



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عباس لغرور - خنشلة



**Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Mathématique et Informatique**

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention de diplôme de **MASTER** en Informatique

Option : Sécurité Et Technologie De Web

Thème

**Utilisation de la Fouille de Données Images
pour la recherche d'image par contenu**

Réaliser par :

- MR Azizi brahim
- MR Belaabed madjid

Encadrée par : Dr. AHMED SEGHIR Zianou

Présenté le 14 septembre 2020 devant le jury composé de :

- Mounir Hemam (président).
- Ayadi Abdelghafour (Examineur).

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Avant tout début et après toute fin je remercie mon Dieu le tout puissant qui m'a tout donné la volonté, le courage, la force et surtout la patience et l'espoir nécessaire pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier vivement mon encadreur Mr. AHMED SEGHIR Zianou pour ses conseils et son suivi durant la réalisation de mon projet.

Je remercie également tous les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail ainsi que tous les enseignants du département informatique.

J'aimerais remercier du fond de mon cœur mes parents pour leur soutien moral, et leurs conseils durant tout mon parcours scolaire. Et ma femme qui m'a soutenu et m'a aidé à réaliser ce travail .et mes enfants :**brahim**

J'aimerais remercier du fond de mon cœur mes parents pour leur soutien moral, et leurs conseils durant tout mon parcours scolaire.et je remercie mes frères et sœur et les enfants assma amina mereim rafaâ batoul saja tassnim ritge malak ramzi : **madjid**

... A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail par leur confiance et leur soutien.

Résumé

Ce travail introduit un nouveau challenge pour la fouille de données qui consiste en la découverte de connaissances dans des collections d'images, appelé également Fouille de Données Images (Image Mining (IM)). Dans le but d'une indexation sémantique des images, nous nous focalisons sur le problème de la découverte de connaissances à partir du contenu des images, sous la forme d'associations entre des éléments symboliques (concepts) et des éléments du signal (caractéristiques des images).

Dans ce contexte, ces données, de natures très différentes, doivent être traitées afin d'appliquer les processus de fouilles de données. Nous nous sommes intéressés ici aux différences de dimensionnalité de ces données et à leur influence sur la qualité de l'extraction de connaissances "inter-média" entre les caractéristiques du signal et les symboles. Dans le cadre de ce travail, l'impact des différentes réductions de dimensions liées aux couleurs et aux textures des régions extraites a été étudié.

Mot-clé :

Représentation d'images , Recherche d'image par contenu, Fouille de données Images, Règles d'Associations .

Abstract

This work introduces a new challenge for data mining which consists in the discovery of knowledge in image collections, also called Image Mining (IM)). With the aim of a semantic indexing of images, we focus on the problem of discovering knowledge from the content of images, in the form of associations between symbolic elements (concepts) and elements of the signal (characteristics of the images).

In this context, these data, of very different natures, must be processed in order to apply the data mining processes. We are interested here in the differences of dimensionality of these data and in their influence on the quality of the extraction of "inter-media" knowledge between the characteristics of the signal. and symbols. In the framework of this work, the impact of the different dimensional reductions linked to the colors and textures of the extracted regions was studied.

ملخص

يقدم هذا العمل تحديًا جديدًا للتنقيب عن البيانات والذي يتكون من اكتشاف المعرفة في مجموعات الصور ، والتي تسمى أيضًا تعدين الصور (IM). بهدف الفهرسة الدلالية للصور ، نركز على مشكلة اكتشاف المعرفة من محتوى الصور ، في شكل ارتباطات بين العناصر الرمزية (المفاهيم) وعناصر الإشارة (خصائص الصور).

في هذا السياق ، يجب معالجة هذه البيانات ، ذات الطبيعة المختلفة جدًا ، من أجل تطبيق عمليات التنقيب عن البيانات. نحن مهتمون هنا بالاختلافات في أبعاد هذه البيانات وتأثيرها على جودة استخراج المعرفة "بين الوسائط" بين خصائص الإشارة. والرموز. في إطار هذا العمل تمت دراسة تأثير التخفيضات الأبعاد المختلفة المرتبطة بألوان وتركيب المناطق المستخرجة.

Sommaire

Remerciements	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Introduction générale	10
Contexte générale.....	10
1-1.Première génération.....	10
1-2.Deuxième génération	11
1-3.Troisième génération	11
CHAPITRE 1 : Généralités sur le Traitement d'Images	12
1. Introduction	12
2. Définition d'image.....	12
2-1.Types d'images.....	13
2-2.Formats d'image	21
3. Caractéristiques d'images.....	22
3-1.Pixel	22
3-2.La texture.....	22
3-3.Dimension	22
3-4.Résolution	22
3-5.Bruit.....	23
3-6.Histogramme	23
3-7.Contours et textures	23
3-8.Luminance	23
3-9.Contraste.....	23
4. Système de traitement d'image.....	23
5. Filtrage.....	24
5-1.Filtres linéaires.....	24

5-2.Filtres non linéaires.....	26
6. Segmentation	27
7. Quelques applications concrètes de traitement d'images	28
8. Conclusion	29
CHAPITRE 2: Systèmes de recherche d'image par contenu (CBIR).....	30
1. Introduction.	31
2. Composants d'un CBIR.....	32
2-1.La base d'image	32
2-2. Exemples de bases d'images existent	33
2-3.L'indexation.	35
2-4.La gestion des index	36
2-5.Les requêtes	36
2-6.les types des requêtes	36
2-5.Analyse de la requête.....	37
3. Mise en correspondance requête / base.....	37
4. La présentation des résultats.....	37
3. Représentation des images dans un CBIR.....	38
4. Conclusion.....	38
CHAPITRE 3 : vers la fouille d'image.....	39
1. Introduction.....	40
2. La fouille de données :	40
2.1.Définition	40
2-2.Domains d'application.....	40
2. Le processus d'Extraction des Connaissances	41
3-1.Compréhension du métier	41
3-2.Compréhension des données.....	41
3-3.Préparation des données.....	41

3-4.Modélisation.....	42
3-5.Évaluation du modèle	42
3.6.Utilisation du modèle	42
3-7.Les tâches de La fouille de données	42
3-7-1.Classification.....	42
3-7-2.Estimation.....	42
3-7-3.Prédiction.....	42
3-7-4.Le regroupement par similitudes.....	42
3-7-5.Segmentation « Clustering »	42
3-7-6.Description	42
5. Les techniques de la fouille de données	43
5-1.Les arbres de décision	43
5-2.Les réseaux de neurones	43
5-3.Les algorithmes génétiques	43
5-4.Les règles d'association	43
6. La segmentation « Clustering »	43
6-1.Classification d'image	43
6-2.Clustering d'image	44
6-3.Réseau de neurone	44
7. Processus de la fouille des images	44
7.1Les principaux Framework	45
7-2.Les outils de la fouille des images	46
8. De la fouille des données vers La fouille des images	46
9. Conclusion	47

