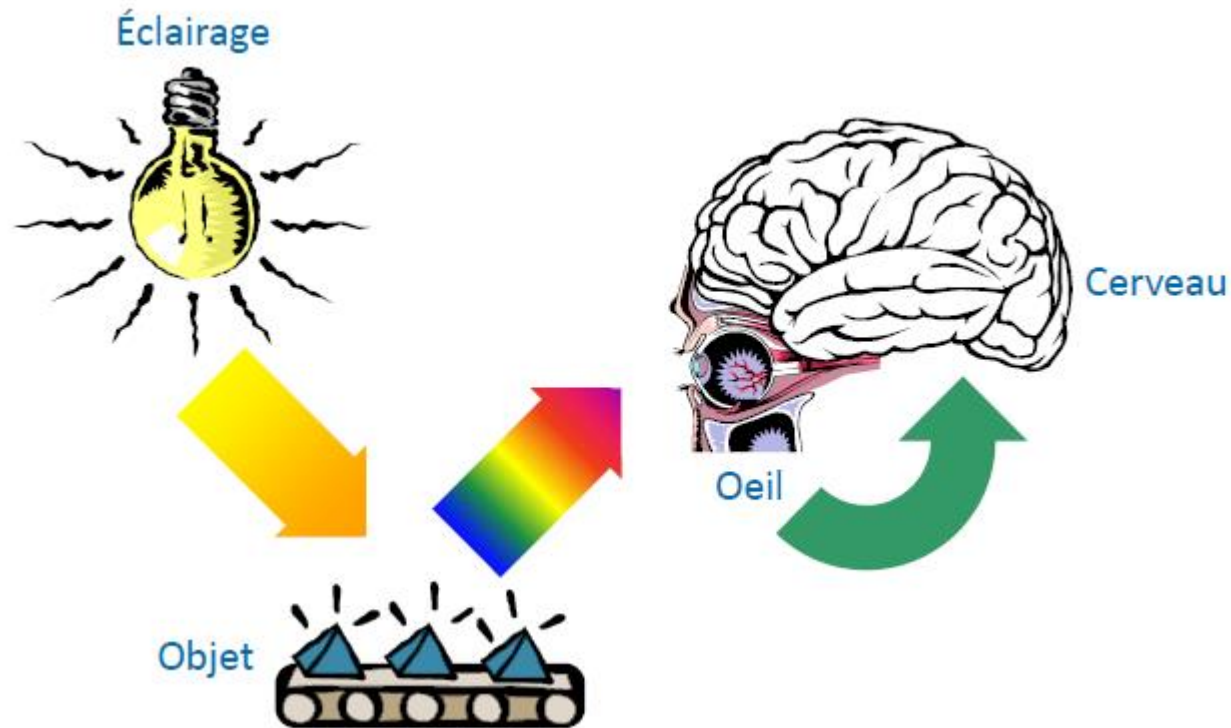


Vision humaine: interpolation

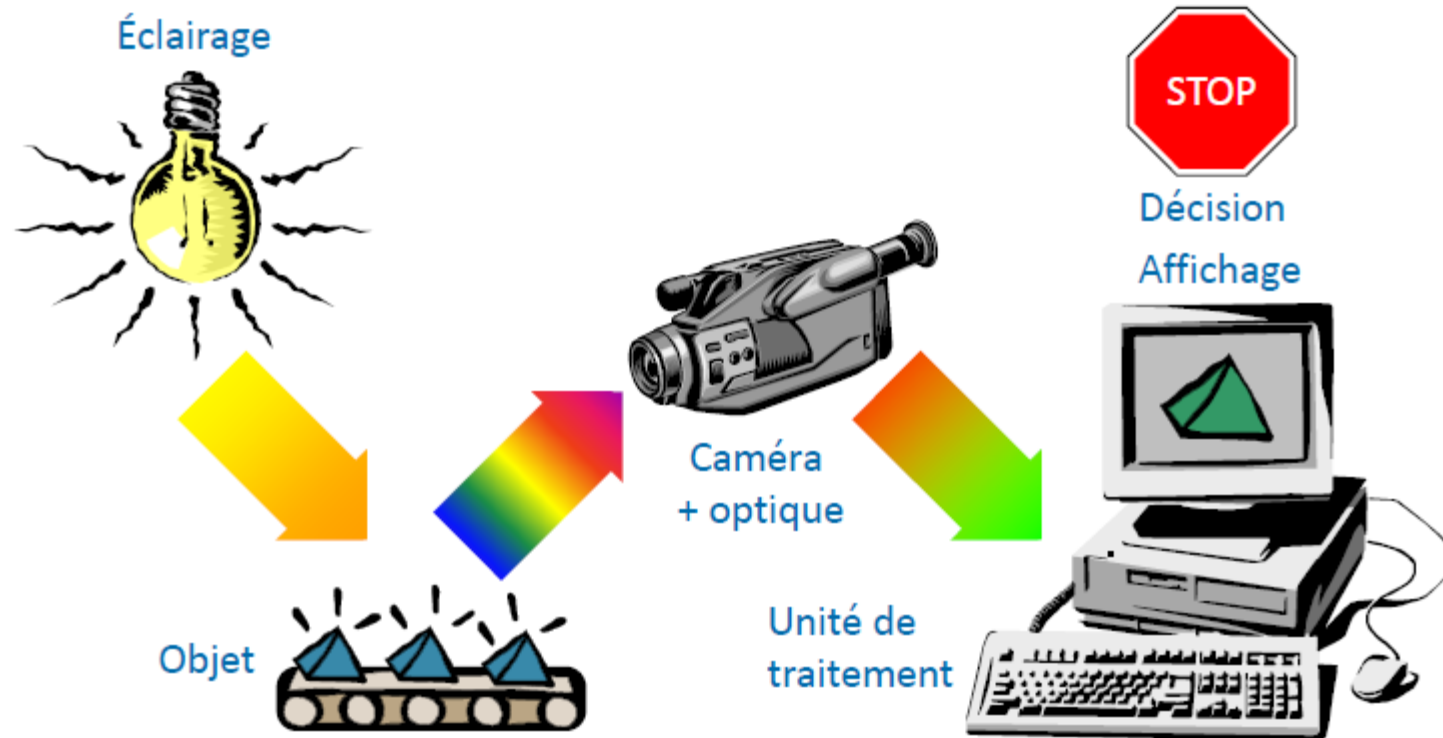
- Le système visuel humain fait des interpolations car il préfère une information structurée.



