

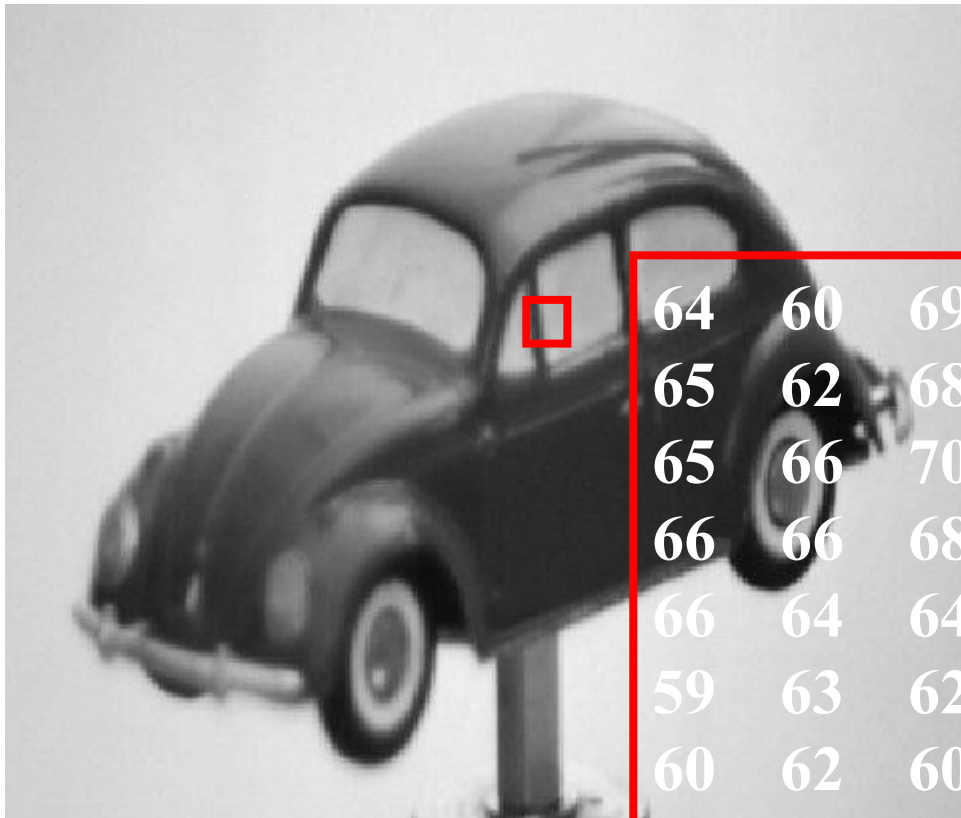


Traitement d'images

Introduction à l'image

NGUYEN Thi Oanh – IPH
oanhnt@soict.hust.edu.vn

Qu'est-ce qu'une image ?



Niveaux de gris - 8 bits:

0 - noir

255 - blanc

64	60	69	100	149	151	176	182	179
65	62	68	97	145	148	175	183	181
65	66	70	95	142	146	176	185	184
66	66	68	90	135	140	172	184	184
66	64	64	84	129	134	168	181	182
59	63	62	88	130	128	166	185	180
60	62	60	85	127	125	163	183	178
62	62	58	81	122	120	160	181	176
63	64	58	78	118	117	159	180	176

Qu'est-ce qu'une image ?

		x =														
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67					
y =	41	210	209	204	202	197	247	143	71	64	80					
	42	206	196	203	197	195	210	207	56	63	58					
	43	201	207	192	201	198	213	156	69	65	57					
	44	216	206	211	193	202	207	208	57	69	60					
	45	221	206	211	194	196	197	220	56	63	60					
	46	209	214	224	199	194	193	204	173	64	60					
	47	204	212	213	208	191	190	191	214	60	62					
	48	214	215	215	207	208	180	172	188	69	72					
	49	209	205	214	205	204	196	187	196	86	62					
	50	208	209	205	203	202	186	174	185	149	71	63	55	55	45	56
	51	207	210	211	199	217	194	183	177	209	90	62	64	52	93	52
	52	208	205	209	209	197	194	183	187	187	239	58	68	61	51	56
	53	204	206	203	209	195	203	188	185	183	221	75	61	58	60	60
	54	200	203	199	236	188	197	183	190	183	196	122	63	58	64	66
	55	205	210	202	203	199	197	196	181	173	186	105	62	57	64	63





Qu'est-ce qu'une image ?

- Une image est avant tout un **signal 2D** (x,y)
- Souvent, cette image représente une **réalité 3D** (x,y,z)
- D'un point de vue **mathématique** :
 - Une image est une matrice de nombres représentant un signal
 - Plusieurs outils permettent de manipuler ce signal
- D'un point de vue **humain** :
 - Une image contient plusieurs informations sémantiques
 - Il faut interpréter le contenu au-delà de la valeur des nombres

Images naturelles et artificielles

- **Image naturelle** – Plusieurs moyens d'acquisition
 - caméra, microscope, tomographie, infra-rouge, satellite, ...
- **Image artificielle** – Plusieurs outils de représentation
 - synthèse d'images, réalité virtuelle, visualisation scientifique, ...