Chapitre 4 : La Fouille de Données pour la recherche d'image par contenu

1. Introduction	49
2. Extraction des caractéristiques	49

2-1. Descripteur couleur	49
2-2. Descripteur texture	50
2-2-1.filtre de gabor	50
2-3. Descripteur forme	50
2-3-1.daisy	50
2-3-2.sobel	50
2-3-3. Histogrammes de gradients orientés HOG	50
3. Algorithme d'extraction des règles d'association	51
3-1. Algorithme APRIORI	51
4. Phase en ligne	55
4-1. Modalités et traitement des requêtes	55
4-2. Rechercher les clusters visuels associés	55
4-3. Recherche les RA associées	56
4-4 .Obtenir la liste des résultats classés	56
5 .Conclusion	56
Chapitre 5 : Résultats expérimentaux	58
1-Introduction	59
2-Contexte des expérimentations	59
2-1.Bases d'images	60
3. Mesures d'évaluations	61
3-1.Rappel et précision (en anglais : Recall and Precision).....	61
3-1-1.Le rappel	61
3-1-2.La précision	61
3-1-3.La courbe de rappel et précision	63
4. Résultat et discussion.....	64
5. conclusion	65
Bibliographie.....	66
Sitopgraphie	69

Table des figures

Figure 1 : Le spectre électromagnétique	14
Figure 2:Les trois couleurs primaires additives de lumière : Rouge, Vert, et Bleu	15
Figure 3 : Le modèle de couleur RVB	16
Figure 4 : Les couleurs primaires de lumière et leur complémentaires (couleurs secondaires)	16
Figure 5 : La teinte, la saturation, et luminosité représentées sur une roue de couleurs sous forme d'un cône	17
Figure 6 : Comparaison entre la saturation et la valeur dans le modèle TSL	18
Figure 7 : Représentation du modèle CIE XYZ par le triangle de Maxwell	18
Figure 8 : Le modèle CIE LAB	19
Figure 9 : Application du filtre moyen (lissage).....	25
Figure 10 : Rehaussement de contour	26
Figure 11 : Principe du filtre médian	27
Figure 12 : Principe du filtre maximum.....	27
Figure 13 : Principe du filtre minimum.....	27
Figure 14 : Principaux composants d'un Système de Recherche par le Contenu	32
Figure 15 :10 classes de la base de Wang	33
Figure 16 : Les objets utilisés dans COIL-100	34
Figure 17 : Quelques images exemples de la base de Pollens	34
Figure 18 : Quelques images exemples dans la base de CURET(CURET)	35
Figure 19 : Quelques images exemples dans la base de Fei-Fei	35
Figure 20 : domaines d'application de la fouille de données	40
Figure 21 : les étapes d'un processus ECD	41
Figure 22 : exemple de clustering.....	44
Figure 23 : le processus de la fouille d'images	45
Figure 24: la fouille des images.....	46
Figure 25: Les caractéristiques d'un histogramme de couleurs	49
Figure 26: Le principe de l'algorithme APRIORI.....	51
Figure 27: interface d'exécution.....	59
Figure 28: Catégories de la base Wang-1000.....	61
Figure 29 : Le rappel et la précision pour une requête.....	61
Figure 30: exemple d'image pertinentes.....	62
Figure 31: exemple de calcul le rappel et précision.....	63

Liste des tableaux

Tableau 1:comparatif de différents formats d'images	22
Tableau 2:Algorithme APRIORI	52
Tableau 3 : l'état des règles sont classifiés selon la confiance	55
Tableau 4: comparaison de la précision de la méthode proposée	64
Tableau 5: Comparaison du rappel de la méthode proposée	65

Introduction générale

“Quand on commence, on ne sait pas comment ça finira.”

La recherche d'images a évolué dans le temps selon les besoins des utilisateurs. Les progrès technologiques ont beaucoup influencé cette évolution.

Contexte générale

La recherche d'information est le processus de trouver un objet (en général un document) de nature non structurée (souvent) qui satisfait un besoin d'information au sein de collections de données de tailles très importantes stockées sur des supports de stockage.

La recherche d'information n'a pas commencé avec le Web mais plutôt avant. En réponse à différents problèmes de fourniture d'accès à l'information, le domaine de la recherche d'information a évolué pour donner de nouveaux principes et de nouvelles approches pour la recherche d'information de nature variée (l'information recherchée peut être un document texte, une image, une vidéo etc.).

Chaque jours des millions d'octets sont générés et stockés sur des supports du stockage. La recherche de l'information voulue devient de plus en plus difficile et présente des difficultés majeures, c'est comme trouver une aiguille dans une meule de foin.

Nous nous intéressons dans notre travail à la recherche d'images. Les images numériques possèdent une position prédominante parmi les différents types de données multimédia. À la différence de la vidéo et l'audio, qui sont surtout utilisés pour le divertissement et l'industrie des informations (newscasting), les images sont au cœur d'un large éventail de domaines (l'histoire artistique, la médecine, l'astronomie, l'exploration pétrolière, et les prévisions météorologiques...).

L'imagerie numérique joue un rôle important dans de nombreuses activités humaines, telles que : l'application de la loi (surtout l'investigation des scènes de crime), l'agriculture et la gestion forestière, les sciences de la terre, la planification urbaine, ainsi que les sports, et le divertissement.

La recherche d'images par le contenu a beaucoup évolué dans le temps, de ce fait [7] divise cette évolution en trois générations différentes:

Première génération

Dans la première génération des systèmes de recherche d'images, les images sont stockées dans une base de données, et peuvent être trouvées par le biais de chaînes de caractères qui lui sont liées. Ces chaînes de caractères peuvent être liées à un élément de l'image, ou à l'image elle-même. Ces chaînes sont stockées et peuvent être recherchées de manière structurée, comme dans les bases de données SQL. La technique utilisée dans ces systèmes souffre de limitations importantes :

Les descripteurs textuels dépendent de ce que l'utilisateur peut saisir lors de la création de la base d'images. Des utilisateurs différents peuvent décrire la même image d'une manière

différente, et le même utilisateur peut décrire la même image d'une manière différente en analysant l'image une deuxième fois.

Plusieurs attributs d'image, par exemple, la texture et la distribution de la couleur, sont difficiles à décrire sans ambiguïté en utilisant les descripteurs textuels.

La saisie de chaînes de caractères dans une base de données exige beaucoup d'effort, et nécessite trop de temps.

La recherche dans ce cas se fait selon l'approche textuelle traditionnelle des bases de données relationnelles.

Deuxième génération

La deuxième génération de systèmes de recherche d'images offre différentes manières d'interroger la base d'images, permettant des recherches selon les attributs visuels des images comme la texture, la forme et la couleur. Cette approche (basée sur les attributs visuels) peut être combinée avec la recherche basée sur le texte.

La recherche dans les systèmes de cette génération se base sur une mesure de similarité qui classe les images selon leur degré de similitude à l'image requête.

Troisième génération

Ces systèmes sont encore en cours de réalisation. Ils sont supposés être capables de travailler d'une manière intelligente, semblable au fonctionnement du système visuel humain. Ces systèmes devaient apprendre à partir de quelques exemples et de tirer des conclusions fondées sur l'expérience. Ces systèmes restent encore hypothétiques car la connaissance du système visuel humain est limitée.

Nous nous intéressons dans notre travail à la recherche d'images basées sur leurs attributs visuels. Comme nous l'avons déjà mentionné, la recherche basée sur le contenu visuel se base sur l'extraction des attributs visuels des images de la base, et les comparer à ceux de l'image requête.

CHAPITRE 1

Généralités sur le Traitement d'Images



1-Introduction

Le traitement d'images désigne une discipline des mathématiques appliquées qui étudie les images numériques et leurs transformations, dans le but d'améliorer leur qualité ou d'en extraire de l'information.