La vision humaine vers la vision par ordinateur



La vision humaine vers la vision par ordinateur



Pourquoi la vision par ordinateur



Vision humaine

Fastidieux, fatigant,
peu rapide, peu
robuste, peu précis,
dangereux, impossible

Pourquoi

?

Remplacer l'observateur
humain par une machine
ayant la capacité de voir
afin d'automatiser les
tâches de contrôle

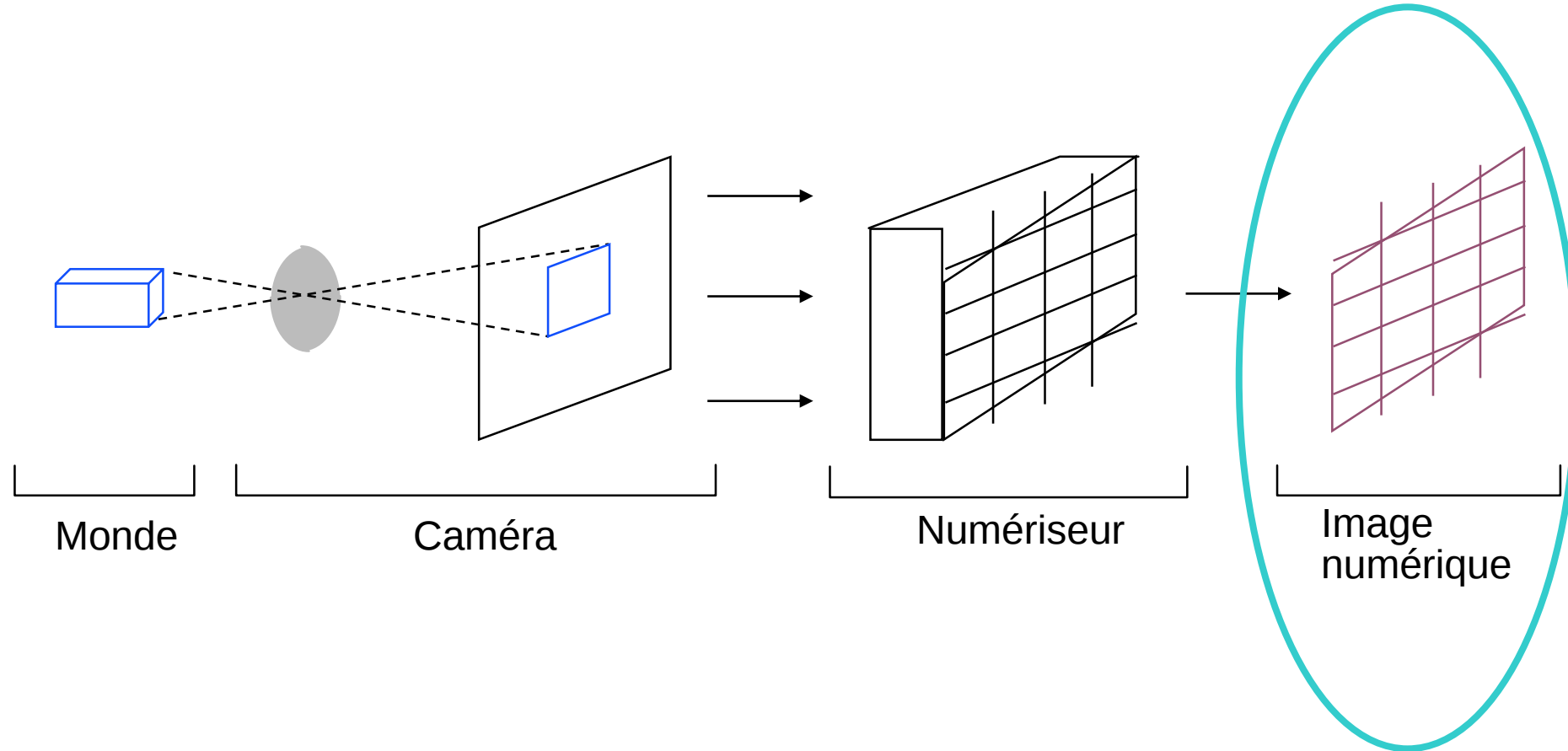


Vision industrielle

Performance, fiabilité,
qualité, traçabilité,
sécurité

Acquisition des images

Acquisition d'une image



Définitions

- Le capteur est un semi conducteur qui convertit la lumière en tension électrique en fonction du degré de luminosité.
- Le capteur constitué de matrice de cellules sensibles appelées photodiodes qui effectuent cette transformation tension-luminosité.
- Pour acquérir des images en couleurs, les photodiodes sont associées à des filtres rouges, verts et bleus (RVB), chacune de ces couleurs étant échantillonnées sur 256 niveaux de luminosité (256^3)

Formation des images : les capteurs

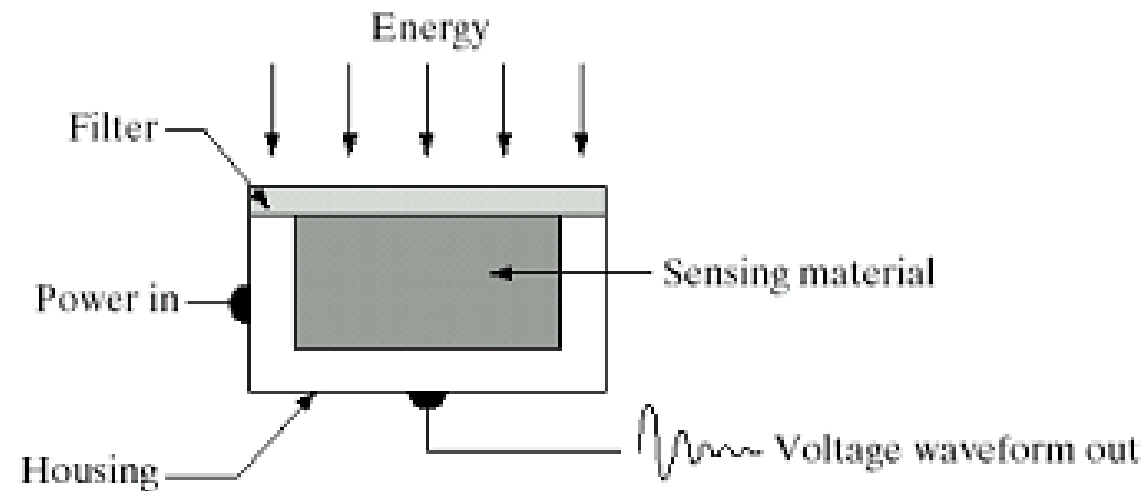
- On distingue :
 - les capteurs chimiques : systèmes biologique (œil),
 - les films photographiques,
 - les capteurs photoélectriques (photo-diodes, CCD : Charged Coupled Device ou Dispositif à Transfert de Charge),
 - les appareils numériques.
- D'autres capteurs :
 - en imagerie médicale : IRM, tomographie, ...