Image naturelle



Image artificielle

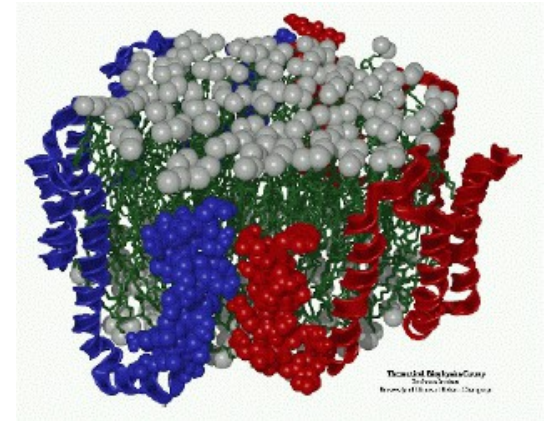
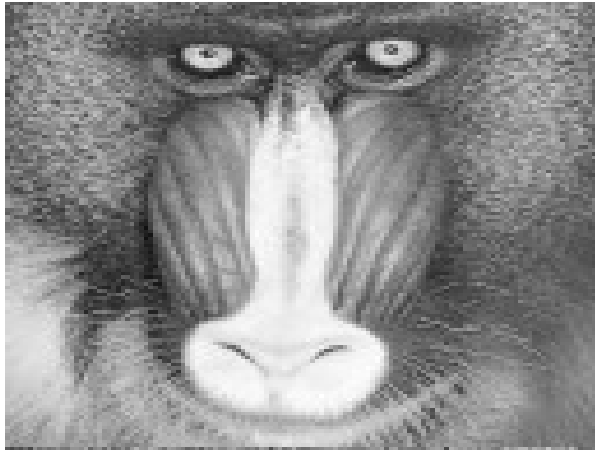


Image artificielle

Trois principaux types d'images



Images en niveaux de gris

$$I(x,y) \in [0..255]$$



Images binaires

$$I(x,y) \in \{0, 1\}$$

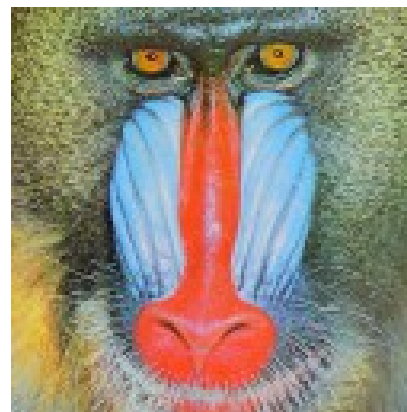
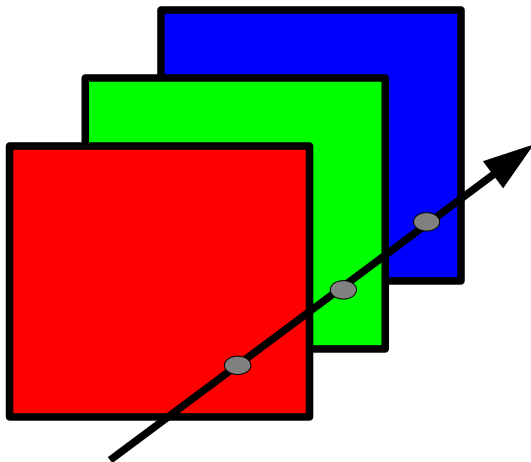
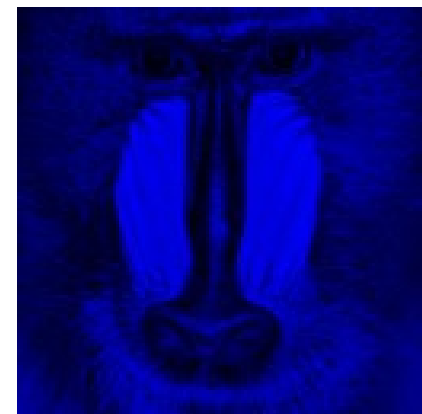
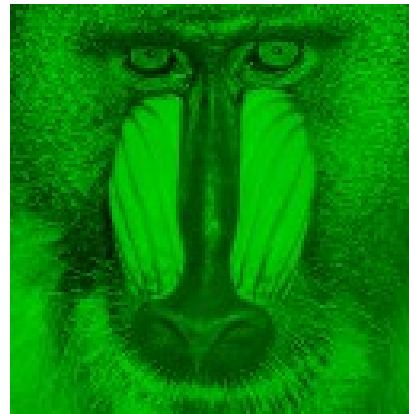
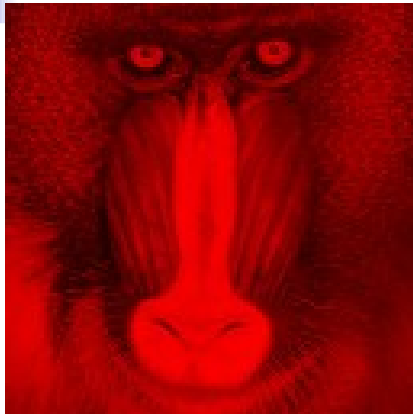


Images couleurs

$$I_R(x,y) \quad I_G(x,y) \quad I_B(x,y)$$

... et plus encore (image 3D, image multi-résolution, ...)