Il s'agit donc d'un sous-ensemble du traitement du signal dédié aux images et aux données dérivées comme la vidéo (par opposition aux parties du traitement du signal consacrées à d'autres types de données : son et autres signaux monodimensionnels notamment), tout en opérant dans le domaine numérique (par opposition aux techniques analogiques de traitement du signal, comme la photographie ou la télévision traditionnelles).

Dans ce chapitre nous présentons quelques notions de base du domaine de traitement d'image numérique tels que : la définition d'image, les types d'image, formats d'images, caractéristiques d'image, système de traitement d'image, analyse élémentaire, filtrage, segmentation et en fin quelques exemples concrets de traitement d'images.

2-Définition d'image

- L'image est définie par le nombre de points qui la composent. En imagerie numérique, cela correspond au nombre de pixels qui compose l'image en hauteur (axe vertical) et en largeur (axe horizontal) : *200 pixels par 450 pixels* par exemple, abrégé en « 200×450 ».
- Une image est simplement la représentation d'une scène. Elle est issue du contact des rayons lumineux provenant des objets formant la scène avec un capteur (caméra, scanner, rayons X, ...). Il s'agit en réalité que d'une représentation spatiale de la lumière.

2-1Types d'images

On peut classer les images numériques selon deux critères:

2-1-1.Selon la représentation numérique :

Ils existent deux types:

a) Images matricielles (ou images bitmap)

Elle est composée comme son nom l'indique d'une matrice (tableau) de points à plusieurs dimensions, chaque dimension représentant une dimension spatiale (hauteur, largeur, profondeur), temporelle (durée) ou autre (par exemple, un niveau de résolution).

b) Images vectorielles

Le principe est de représenter les données de l'image par des formules géométriques qui vont pouvoir être décrites d'un point de vue mathématique. Cela signifie qu'au lieu de mémoriser une mosaïque de points élémentaires, on stocke la succession d'opérations conduisant au tracé. Par exemple, un dessin peut être mémorisé par l'ordinateur comme « une droite tracée entre les points (x1, y1) et (x2, y2) », puis « un cercle tracé de centre (x3, y3) et de rayon 30 de couleur rouge ».

L'avantage de ce type d'image est la possibilité de l'agrandir indéfiniment sans perdre la qualité initiale, ainsi qu'un faible encombrement. L'usage de prédilection de ce type d'images concerne les schémas qu'il est possible de générer avec certains logiciels de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur). Ce type d'images est aussi utilisé pour les animations Flash, utilisées sur Internet pour la création de bannières publicitaires, l'introduction de sites web, voire des sites web complet.

2-1-2. Selon la représentation des couleurs :

Il existe plusieurs modes de codage informatique des couleurs, le plus utilisé pour le maniement des images est l'espace colorimétrique Rouge, Vert, Bleu (RVB ou RGB - Red green Blue).

- les modèles de couleur

La couleur est l'une des composantes principales pour la description et l'analyse des images couleurs dans le domaine de la recherche d'images par le contenu. Comme nous le savons, les couleurs perceptibles par l'œil humain représente une petite gamme de l'ensemble du spectre électromagnétique qui représente tous les rayons, depuis les rayons cosmiques et les rayons X jusqu'aux ondes électriques (Figure 1).

Comme le démontre la figure 1 du spectre électromagnétique, les couleurs visibles par l'œil humain s'étendent entre les longueurs d'ondes allant de 4000 à 7000 angströms, représentant respectivement les couleurs : violet et rouge et toutes les couleurs entre les deux. Toutes les autres ondes s'étendant des rayons cosmiques des étoiles jusqu'aux ondes FM de nos radios ne peuvent pas être perçues par l'œil humain. Cette petite gamme du spectre est l'espace de couleur perceptible par l'œil humain. [27]

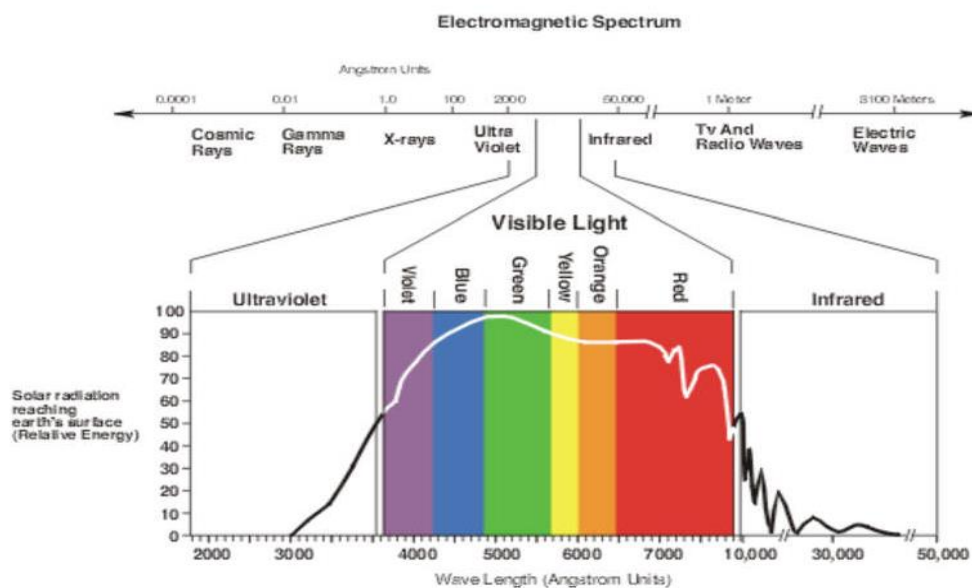


Figure 1 : Le spectre électromagnétique.

- définition du modèle de couleur

Comme toutes les représentations mathématiques des phénomènes physiques, les couleurs peuvent être exprimées selon différentes manières, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients.

Un modèle de couleur (modèle chromatique) est un modèle mathématique abstrait décrivant la façon dont les couleurs peuvent être représentées en tant que tuples de nombres, généralement de trois ou quatre valeur ou composantes de couleur. Le but d'un modèle de couleur est de faciliter la spécification des couleurs d'une manière. [27]

Les modèles sont des abstractions qui ne peuvent pas décrire une couleur spécifique sans que la référence ne soit définie au préalable.

La première distinction majeure entre les modèles de couleur est la dépendance du dispositif utilisé. Les coordonnées d'une couleur dans un modèle indépendant sont toujours les mêmes sur tous les dispositifs d'affichage. Un exemple de cette catégorie est le modèle XYZ de la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). D'un autre côté, un modèle qui dépend du dispositif de sortie aura différentes coordonnées pour la même couleur pour des dispositifs différents. RVB (Rouge, Vert, Bleu) et CMJ (Cyan, Magenta, Jaune) sont des exemples de cette catégorie.

La deuxième distinction est l'uniformité perceptuelle des couleurs. Ceci veut dire qu'une même variation de la valeur des composantes est toujours perçue comme la même variation de couleur. En d'autres termes, la mesure de la variation perçue par un humain est égale à la mesure de la distance mathématique.

Dans ce qui suit nous allons présenter quelques modèles de couleur.

A) le modèle rvb(en anglais rgb) :

Le modèle RVB est le modèle de couleur le plus utilisé pour la représentation de la couleur. Il est composé des trois couleurs primaires : rouge, vert et bleu. Ce modèle est aussi le plus utilisé pour reproduction de la couleur sur les dispositifs d'affichage tels que la télévision et les écrans des ordinateurs. Ces trois couleurs sont appelées les couleurs primaires additives (Figure 2).

