

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d' Informatique
Département d'Informatique*

Traitement et Analyse d'images et de la vidéo

Master Informatique Visuelle

Chapitre 3

Caractéristiques des images

Cours de Traitement et Analyse d'images et de la vidéo
Master MIV, TAI- par N.BAHA

La Couleur

- La colorimétrie est l'ensemble des techniques qui permettent de définir et comparer les couleurs.
- Pour l'être humain la couleur résulte de la perception de la lumière des différentes longueurs d'onde qui constituent la lumière visible par le système visuel humain.

La Couleur

On distingue deux définitions de la couleur:

- Définition 1

La couleur est un phénomène physiologique provoqué par l'excitation de photorécepteurs situés sur la rétine par une onde électromagnétique.

- Définition 2

La couleur est la perception visuelle de la répartition spectrale de la lumière visible.

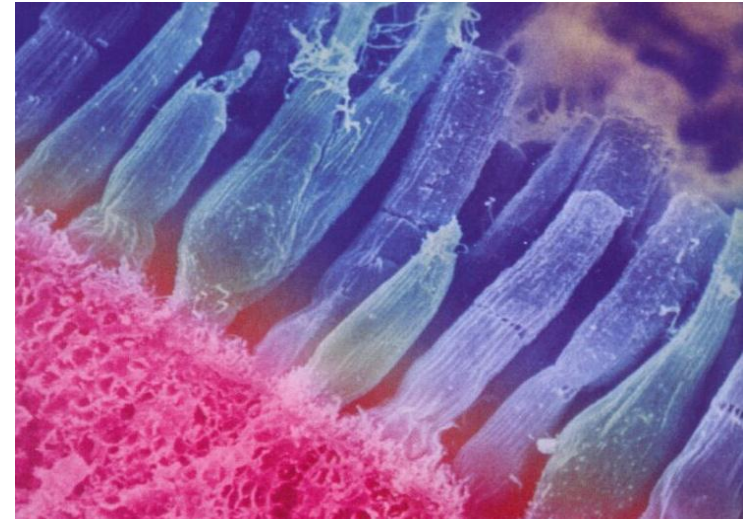
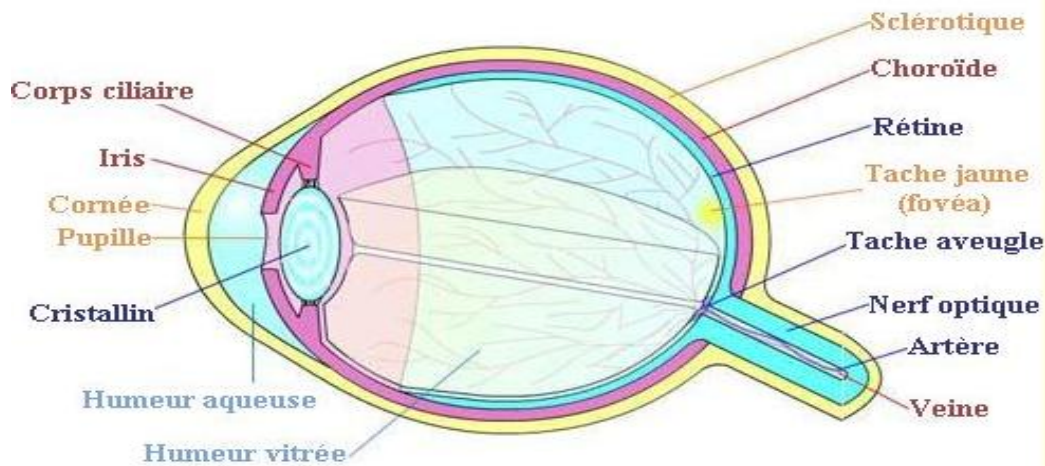
La Couleur

- Un pixel d'une image couleur est différent d'un pixel des images en niveaux de gris : chaque pixel sera porteur pas seulement d'une seule information (la luminance), mais de deux: la luminance et la chrominance.
- Dans la réalité, il est clair que pour contenir plusieurs informations différentes, les pixels doivent être composés de plusieurs nombres, autrement dit, les images doivent être composées de plusieurs canaux.