Image couleur dans l'espace RVB

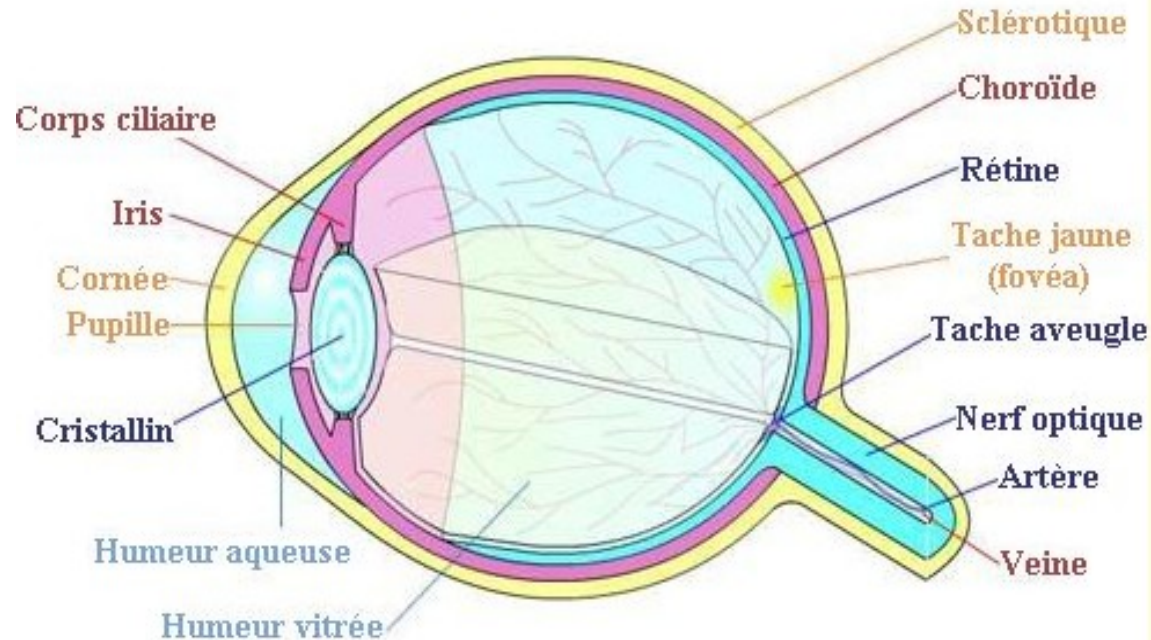


*Mais il existe aussi
d'autres codages de
la couleur que RVB...*



Acquisition des images

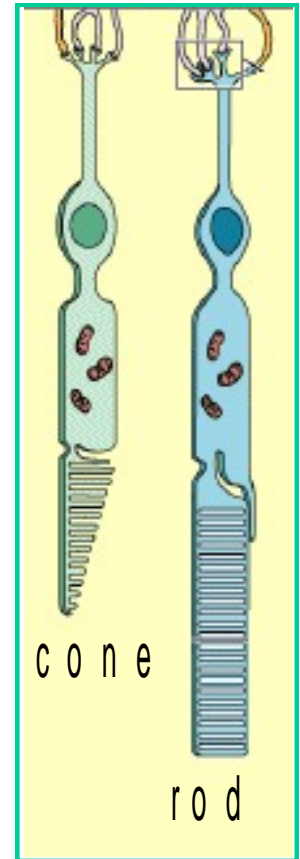
L'oeil humain



- La **fovea** est la région où la vision est la plus précise et sensible
- L'œil se déplace pour aligner la fovea, l'axe optique et l'objet désiré
 - Deux types de photorécepteur dans la rétine: cones et batonnets

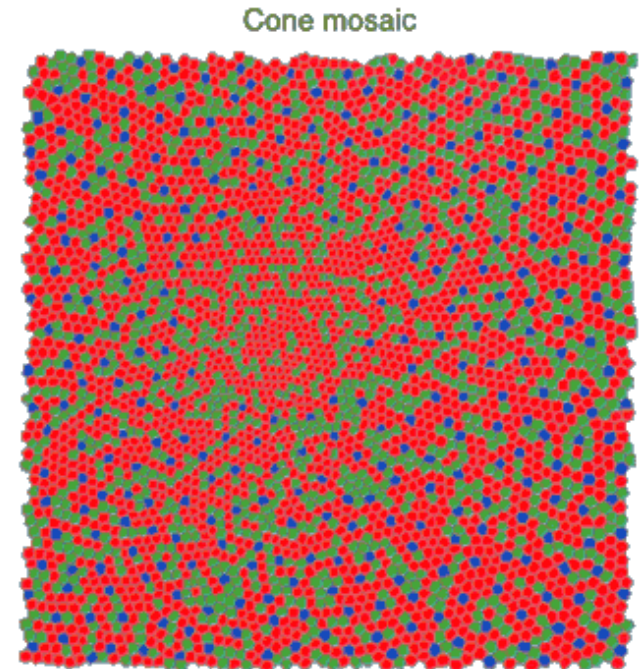
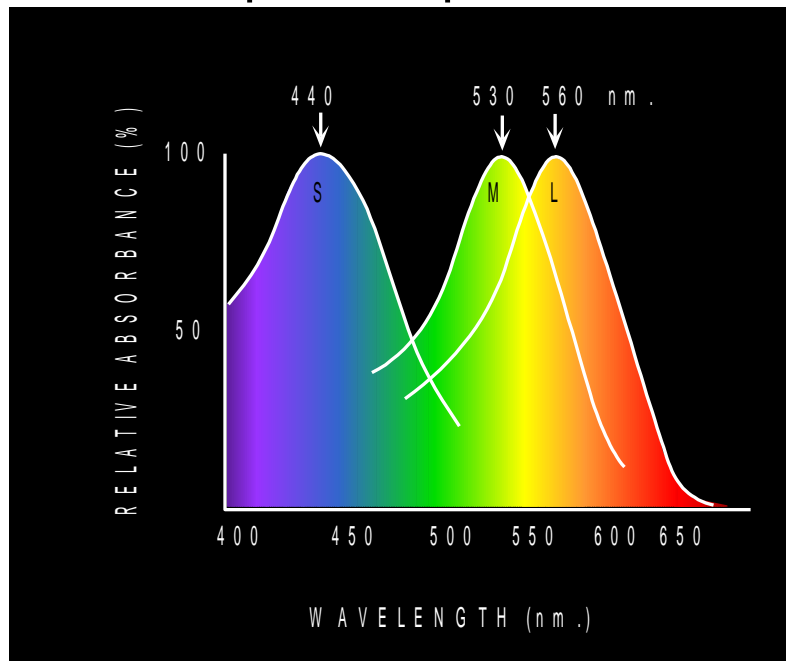
L'oeil humain