Formation des images : les capteurs

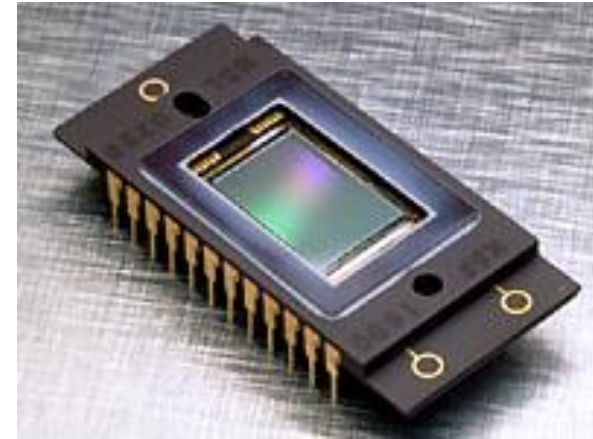
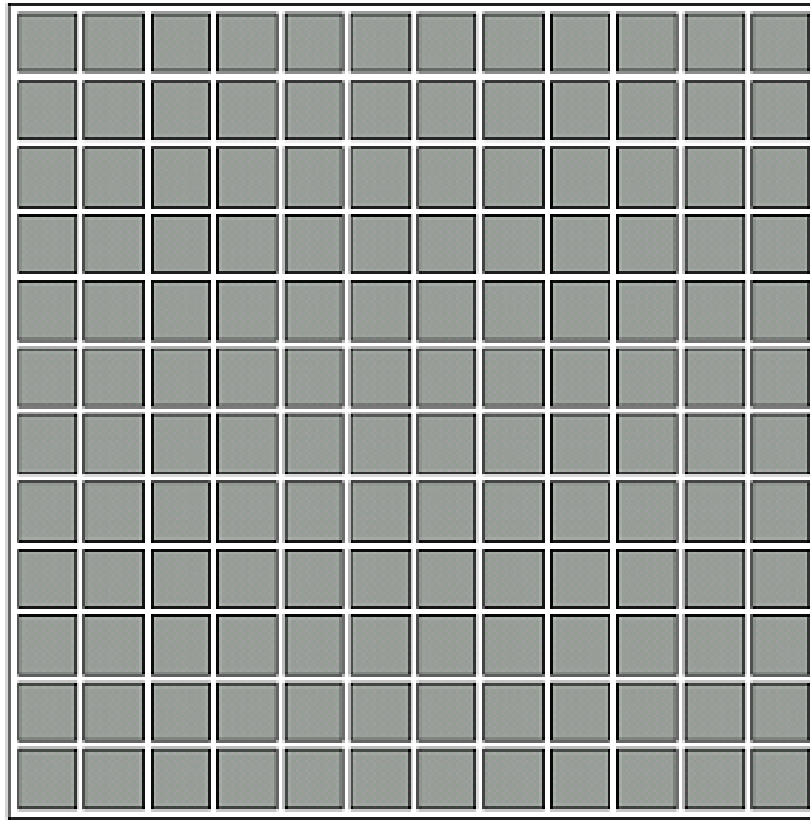
- Le signal obtenu est caractérisé par sa dimension et sa nature :
 - 1D : image linéique (oscilloscope, barrette CCD, ...), une seule ligne
 - 2D : est une image, souvent plane, de nature :
 - analogique : continue
 - numérique : discrète

Capteur – Principe général

- Principe général (ex: photodiode)
 - L'énergie incidente est convertie en signal électrique
 - Sortie est proportionnelle à la lumière
 - Filtre pour augmenter la sélectivité



Capteurs – Matrice 2D



KAF-1600 - Kodak.