Par la variation de leur combinaison, d'autres couleurs peuvent être obtenues. Ce modèle peut être représenté sous forme d'un cube unitaire (Figure 3) avec : noir (0,0,0), blanc(1,1,1), rouge (1,0,0), vert (0,1,0), et le bleu (0,0,1). Et les couleurs secondaires (Figure 4): cyan (0, 1,1), magenta (1, 0,1), et le jaune (1, 1,0).

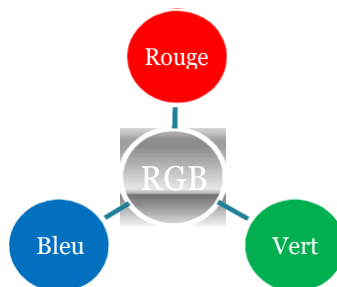


Figure 2: Les trois couleurs primaires additives de lumière : Rouge, Vert, et Bleu

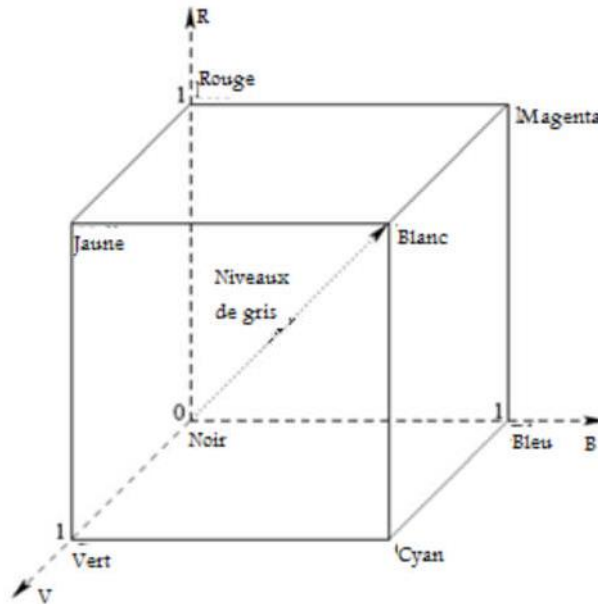


Figure 3 : Le modèle de couleur RVB

B) le modèle cmj (cyan, magenta, jaune)

C'est un modèle basé sur les couleurs secondaires du modèle RVB et il est utilisé surtout pour les tâches d'impression (sur papier). Cyan, magenta et le jaune sont les couleurs complémentaires des couleurs : rouge, vert et bleu. Comparé au modèle RVB, aucune des composantes du CMJ est une couleur pure. Il est impossible de créer un noir pur en utilisant ce modèle. Pour surpasser ce problème, le modèle CMJ a été étendu vers un autre modèle nommé CMJN qui utilise le noir (N) comme une quatrième couleur.

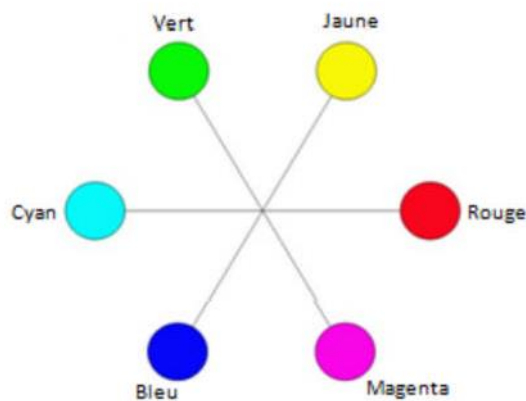


Figure 4 : Les couleurs primaires de lumière et leur complémentaires (couleurs secondaires)

C) le modèle tsl (teinte, saturation, luminosité)

Un modèle de couleur dérivé de la façon dont les couleurs apparaissent à un observateur

(humain) est le modèle TSL. Ce modèle peut être représenté sous forme d'un cylindre, mais généralement il est représenté sous forme d'un cône. Comme le démontre la Figure 5, la teinte représente le composant chromatique dans ce modèle et c'est la définition d'une couleur par la combinaison des couleurs primaires. La saturation se rapporte à la dominance d'une teinte particulière dans une couleur. Une couleur moins saturée est plus proche du blanc tandis qu'une couleur plus saturée est plus proche de la couleur pure trouvée sur l'arête externe du diagramme de la roue de couleurs de TSL (vers les couleurs pures). La luminosité d'une couleur se rapporte à l'intensité (la légèreté ou la noirceur de la couleur). Malgré que les deux composants semblent être similaires, ils ont des effets différents sur la visibilité d'une couleur (Figure 6).

D) les modèles de la cie (commission internationale de l'éclairage)

Dans le but de favoriser la compréhension de la couleur, la CIE (Commission International de l'Eclairage), autorité spécialisée dans tout ce qui touche à la lumière, à l'éclairage, à la couleur et aux espaces chromatiques, a adopté des normes dans les années 1930 à propos de plusieurs espaces chromatiques représentant le spectre visible. Cela a rendu la comparaison possible entre les différents espaces chromatiques des différents écrans d'affichage et périphériques sur le marché.

La CIE a mené un ensemble de tests sur un grand nombre de personnes afin de définir un observateur humain moyen hypothétique et sa réaction à la couleur, soit un profil désigné comme `` l'observateur de référence ``.

L'œil humain possédant trois types de capteurs de couleurs qui réagissent à des plages de longueurs d'ondes différents, il faudrait un diagramme tridimensionnel pour obtenir une représentation complète de la totalité des couleurs visibles.

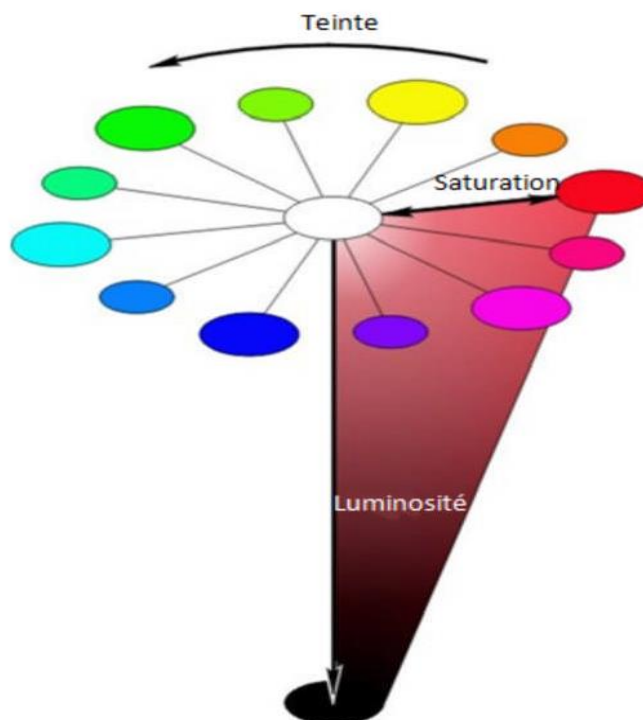


Figure 5 : La teinte, la saturation, et luminosité représentées sur une roue de couleurs sous forme d'un cône.

