

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, TIZI-OUZOU**



**FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electronique

Option : télécommunication et réseaux

Thème

Application des opérateurs morphologiques aux images couleurs

Mémoire soutenu publiquement le 29 septembre 2014

Dirigé par :
Melle S. AMER MEDJKANE

Présenté par:
Melle ZIZI Nadia.

Année universitaire 2013/2014

Remerciements

Je commence par remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Je remercie mes parents et amis tant pour leurs soutien et conseils que pour le temps qu'ils m'ont consacré chaque fois que sollicités.

Je tiens à exprimer mes remerciements et mes profondes considérations a :

- ❖ Mon promotrice : Melle S. AMER MEDJKANE pour le temps précieux qu'elle a consacrée à m'orienter, me conseiller et pour sa sollicitude particulière a mon égard.
- ❖ Les membres de jury qui voudront bien évaluer mon travail.
- ❖ A toute personne qui a contribué de près ou de loin a la réalisation de ce travail et a tous ceux qui m'ont apporté leurs aides.

Merci

Introduction

Chapitre I généralités sur le traitement d'images

I-1 image numérique	1
I-1-1 définition de l'image numérique	1
I-1-2 le pixel	1
I-1.3 Principe de la numérisation	1
I-1-3-1 codage d'une image	2
I-2. Caractéristiques d'une image numérique.....	2
I-2-1. Dimension	2
I-2-2.Résolution.....	2
I-2-3. Contours et textures.....	2
I-2-4. Luminance	3
I-2-5. Voisinage.....	3
I-2-6. Contraste.....	4
I-3 – les types d'images.....	4
I-3-2- image en niveau de gris.....	4
I 3-3 images couleur	5
I-4- traitement numérique des images	6
I-4-1 -L'histogramme	7
I-4-2- Égalisation d'histogramme	7
I-4-3 Le Filtrage8	
I-4-3 -1-Les filtres statistiques	8
I-4-3-2 Les filtres morphologiques	8

Chapitre II les opérateurs morphologique

II-1 Transformations en tout ou rien par un élément structurant	9
II-2- les operateurs de base de la morphologie mathématique.....	9
II-2-1 érosion.....	9
II-2-2 dilatation	10
II-2-3 Ouverture morphologique	12
II-2-4 Fermeture morphologique.....	12
II-2-5 La squelettisation	13
II-3 Transformations morphologiques sur images en niveaux de gris	14
II-3-1. Érosion	14
II-3-2. Dilatation.....	16

II-3-3. Ouverture	17
II-3-4. Fermeture	18
II-3-5. Transformation « chapeau haut de forme »	19
II-3-6 le gradient morphologique	20

Chapitre III les espaces couleurs

III-1 Espaces colorimétriques.....	21
II-1-1 Espace RV B ou RGB	21
III-1-2 Espace XY Z.....	22
III-1-2-1 Transformation de L'espace RVB à l'espace XYZ	23
III-1-3-1 Espace $l^*a^*b^*$	24
III-1-3-1 Transformation de l'espace RVB à l'espace $L^*a^*b^*$	24
III-1-4 L'espace HSV	25
III-2 les ordres morphologiques	26
III-2-1 ordre vectoriel.....	26
III-2-2 ordre marginale.....	27
III-2-3 l'ORDRE REDUIT.....	27
III-2-4 L'ordre lexicographique (conditionnel)	27
III-2-5 L'ORDRE ENTRELACEMENT DE BITS	28

Chapitre IV méthode adoptée et résultats obtenus

IV-1 Les images couleur	29
IV-2 Les méthodes utilisées	29
IV-2-1 approche marginale	30
IV-2-3 approche vectorielle	30
IV-3 Résultats obtenus:	30
IV-4 résulta obtenu dans l'espace RVB selon l'approche vectorielle et l'approche marginale. 30	
IV-5 résulta obtenu dans l'espace HSV selon l'approche vectorielle et l'approche marginale .. 36	
IV-6 Interprétation des résultats	38

Conclusion

Bibliographie

Introduction

Depuis les années 1970, on assiste au développement du traitement d'image, son but étant de fournir une description quantitative de l'image ou une reconnaissance de forme.

Le traitement d'image trouve des applications dans de nombreux domaines, faisant de la couleur une source importante d'information. L'analyse des images couleurs est le domaine auquel on s'intéresse particulièrement. Par exemple, les images satellites sont devenues un outil très utile en météorologie et même dans les domaines militaires où les couleurs jouent un rôle important dans les enquêtes militaires et pour la surveillance. Le but de la coloration des images est de séparer et marquer les concepts morphologiques par rapport à la perception humaine. Le cerveau combine trois sources d'information lorsqu'on voit une scène de couleurs ; les contours des objets de différentes couleurs, la couleur de chaque zone et, en dernier, la géométrie des objets dans la scène.

Le développement de la morphologie mathématique a mis en évidence les problèmes du traitement d'image. La morphologie mathématique dispose d'un grand nombre d'opérateurs et d'algorithmes pour le filtrage et la segmentation des images à niveaux de gris. Cependant, l'extension de ces opérateurs aux images couleurs n'est, ni direct dans le sens unique, ni triviale (un certain nombre de précautions doivent être prises en compte pour que la généralisation soit pertinente).

Dans ce travail nous donnons un aperçu précis et relativement exhaustif sur l'extension de la morphologie mathématique aux images couleurs ; l'objectif principal étant d'appliquer les opérateurs morphologiques aux images couleurs en utilisant l'ordre vectoriel et l'ordre marginal selon deux espaces de représentation à savoir l'espace RVB et l'espace HSV.

Suite à la présentation qui vient d'être faite, les différents chapitres de ce travail sont organisés de la manière suivante :

Dans le premier chapitre nous définissons quelques notions de base utilisées en traitement d'images.

Le deuxième chapitre est consacré aux opérateurs de base de la morphologie mathématique dans le cadre ensembliste et fonctionnel.

Dans le troisième chapitre nous présentons les différents espaces couleurs ainsi que les ordres morphologiques utilisés pour ordonner les vecteurs à savoir l'ordre marginal et l'ordre vectoriel.

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation des principaux résultats obtenus avec leur interprétation.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion,

Une image est un tableau bidimensionnel dont chaque élément (le pixel) représente une surface élémentaire de l'image. La disposition des pixels est généralement en ligne et colonne, quelques applications peuvent présenter un maillage différent. Une image est toujours discrétisée par des petites taches très voisines assez petites et assez proches. Chaque pixel est associé à un niveau de gris n ou des niveaux de composante couleur codé sur N bits et qui représentent respectivement le niveau de luminosité ou de couleur de la zone correspondante dans la scène observée. Chaque pixel est localisé par ses coordonnées x et y dans l'image.

I-1 image numérique :

I-1-1 définition de l'image numérique

Les images numériques sont des clichés électroniques d'une scène numérisés à partir de documents tels que photographies, manuscrits, et textes imprimés. L'image numérique est échantillonnée et mappée comme une entrée de points ou éléments d'images (pixel). a chaque pixel correspond une valeur tonale (noir, blanc, niveaux de gris ou couleur), exprimée en code binaire. Les chiffres binaires de chaque pixel sont stockés dans une séquence par l'ordinateur, et souvent réduits à une représentation mathématique. Les bits sont alors réinterprétés et lus par l'ordinateur afin de délivrer une version analogique en vue d'être affichée ou imprimée.

I-1-2 le pixel

Le mot pixel est l'abréviation de PICture Elément. C'est le plus petit point de l'écran que l'on peut allumer ou éteindre. Il possède deux caractéristiques : [1]

- Position (coordonnée X,Y)
- Couleur 1,4,8 ;16 ou 24 bits

I-1.3 Principe de numérisation :

Une image «réelle » va être transformée en une image numérique par différents outils de transformation (caméra, scanner, satellite...).

Cette image numérique est constituée de pixels contenant chacun différentes informations (intensité lumineuse, couleur...). Ces informations seront codées dans une grille échelonnée, le niveau de gris, de 0 à 63 par exemple.

L'image obtenue après acquisition contient un nombre très élevé d'informations.

Ces informations sont de plus imparfaites, car les conditions d'acquisitions ne sont jamais idéales. De plus, la richesse des informations est néfaste car souvent les informations apportées ne sont pas pertinentes : de nombreux détails de l'image concernent des objets que l'on ne veut pas prendre en considération.

I-1-3-1 codage d'une image

Le codage se fait de plusieurs méthodes différentes

✓ Si on utilise un BIT :[9]

Un bit est la plus petite donnée qu'un ordinateur peut utiliser. De la même manière qu'une lampe, il ne peut être qu'allumé ou éteint.

Si nous décidons d'utiliser un bit pour décrire notre image, nous pouvons utiliser cet état allumé ou éteint pour représenter le noir ou le blanc sans avoir d'état intermédiaire possible (pas de gris).

✓ deux BIT :

Si nous utilisons désormais deux bits pour décrire une image, nous avons désormais quatre états possibles : noir, gris foncé, gris clair, blanc.

✓ -n BIT :

A chaque fois que nous augmenterons de un le nombre de bit, nous doublerons le nombre total de combinaisons que nous utiliserons pour définir le nombre total de niveau de gris.

Une échelle de 0 à 63 sera ainsi codée sur 6 bits

I-2. Caractéristiques d'une image numérique

I-2-1. Dimension :

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels dans une

I-2-2.Résolution:

c'est l'espacement ou la densité des pixels dans l'image. Elle se mesure par convention en pixels par pouce **ppp** (1 pouce=2,54 cm) ou **dpi** (dot per inch), plus la résolution est élevée, plus l'image a de pixels.

I-2-3. Contours et textures :

Les contours représentent la frontière entre des objets de l'image, ou la limite entre deux pixels dont les niveaux de gris représentent une différence significative.

Les textures décrivent la structure de ceux-ci. L'extraction de contours consiste à identifier dans l'image les points qui séparent deux textures différentes.

I-2-4. Luminance:

C'est le degré de luminosité des points d'image. Pour un observateur lointain, le mot luminance est substitué au mot brillance, qui correspond à l'éclat d'un objet.

I-2-5. Voisinage:

Le voisinage est défini comme étant l'ensemble des pixels qui entourent, dans toutes les directions possibles (8 directions), un pixel donné de coordonnée (i, j). Cette notion est utilisée souvent lors du filtrage.

(i-1, j-1)	(i-1, j)	(i-1, j+1)
(i, j-1)	(i, j)	(i, j+1)
(i+1, j-1)	(i+1, j)	(i+1, j+1)

Tableau 1: voisinage d'un pixel

I-2-6. Contraste :

C'est l'opposition marquée entre les régions sombres et les régions claires d'une image. Le contraste est défini en fonction de luminances de deux zones d'image.

Si L_1 et L_2 sont les degrés luminosité respectivement de deux zones voisines A_1 et A_2 d'une image, le contraste s'est défini par rapport :

$$C = (L_1 - L_2) / (A_1 - A_2)$$

I-3 – les différentes types d'images:**I-3-1- image binaire**

Il existe un ensemble de notions propres aux images binaires. La manipulation de telles images regorge d'outils spécialisés ainsi que de théories mathématiques pour plusieurs raisons :

- Les débuts du traitement des images numériques ne permettaient pas le traitement d'images complexes (problème de temps de calcul, d'espace mémoire disponible et qualité des périphériques de sortie). De plus, les premières applications (reconnaissance de caractères, analyse de traces laissées dans les chambres à bulles par des particules) vers 1950 s'adaptaient bien à ce type d'images.
- Les images binaires sont un contexte simple permettant une formalisation mathématique des problèmes par des outils tels que la topologie.

Dans le domaine de la vision industrielle (détection de défauts, contrôle qualité, mesure, ...) on considère souvent l'image binaire comme un passage obligé, suivant en général la phase de segmentation. [7]

Deux catégories d'outils sont alors nécessaires pour d'une part le codage efficace (et éventuellement la compression) et d'autre part pour le traitement (analyse et description des formes).

Une image binaire est une image dont les pixels n'ont que deux valeurs d'intensité possibles, c'est-à-dire que, chaque pixel ne peut avoir pour valeur que 0 ou 1 (Soit 1 ou 255). Les images binaires sont souvent produites par le seuillage d'image qui a pour but d'éliminer la partie du fond de l'image (méthode la plus simple de segmentation d'image). Le seuillage d'image consiste à créer à partir d'une image en niveau de gris, une image comportant uniquement deux valeurs, noir ou blanc (monochrome).. Ainsi, si un pixel a une valeur supérieure au seuil, il prendra la valeur 1(ou 255 qui est le blanc), et si sa valeur est inférieure au seuil, il prendra la valeur 0 (noir).