La Couleur

- Il y a trois types de capteurs couleur dans l'oeil (les cônes) et chaque type à une réponse spectrale différente.
- Ce qui suggère une représentation à 3 stimulus(capteurs). On peut en effet reproduire la plupart des couleurs vues dans la nature à partir d'un système à trois sources monochromatiques de longueur d'onde différentes.

La Couleur

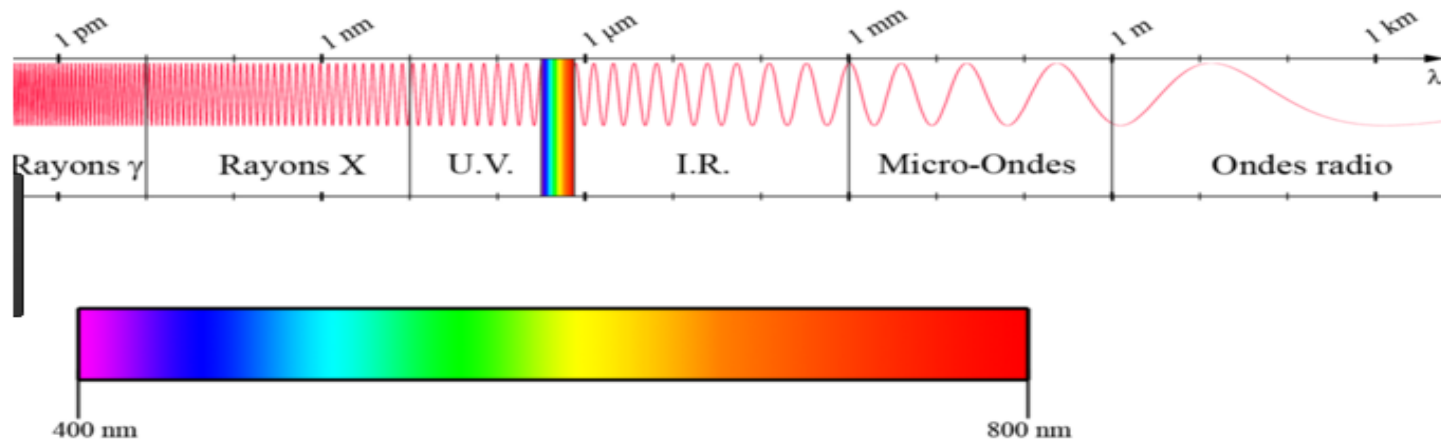


Il existe 2 types de photorécepteurs dans la rétine:

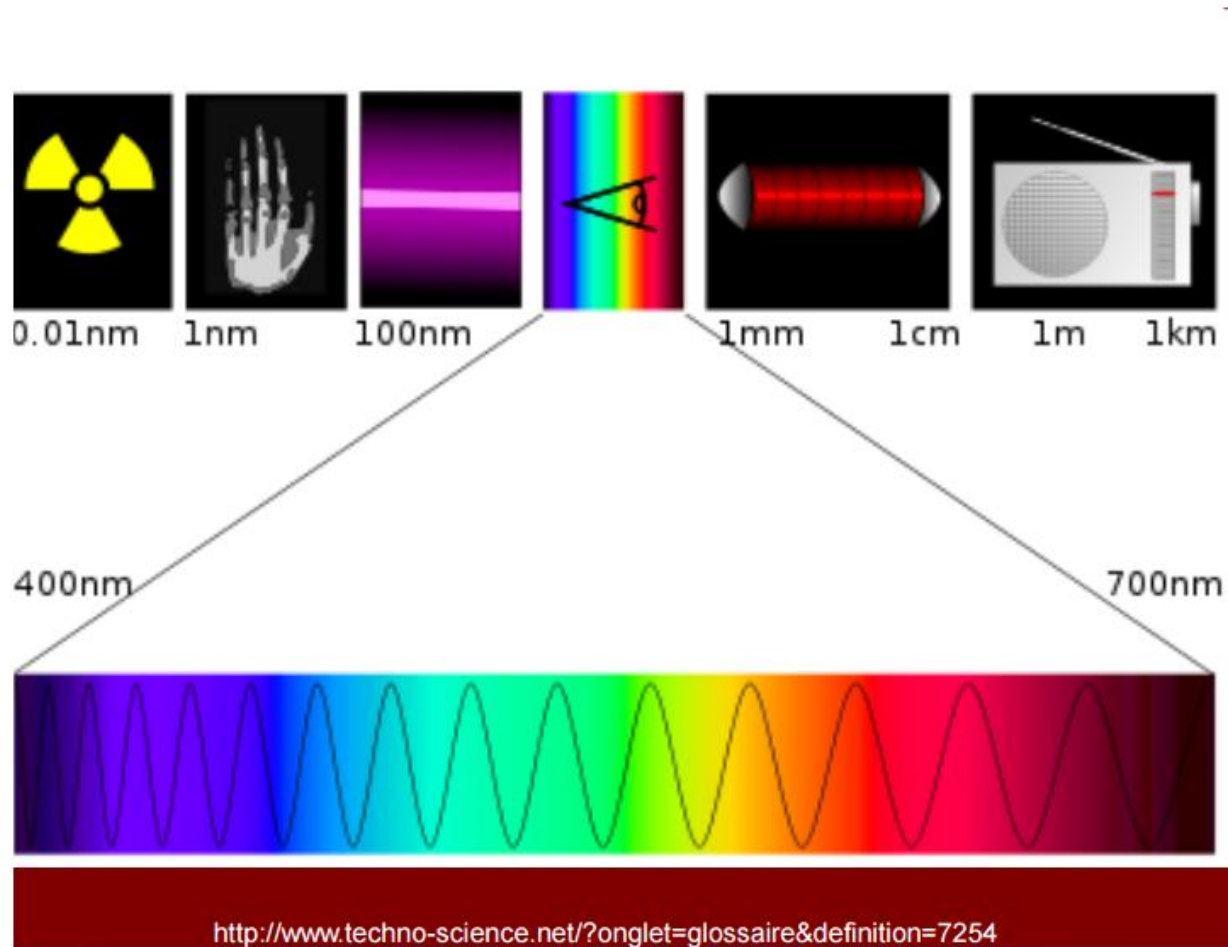
- **Les cônes** : réponse photométrique et chromatique, grâce à des pigments absorbant le bleu, le vert ou le rouge. C'est la base de la vision des couleurs trichromatiques.
- **Les bâtonnets** : responsables de la vision nocturne.

La Couleur

- La lumière est indispensable pour la vision des couleurs.
- La lumière est une onde électromagnétique
- Les longueurs d'onde du spectre visible s'étendent de 400 à 700 nm
- Toute source lumineuse visible est composée d'un mélange de couleurs pures, donc un mélange quelconque de ces couleurs pures engendre une autre couleur.