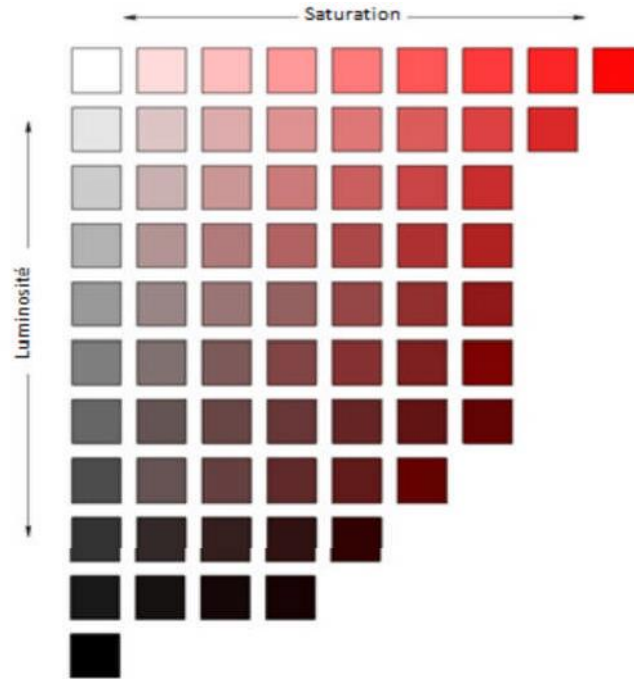


Figure 6 : Comparaison entre la saturation et la valeur dans le modèle TSL

E) le modele cie xyz

La CIE a développé le système chromatique XYZ (Figure 7), également connu sous l'appellation "système chromatique de référence". Il est toujours utilisé comme système de référence habituel pour la définition des couleurs perçues par l'œil humain et pour d'autres espaces chromatiques. Tout comme le modèle chromatique RGB et ses primaires additives, le système CIE-XYZ (utilise trois primaires imaginaires définies spectralement (XYZ représentent trois couleurs primaires fictives ou imaginaires qui n'ont pas de corrélat physique réel i.e. il n'existe pas de sources de lumières réelles ou lampes qui aient ces couleurs. XYZ sont des entités mathématiques conçus pour faciliter les calculs de repérage en couleur.), X, Y et Z, qui sont la représentation de couleurs (ondes électromagnétiques) pouvant se combiner pour décrire toutes les couleurs visibles pour "l'observateur de référence".

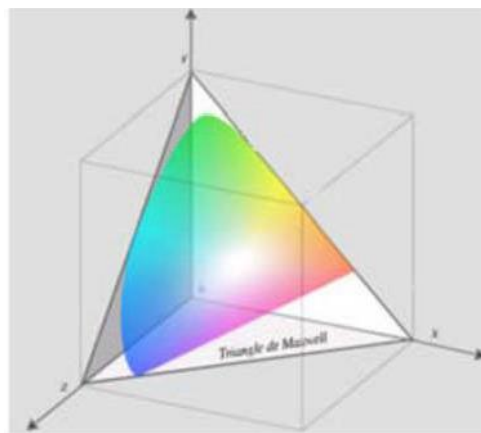


Figure 7 : Représentation du modèle CIE XYZ par le triangle de Maxwell

F) le modèle lab

Le modèle chromatique Lab (Figure 8) a été développé par la CIE en 1976 dans le but d'améliorer la représentation des couleurs. Il s'agit du modèle chromatique le plus complet utilisé conventionnellement pour décrire l'ensemble des couleurs visibles pour l'œil humain. Il s'agit d'un espace chromatique tridimensionnel dans lequel les différences de couleurs perçues comme étant d'importance égale sont également séparées par des distances égales.

Chaque couleur peut être précisément désignée à l'aide de ses valeurs a et b spécifiques et de sa luminosité L. [27]

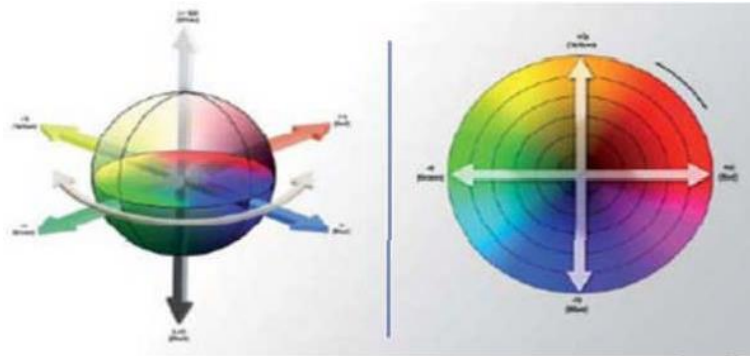


Figure 8 : Le modèle CIE LAB.

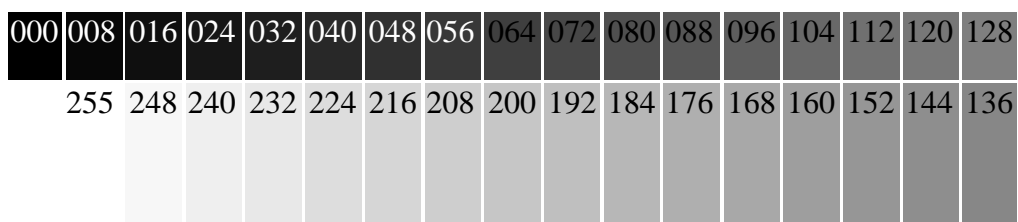
Les trois paramètres du modèle représentent la luminance de la couleur, L (le niveau L le plus faible donne du noir), sa position entre le rouge et le vert, a (le niveau a le plus faible donne du vert) et sa position entre le jaune et le bleu, b (le niveau b le plus faible donne du bleu), en fonction d'un point blanc de référence. Cependant, l'avantage de cet espace chromatique est son indépendance par rapport au matériel, et l'objectivité qui en résulte. La même combinaison de a, b et L décrit toujours exactement la même couleur. [27]

2-1. Les types d'images :

On distingue généralement les différents types d'images suivants :

A) Images en teintes (ou niveaux) de gris

On ne code ici plus que le niveau de l'intensité lumineuse, généralement sur un octet (256 valeurs). Par convention, la valeur zéro représente le noir (intensité lumineuse nulle) et la valeur 255 le blanc (intensité lumineuse maximale) :



Ce procédé est fréquemment utilisé pour reproduire des photos en noir et blanc ou du texte dans certaines conditions (avec utilisation d'un filtre pour adoucir les contours afin d'obtenir des caractères plus lisses).

B) Images à palettes, images en 256 couleurs (8 bits)

Pour réduire la place occupée par l'information de couleur, on utilise une *palette de couleurs* « attachée » à l'image. On parle alors de couleurs indexées : la valeur associée à un pixel ne véhicule plus la couleur effective du pixel, mais renvoie à l'entrée correspondant à cette valeur dans une table (ou palette) de couleurs appelée *look-up table* ou LUT en anglais, dans laquelle on dispose de la représentation complète de la couleur considérée.

Selon le nombre de couleurs présentes dans l'image, on peut ainsi gagner une place non négligeable : on considère en pratique que 256 couleurs parmi les 16 millions de couleurs 24 bits sont suffisantes. Pour les coder, on aura donc une palette occupant 24 bits x 256 entrées, soit 3 x 256 octets, et les pixels de l'image seront associés à des index codés sur un octet. L'occupation d'une telle image est donc de 1 octet par pixel plus la LUT, ce qui représente un peu plus du tiers de la place occupée par une image en couleurs 24 bits (plus l'image contient de pixels, plus le gain de place est important, la limite étant le tiers de la place occupée par l'image en couleurs vraies).

c) Images 24 bits (ou « couleurs vraies »)

Il s'agit d'une appellation trompeuse car le monde numérique (fini, limité) ne peut pas rendre compte intégralement de la réalité (infinie). Le codage de la couleur est réalisé sur trois octets, chaque octet représentant la valeur d'une composante couleur par un entier de 0 à 255. Ces trois valeurs codent généralement la couleur dans l'espace RVB. Le nombre de couleurs différentes pouvant être ainsi représenté est de 256 x 256 x 256 possibilités, soit près de 16 millions de couleurs. On considère commodément que ce système permet une restitution exacte des couleurs, c'est pourquoi on parle de « couleurs vraies ».