Figure I-1 : image binaire

I-3-2- image en niveau de gris

Le niveau de gris d'une image représente la valeur de l'intensité lumineuse d'un pixel et chaque pixel est codé sur N bits, ce qui lui confère des valeurs entières comprises entre 0 (noir) et 2^N-1 (blanc).



Figure I-2 : image en niveau de gris

I 3-3 images couleur

Une image couleur correspond à la synthèse additive de 3 images, rouge, vert et bleu. Chaque pixel est donc codée sur $3 \times N$ bits ; La couleur d'un pixel est représentée par 3 composantes couleurs et donne naissance à un point dans un espace tridimensionnel. Chaque couleur est code comme une image en niveau de gris. Si on utilise l'espace RVB et $R=V=B$, la couleur associée est un niveau de gris

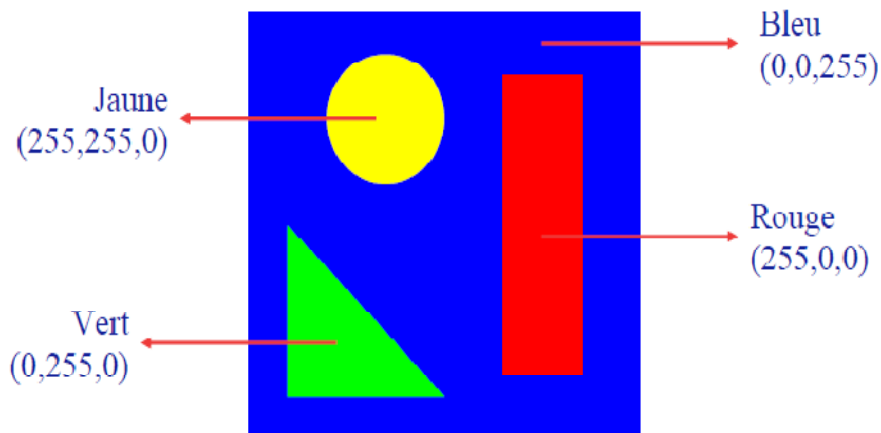
$$I(i, j) = \frac{R(i, j) + G(i, j) + B(i, j)}{3} \quad (\text{I.1})$$

$I(i, j)$:niveau de gris du pixel situe à la ligne i et colonne j .

$R(i, j)$: Intensité de la couleur rouge.

$G(i,j)$: Intensité de la couleur vert (green).

$B(i,j)$: Intensité de la couleur bleue.



Caractéristiques d'image couleur

Les deux caractéristiques des images couleurs sont:

- ✓ pour des images en niveaux de gris un pixel peut prendre entre 0 et 255 (un pixel codé sur 1 ou 0)
- ✓ Dans le cas d'une image couleur et si nous utilisons l'espace RVB, chaque composante est codée sur 8 bits, un pixel peut prendre alors $256^3 \approx 16.10^6$ valeurs possibles.



Figure I-3 : image couleur

I-4- traitement numérique des images

Le but du traitement d'une image est d'extraire l'information qu'elle contient pour résoudre un problème en éliminant l'information inutile. Le traitement s'effectue en plusieurs étapes. La première étape est le Prétraitement qui consiste à simplifier l'image (filtrage, binarisation,) , et permet la restauration de l'image en supprimant un certain nombre de défauts tels que le bruit (pixels isolés de valeur erronée) ou le flou de mise au point, et aussi l'amélioration de l'image .

I-4-1 -L'histogramme

C'est un graphique permettant de connaître la population de chaque niveau de gris de l'image. On peut observer la fréquence d'apparition des différents niveaux de gris dans une image monocanale par un histogramme monodimensionnel. L'observation des histogrammes permet de déceler les défauts d'une image (trop claire, trop foncée, manque de contraste) ou de déduire certaines propriétés (séparation des objets du fond [2])

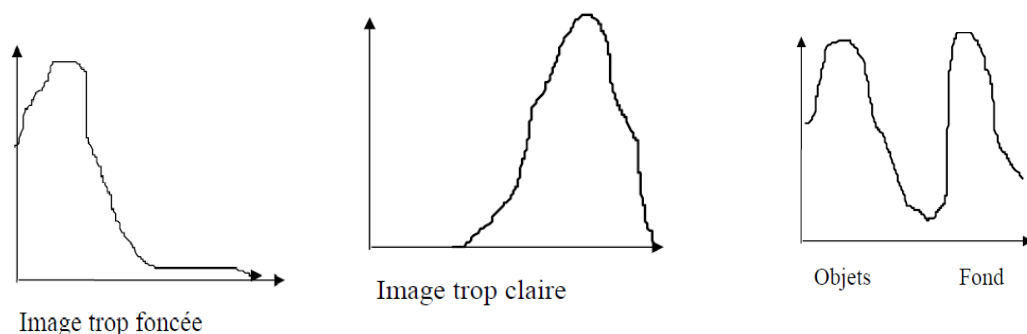


Figure I-4 : exemples d'histogrammes

I-4-2- Égalisation d'histogramme

L'égalisation d'histogramme est une méthode d'ajustement du contraste d'une image qui utilise l'histogramme. Elle consiste à appliquer une transformation sur chaque pixel de l'image, et donc d'obtenir une nouvelle image à partir d'une opération indépendante sur chacun des pixels. L'égalisation d'histogramme est un procédé par lequel on force tous les niveaux de gris de l'image à être équiprobables.



image originale



image après égalisation

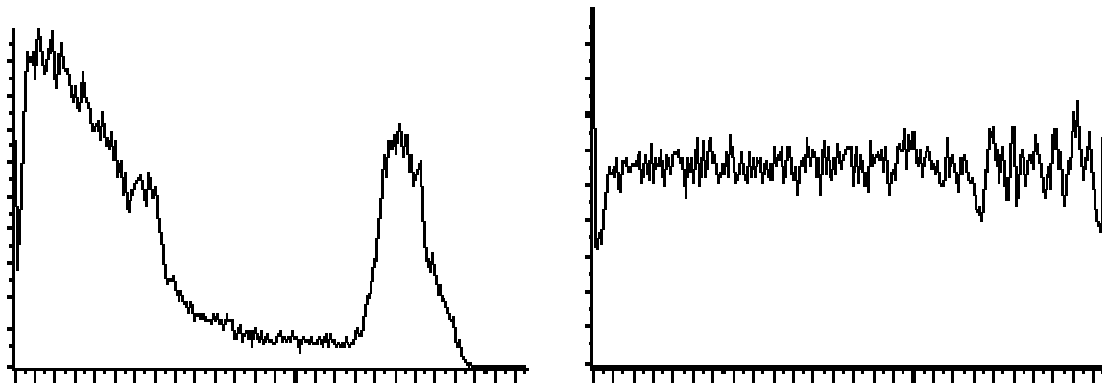


Figure I-5: exemple d'Égalisation d'histogramme

I-4-3 Le Filtrage

Les opérations précédentes étaient ponctuelles, chaque pixel étant transformé indépendamment de la valeur de ses voisins. Dans le filtrage, au contraire chaque pixel est traité en fonction de sa propre valeur et de celle de ses voisins. On utilise souvent un masque de filtrage (matrice de convolution) qui prend en compte les 8 voisins immédiats du point traité.

I-4-3 -1-Les filtres statistiques

Ils utilisent les données statistiques (moyenne, médiane, maximum, minimum) des pixels voisins pour changer la valeur du pixel central. On peut citer le filtre médian et le filtre moyenne

I-4-3-2 Les filtres morphologiques

Les opérateurs de morphologie mathématique sont des cas particuliers de filtre statistique. Les opérations de base de la morphologie mathématique reposent sur le minimum et le maximum des pixels voisins. On combine ensuite ces opérations pour définir des filtres plus complexes tels que les chapeaux hauts de forme et les filtres alternés séquentiels.

La morphologie mathématique, a été inventée en 1964 par G.Matheron et J. Serra dans les laboratoires des Mines de paris. Elle est basée sur la théorie des ensembles. L'idée de base de la morphologie mathématique, est de comparer les objets que l'on veut analyser à un autre objet de forme connu, appelé élément structurant.

La morphologie mathématique utilise des opérations ensemblistes pour transformer l'image.

Ces opérations peuvent être classées en deux catégories : les transformations ensemblistes classiques et les transformations en tout ou rien utilisant un élément structurant.

II-1 Transformations en tout ou rien par un élément structurant

Pour faire une transformation en tout ou rien, nous devons choisir un élément B , de géométrie connue, appelé élément structurant. Ensuite, cet élément structurant est déplacé de façon à ce que son origine passe par toutes les positions de l'espace. Pour chaque position, on pose une question relative à l'union, à l'intersection ou à l'inclusion de B avec X ou dans X . La réponse sera positive ou négative, d'où le nom de transformation en tout ou rien. L'image des points correspondants à des réponses positives forme un nouvel ensemble qui constitue ce que l'on appelle l'image transformée.

II-2- les operateurs de base de la morphologie mathématique

II-2-1 érosion

La transformation par érosion est la première transformation en tout ou rien qui ait été utilisée.

Pour définir l'opération d'érosion, nous allons nous situer dans un espace R^2 partiellement occupé par un ensemble X . Prenons un élément structurant B représentant une figure géométrique simple, par exemple un cercle. Cet élément B_x est repéré par son centre et placé en x dans l'espace R^2 (figure II-1). Il est ensuite déplacé de telle sorte que son centre occupe successivement toutes les positions x de l'espace. Pour chaque position, on se pose la question suivante : est-ce que B_x est complètement inclus dans X , c'est à dire en notation ensembliste :

$$B_x \subseteq X$$

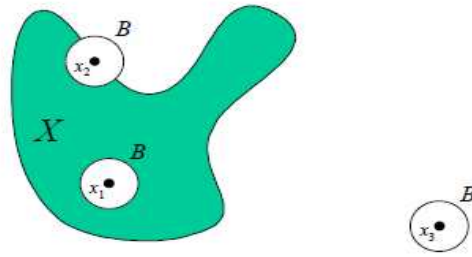


Figure II-1: Principe de l'érosion d'un ensemble X par un élément structurant B de forme Circulaire : Bx_1 est inclus dans X alors que Bx_2 et Bx_3 ne le sont pas

L'ensemble des positions x correspondant à une réponse positive forme un nouvel ensemble Y appelé érodé de X par B . Cet ensemble satisfait à l'équation :

$$Y = \{x / B_x \subseteq X\}$$

L'érosion Y d'un ensemble X par un élément structurant B est notée habituellement: $Y = E^B(X)$

La figure II-2 présente une érosion de l'ensemble de la figure II-1 par un élément structurant B de forme circulaire.

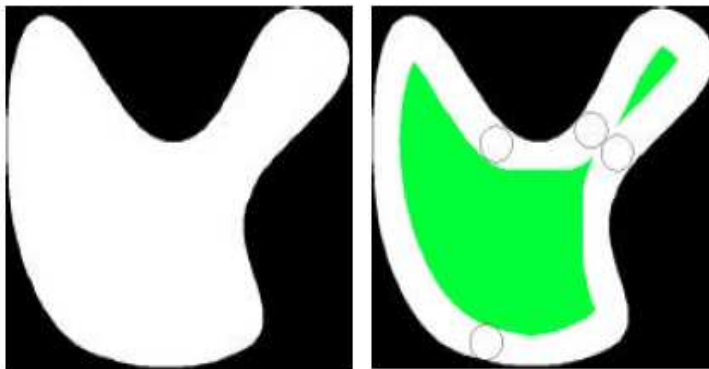


Figure II-2 : Erosion de l'ensemble X de la figure II-1 par un élément structurant circulaire

II-2-2 dilatation

L'opération de dilatation se définit de façon analogue à l'opération d'érosion.

En prenant le même élément structurant Bx , on se pose pour chaque point x de R^2 de savoir si Bx touche l'ensemble X , c'est à dire si Bx et X ont une intersection non vide :

L'ensemble des points x de R^2 correspondant aux réponses positives forme un nouvel ensemble Y dont la frontière est le lieu des centres géométrique de Bx lorsque Bx touche X . [8]

La dilatation d'un ensemble X par un élément structurant Y est habituellement notée $Y = D^B(X)$.