Capteur CCD

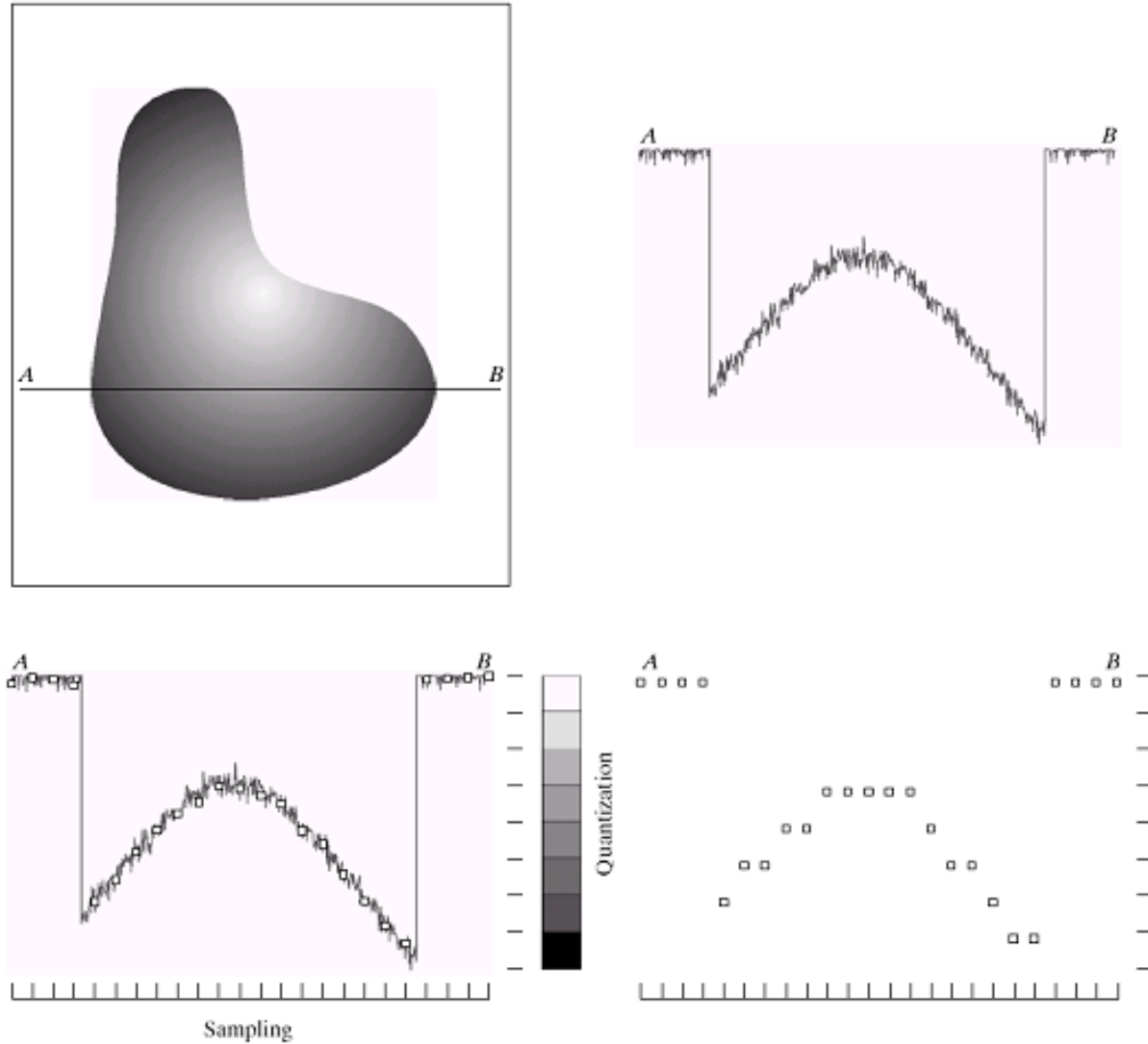
- Caméras numériques CCD
 - Matrice CCD (Charged Coupled Devices)
 - Système d'acquisition numérique 2D le plus utilisé
 - La réponse est proportionnelle à l'intégrale de l'énergie lumineuse qui atteint chaque élément
 - Pour la couleur, on utilise trois capteurs par pixel réagissant à des longueurs d'ondes différentes (rouge, vert et bleu).

Image numérique