R	V	B	Couleur
0	0	0	noir
0	0	1	nuance de noir
255	0	0	rouge
0	255	0	vert
0	0	255	bleu
128	128	128	gris
255	255	255	blanc

Les images bitmap basées sur cette représentation peuvent rapidement occuper un espace de stockage considérable, chaque pixel nécessitant trois octets pour coder sa couleur.

2-2.Formats d'image:

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 en-tête contenant des attributs (dimensions de l'image, type de codage, LUT, 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 (sensibilité ISO, vitesse d'obturation, usage du flash...)

Ces métadonnées sont par exemple largement utilisées dans le format Exif (extension du format JPEG), qui est le format le plus utilisé dans les appareils photo numériques.

2-2-1.Précautions à prendre

Quelques précautions à prendre concernant les formats d'images :

- les formats dits « propriétaires », peuvent différer selon le logiciel qui les manipule. De plus, leur pérennité n'est pas garantie : réaliser de nouveaux programmes pour les lire peut s'avérer difficile (surtout si leurs spécifications n'ont pas été rendues publiques), cela peut même s'avérer illégal si les algorithmes utilisés sont protégés par des brevets ;
- il faut prêter attention aux différentes versions que peut recouvrir un format particulier, notamment pour le format TIFF qui varie selon les versions ; certaines d'entre elles ne sont pas reconnues par certains logiciels.

Tableau 1:comparatif de différents formats d'images

	Type (matriciel/vectoriel)	Compression des données	Nombre de couleurs supportées	Affichage progressif	Animation	Transparence
JPEG	matriciel	Oui, réglable (avec perte)	16 millions	Oui	Non	Non
JPEG2000	matriciel	Oui, avec ou sans perte	32 millions	Oui	Oui	Oui
GIF	matriciel	Oui, Sans perte	256 maxi (palette)	Oui	Oui	Oui
PNG	matriciel	Oui, sans perte	Palettisé (256 couleurs ou moins) ou 16 millions	Oui	Non	Oui (couche Alpha)
TIFF	matriciel	Compression ou pas avec ou sans pertes	de monochrome à 16 millions	Non	Non	Oui (couche Alpha)
SVG	vectoriel	compression possible	16 millions	* ne s'applique pas *	Oui	Oui (par nature)

[s1]

3. Caractéristiques d'images:

L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisé par les paramètres suivants:[s2]

3-1.Pixel:

Le pixel, abrégé px, est une unité de surface permettant de définir la base d'une image numérique. Son nom provient de la locution anglaise picture element, qui signifie, « élément d'image » ou « point élémentaire ».

3-2.La texture:

Une texture est une région dans une image numérique qui a des caractéristiques homogènes. Ces caractéristiques sont par exemple un motif basique qui se répète, ou des caractéristiques fréquentielles. Une texture est composée de texels, l'équivalent des pixels.

3-3.Dimension:

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques 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 image.

3-4.Résolution:

C'est la clarté ou la finesse de détails atteinte par un moniteur ou une imprimante dans la production d'images. Sur les moniteurs d'ordinateurs, la résolution est exprimée en nombre de pixels par unité de mesure (pouce ou centimètre). On utilise aussi le mot

résolution pour désigner le nombre total de pixels affichables horizontalement ou verticalement sur un moniteur; plus grand est ce nombre, meilleure est la résolution.

3-5.Bruit:

Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur.

3-6.Histogramme:

L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image. Pour diminuer l'erreur de quantification, pour comparer deux images obtenues sous des éclairages différents, ou encore pour mesurer certaines propriétés sur une image, on modifie souvent l'histogramme correspondant.

Il permet de donner un grand nombre d'information sur la distribution des niveaux de gris (couleur) et de voir entre quelles bornes est répartie la majorité des niveaux de gris (couleur) dans les cas d'une image trop claire ou d'une image trop foncée.

Il peut être utilisé pour améliorer la qualité d'une image (Rehaussement d'image) en introduisant quelques modifications, pour pouvoir extraire les informations utiles de celle-ci.

3-7.Contours et textures:

Les contours représentent la frontière entre les 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 contour consiste à identifier dans l'image les points qui séparent deux textures différentes.

3-8.Luminance:

C'est le degré de luminosité des points de l'image. Elle est définie aussi comme étant le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface, pour un observateur lointain, le mot luminance est substitué au mot brillance, qui correspond à l'éclat d'un objet.

3-9.Contraste:

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

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

$$C = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

4. Système de traitement d'image:

Dans le contexte de la vision artificielle, le traitement d'images se place après les étapes d'acquisition et de numérisation, assurant les transformations d'images et la partie de calcul permettant d'aller vers une interprétation des images traitées. Cette phase d'interprétation est d'ailleurs de plus en plus intégrée dans le traitement d'images, en faisant appel notamment à l'intelligence artificielle pour manipuler des connaissances, principalement sur les informations dont on dispose à propos de ce que représentent les images traitées (connaissance du domaine).

*** Acquisition et numérisation :**

C'est le mécanisme qui permet l'obtention d'une image numérique (représentée par une matrice) à deux dimensions à partir d'une scène à trois dimensions, en passant par un système

optique, l'image continue $f(x,y)$ est approximée par des échantillons qui sont obtenus par discrétisation des coordonnées (x,y) (ce qu'on appelle l'échantillonnage) et la discrétisation des amplitudes de ces points là (c'est la quantification).

La représentation obtenue ne peut être parfaite à cause du bruit introduit dans l'image lors de son acquisition. [4]

*Visualisation :

Un dispositif de visualisation permet l'affichage de l'image. Les reconstituteurs permettent de transformer le signal numérique qui est la matrice image en un signal analogique visible à l'oeil humain pour cela on dispose d'une multitude de supports qui sont employés (moniteur vidéo, impression sur papier...). [4]

5.Filtrage:

On peut scinder les filtres en deux grandes catégories :

5-1.Filtres linéaires:

Les premières et les plus simples méthodes de filtrage sont basées sur le filtrage linéaire, chacun de ses opérateurs est caractérisé par sa réponse impulsionnelle $h(x, y)$, l'expression qui relie les entrées avec les sorties est donnée par la relation suivante :

$$S(i, j) = \sum_u \sum_v (E(i, j) \cdot h(i-u, j-v)) = h(i, j) * E(i, j).$$

Où : u, v varient de moins l'infini à plus l'infini.

Le filtrage linéaire est un produit de convolution c à d une combinaison linéaire du voisinage du pixel concerné.

Les différents types des filtres linéaires sont :

5-1-1.FILTRE moyenneur (lissage):

L'intensité du pixel considéré est remplacée par la moyenne des pixels de son voisinage, la taille de la zone (fenêtre) entourant le pixel est un paramètre important, plus cette dimension est grande, plus Sa sensibilité au bruit diminue, et le lissage devient important (le flou s'accroît).