La figure II-3 montre un exemple de dilatation.

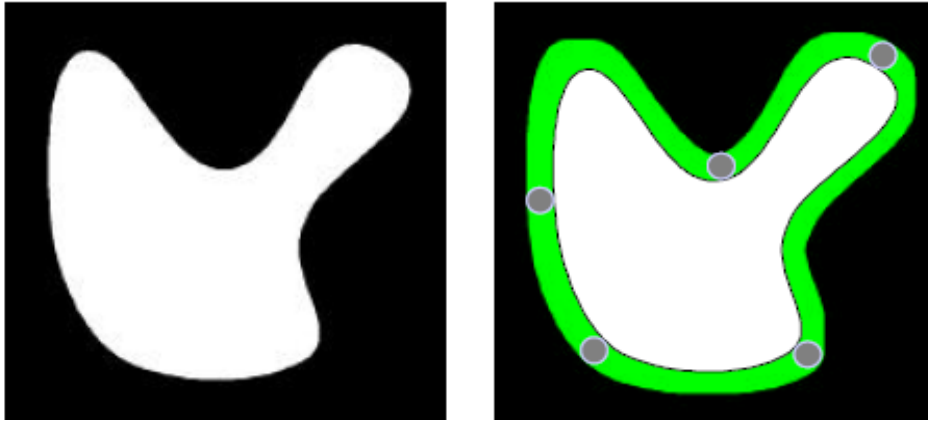


Figure II-3 : Exemple d'une dilatation de l'ensemble X de la figure II-1 par un élément structurant de forme circulaire.

Il est assez important de connaître les principales propriétés algébriques et topologiques de ces deux transformations.

Croissance : Erosion et dilatation sont des transformations croissantes, c'est à dire que si X est inclus dans X' , alors le dilaté (ou l'érodé) de X par un élément structurant B est inclus dans le dilaté (ou l'érodé) de X' par le même élément structurant B . en d'autres termes

$$X \subset X' \quad \left\{ \begin{array}{l} E_B(X) \subset E_B(X') \\ D_B(X) \subset D_B(X') \end{array} \right\}$$

L'érosion est une transformation anti-extensive alors que la dilatation est une transformation extensive, ce qui se traduit par l'expression :

$$X \sqsubset D_B(X)$$

$$E_B(X) \sqsubset X$$

II-2-3 Ouverture morphologique

L'ouverture est l'application de l'opérateur érosion puis de l'opérateur dilatation avec le même élément structurant. On appelle ouverture d'un ensemble X par un élément structurant B et on note $O^B(X)$:

$$O^B(X) = D^B(E^B(X))$$

En général, on ne retrouve pas l'ensemble de départ car une partie de la forme éliminée par l'érosion ne peut être recrée par une dilatation. L'ensemble $O^B(X)$ est plus régulier (moins de détails au niveau du contour) que l'ensemble initial X . En termes "géographiques" ou morphologiques, on dit que l'ouverture adoucit les contours, coupe les isthmes étroits, supprime les petites îles et les caps étroits. On peut considérer que l'ouverture réalise une sorte de filtrage morphologique de la forme de l'ensemble X (voir figure 5).

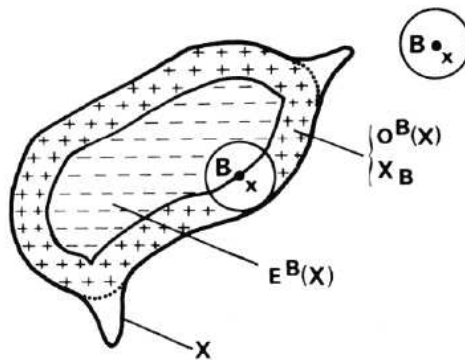


Figure II-4 : Illustration de l'ouverture morphologique

II-2-4 Fermeture morphologique

La fermeture est l'opération "inverse" de l'ouverture, c'est à dire que l'on applique tout d'abord une dilatation puis une érosion (toujours en gardant le même élément structurant):[8]

$$F^B(X) = E^B(D^B(X))$$

Un ensemble fermé est également moins riche en détail que l'ensemble initial. La transformation par fermeture bouche les canaux étroits, supprime les petits lacs et les golfes étroits (figure 4).

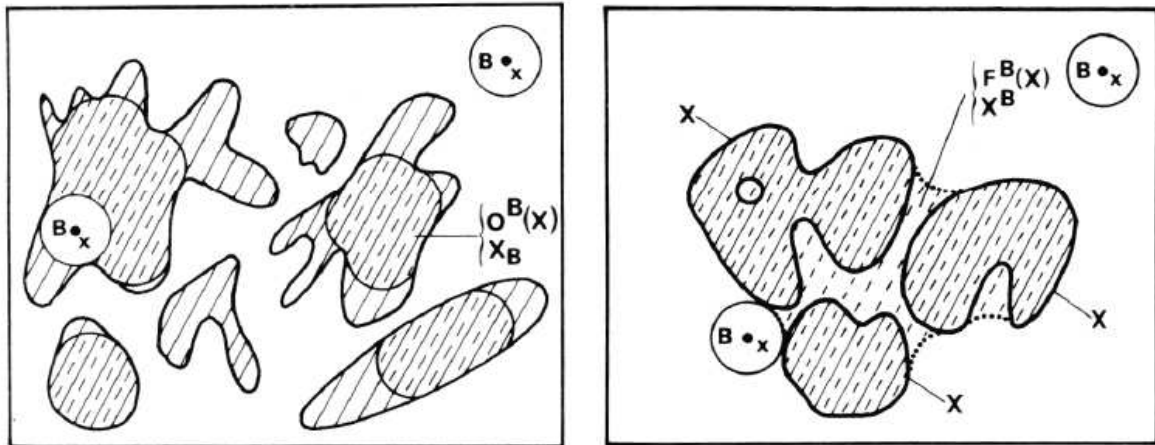


Figure II-5 : Illustration de l'ouverture et de la fermeture morphologiques sur des ensembles non connexes

Les deux opérations d'ouverture et de fermeture sont idempotentes, c'est à dire que le résultat [8] est invariant après itérations:

$$O^B(X) = O^B(O^B(X))$$

$$F^B(X) = F^B(F^B(X))$$

Ces transformations ne sont pas homotopiques, elles ne préservent pas la connexité car elles peuvent scinder une forme en deux (érosion) ou fusionner deux formes (dilatation). Elles ne présentent donc pas de propriétés topologiques intéressantes. Ce ne sont que des transformations d'aspect, de simplification ou de filtrage.

II-2-5 La squelettisation

Le squelette est une représentation d'une forme très utilisée car il conserve les propriétés topologiques de la forme qu'il représente. La notion de squelette est apparue pour l'étude des objets minces. En effet, pour de telles figures, il est certains que c'est l'allure d'une représentation filiforme qui est importante. La reconnaissance des caractères en constitue un exemple typique.

La squelettisation est une étape essentielle de la reconnaissance de forme. Elle a pour but de décrire chaque objet par un ensemble de lignes infiniment fines (analogues à une ossature de l'objet), réduisant sensiblement le volume d'information à manipuler. Le squelette est généralement défini comme étant l'ensemble des lignes médianes, c'est-à-dire l'ensemble des points équidistants de deux points de la frontière.

L'idée de squelettisation consiste à centrer dans la forme un squelette qui soit significatif de l'élongation et des déformations de celle-ci. Typiquement, le squelette d'un cercle va alors être son centre, celui d'une ellipse son grand axe, ... Malheureusement, le squelette, pour être fidèle à la forme initiale, est très sensible au bruit (petite déformation du contour, présence d'un trou, ...). Le calcul du squelette en morphologie mathématique est obtenu par une transformation de voisinage .

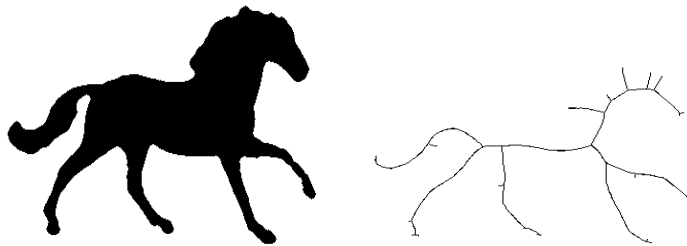


Figure II-6 Exemple de squelette

II-3 Transformations morphologiques sur images en niveaux de gris

Les opérations d'érosion, dilatation, ouverture et fermeture s'étendent aux images en niveaux de gris comme pour la morphologie mathématique ensembliste: l'élément structurant B est déplacé de façon à ce que son origine x passe par toutes les positions de l'image. Pour chaque position on comparera les valeurs prises par les pixels inclus dans le domaine de l'élément structurant. Le pixel central prendra la valeur minimale lors d'une érosion ou la valeur maximale lors d'une dilatation.

II-3-1. Érosion

Soit la fonction $f(x)$ telle que chaque ligne représente un pixel.

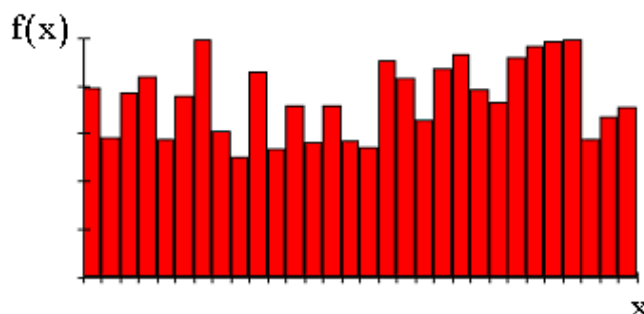


Figure II-7 fonction $f(x)$

Pour obtenir la fonction érodée de $f(x)$, on attribue à $f(x)$ la valeur minimale qu'elle prend dans le domaine de l'élément structurant B et ce, à chaque nouveau déplacement de B . L'image suivante illustre l'érosion de la fonction $f(x)$ par un élément structurant B plat, ici le résultat de l'érosion de la fonction de départ est ici figuré en vert.

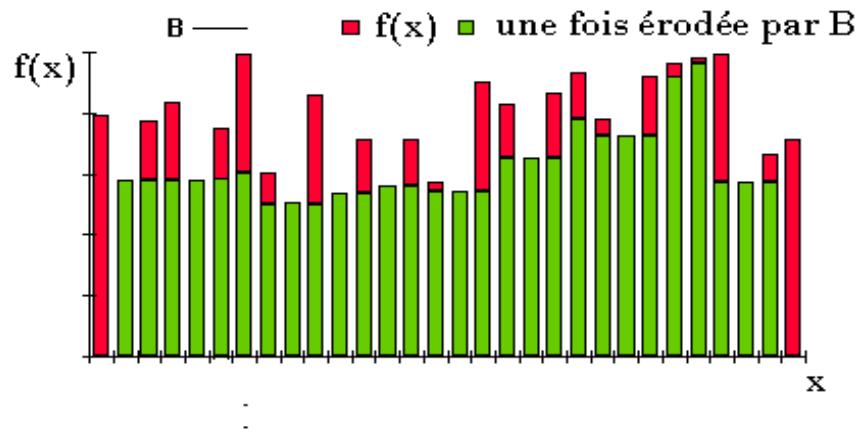


Figure II-8 érosion

Il est clair que cette transformation a pour propriétés de réduire les «pics» de niveau de gris et d'élargir les «vallées»: elle tend donc à homogénéiser l'image, à l'assombrir et à étaler le bord des objets les plus sombres, comme le montre la série d'images suivantes:

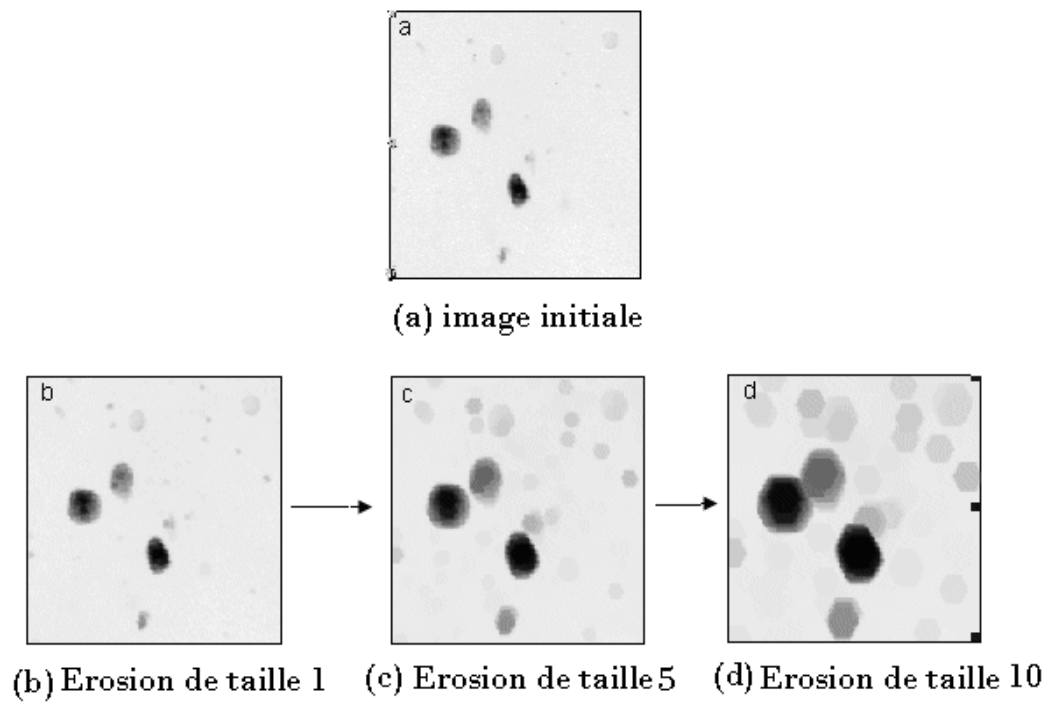


Figure II-9 érosion successive

II-3-2. Dilatation

Pour obtenir la fonction dilatée de $f(x)$, on attribue à $f(x)$ la valeur maximale qu'elle prend dans le domaine de B et ce, à chaque nouveau déplacement de B . L'image suivante illustre la dilatation de la fonction $f(x)$ par l'élément structurant B plat:

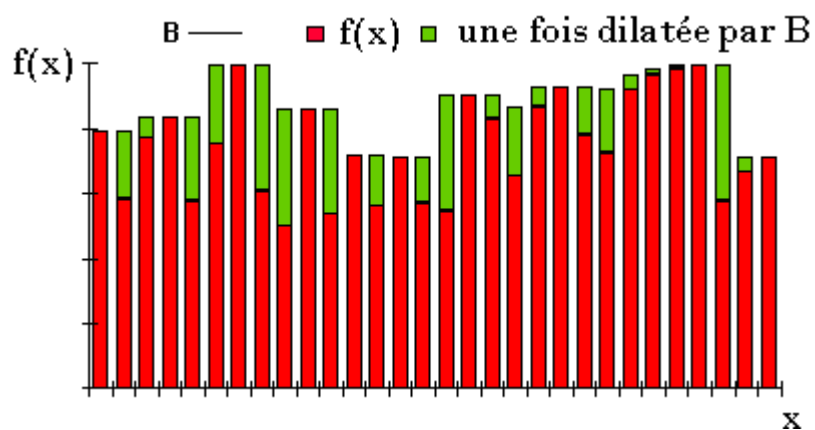


Figure II-10 dilatation

Cette transformation comble les «vallées» et épaissit les «pics»: elle homogénéise l'image, l'éclaircit et tend à faire disparaître les objets sombres comme l'illustre la séquence d'image suivante:

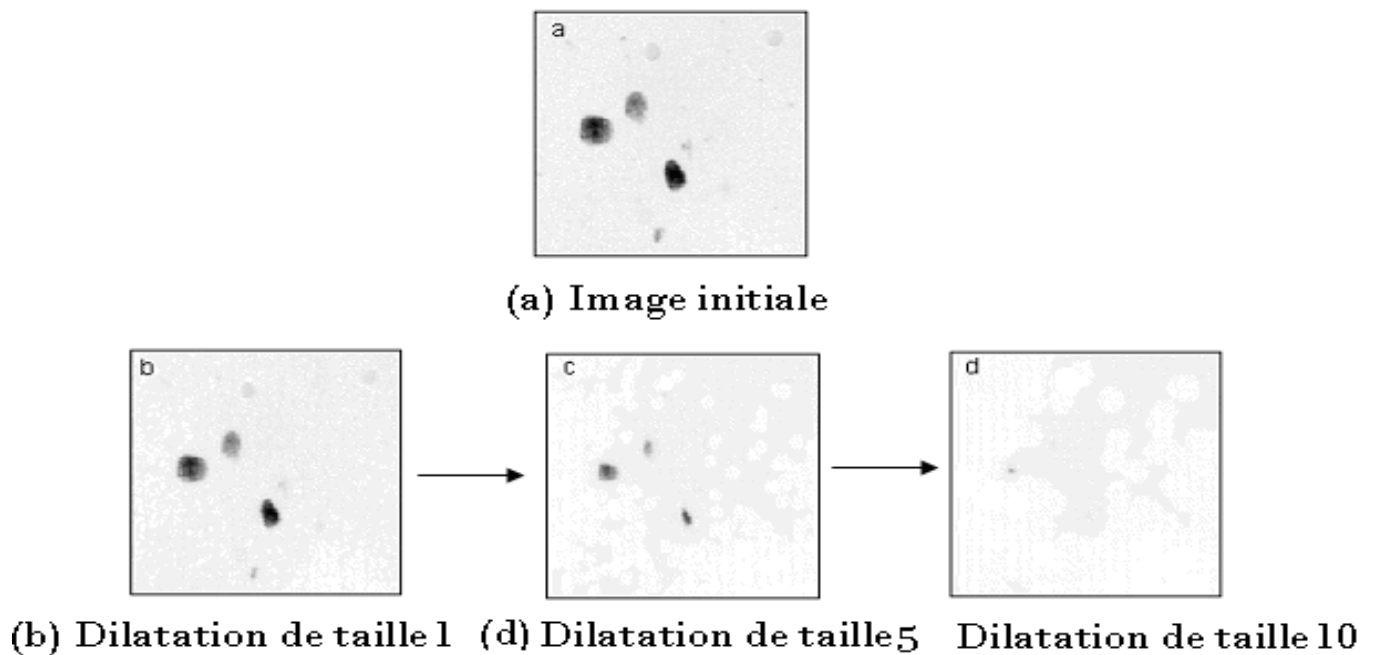


Figure II -11 dilatation successive

II-3-3. Ouverture

Comme en morphologie mathématique ensembliste, l'ouverture consiste en une érosion suivie d'une dilatation. L'ouverture de $f(x)$ par l'élément structurant B , quant à elle, a les conséquences suivantes illustrées en vert sur la fonction de départ:

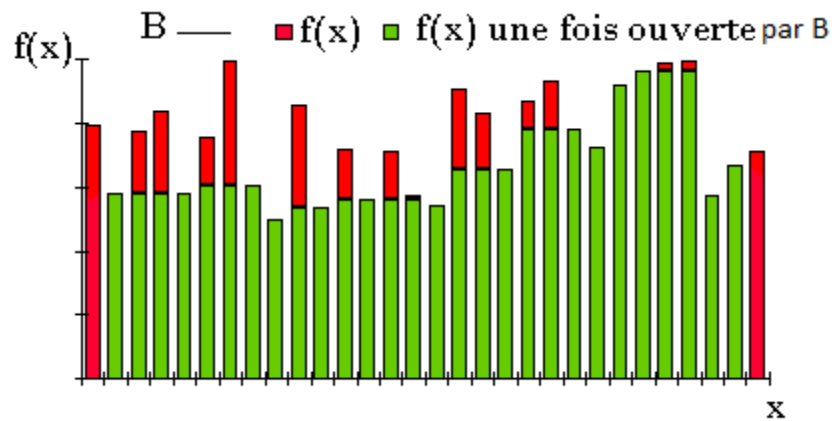


Figure II-12 ouverture

L'ouverture supprime les pics mais préserve les vallées, elle homogénéise l'image mais préserve les objets sombres comme l'illustrent les images suivantes:

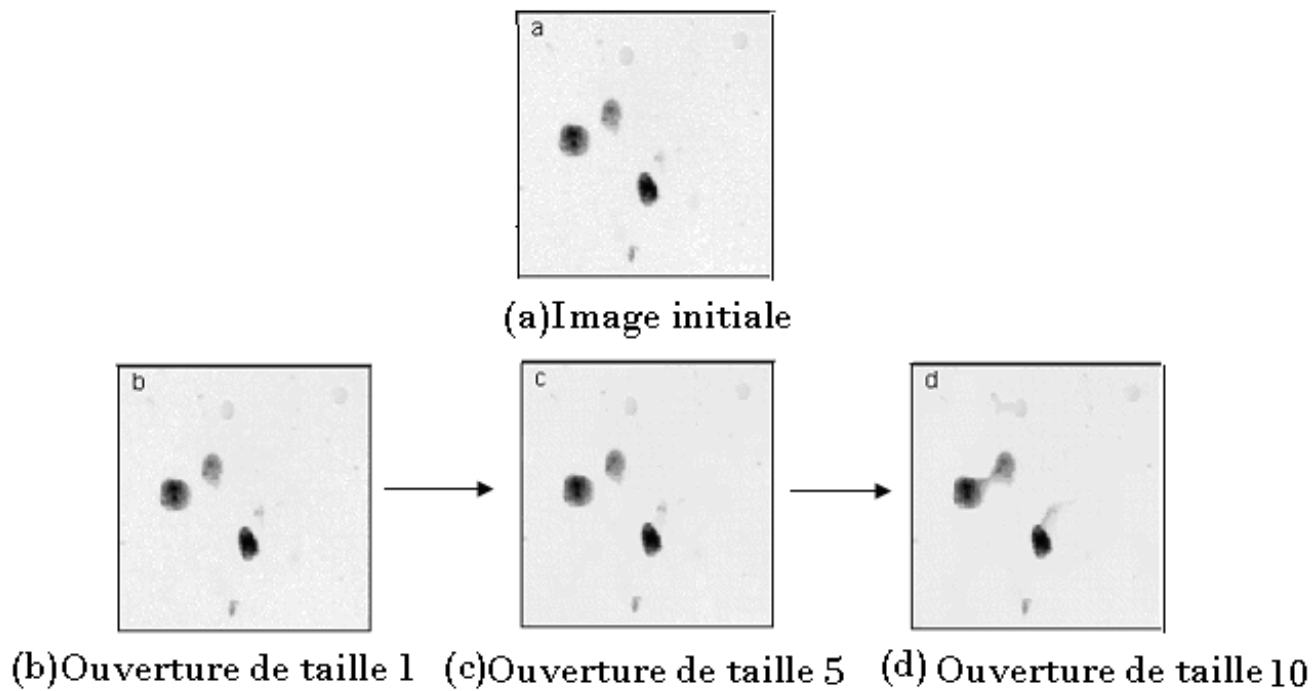


Figure II-13 ouverture successive

II-3-4. Fermeture

La fermeture consiste en une dilatation suivie d'une érosion et la fermeture de $f(x)$ par l'élément structurant B , quant à elle, a les conséquences suivantes illustrées en vert sur la fonction de départ:

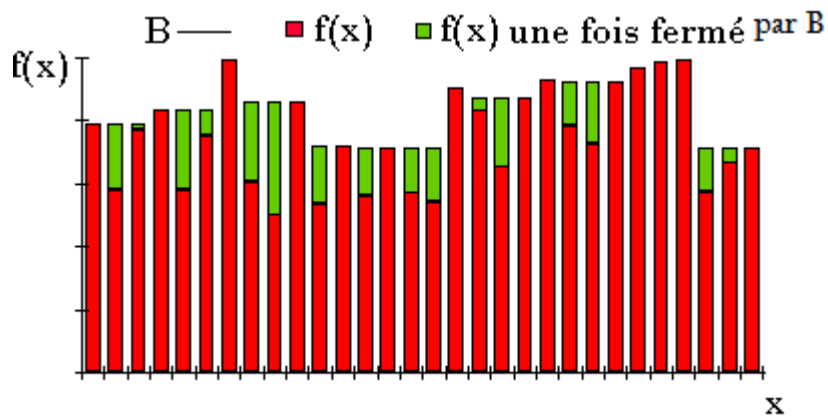


Figure II-14 fermeture

La fermeture comble les vallées, elle homogénéise et éclaircit l'image comme le montre la séquence d'images suivantes:

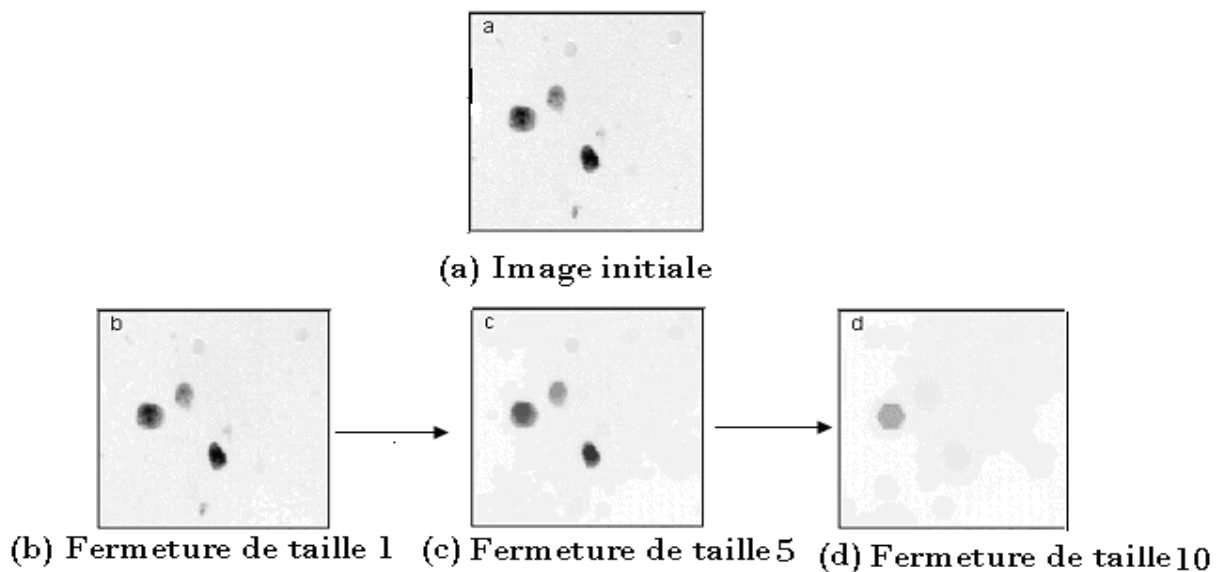


Figure II-15 fermeture successive

II-3-5. Transformation « chapeau haut de forme »

La transformation chapeau haut de forme peut se diviser en chapeau haut de forme noir de son terme anglais «black top-hat» et en chapeau haut de forme blanc de son terme anglais «white top-hat»

Le chapeau haut de forme noir permet la détection des zones foncées des images. Cette transformation correspond à la différence seuillée à une valeur (t), de l'image fermée et de l'image initiale. La fermeture agit tel un filtre de taille, dont la largeur est fonction de la taille de la fermeture.

On ne s'intéressera qu'au chapeau haut de forme blanc, qui correspond à la différence seuillée (à une valeur z) de l'image initiale et de l'image ouverte. En pratique et en s'appuyant toujours sur l'exemple d'un profil, on commence par faire la différence entre la fonction $f(x)$ de départ et la fonction $f(x)$ «ouverte»:

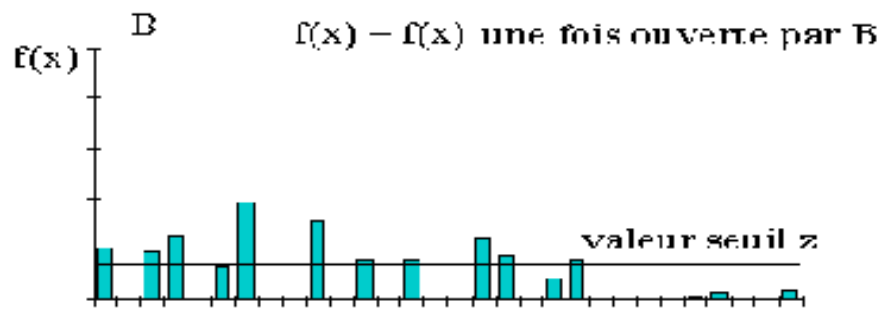


Figure II-16 différence entre l'image initiale et image ouverture

Le seuil (z) ensuite, retient uniquement des objets dont l'intensité en niveau de gris est supérieur à ce seuil: on attribue, en effet, aux «bâtons» qui le dépassent la valeur 1 et aux autres la valeur 0: on seuille à la valeur z la différence et on la binarise, cela nous donne: suivante

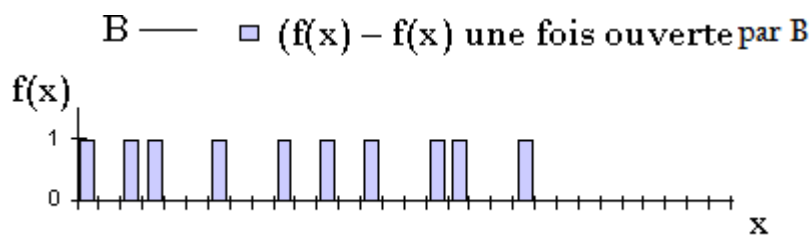


Figure II -17 chapeau de forme

Cette transformation seuillée doit son nom de transformation «chapeau haut de forme» du fait que l'on ne conserve de $f(x)$ que les portions entrant dans le chapeau défini par la taille de l'élément structurant et dépassant son sommet. Cette transformation est intéressante car elle est insensible aux faibles variations de niveaux de gris. Par ailleurs on peut faire varier la valeur de z .

II-3-6 le gradient morphologique

Les gradients permettent d'extraire les zones de variation d'intensités des fonctions. Les valeurs de fort gradient correspondent aux zones de forte transition et coïncident généralement avec les contours des objets : information très utile pour les problèmes de

segmentation. A partir de la dilatation et de l'érosion morphologique, on définit les gradients morphologiques comme des résidus de ces transformations. Dans le cas discret, on définit le gradient par érosion et le gradient par dilatation d'une fonction :[10]

$$g^+(f) = D_B(f) - f ,$$

$$g^-(f) = f - E_B(f) .$$

Ces deux gradients non symétriques sont appelés gradient interne et gradient externe respectivement.

Le gradient symétrique (ou de Beucher) est défini le résidu de la dilatation et de l'érosion :

$$g(f) = D_B(f) - E_B(f) .$$

Avant de pouvoir aborder l'extension de certains opérateurs morphologiques aux images couleurs, nous devons affronter le problème non trivial de la représentation des images couleurs et des ordres morphologiques. Notre but est de trouver une représentation, un modèle de couleur valable, pour travailler avec les images numériques. Un nombre considérable de représentations électroniques et informatiques de la couleur ont en effet été définies depuis quelques dizaines d'années, sans qu'aucune d'entre elles ne puisse être considérée comme le meilleur espace. Le choix d'un espace couleur dépend souvent de la méthode étudiée et du résultat recherché.

III Les espaces colorimétriques

III-1 -1 Espace RV B ou RGB

L'espace couleur le plus répandu est l'espace RVB, qui est utilisé, entre autres par la plupart des caméras et des écrans vidéo. Cet espace tridimensionnel est construit à partir d'une base de trois stimuli couleurs primaires que sont le rouge, le vert et le bleu.

La figure III-1 est une représentation colorimétrique de cet espace.

Ces trois couleurs sont les couleurs primaires en synthèse additive. Elles correspondent en fait à peu près aux trois longueurs d'ondes auxquelles répondent les trois types de cônes de l'œil humain. L'addition des trois couleurs donne du blanc pour l'œil humain. Elles sont aujourd'hui utilisées en vidéo, pour l'affichage sur les écrans, et dans les logiciels d'imagerie.

C'est sur ce principe que fonctionnent les téléviseurs couleur. Si vous regardez un écran de télévision couleur avec une loupe, vous allez voir apparaître des groupes de trois points lumineux : un rouge, un vert et un bleu. La combinaison de ces trois points donne un point lumineux (un pixel) d'une certaine couleur.



Figure (III-1) : représentation des trois couleurs

On peut représenter chacune de ces couleurs comme un point d'un cube de l'espace de dimension trois, dont les trois axes r , g , b représentent les intensités de rouge, de vert et de bleu. L'origine représente ainsi le noir ($r=g=b=0$) et le point opposé ($r=g=b=255$) le blanc. Les trois sommets $(255,0,0)$, $(0,255,0)$ et $(0,0,255)$ représentent les trois couleurs de base (rouge, vert, bleu) et les trois somme suivantes, $(0,255,255)$, $(255,0,255)$ et $(255,255,0)$, représentent le cyan, le magenta et le jaune.

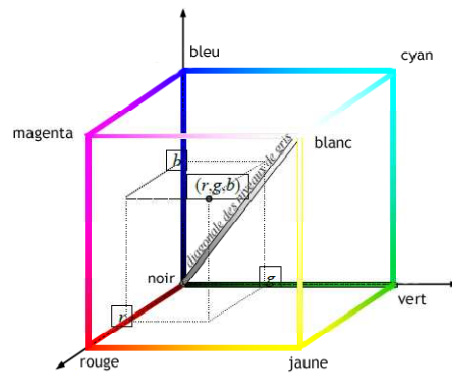


Figure (III-2): représentation cubique tridimensionnelle de l'espace couleur RVB

À partir de la figure (III-2): on peut dire que les couleurs primaires sont le rouge le vert et bleu plus les autres couleurs créées par synthèse additive (le violet le magenta et le jaune) à partir de trois couleurs primaires. Une couleur peut être représentée par un nombre dans un intervalle fixe pour chacune des composantes. par exemple on code un canal de couleur sur 8bits, donc l'intervalle serait de 0 à 255. Les axes du cube représentent les valeurs de rouge, vert, et bleu. Pour obtenir d'autres couleur dans le cube il suffit de combiner par l'addition et la soustraction les couleurs primaires. Sur la figure (III-2): on voit aussi que le codage $255^R 255^V 0^B$ donne le jaune, $255^R 0^V 255^B$ donne le magenta, et pour le cyan le codage est $0^R 255^V 255^B$.

III-1-2 Espace XY Z

L'espace couleur RGB présente l'inconvénient de posséder une partie négative dans le spectre des couleurs visibles (figure (III-3)): C'est-à-dire, il n'est pas possible de représenter toutes les couleurs si on veut utiliser le principe de la synthèse additive qui n'utilise que des valeurs positives. Pour combler ces inconvénients, la CIE a défini un espace de représentation de la couleur basé sur trois primaires non visibles X, Y et Z. Dans cet espace, chaque primaire est défini par une fonction colorimétrique qui prend des valeurs de longueur d'onde positive (figure (III-4)). Notons que la fonction $Y(\lambda)$ représente approximativement la sensibilité de l'œil humain à la luminosité. Le passage de l'espace RGB à l'espace XY Z s'effectue par une transformation linéaire dont les coefficients dépendent du blanc de référence choisi.

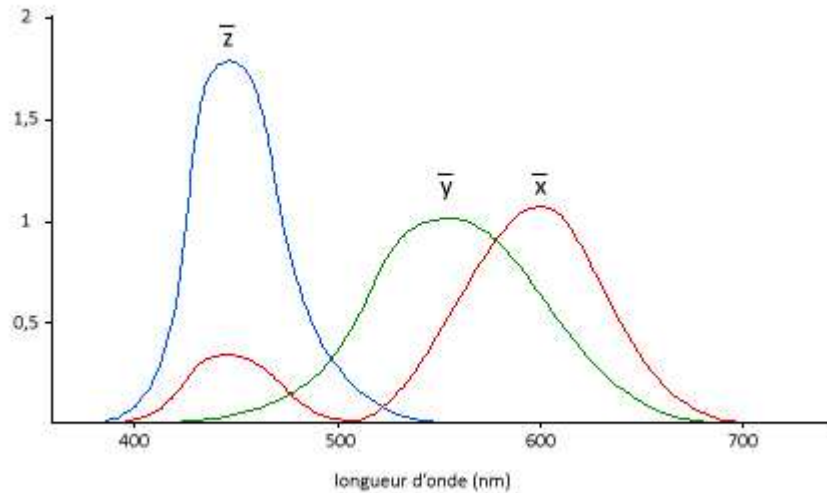


Figure : (III-4): Les fonctions colorimétriques $X(\lambda)$, $Y(\lambda)$ et $Z(\lambda)$ de l'espace XYZ.