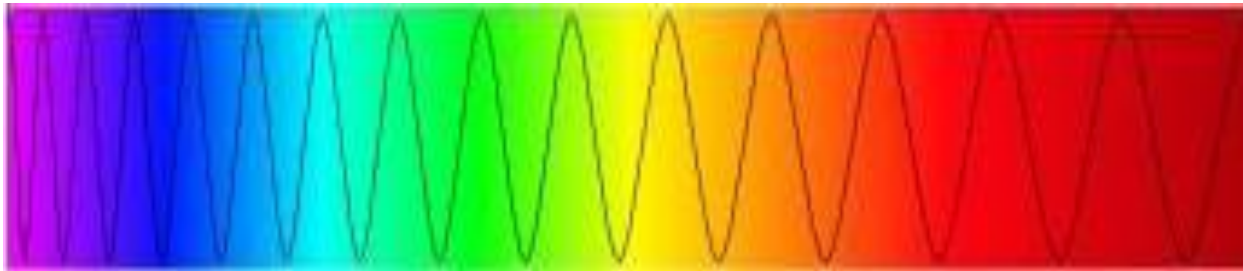


La Couleur



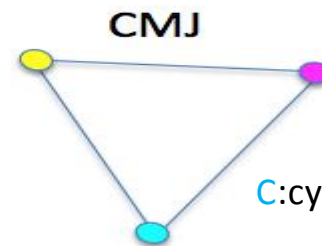
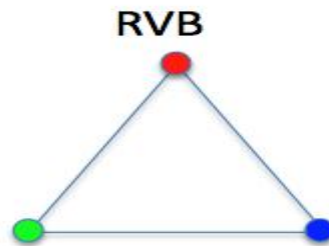
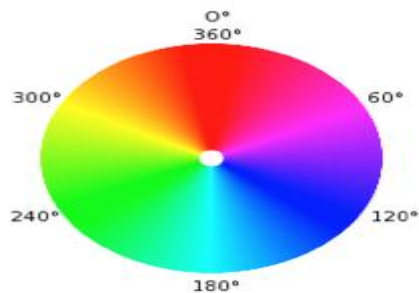
La Couleur

- **La question principale:**
- « Comment représenter ces couleurs dans un espace qui soit à la fois facile à manipuler et qui soit discriminant en analyse d'images couleur ? »



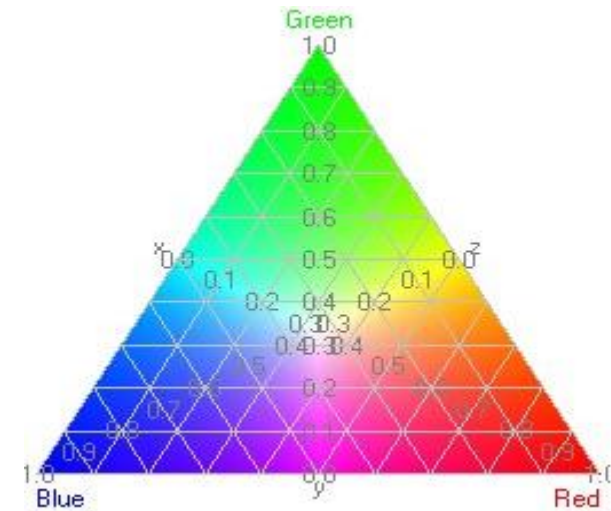
La Couleur

- Le **cercle de Newton** se résume en un triangle de primaires



C:cyan, M:Magenta, J:Jaune

On remplit le triangle de primaires pour obtenir le **triangle de Maxwell**



Les espaces de couleur

- Toute couleur peut être représentée comme une combinaison linéaire de trois primaires R, V B.
- La combinaison des couleurs de bases peut se faire selon deux types de synthèse :
 - **synthèse additive**
 - **synthèse soustractive**

Les espaces de couleur

Synthèse additive : addition (mélange) de sources lumineuses colorées . Les 3 couleurs primaires de la synthèse additive sont le rouge (R), le vert (V) et le bleu (B).

L'absence de lumière ($R=V=B=0$) donne le noir et la somme des 3 couleurs primaires $R+V+B$ donne le blanc.



Les espaces de couleur

➤ Synthèse soustractive :

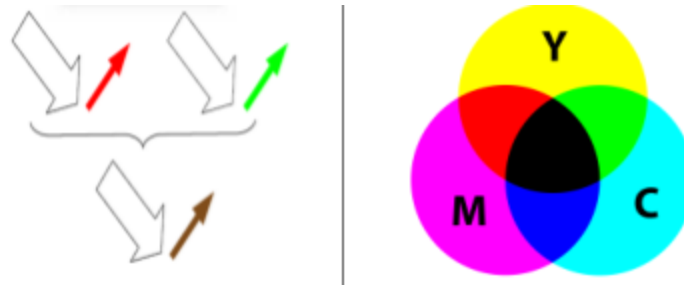
Elle correspond à un mélange des pigments colorés (La synthèse des couleurs se fait par retrait d'une proportion de chacune de ces parties du spectre).

Elle utilise trois couleurs C (cyan), M (magenta) et Y (yellow) complémentaires aux couleurs primaires RVB, auxquelles elles sont reliées théoriquement par les relations linéaires suivantes:

$$C = 1 - R$$

$$M = 1 - V$$

$$Y = 1 - B$$



Les espaces de couleur

- Beaucoup d'espaces de couleur :
 - RGB, HSV, XYZ, CMJN, YUV, Lab, ...