- Deux types de photorécepteur dans la rétine (répartition différente)
- Les **Cônes**: réponse **photométrique et chromatique**, grâce à des pigments absorbant le bleu, le vert ou le rouge.
 - Les cônes sont activés par une longueur d'onde différente selon leur variété
 - Les cônes bleus (ou short wavelength) : 420 nm
 - Les cônes verts (ou medium wavelength) : 530 nm
 - Les cônes rouges (ou long wavelength) : 660 nm
- Les **batonnets**: responsables de la vision nocturne

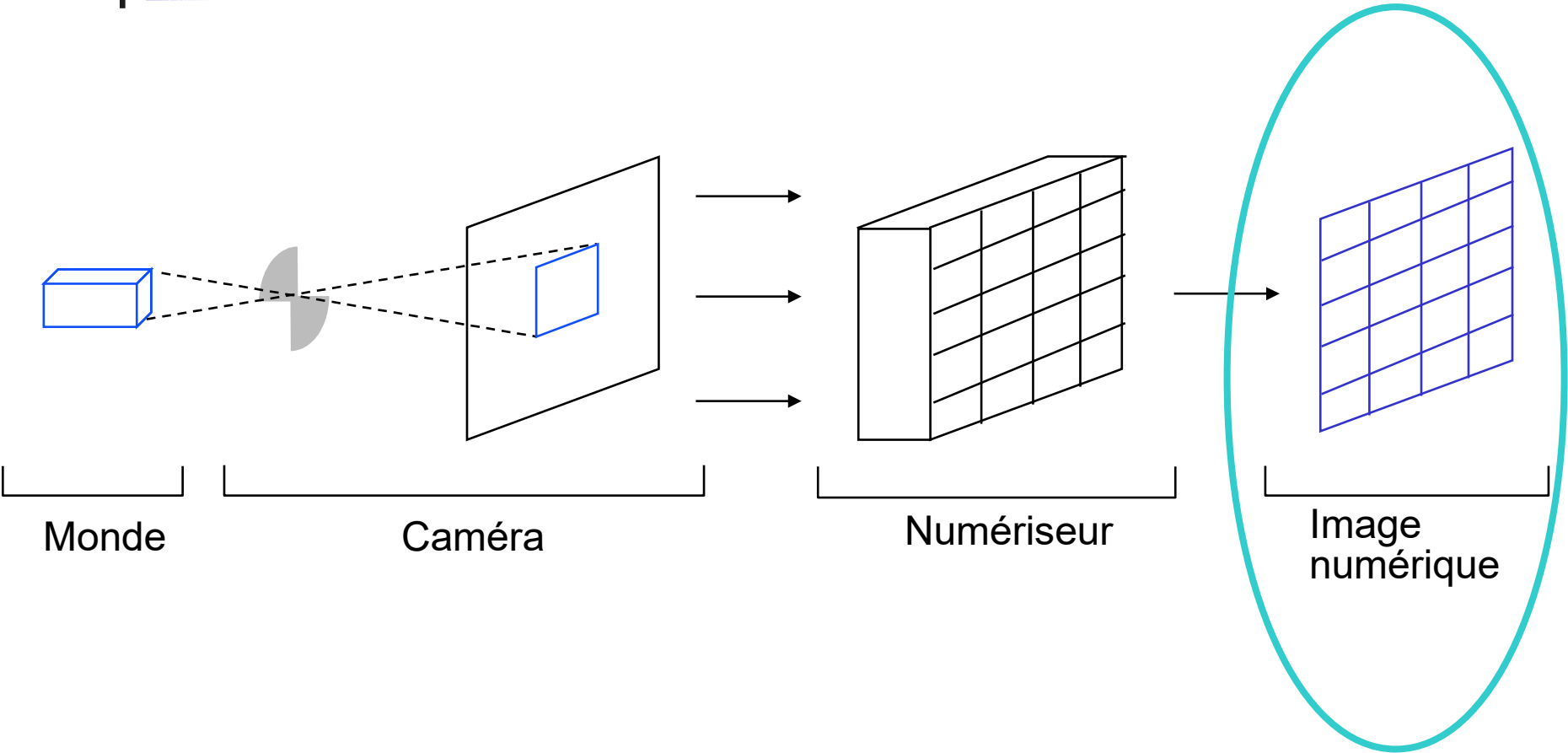


L'humain et la couleur

- Chez l'humain, la couleur est perçue dans l'oeil via les cônes.
- Il y en a trois types : **L**ow, **M**edium and **S**upra-Frequency.
 - *Par abus, on parle de cônes Rouge, Vert et Bleu.*
- La transformation entre stimuli des cônes et perception de la couleur est un phénomène qui n'est pas encore bien modélisé.