Les trois composantes X, Y et Z du modèle représentent respectivement la teinte, la luminance (intensité lumineuse pondérée par la sensibilité spectrale de l'œil) et la saturation on décrit une couleur dans l'espace XYZ comme une somme des vecteurs. selon les lois de Grassmann toutes les couleurs H du spectre visuel peuvent être exprimées comme suit :

$H = X.R_s + Y.V_s + Z.B_s$ avec ($R_s = 700\text{nm}$, $V_s = 546.1\text{nm}$, $B_s = 435.8\text{nm}$) et [3]

$$X = \int E(\lambda)x(\lambda) d\lambda, \quad Y = \int E(\lambda)y(\lambda) d\lambda, \quad Z = \int E(\lambda)z(\lambda) d\lambda \quad \text{ou}$$

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

(III -1)

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

$$x + y + z = 1$$

III-1-2-1 Transformation de L'espace RVB à l'espace XYZ

Le passage de RVB à XYZ se fait par une transformation matricielle déterminée par CIE (commission Internationale de l'Eclairage) suivante :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.618 & 0.177 & 0.205 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0 & 0.056 & 0.944 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ V \\ B \end{bmatrix} \quad (\text{III -2})$$

III-1-3 Espace L*a*b

L'espace l*a*b* est l'un des espaces couleurs uniformes définie par CIE en 1976 pour réduire les problèmes de l'espace XYZ

Les trois coordonnées de l'espace L*a*b* sont :

L : la luminance exprimée en pourcentage (0 pour le noir à 100 pour le blanc)

- a* et b*, deux gammes de couleurs allant respectivement du vert au rouge et du bleu au jaune avec des valeurs allant de -100 à +100.

dans le diagramme de chromaticité (figure (III-5):) a*b* indiquent les sens des couleurs : +a* va vers le rouge et -a* va vers le vert , +b* va vers le jaune et -b* va vers le bleu . la figure(III-6): représente une coupe horizontale de solide [3]

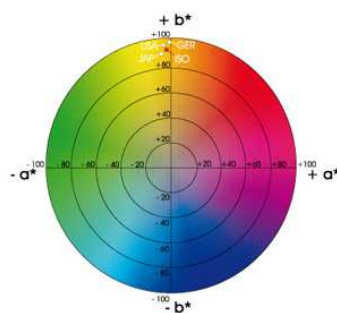


Figure (III-5): diagramme de chromaticité a*b*

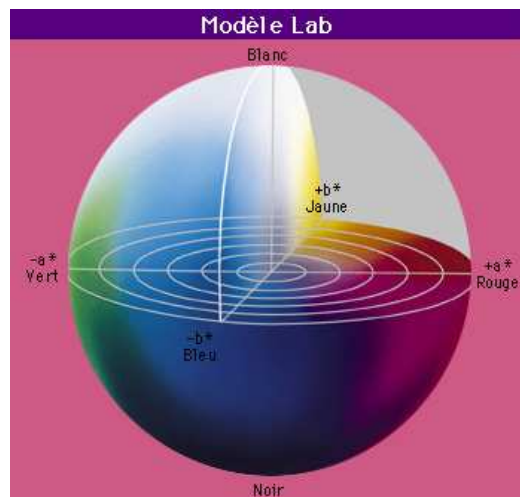


Figure (III-6): représentation du solide des couleurs pour l'espace couleur l*a*b*

III-1-3-1 Transformation de l'espace RVB à l'espace L*a*b*

Pour passer de l'espace RVB à L*a*b* il faut d'abord passer des composantes RVB aux XYZ, après on passe de l'espace XYZ à L*a*b*

On utilise alors les formules suivantes :

$$L = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Pour } \frac{Y}{Y_n} > 0.00886$$

$$L = 903.3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)$$

$$\text{Pour } \frac{Y}{Y_n} \leq 0.00886 \quad (III-3)$$

$$a = 500 \left(f \left(\frac{X}{X_n} \right) - f \left(\frac{Y}{Y_n} \right) \right)$$

$$b = 500 \left(f \left(\frac{Y}{Y_n} \right) - f \left(\frac{Z}{Z_n} \right) \right)$$

$$\text{Pour } t > 0.0008856 \quad f(t) = \sqrt[3]{t}$$

$$\text{Pour } t \leq 0.0008856 \quad f(t) = 7.7787t + \frac{16}{116}$$

Avec X_n Y_n Z_n représenté la couleur blanc dans l'espace XYZ.

III-1-4 L'espace HSV

C'est un modèle de représentation le plus proche de la perception physiologique de la couleur par l'œil humain. Il consiste à décomposer la couleur selon des critères physiologiques

- la teinte (en anglais Hue) H, correspondant à la perception de la couleur, c'est un paramètre angulaire et normalement l'origine 0° est assignée au rouge : $H [0^\circ, 360^\circ] = [0, 2\pi]$.
- la saturation S, est la proportion de couleur par rapport à la luminance, ou mathématiquement, une mesure de distance de la couleur à l'axe achromatique, elle décrit la pureté de la couleur, c'est-à-dire les couleurs pures sont plus saturées : $S \in [0, 1]$
- la luminance V(en anglais value), indiquant la quantité de lumière de la couleur, c'est-à-dire son aspect clair ou sombre. $V \in [0, 1]$

Considérons la couleur rouge dans la représentation conique de l'espace HSV, sa teinte est $H=0^\circ/360^\circ$. En changeant la luminosité, la composante H de notre objet restera environ à $H=0$. Seule les 2 autres composantes varieront, S et V. Assombrir l'objet revient à diminuer fortement la luminosité (V) et légèrement la saturation (S).

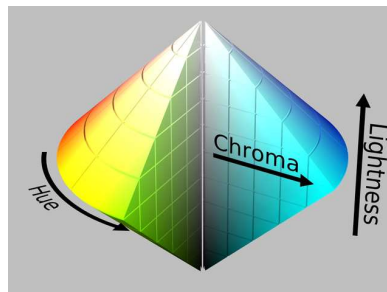


Figure (III-5): Présentation conique des couleurs dans l'espace HSV

Le système HSV est défini par les équations suivantes :

Pour la teinte

$$H = \frac{V - B}{\max(r, v, b) - \min(r, v, b)} \quad \text{si le max}(r, v, b) = r$$

$$H = \frac{B-R}{\max(r,v,b)-\min(r,v,b)} + 2 \quad \text{si } \max(r,v,b)=v \quad (\text{III-4})$$

$$H = \frac{R-V}{\max(r,v,b)-\min(r,v,b)} + 4 \quad \text{si le } \max(r,v,b)=b$$

- Saturation

$$S = \frac{\max(r,v,b) - \min(r,v,b)}{\max(r,v,b)}$$

- value

$$v = \max(r,v,b)$$

à partir de ces équations, on remarque que dans ce système, r, v et b varient de 0 à 1 et même pour V , alors que H prend les valeurs de -1 à 5 ($H \in [-1, 5]$). on trouve aussi que, quand V vaut zéro, S est indéterminé et quand V vaut zéro H doit être indéterminé.

III- 2- les ordres morphologiques

III-2-1 l'ordre vectoriel

Il existe trois ordres vectoriels importants, le pré-ordre, l'ordre partiel et l'ordre total. Les définitions et les caractéristiques d'une relation d'ordre sont :

Soit R est une relation binaire sur un ensemble quelconque A . [4]

- 1 - R est réflexive si et seulement si $\forall x \in A, xRx$
- 2 - R est transitive si et seulement si $\forall x, y, z \in A, xRy \text{ et } yRz \Rightarrow xRz$
- 3 - R est anti-symétrique si et seulement si $\forall x, y \in A, xRy \text{ et } yRx \Rightarrow x = y$

Alors :

a/ Une relation binaire R sur un ensemble A est un pré-ordre si et seulement si, R est réflexive et transitive.

b/ Une relation binaire R sur un ensemble A est un ordre partiel si et seulement si, R est réflexive, transitive et anti-symétrique.

c/ Un ordre partiel est totalement ordonné si, et seulement si, $\forall x, y \in A, xRy$ ou yRx .

III-2-2 ordre marginal

L'approche marginale est la plus immédiate et la plus simple à implanter. Elle consiste à effectuer le traitement suivant : chaque composante est traitée de manière scalaire, indépendamment des autres, d'où l'appellation de traitement «marginal». Les résultats obtenus sur les M composantes forment alors l'image couleur.

Les composantes dans l'ordre marginal sont ordonnées pour chacune des dimensions p , soit Q un ensemble de n vecteurs x_i de dimensions p .

avec $x_i = (x_{1(i)}, x_{2(i)}, \dots, x_{p(i)})$,

si on a deux vecteurs $x_i, x_j \in Q$

on a $x_i \leq x_j \iff x_i^k \leq x_j^k \quad \forall k \in 1, 2, 3, \dots, p$.

Le supremum de l'ensemble Q est

$x_{\sup} = (x_{\sup 1(i)}, x_{\sup 2(i)}, \dots, x_{\sup p(i)})$

et le minimum est

$x_{\inf} = (\inf x_{1(i)}, \inf x_{2(i)}, \dots, \inf x_{p(i)})$,

III-2-3 l'ordre réduit

Cet ordre utilise une fonction f pour ordonner les vecteurs, et f est une fonction pas injective.

Soit Q un ensemble de n vecteurs x_i de dimensions p

Avec $x_i = (x_{1(i)}, x_{2(i)}, \dots, x_{p(i)})$

si on a deux vecteurs $x_i, x_j \in Q$

$x_i \leq x_j \iff f(x_i) \leq f(x_j)$

Le supremum de l'ensemble Q est :

$x_{\sup} = \{x_i: f(x_i) = f_{\sup}(x_j)\}$

et le minimum est :

$x_{\inf} = \{x_i: f(x_i) = f_{\inf}(x_j)\}$

III-2-4 L'ordre lexicographique (conditionnel) [4]

Dans les mêmes conditions précédentes L'ordre conditionnel ou lexicographique est basé sur la relation d'ordre suivante.

L'ordre conditionnel ou lexicographique est basé sur la relation suivante :

Soit V un ensemble de n vecteurs x_i de dimension p ,

avec $x_i = (x_{1(i)}, x_{2(i)}, \dots, x_{p(i)})$, $i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$

Pour deux vecteurs $x_i, x_j \in V$ on a :

$x_i \leq x_j$ si $\{x_{1(i)} < x_{1(j)}\}$

ou $\{x_{1(i)} = x_{1(j)} \text{ et } x_{2(i)} < x_{2(j)}\}$

ou $\{x_{1(i)} = x_{1(j)} \text{ et } x_{2(i)} = x_{2(j)} \text{ et } x_{3(i)} = x_{3(j)} \text{ et } \dots \text{ et } x_{p(i)} < x_{p(j)}\}$

Ainsi la relation précédente donne la priorité à la première composante, puis à la deuxième, etc. Evidemment, il est possible de définir d'autres ordres lexicographiques pour la même famille de vecteurs. Ainsi le supremum et l'infimum de l'ensemble V sont définis à partir de cette relation d'ordre. L'ordre lexicographique est un ordre vectoriel total, avec la propriété que le supremum et l'infimum sont toujours membres de l'ensemble de vecteurs initial V . L'utilisation de cet ordre implique forcément l'attribution d'une priorité aux composantes, parce que dans la plupart des cas, la relation d'ordre de deux vecteurs sera décidée par la première ligne de la relation de l'ordre lexicographique (et ainsi par la première composante de ces vecteurs).