Les espaces de Couleur

- In 1931, la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) à fait l'expérience de la comparaison des couleurs avec 3 sources monochromatiques:

- Rouge (645.2 nm),
- Vert (526.3.1 nm) et
- Bleu (444.4 nm).

Ce qui a donné le système CIE **RGB** (Red, Green Bleu).



- Avec ce système (on peut reproduire la plupart des couleurs naturelles. C'est le plus utilisé dans la plupart des caméras couleur.
- Certaines des longueurs d'ondes réclament des pondérations négatives.

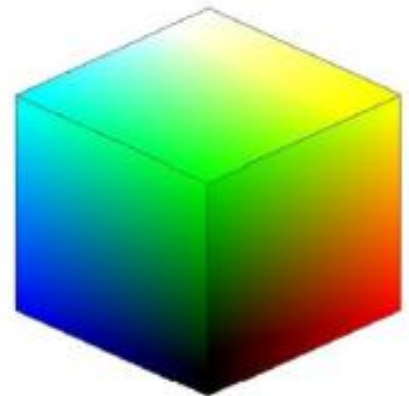
L'espace RGB

- L'espace RGB

- La trichromie permet donc de voir l'ensemble des couleurs comme un espace vectoriel de dimension 3, où 3 sources lumineuses primaires (R.G.B) varient en intensité entre 0 et 100%.
- L'espace RGB est l'espace vectoriel engendré par les 3 composantes primaires (Rouge, Vert, Bleu). C'est un modèle idéal pour expliquer l'addition de la luminosité dans les mélanges de couleurs, encore appelé la synthèse additive.

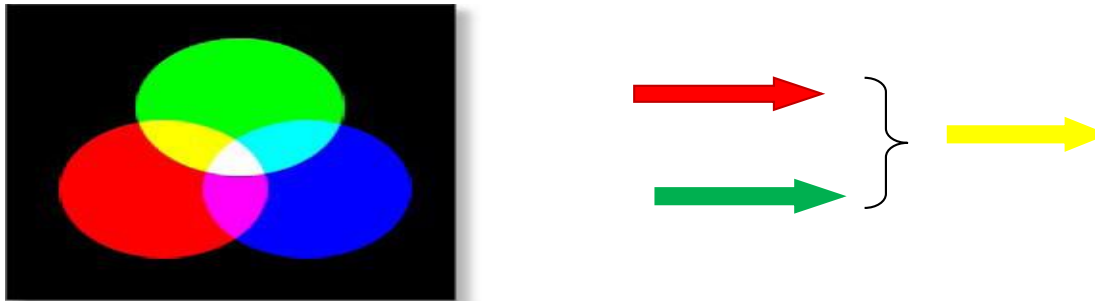
Une couleur est un point du cube :

- L'origine du repère (0,0,0) représente le noir
- L'opposée (1,1,1) représente le blanc
- Chaque axe code une couleur primaire (R,G,B)



L'espace RGB

Ce principe de **synthèse additive** de la couleur se retrouve dans la plupart des dispositifs lumineux de restitution de la couleur : CRT(Tv à tube cathodique), LCD, Plasma.



Limite: Toutes les couleurs perceptibles par l'oeil ne peuvent être définies à l'aide des trois composantes R , V et B.

L'espace XYZ

- L'espace XYZ (CIE 1931)

Pour éviter les poids négatifs, la CIE a mis en oeuvre un système dérivé de RGB, appelé XYZ, où tous les poids sont positifs.

- Il est défini à partir d'une transformation linéaire sur l'espace RGB telle que toutes les couleurs du spectre visible soient contenues dans le triangle xyz.
- Les coordonnées XYZ des couleurs naturelles ont ainsi toujours des valeurs positives.