- Les valeurs de $f(x,y)$ sont la réponse du capteur au phénomène observé
- Les valeurs de $f(x,y)$ sont des valeurs de « voltage » continu
- Les valeurs de $f(x,y)$ doivent être converties vers le domaine numérique
 - *Conversion Analogique/Numérique (A/N)*
- Deux procédés sont impliqués pour numériser une image :

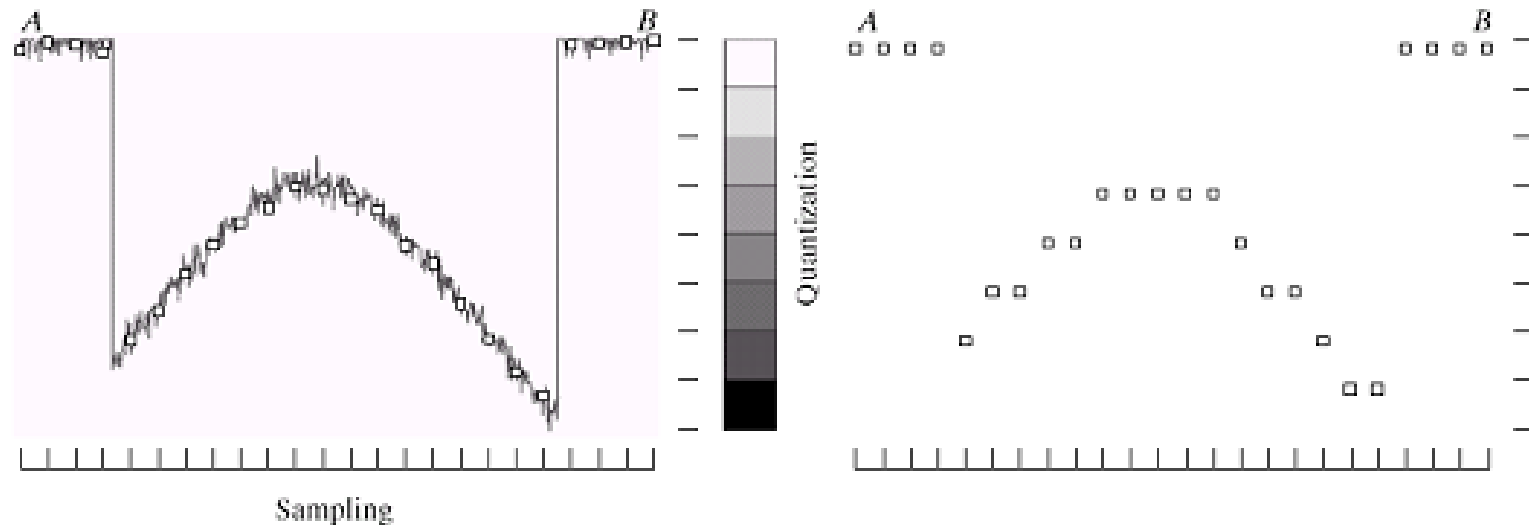
Numérisation = Échantillonnage + Quantification