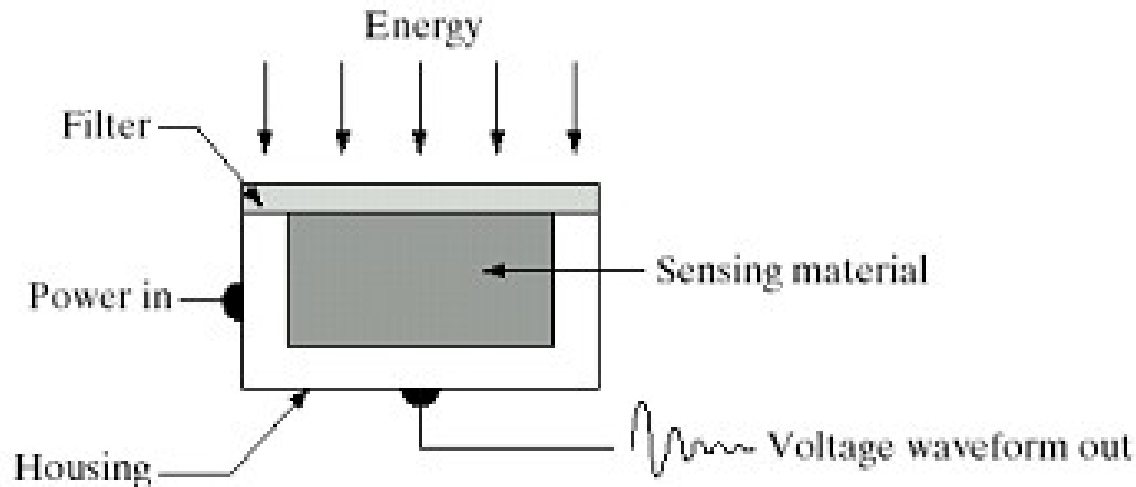


Acquisition d'une image



Capteur – Principe général

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

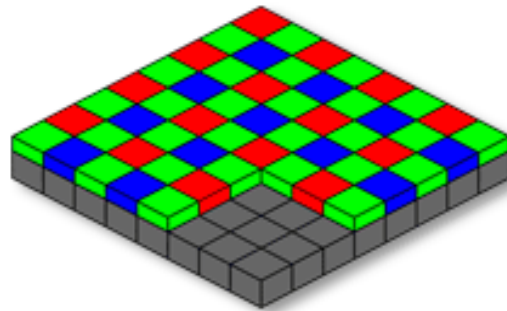




Capteur – Principe général

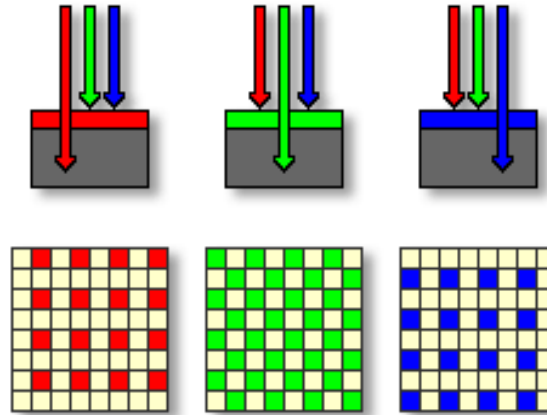
- **Fonctionnement :**
 - Un capteur est constitué de **cellules photovoltaïques** qui mesurent l'intensité de la lumière et sa couleur
 - Cette intensité lumineuse est **ensuite transformée en courant électrique**
 - Chaque point du capteur, qui compose une partie d'un pixel, **enregistre l'intensité** lumineuse pour produire une image
- **Le capteur : 2 éléments superposés :**
 - le premier est composé de **cellules photosensibles**,
 - le second est **le dispositif à transfert de charge**
- Pour la couleur, chaque cellule photosensible possède 3 filtres : **R**, **B** et **V** ; chaque filtre peut capter une couleur

Capteurs



Capteur photosensible
recouvert d'une grille de Bayer

Rayonnement



■ Types de capteurs

- CCD (Charge-Coupled Device) : utilisés en majorité sur les compacts
- CMOS (Complementary Metal Oxyde Semi-conductor) : équipe plutôt les reflex et les hybrides