III-2-5 l'ordre par entrelacement de bits[5]

L'ordre entrelacement de bits est basé sur une transformation f qui code chaque pixel (Vecteur) de l'image couleur sous forme d'un scalaire. On peut alors ordonner n'importe quel groupe de vecteurs en classant leurs images respectives par f

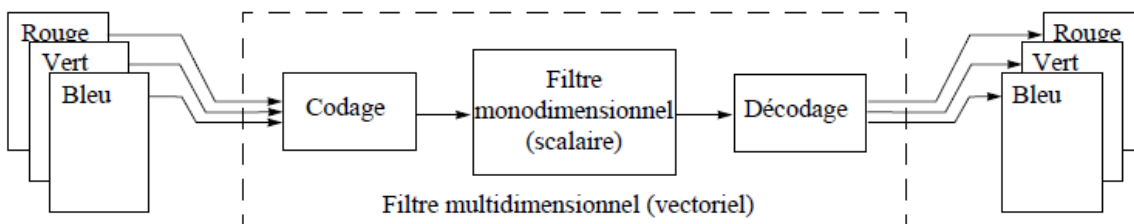


figure III-7 Traitement d'une image couleur avec la méthode entrelacement de bits

$$f : R^N \rightarrow R$$

$$X \rightarrow f(X)$$

$$X < Y \Leftrightarrow f(X) < f(Y)$$

Cette méthode permet de binariser chacune des composantes du vecteur X . Si les N composantes sont codées sur un même nombre p de bits, on dispose alors de $N.p$ bits que l'on mélange afin de construire un scalaire codé sur $N.p$ bits, image de X par h . Il existe bien sûr de nombreuses façons de "mélanger" ces $N.p$ bits, mais en l'absence de connaissance a priori concernant la part relative d'information portée par chacune des composantes, on choisit une combinaison la plus symétrique possible: on place donc alternativement le premier bit de $X(1)$, puis le premier bit de $X(2)$... jusqu'à $X(N)$, puis on passe au deuxième bit et ainsi de suite jusqu'au dernier bit. Analytiquement, cela peut s'écrire de la manière suivante: X est constitué de N

composantes $X(i)$. Chacune de ces composantes est codée sur p bits $X(i)_j$:

$$X(i) = \sum_{j=1}^p 2^{(p-j)} \cdot X(i)_j \quad \text{avec pour } j \text{ de } 1 \text{ à } p : X(i)_j \in \{0, 1\}$$

L'application f considérée peut s'écrire:

$$f(X) = \sum_{j=1}^p \{ 2^{N(p-j)} \sum_{i=1}^N 2^{N-i} \cdot X(i)_j \} \quad (\text{III-6})$$

Pour expliquer ce mécanisme de codage, on présente la transformation f , dans le cas d'une image couleur dans la base classique Rouge-Vert-Bleu (RVB), chacune des composantes R, V et B étant codée sur 8 bits R_j , V_j et B_j . La figure III-8 présente la manière dont les 3×8 bits sont entrelacés pour former le scalaire de 24 bits.

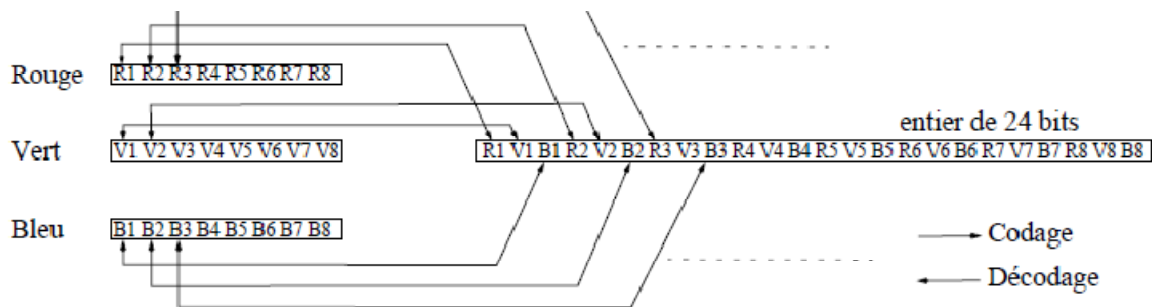


Figure III-8 : Codage et décodage d'un pixel couleur.

À partir de cette méthode on peut extrême l'ordre classique lexicographique: il suffit simplement pour cela de concaténer les bits des différentes composantes, sans les entrelacer du tout.

Cette méthode par entrelacement de bits présente plusieurs avantages:

- Le codage est extrêmement simple à implanter et donne lieu à de faibles temps de calcul;
- pour l'étape de filtrage proprement dite, il suffit d'appliquer un simple filtre scalaire ;
- on peut donner une justification supplémentaire de l'approche

Proposée en remarquant que l'ordre induit par une transformation

f réalise une extension de l'ordre partiel canonique défini par ; $X < Y \Leftrightarrow X(i) < Y(i) \forall i \in \{1 \dots N\}$

.Il existe plusieurs types d'ordres vectorielles, et on a mentionné quelques ordres, par exemples l'ordre marginale qui consiste de traite chaque pixel indépendamment des autres, l'ordre lexicographique qui donne la priorité à la premier composantes .ainsi le maximum et le minimum de l'ensemble Q sont définis à partir de cet ordre (lexicographique), et l'ordre entrelacement de

bits c'est l'ordre le plus simple et efficace , cet ordre consiste a codé un vecteur de l'image couleur sous forme d'un scalaire. Donc on peut ordonner n'importe quel groupe de vecteurs sans tenir en compte le classement des composantes de ce vecteur, c'est-à-dire ne s'intéresse pas à l'ordre des priorités.

Dans ce chapitre nous avons appliqué les opérateurs morphologiques sur les images couleur en utilisant deux approches, l'une marginale et l'autre vectorielle dans l'espace RVB et HSV.

IV-1 Les images couleur

On a utilisé deux images dans ce mémoire « test » et « bird »



Figure IV-1: Bird

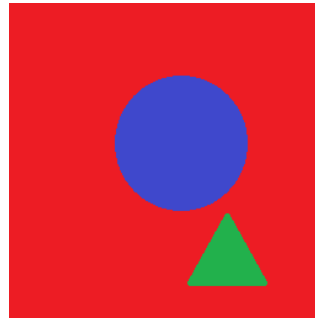


figure IV -2: test

IV -2 Les méthodes utilisées

Pour tester les deux images précédentes on applique deux ordres : approche marginale et lexicographique.

IV-2-1-approche marginale

Dans cette approche on décompose l'image en trois composantes, chaque composante est traitée comme une image en niveaux de gris en utilisant les opérateurs existant dans le logiciel MATLAB. Les différentes étapes de cette approche sont ;

- Charger l'image
- Décomposer l'image en ses trois composantes selon l'espace couleur choisi RVB ou HSV.
- Appliquer les opérateurs morphologiques sur chaque composante
- Afficher les résultats et l'image résultante après le regroupement des trois composantes.

IV-2-3 -approche vectorielle

Dans Cette approche nous programmons les différents opérateurs que nous avons utilisé .l'ordre lexicographique consiste à traiter l'image

Les différentes étapes sont

- Charge l'image p1
- Lire les dimensions de p1 (m,n)
 - For i=2 :n-1
 - For j=2m-1
 - Appliquer l'opérateur op (la dilatation, ou l'érosion, etc.) sur chaque pixel
 - Affecter au pixel le résultat de l'opérateur op
- End
- end
- Afficher l'image résultat

Dans le cas d'une érosion l'opérateur op fournit la valeur minimale du pixel dans le voisinage de l'élément structurant en considérant chaque pixel comme un vecteur à trois composantes

IV-3-Résultats obtenus:

Nous présentons les résultats obtenus selon les deux approches marginale et vectorielles dans l'espace RVB et HSV.

IV-4 Résultats obtenu dans l'espace RVB selon l'approche vectorielle et l'approche marginale

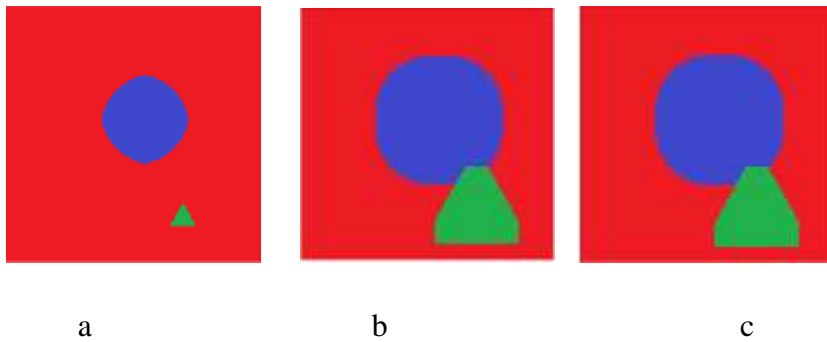
Approche vectorielle :**❖ Dilatation**

Figure IV -3 : résultats de la dilatation, (a : dilatation avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : dilatation avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : dilatation avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

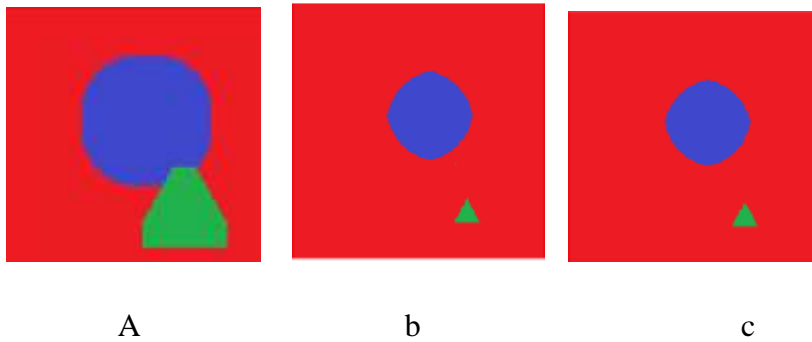
❖ **l'érosion :**

Figure IV-4 : résultats de l'érosion, (a : érosion avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : érosion avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : érosion avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

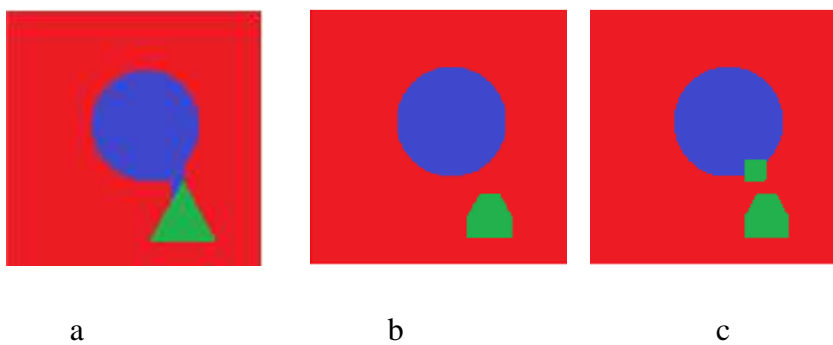
Ouverture ;

Figure IV-5 : les résultats de l'ouverture, (a : ouverture: avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : ouverture avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : ouverture avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

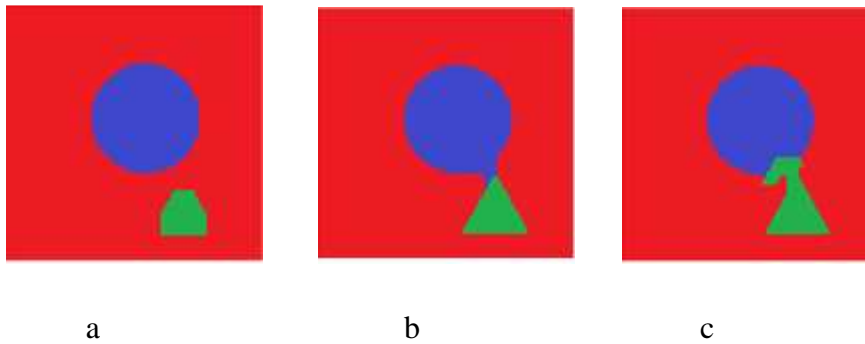
❖ **Fermeture**

Figure IV-5 : les résultats de fermeture (a : fermeture avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : fermeture avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : fermeture avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

➤ résultats obtenus pour l'image bird :

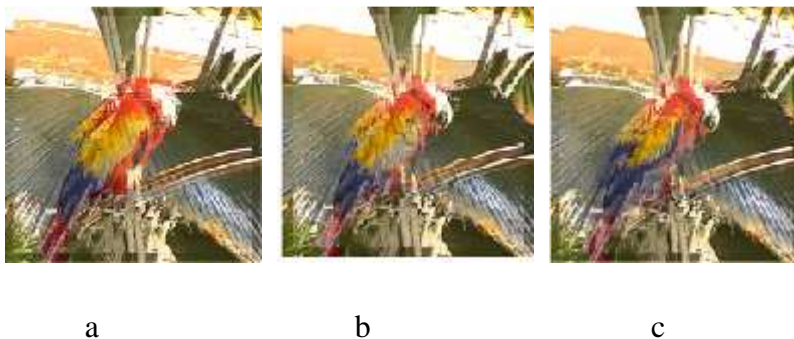
❖ **la dilatation**

Figure IV-6 : les résultats de la dilatation ((a : dilatation avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : dilatation avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : dilatation avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

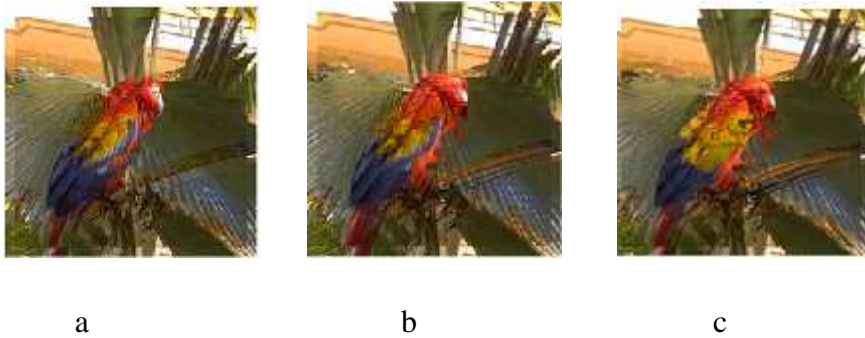
❖ L'Érosion

Figure IV-7 : les résultats de l'érosion (a : érosion avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : érosion avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : érosion avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

❖ L'ouverture

Figure IV-8 : les résultats de l'ouverture, (a : ouverture: avec la composante R au 1er niveau d'ordre, b : 'ouverture avec la composante V au 1er niveau d'ordre, c : ouverture avec la composante B au 1er niveau d'ordre)

❖ **Fermeture**

a

b

c

Figure IV-9 : les résultats de fermeture (a : fermeture avec la composante R au 1^{er} niveau de l'ordre, b : fermeture avec la composante V au 1^{er} niveau de l'ordre, c : fermeture avec la composante B au 1^{er} niveau de l'ordre)

Approche marginale

Dilatation

érosion

ouverture

fermeture

Figure IV-10 : résultats des opérateurs morphologiques par approche marginale.