Échantillonnage et quantification



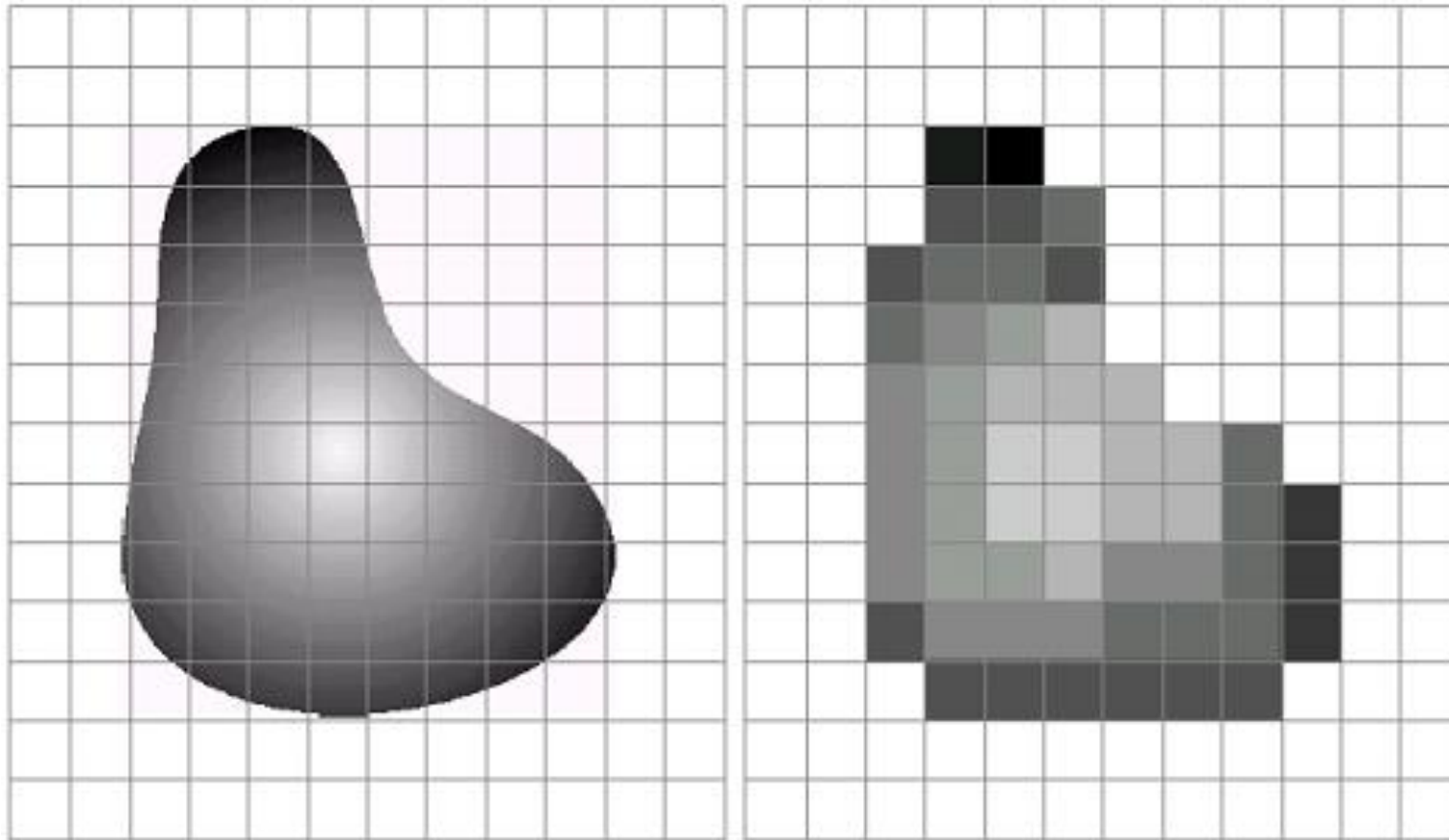
Échantillonnage et quantification

- L'**échantillonnage** est limité par la capacité du capteur, donc le nombre de pixels disponible (ou autre limite imposée)
- La **quantification** est limitée par la quantité de tons (de gris) définie dans l'intervalle