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**

Echantillonnage et quantification

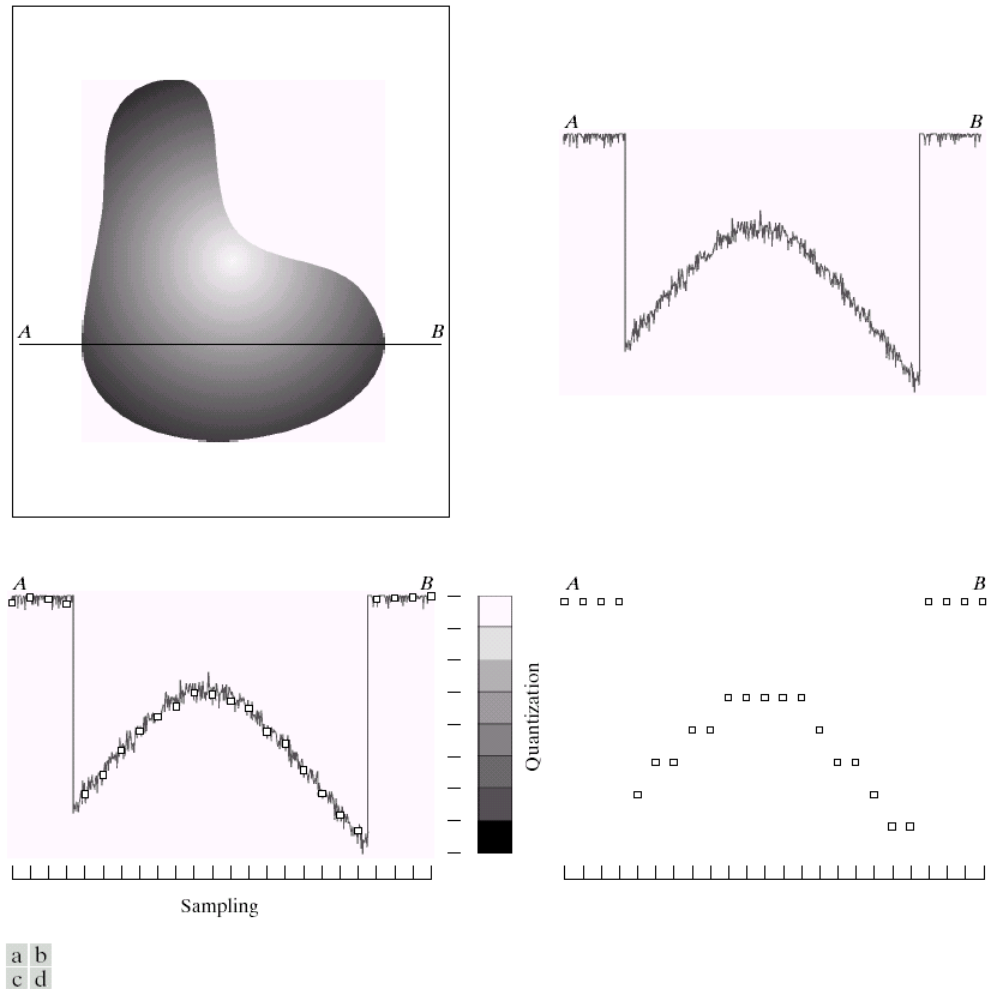
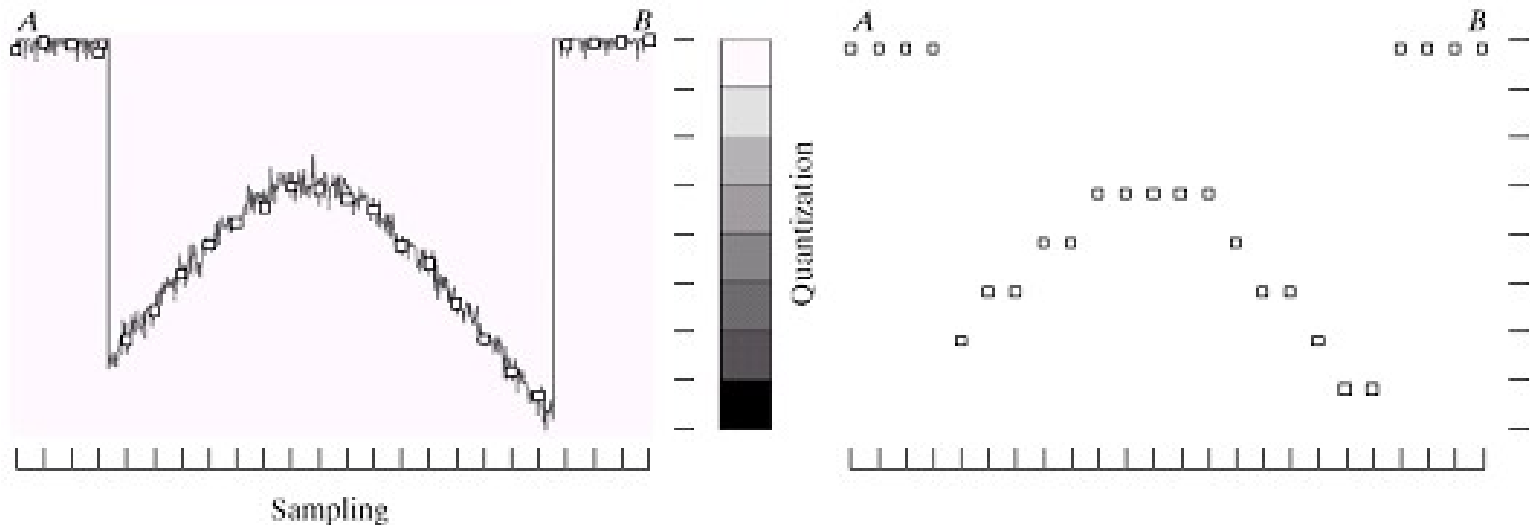


FIGURE 2.16 Generating a digital image. (a) Continuous image. (b) A scan line from *A* to *B* in the continuous image, used to illustrate the concepts of sampling and quantization. (c) Sampling and quantization. (d) Digital scan line.