Le filtre moyenneur est un filtre passe-bas c à d qu'il laisse passer les basses fréquences (les faibles changements d'intensité de l'image) et atténue les hautes fréquences (variations rapides). [4]

$$1/9 * \begin{array}{|c|c|c|} \hline I & I & I \\ \hline I & I & I \\ \hline I & I & I \\ \hline \end{array}$$

Masque du filtre.

Exemple:



Image originale.



Image filtrée.

Figure 9 : Application du filtre moyen (lissage)

5-1-2. Filtre gaussien:

L'expression gaussienne en deux dimensions est donnée par :

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$

L'intérêt de ce filtre est que l'on contrôle facilement le degré de filtrage à travers le paramètre σ . Le filtre gaussien donne plus d'importance aux pixels proches du pixel central, et diminue cette importance au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celui-ci, il a les mêmes inconvénients que le filtre moyenneur c à d il dégrade les contours. [4]

La discrétisation de ce filtre pour un σ égale à 0.6 donne le masque suivant :

$$1/16 \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Masque du filtre.

5-1-3. Filtre rehausseur de contours:

C'est un filtre passe haut c à d il met en évidence les changements rapides de l'intensité de l'image (les hautes fréquences) et laisse les zones uniformes inchangées (basses fréquences). [4]

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 9 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

Masque du filtre.

Exemple:



Figure 10 : Rehaussement de contour

5-2. Filtres non linéaires:

Ils sont conçus pour régler les problèmes des filtres linéaires, sur tout pour ce qui concerne la mauvaise conservation des contours. Leur principe est le même que celui des filtres linéaires, il s'agit toujours de remplacer la valeur de chaque pixel par la valeur d'une fonction calculée dans son voisinage, la seule différence c'est que cette fonction n'est plus linéaire mais une fonction quelconque (elle peut inclure des opérateurs de comparaisons).

5-2-1. Filtre médian:

Sur un voisinage à huit, le nouveau niveau de gris du pixel centre est choisi comme étant la valeur médiane de tous les pixels de la fenêtre d'analyse centrée sur ce dernier. Son avantage est qu'il garde la netteté des éléments qui constituent l'image sans étaler les transitions. [4]

19	30	12
15	18	11
26	16	14



19	30	12
15	16	11
26	16	14

30	26	19	18	16	15	14	11	12
----	----	----	----	----	----	----	----	----



Figure 11 : Principe du filtre médian

5-2-2 Filtre maximum :

Même principe mais la valeur choisie est la valeur maximale.



Figure 12 : Principe du filtre maximum

5-2-3. Filtre minimum :

Même chose, sauf que la valeur choisie est la valeur minimale.

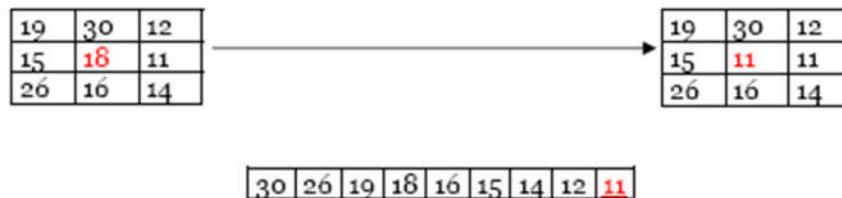


Figure 13 : Principe du filtre minimum

6. Segmentation :

La **segmentation d'image** est une opération de traitement d'images qui a pour but de rassembler des pixels entre eux suivant des critères prédéfinis. Les pixels sont ainsi regroupés en régions, qui constituent un pavage ou une partition de l'image. Il peut s'agir par exemple de

séparer les objets du fond. Si le nombre de classes est égal à deux, elle est appelée aussi binarisation.

Si l'homme sait naturellement séparer des objets dans une image c'est grâce à des connaissances de haut niveau (compréhension des objets et de la scène). Mettre au point des algorithmes de segmentation de haut niveau (chaque région est un objet sémantique) est encore un des thèmes de recherche les plus courants en traitement d'images.

La segmentation est une étape primordiale en traitement d'image. À ce jour, il existe de nombreuses méthodes de segmentation, que l'on peut regrouper en quatre principales classes :

1. Segmentation fondée sur les régions (en anglais : region-based segmentation). On y trouve par exemple : la croissance de région (en anglais : region-growing), décomposition/fusion (en anglais : split and merge).
2. Segmentation fondée sur les contours (en anglais : edge-based segmentation).
3. Segmentation fondée sur classification ou le seuillage des pixels en fonction de leur intensité (en anglais : classification ou thresholding).
4. Segmentation fondée sur la coopération entre les trois premières segmentations.

6. Quelques applications concrètes de traitement d'images:

- Contrôle de présence/absence : Sur des chaînes de production, on vérifie en bout de chaîne avec une caméra vidéo la présence d'une pièce dans un ensemble plus complexe. Pour cela, bien souvent il suffit de faire un simple seuillage dans une région spécifique.
- Contrôle du niveau de maturation des fruits sur une chaîne de conditionnement. Il s'agit de reconnaître à la couleur et à la texture du fruit son degré de maturité et donc la catégorie sous laquelle il sera emballé puis vendu.
- Construction et correction de cartes géographiques d'après des images satellites ou des images aériennes. On recalcule d'après des informations topographiques les images reçues, puis on les met sur la carte en correspondance avec les informations trouvées dans l'image : voies de communication, voies et plans d'eau, parcelles agricoles...
- Surveillance et évaluation de la production agricole. Il est possible de déterminer le degré de maturation des cultures, la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation, le rendement moyen... On peut ainsi établir des prévisions à large échelle de la récolte à venir.
- Reconnaissance de l'écriture: La reconnaissance de l'écriture manuscrite progresse de jour en jour. Elle est suffisamment opérationnelle pour que la majorité des adresses, même manuscrites, soient reconnues automatiquement sur le courrier postal.
- Recherche d'image par le contenu: L'objectif de cette technique est de rechercher, parmi une base de données d'images, les images similaires à une image exemple, ou ayant certaines caractéristiques, par exemple rechercher toutes les images comportant un vélo.

8. Conclusion:

La représentation des images fixes est un des éléments essentiels des applications multimédias, comme dans la plupart des systèmes de communication.

La manipulation des images pose cependant des problèmes beaucoup plus complexes que celle du texte. En effet, l'image est un objet à deux dimensions, censé représenter un espace à trois dimensions, ce qui a deux conséquences majeures :

- Le volume des données à traiter est beaucoup plus important.
- La structure de ces données est nettement plus complexe.

Il en résulte que la manipulation, le stockage et la représentation de ces données se heurtent à certaines limitations.

Grâce au traitement d'image, ces contraintes sont levées ou contournées. En effet, ce domaine cherche à détecter la présence de certaines formes, certains contours ou certaines textures d'un modèle connu, c'est le problème de la détection.

Un autre aspect de traitement d'image concerne l'analyse et la compréhension de l'image dans le but d'en extraire des informations utiles. Il cherche aussi parfois à comprimer l'image, afin de gagner en vitesse lors de la transmission de l'information, et en capacité de stockage, tout en dégradant le moins possible les images considérées.

Dans un CBIR il est mieux de faire un prétraitement avant de passer à l'indexation des images de base et ensuite la recherche d'image par contenu pour éliminer le bruit présent dans ces images.

Dans le chapitre suivant nous présentons les notions de bases sur les systèmes de recherche par contenu(CBIR).