Image brid

Dilatation

érosion

ouverture

fermeture

Figure IV-11 : résultats des opérateurs morphologiques par approche marginale.

IV-5 Résultats obtenus dans l'espace HSV selon l'approche vectorielle et l'approche marginale

Approche vectorielle

❖ Dilatation

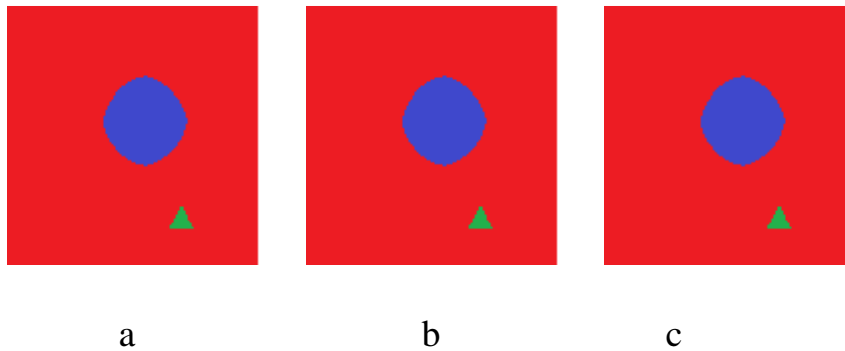


Figure IV-12 : les résultats de la dilatation (a : dilatation avec la composante H au 1er niveau de l'ordre, b : dilatation avec la composante S au 1er niveau de l'ordre, c : dilatation avec la composante V au 1er niveau de l'ordre)

Érosion

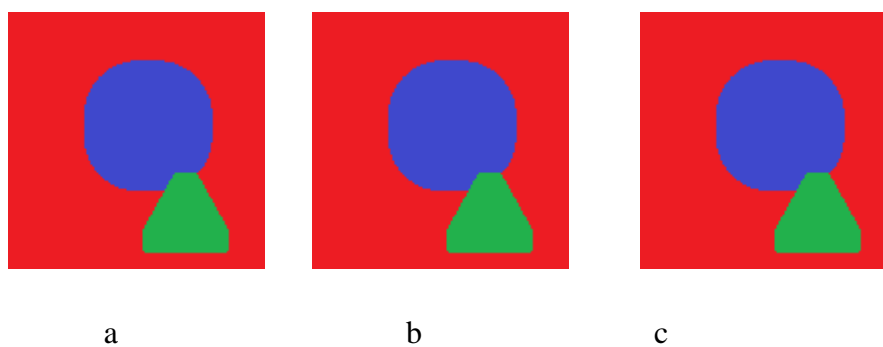


figure IV-13: les résultats de l'érosion (a : érosion avec la composante H au 1er niveau de l'ordre, b : érosion avec la composante S au 1er niveau de l'ordre, c : érosion avec la composante V au 1er niveau de l'ordre)

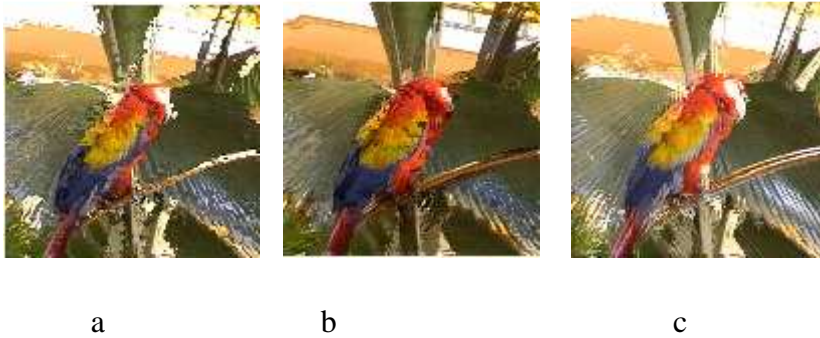
Image brid**❖ Dilatation**

figure IV-14 : ((a : dilatation avec la composante h au 1er niveau de l'ordre, b : dilatation avec la composante S au 1er niveau de l'ordre, c : dilatation avec la composante V au 1er niveau de l'ordre)

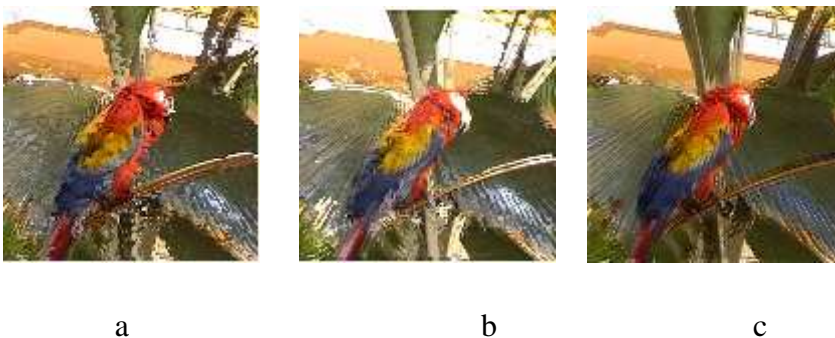
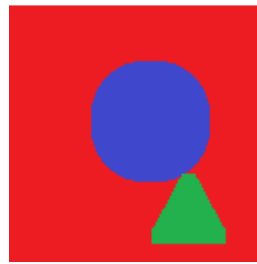
❖ L'érosion

Figure IV-15: résultats de l'érosion (a : érosion avec la composante H au 1er niveau de l'ordre, b: érosion avec la composante S au 1er niveau d'ordre, c : érosion avec la composante V au 1er niveau de l'ordre)

Approche marginale

Dilatation



érosion

Figure IV-16 : résultats de la dilatation et l'érosion pour l'approche marginale



Dilatation



érosion

Figure IV-17 : résultats de la dilatation et l'érosion pour l'approche marginale

IV-3 Interprétation des résultats :

Dans les deux approches appliquées (Approche marginale et vectorielle sur les deux images « bird et test »), on s'intéresse aux espaces couleurs que l'on choisit, et à l'opérateur morphologique utilisé. En ce qui concerne l'approche vectorielle, le temps d'exécution est un peu long (la dilatation prend un temps de 9 minutes et l'érosion 8 minutes.), cela est dû au fait que chaque pixel est traité comme un vecteur à trois composantes. Par exemple, si la composante rouge (R) est prise au premier niveau de l'ordre dans le cas de la dilatation (figure VI-3-a), on voit que la dimension de la composante rouge a augmenté par rapport aux composantes verte (V) et bleue (B). Si on prend la composante verte au premier niveau de l'ordre, on voit dans (figure VI-4-b) que la dimension de cette composante (triangle vert) a augmenté. En somme, cette méthode favorise toujours la première composante. En ce qui concerne l'espace HSV le problème du rangement des composantes n'apparaît pas.

Pour ce qui est de l'ordre marginal, les opérateurs de morphologie sont appliqués sur chacune des composantes séparément. Les résultats montrent l'apparition de nouvelles couleurs dans l'image, appelées fausses couleurs. Dans la figure (Figure IV-10), on voit que pour l'ordre marginal dans le cas de la dilatation, il ya apparition de la couleur jaune autour du triangle vert et de la couleur mauve autour du cercle bleu, qui n'existaient pas dans l'image originale.

Ceci est du au fait que chaque composante est traitée à part, et leur fusion dans l'image provoque l'apparition de ces fausses couleurs.

Nous avons changé l'espace de représentation de l'image. Pour ce là on a choisie l'espace HSV et nous avons appliqué les différents opérateurs morphologiques sur les deux images après les avoir converties du format HSV au format RVB. Les résultats obtenus donnés dans la figure (IV-7) montrent que le problème des fausses couleurs à disparus

Remarque :

Dans les traitements effectués précédemment l'élément structurant utilisé est un carré de taille 5x5, notons que la taille et la forme de l'élément structurant influe sur le temps d'exécution (plus la taille est grande plus le temps d'exécution est important).

Conclusion

Dans ce travail nous avons appliqué quelques opérateurs morphologiques sur des images couleurs selon deux approches, une approche marginale et une approche vectorielle

Dans l'approche marginale nous décomposons l'image couleur en trois composantes indépendantes. Puis on traite chacune des composantes séparément (traitement en niveau de gris). Dans l'approche vectorielle, le traitement se fait directement sur l'image couleur en considérant chaque pixel comme un vecteur à trois composantes.

L'approche marginale, qu'on rappelle être la méthode la plus directe pour appliquer un opérateur morphologique sur l'image, nous permet d'utiliser directement les opérateurs implémentés sous MATLAB ce qui permet de gagner en temps d'exécution. Néanmoins, cette approche présente quelques inconvénients notamment l'apparition de fausses couleurs lors des transformations morphologiques due au fait que le supremum et l'infimum d'un ensemble de vecteurs ne font pas toujours partie de cet ensemble. Un problème qui est résolu par l'approche vectorielle.

Il est à remarquer que dans l'approche vectorielle, lors de l'application des opérateurs morphologiques dans un espace couleur quelconque, on trouve que la plupart des décisions sur l'ordre des vecteurs dans un élément structurant sont prises au premier niveau de la relation d'ordre. L'utilisation d'un ordre lexicographique dans un espace couleur de type RVB entraîne alors forcément la promotion d'une composante rouge, verte ou bleue à la position dominante, ce qui donne des opérateurs qui ne sont pas homogènes dans leur traitement.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Stéphane Pignol. Initiation au traitement d'image. 2eme Année option automatisme et système. Novembre 2004

[2]Antoine Manzanera cours teri – master 2 upmc paris 6

[3]M. LEZORAY Olivier. Segmentation d'images couleur par morphologie mathématique et classification de données par réseaux de neurones : application à la classification de cellules en cytologie des séreuses. Thèse université de caen/basse-normandie
u.f.r de sciences-ECOLE DOCTORALE Structure, Information, Matière et Matériaux.2000

[4]Jesus Angulo lopez. Morphologique mathématique et indexation d'image couleur à la microscopie en biomédecine .thèse doctorat .école des Mines de paris .2003

[5] Jocelyn Chanussot - Patrick Lambert. Entrelacement de Bits et "Space Filling Curves":
une Extension des Filtres de Rang aux Images Couleur. Laboratoire d'Automatique et de
[MicroInformatique Industrielle. seizième colloque gretsi. 15-19 septembre 1997 .grenoble

[6]. Rémi Mégret. Traitement des images courl : représentation et formation des images.
ENSEIRB .2010

Ressources Internet.

[7] http://bruce.cs.cf.ac.uk/bruce/Machine_vision_tutorial/Binary_image_processing.html

[8]<http://olivier.coulon.perso.esil.univmed.fr>

[9]spin.mines-stetienne.fr/sites/default/files/animage.pdf

[10]www.ulg.ac.be/telecom/teaching/notes/totali/elen016/node105_mn.html