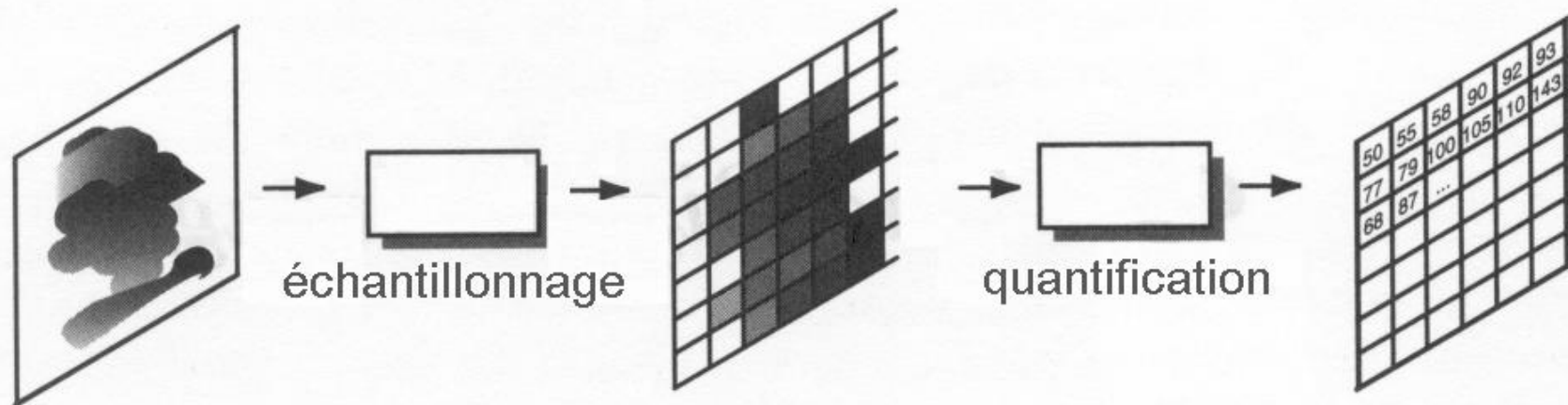


Échantillonnage et quantification

- Avec un capteur à matrice :



Échantillonnage et quantification



Représentation des images

- Matrice de dimension $M \times N$
- Chaque élément à une valeur entière dans l'intervalle $[L_{min}, L_{max}]$
- Le nombre de « bits » requis pour représenter les niveaux de gris dans l'intervalle « L » est « K »
- La relation entre « K » et « L » est :

$$L = 2^K$$

- Le nombre de bit pour entreposer un image est donc :

$$b = M \times N \times K$$

Résolutions des images

- **Résolution spatiale → échantillonnage**
 - Le plus petit détail discernable
- **Résolution de tons de gris → quantification**
 - Le plus petit changement discernable
- Une image a donc une résolution spatiale de $M \times N$ pixel et une résolution de tons de gris de K bits ou de L niveaux ou tons.

Résolution spatiale



200 X 278



50 X 70



12 X 18

Résolution de tons de gris



8 bits



4 bits



2 bits

exemple

Résolution spatiale : échantillonnage



256x256



128x128



64x64



32x32

Résolution tonale : quantification



6 bits



4 bits



3 bits



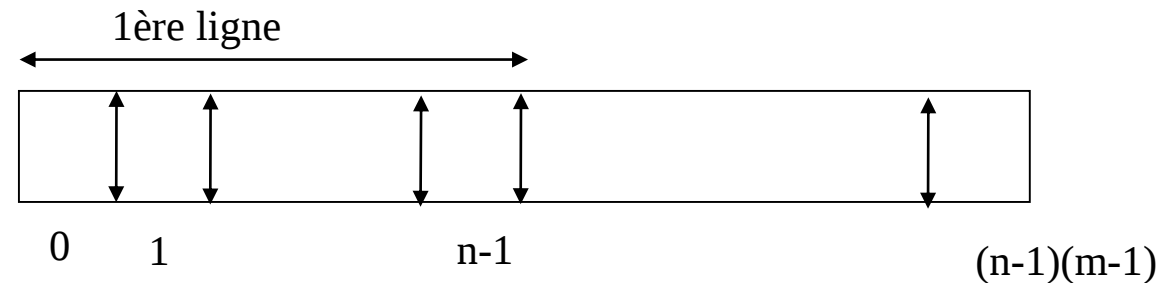
2 bits



1 bit

Les formats d'images

- Une image est un tableau de pixels. Elle est stockée soit dans un fichier sous la forme de texte, soit dans la mémoire sous forme d'un vecteur