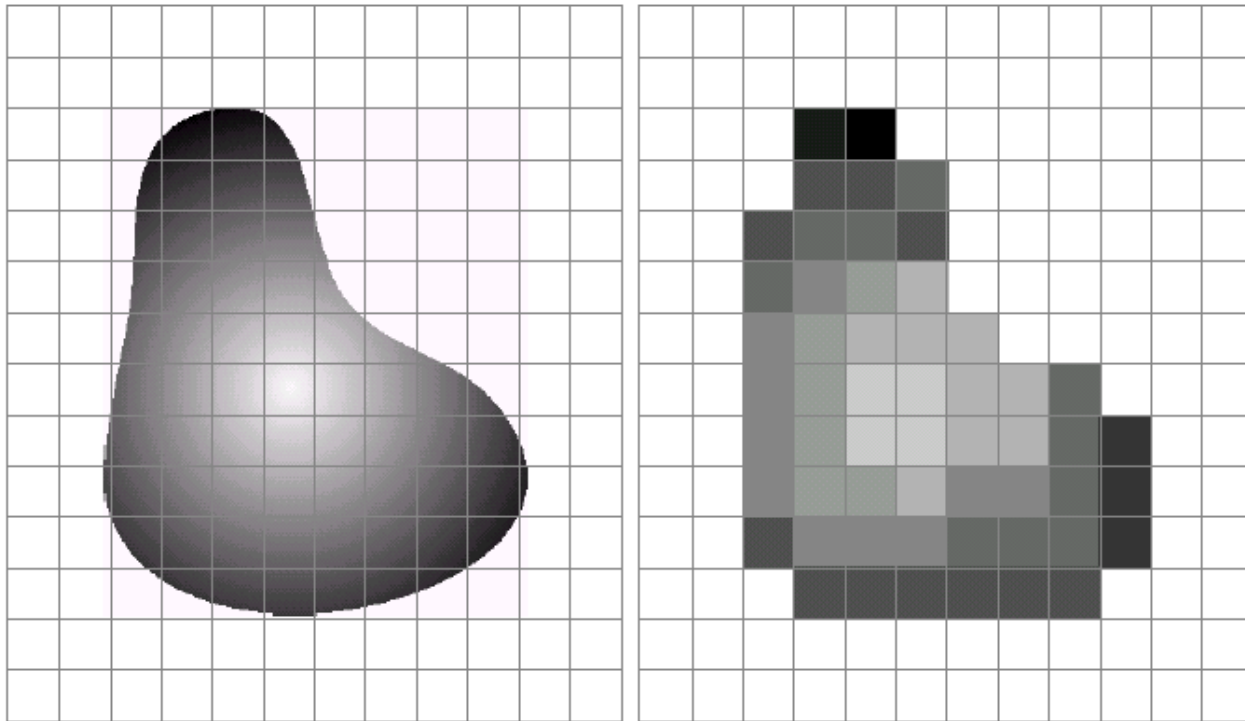
Echantillonnage et quantification

- 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



Echantillonnage et quantification

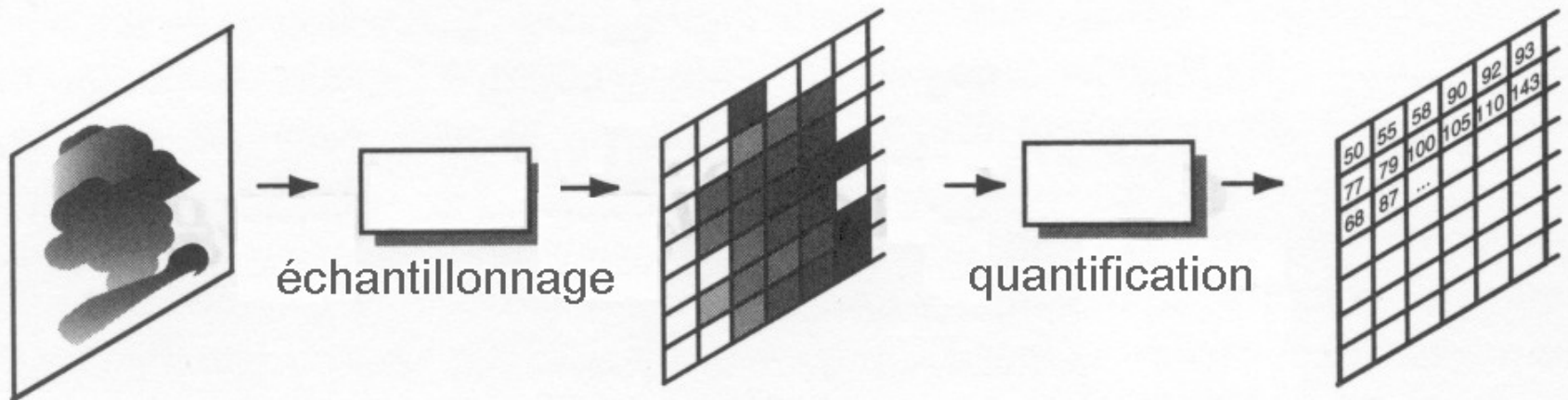
Avec un capteur à matrice :



a b

FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

Echantillonnage 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 » :
$$L = 2^K$$
- Le nombre de bits pour entreposer un image est donc :
$$b = M \times N \times K$$



Résolutions des images

- **Résolution spatiale**

- Le plus petit détail discernable

- **Résolution tonale (de tons de gris)**

- 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

Résolutions spatiale et tonale

Résolution spatiale : échantillonnage



256x256



128x128



64x64



32x32

Résolution tonale : quantification



6 bits



4 bits



3 bits



2 bits



1 bit



Formats de fichiers d'images

- Il existe beaucoup de format de fichiers pour sauvegarder les images
 - TIF, GIF, JPEG, PNG, PPM, PGM, BMP, ...
- Chaque format a ses particularités et nous ne les étudierons pas dans ce cours
 - Entête contenant les informations de l'image
 - Pixels de l'image codés de différentes façons
- Quelques notions seulement sur les principaux formats que nous utiliserons



Formats sans compression

- Les formats les plus simple sont les images sans compression
 - Les pixels sont codés directement, les uns à la suite des autres
- Nous utiliserons ici principalement :
 - **PGM** : images en niveaux de gris 8 bits
 - **PPM** : images en couleurs Rouge-Vert-Bleu 24 bits
- Utiles comme formats d'entrée et sortie des traitements que nous ferons sur les images



Formats avec compression

- Les pixels sont compressés pour que le fichier soit plus petit sur le disque
 - Compression sans perte : Fichier compressé sans modification de la valeur des pixels
 - Exemple : PNG
 - Compression avec perte : Valeurs des pixels modifiées pour prendre encore moins de place après la compression
 - Exemple : JPEG
- **JPEG** est très bien pour visualiser les images (vision humaine) mais très mauvais pour le traitement d'images, car on perd beaucoup d'informations
 - Images d'entrée peuvent être en JPEG
 - Eviter autant que possible de sauvegarder les résultats en JPEG