L'espace XYZ

Conversion RGB / XYZ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{\text{linear}} \\ G_{\text{linear}} \\ B_{\text{linear}} \end{bmatrix}$$

Conversion XYZ / RGB

$$\begin{bmatrix} R_{\text{linear}} \\ G_{\text{linear}} \\ B_{\text{linear}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & 1.8758 & 0.0415 \\ 0.0557 & -0.2040 & 1.0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

L'espace HSV

- L'espace HSV

Le principe de l'espace HSV (Hue, Saturation, Value), est de caractériser les couleurs de façon plus intuitive, conformément à la perception naturelle des couleurs, en termes de :

- **1- Teinte (Hue)**

Intuitivement, c'est le nom qu'on utilisera pour désigner la couleur pure: "vert", "mauve", "orange", etc. idéalement associé à une longueur d'onde (λ) dans le spectre du domaine visible.

L'espace HSV

- **2- Saturation**

c'est le taux de pureté(proportion) de la couleur (0% à 100%), qui doit varier entre la pureté maximale (couleur éclatante) et l'achromatisme (niveau de gris).

Plus la saturation est faible plus la couleur est délavée.

Plus la saturation est élevée, plus la couleur est vive.

- **3 -Valeur**

c'est la mesure de l'intensité lumineuse (brillance) de la couleur, qui doit varier entre le noir absolu et le blanc.

Remarque: la teinte et la saturation désignent la couleur(chrominance) et la valeur correspond à la luminance.

L'espace HSV

Conversion de RGB vers HSV

- Le passage de RGB à HSV se fait par une transformation non linéaire. Plusieurs opérateurs ont été proposés pour la conversion. Voici un exemple:
- La conversion entre ces deux espaces se fait comme suit :

$$v = \frac{r + g + b}{3}$$

$$s = 1 - \frac{3 \min(r, g, b)}{r + g + b}$$

$$h = \begin{cases} \theta & \text{si } b \leq g \\ 2\pi - \theta & \text{si } b > g \end{cases} \quad \theta = \arccos \left(\frac{(r - g) + (r - b)}{2\sqrt{(r - g)^2 + (r - b)(g - b)}} \right)$$

Prétraitement des images couleur

- Les prétraitements d'images permettent d'améliorer la qualité de l'image en vue de traitements ultérieurs.
- Ces prétraitements peuvent être devisés en plusieurs grandes familles :
 - ✓ les manipulations d'histogrammes pour :
 - mettre en relief telle ou telle partie de l'image,
 - augmenter la dynamique de celle-ci ;
 - ✓ les opérations de filtrages (linéaires ou non) pour réduire le bruit présent dans l'image ;
 - ✓ les rehaussements d'images pour augmenter les contrastes entre les différentes régions de l'image.

La Couleur

Conclusion

- *La couleur d'un pixel est donc un vecteur à 3 dimensions.*
- *Il existe une panoplie de systèmes de couleur. Selon les applications le systèmes de couleurs ne fourniront pas le même résultat: il convient donc de bien cerner le problème. Par exemple en détection de contour, la couleur n'est pas importante par contre dans la détection de régions , la couleur est importante .*

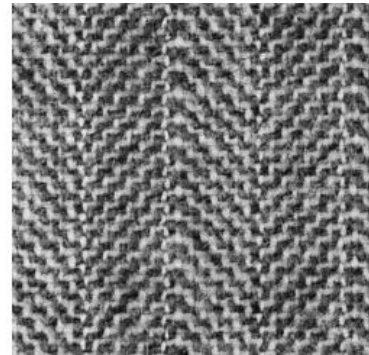
La Texture

- *En traitement d'Image, la texture est considérée comme une caractéristique importante , car toute surface d'un objet du monde réel est texturée.*
- *Ce qui rends la texture indispensable dans l'analyse d'images.*

La Texture

Définition

- Répétition spatiale d'un même motif visuel dans différentes directions de l'espace.
- Une texture peut être définie comme une variation de l'intensité lumineuse dans le voisinage, qui peut refléter des propriétés de l'objet (grossière, fine, lisse, tachetée, granuleuse, marbrée, régulière ou irrégulière).



La Texture

- Ces propriétés sont reconnues facilement par l'être humain mais elles restent difficiles à définir précisément et à analyser de façon numérique.
- Pourquoi s'intéresser à la texture?
 - L'étude de la distribution des niveaux de gris est insuffisante pour caractériser les zones homogènes.
 - Les images naturelles sont composées principalement de régions texturées.