- Opérations :
 - fichier → mémoire : lecture
 - mémoire → fichier : écriture
- Informations nécessaires : nb_lignes, nb_colonnes, format des pixels, compression éventuelle

Les formats d'images

- Plusieurs formats de fichiers :
 - formats simples : image est stockée dans un fichier texte comportant un entête qui contient la dimension de l'image et le format des pixels : PNM (portable anymap), PBM (portable bitmap), PGM (portable grayscale map), PPM (portable pixmap)
 - les fichiers correspondants sont constitués des éléments suivants :
 - 1 un "nombre magique" pour identifier le type de fichiers : P1 ou P4 pour PBM, P2 ou P5 pour PGM, P3 ou P6 pour PPM
 - 2 la largeur de l'image en décimale codée en ASCII suivie d'un espace et suivie de la longueur
 - 3 uniquement pour PGM et PPM : l'intensité maximum présente dans l'image
 - 4 les valeurs décimales codées en ASCII dans le cas de P1, P2, P3; soit directement en binaire sur 1 ou 2 octets dans le cas de P4, P5 et P6.
 - formats compressés : l'information des compressée de manière à réduire la taille des fichiers images :

Les formats d'images

- Plusieurs formats de fichiers :
 - formats compressés : l'information des compressée de manière à réduire la taille des fichiers images :
 - GIF (Graphics Interchange Format, CompuServe) : compression LZW (un standard)
 - JPEG (Joint Photographic Experts Group) : compression de la lumière et de la teinte par DCT (Discrete Cosine Transform)
 - d'autres formats : BMP, TIFF, ...
 - BMP image bitmap, représentée sous forme d'une matrice de bits, à chaque pixel de l'image correspond un groupe de bits. Il supporte un code de couleurs jusqu'à 24bits.

Formats d'images

- Un format d'image est une représentation informatique de l'image, associée à des informations sur la façon dont l'image est codée et fournissant éventuellement des indications sur la manière de la décoder et de la manipuler.
- La plupart des formats sont composés d'un entête (header) contenant des attributs (dimensions de l'image, type de codage, , etc.), suivi des données (l'image proprement dite).
- La structuration des attributs et des données diffère pour chaque format d'image.

- De plus, les formats actuels intègrent souvent une zone de métadonnées (*metadata* en anglais) servant à préciser les informations concernant l'image comme :
- la date, l'heure et le lieu de la prise de vue,
- les caractéristiques physiques de la photographie (usage du flash,...)

Bruit dans une image



- Le bruit est induit par
 - le médium d'acquisition
 - les conditions extérieures d'acquisition (luminosité, mouvement, etc.)
 - La transmission, compression et décompression
- On peut réduire le bruit en chargeant plus longtemps le capteur CCD.

Bruit

Il existe principalement deux types de bruit qui sont les plus connus: Le bruit gaussien et le bruit impulsionnel.

- **Le bruit impulsionnel (poivre et sel) :**

Dans ce type de bruit, les valeurs des pixels bruités ne prennent que deux valeurs 0 et M (niveau de gris maximum représentable de l'image) : noir ou blanc

- **Le bruit gaussien :**

Le bruit gaussien intervient en ajoutant à chaque pixel de l'image une valeur aléatoire à la luminance. Il est généré par les appareils d'acquisition et sa suppression reste difficile (filtre gaussien).

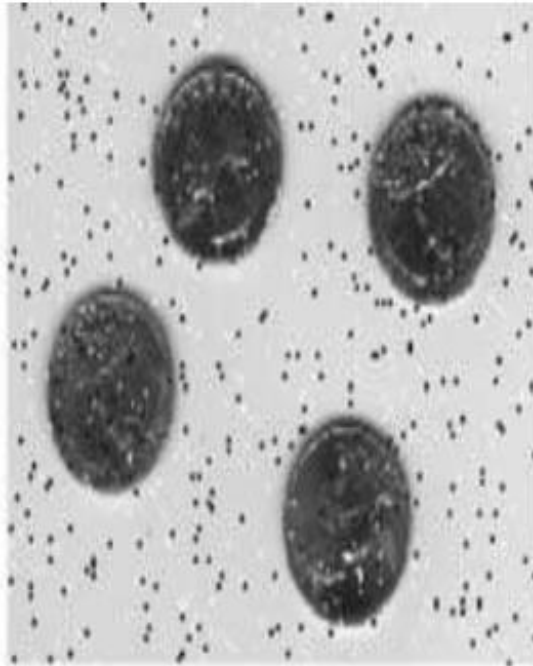
- D'autres bruits aussi célèbres existent qui sont difficiles à éliminer tel que le speckle (proche du S&P) des images satellitaires, Radar, ultrasons...

Les types de bruit



(a)

Image initiale



(b)

bruit sel & poivre



(c)

bruit gaussien