Autre format d'images

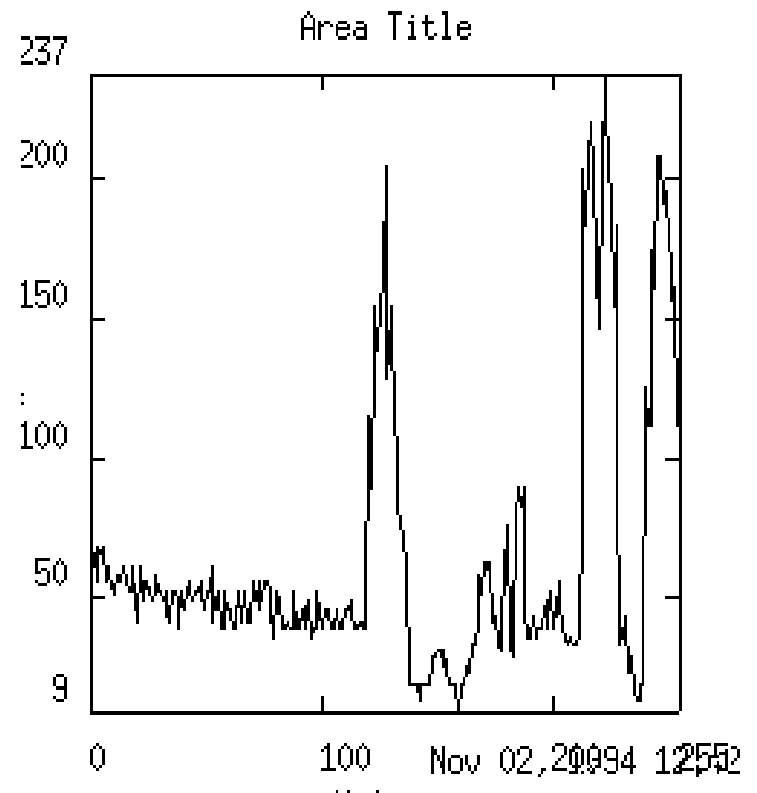
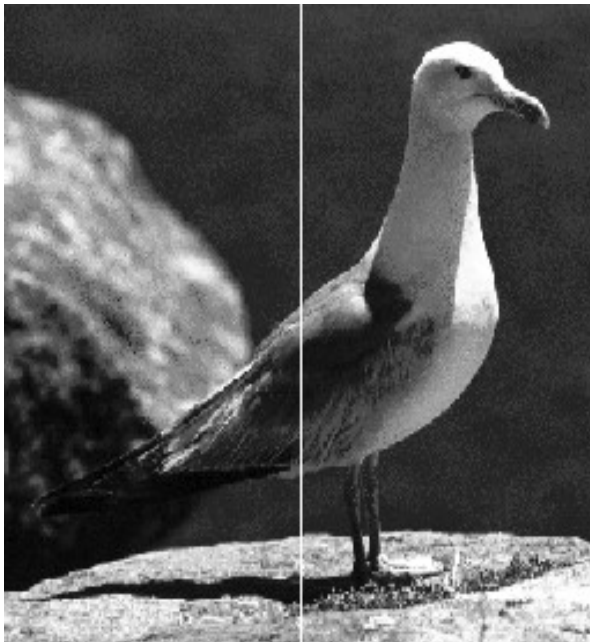
- **TIFF** : format multi-usage avec/sans compression
- Autres :
 - **BMP** : format couleurs 24 bits sans compression
 - **GIF** : format couleurs 8 bits avec compression
- Encore beaucoup d'autres formats...



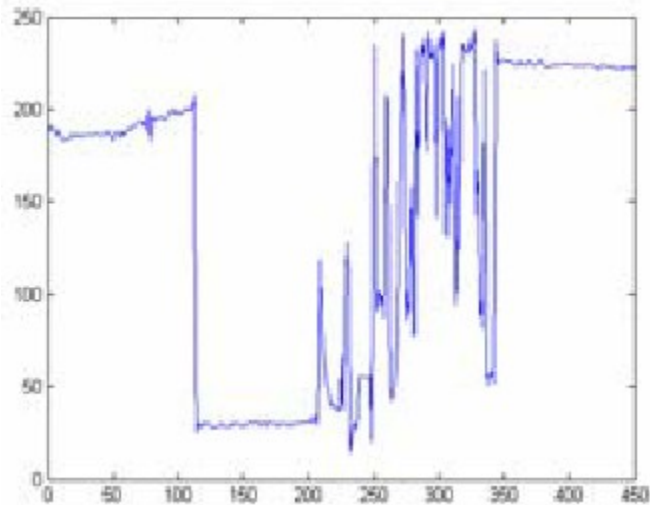
Profils d'intensité dans une image

Profil d'intensité d'une image

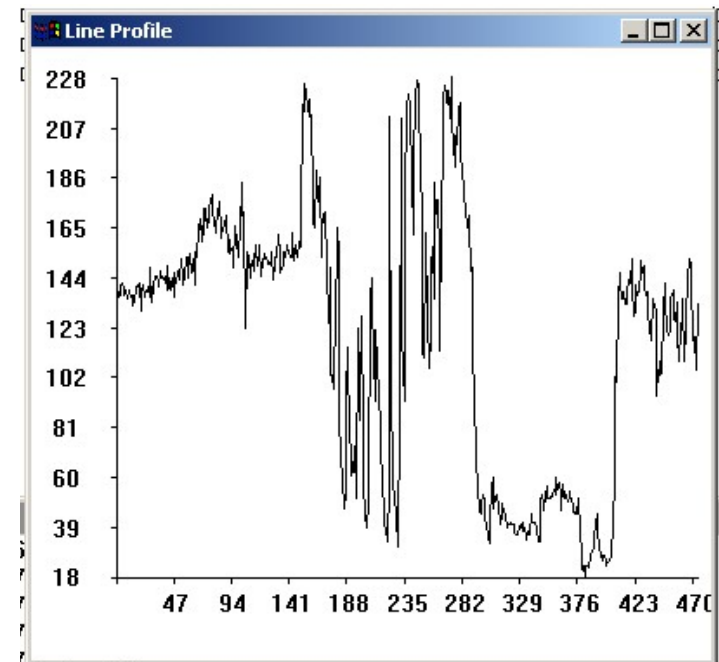
- Un profil d'intensité d'une ligne dans une image est représenté par des signaux 1D.



Profil d'intensité d'une image



Profil d'intensité d'une image





Références

- Antoine Mazanera. Cours de Traitement d'images. ENSTA (France).
 - http://www.ensta.fr/~manzaner/Support_Cours.html
 - Cours TI et Vision - Introduction et filtrage :
http://cours.enise.fr/info/vision/tai/traitements_ponctuels.pdf