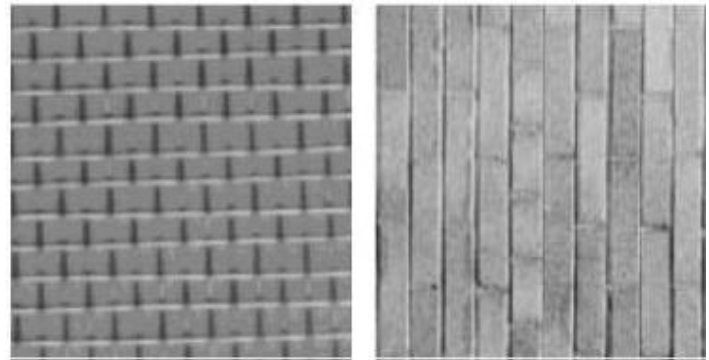
La Texture

- Domaines d'application de la texture
 - La télédétection
 - L'imagerie médicale
 - La synthèse d'image, etc ...

Types de textures:

➤ Texture périodique

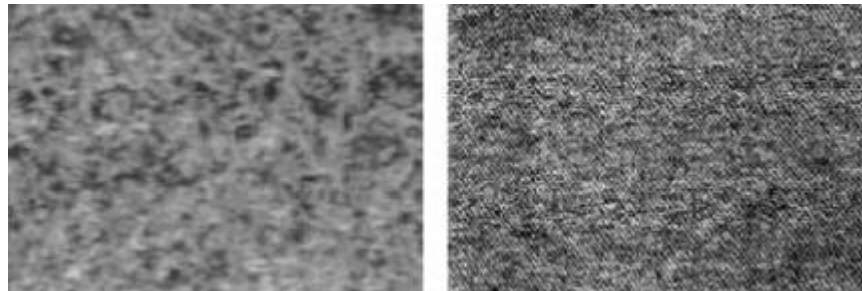
Ce type de textures présente un aspect régulier, sous une forme de motifs répétitifs obéissant à un arrangement spatial défini.



La Texture

➤ Texture aléatoire

Ce type de textures présente des primitives microscopiques distribuées d'une manière anarchique.



La Texture

- Analyse de la texture

- Analyser une texture signifie chercher et quantifier les corrélations et relations entre les niveaux de gris des pixels en fonction de la distance qui les sépare.
- Le but de l'analyse de la texture est de formaliser les descriptifs de la texture par des paramètres mathématiques ce qui permettra de l'identifier.
- Les critères visuels qui ont été retenus pour la texture sont:
 - ✓ le contraste,
 - ✓ la granularité,
 - ✓ l'orientation,
 - ✓ la forme, la finesse et la régularité

La Texture

- Les méthodes d'analyse de la texture

- Structurelles:

on modélise les relations spatiales entre les éléments primitifs constituant l'image. Les règles de placement ou d'agencement spatial déterminent l'existence et la nature de la texture.

- Statistiques:

la texture est vue comme la réalisation d'un processus stochastique. Le but est d'en extraire des attributs statistiques. (LBP:Local Binary Pattern)

La Texture

➤ Fréquentielle:

Permettent d'étudier les textures dans le domaine spectral en passant de la représentation spatiale à la représentation fréquentielle et ce en utilisant la transformée de Fourier, les filtres de Gabor et les ondelettes

➤ Modèles:

Repose sur des modèles stochastiques parmi lesquels on retrouve les fractales. ces méthodes sont relativement coûteuses en temps de calcul.

La Texture

- **La méthode LBP (Local Binary Pattern: motifs binaires locaux)**
 - Introduite par Ojala et al. en 1996.
 - Simple et efficace pour la description de la texture.
 - Considérer le voisinage 3x3 et seuiller relativement à la valeur centrale (centre de la fenêtre) puis calculer le code binaire: cad comparer le niveau de gris d'un point avec ses voisins
 - Donner la valeur 1 si la valeur est supérieure au pixel central, zéro sinon.
 - Chaque comparaison renvoie un nombre binaire
 - Le mot binaire obtenu avec les 8 voisins est codé en décimal

La Texture