CHAPITRE 2

Systemes de recherche d'image par contenu (CBIR)



1. Introduction:

L'expression « recherche d'images par le contenu » (« Content-Based Image Retrieval, CBIR, en Anglais) remonte aux travaux de Kato en 1992. Son système, ART MUSEUM, permet de retrouver des images d'art par couleurs et contours. Le terme s'est étendu par la suite à tout procédé permettant de rechercher des images selon des descripteurs, pouvant être de type « signal », comme la couleur et la forme, mais également symboliques. Comme le remarquent les auteurs d'un rapport important sur les systèmes de recherche par le contenu [44], retrouver des images indexées manuellement par des mots clefs n'est pas de la recherche par le contenu au sens où le terme est généralement compris, même si ces mots clefs décrivent le contenu effectif de l'image.

Les applications des systèmes de recherche d'images existants (et donc les collections d'images) sont variées. Elles incluent des applications judiciaires : les services de police possèdent de grandes collections d'indices visuels (visages, empreintes) exploitables par des systèmes de recherche d'images.

Les applications militaires, bien que peu connues du grand public, sont sans doute les plus développées [44] : reconnaissance d'engins ennemis via images radars, systèmes de guidage, identification de cibles via images satellites en sont des exemples connus. Le journalisme et la publicité sont également d'excellentes applications. Les agences de journalisme ou de publicité maintiennent en effet de grosses bases d'images afin d'illustrer leurs articles ou supports publicitaires. Cette communauté rassemble le plus grand nombre d'utilisateurs de recherche par le contenu (davantage pour les vidéos) mais l'aide apportée par ces systèmes n'est absolument pas à la hauteur des espoirs initiaux ([44]). D'autres applications incluent: le diagnostic médical, les systèmes d'information géographique, la gestion d'œuvres d'art, les moteurs de recherche d'images sur Internet et la gestion de photos personnelles.

Concevoir un système permettant d'assister des utilisateurs dans leurs tâches de recherche d'images pose des problèmes variés. Dans [44] les difficultés suivantes sont identifiées :

1. Comprendre les besoins des utilisateurs d'images et leurs comportements : de quoi les utilisateurs ont-ils besoin ?
2. Identifier une manière « convenable » de décrire le contenu d'une image. C'est une tâche rendue difficile par la subjectivité intrinsèque aux images.
3. Extraire des « descripteurs » des images brutes.
4. Pouvoir stocker de manière compacte un grand nombre d'images.
5. Comparer requêtes et images stockées de manière à refléter les jugements de similarité humains.
6. Accéder efficacement aux images par leur contenu.

7. Fournir des interfaces utilisables.

Il convient donc d'abord de montrer quelles sont les approches existantes ainsi que leurs limitations. Nous commençons par rappeler les composants d'un système de recherche d'images par le contenu, puis nous présentons une taxonomie des systèmes selon leur niveau d'abstraction en donnant systématiquement des exemples.

2. Composants d'un CBIR:

Nous décrivons brièvement ici les caractéristiques communes à la plupart des étapes : le traitement de la base d'images, les requêtes puis la mise en correspondance et la présentation des résultats. La Figure 14 illustre l'ordonnancement de ces étapes : [26]

Dans un premier temps (2), des descripteurs sont calculés à partir de chaque image de la collection (1), ils peuvent être de type signal ou/et symbolique (le vocabulaire d'indexation). Les données extraites (à présent représentatives du contenu de l'image du point de vue du système) constituent la base d'index (3). Les requêtes de l'utilisateur (4) sont alors transformées afin d'être comparables avec la base d'index (5) ; une mise en correspondance (6) entre la requête transformée et la base d'index permet ensuite de produire le résultat de la requête (7). Il se peut également que le système possède des composants liés à la personnalisation, comme par exemple l'extraction, le stockage et l'utilisation d'un profil d'utilisateur.

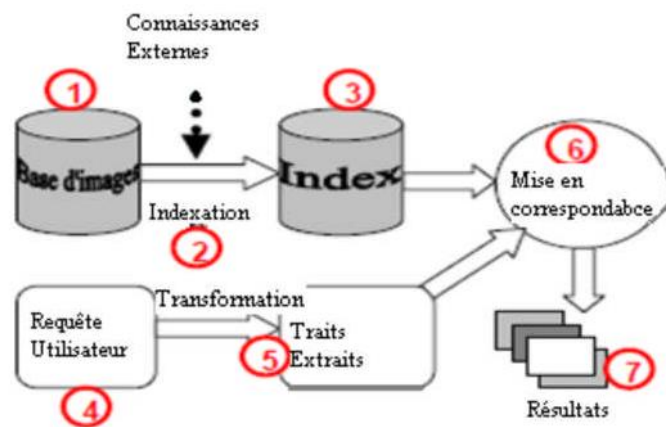


Figure 14: Principaux composants d'un Système de Recherche par le Contenu

2-1. La base d'image:

La collection (ou base) d'images est la donnée principale du système. Les bases d'images varient d'abord par leur taille : la majorité des systèmes est conçue pour des bases de quelques centaines ou milliers d'images. Ce nombre peut cependant s'approcher du milliard (880 millions d'images) lorsque la base est constituée par les images collectées par des robots sur Internet. La taille de la base d'image impose des contraintes sur la complexité des traitements effectués sur chaque image. Il en résulte que la comparaison qualitative entre des systèmes travaillant sur des bases de tailles très différentes est peu pertinente.

Le type d'image composant la base varie également : des portraits en noir et blanc [28], des peintures chinoises anciennes, des images personnelles [42], des images de tissus humains [10], etc. Le type d'image influe fortement sur la conception globale du système,

particulièrement sur les descripteurs de bas niveau calculés. D'une manière générale, plus la variabilité intra et inter images est importante, plus le système doit être riche et précis (et plus le problème d'indexer/rechercher ces images est difficile).

Finalement, les collections diffèrent par leur stabilité, c'est-à-dire le taux de changements (ajouts d'images, retraits, etc.) en fonction du temps. Faible pour une collection d'images représentant les œuvres d'un peintre ne créant plus, elle peut être très forte lorsque, par exemple, on s'intéresse aux images de la Toile ou à l'actualité.

2-2.Exemples de bases d'images existent:

Ils existent plusieurs bases d'images, on peut citer les plus utilisés dans le domaine de recherche d'image par le contenu:

2-2-1.La base de Wang:

La base d'images de Wang est un sous-ensemble de la base d'images Corel.

Cette base d'images contient 1000 images naturelles en couleurs. Ces images ont été divisées en 10 classes, chaque classe contient 100 images. L'avantage de cette base est de pouvoir évaluer les résultats. Cette base d'images a été utilisée pour faire des expériences de classification. Un exemple de chaque classe peut être vu sur la figure 15 [9]. Cette base d'images a été créée par le groupe du professeur Wang de l'université Pennsylvania State et est disponible à l'adresse : <http://wang.ist.psu.edu/>. Chaque image dans cette base d'images a une taille de 384×256 pixels ou 256×384 pixels.



Figure 15 :10 classes de la base de Wang

2-2-2.COIL (Columbia Object Image Library):

Cette base d'images est très connue pour la reconnaissance des objets. Il y a deux bases d'images COIL : COIL-20 qui contient des images en niveaux de gris prises à partir de 20 objets différents et COIL-100 qui contient des images en couleurs prises à partir de 100 objets différents. Les deux bases d'images consistent en des images prises à partir des objets 3D avec des positions différentes. La base COIL-100 a 7200 images en couleurs (100 objets x 72 images/objet). Chaque image a une taille de 128×128 pixels. Tous les objets utilisés dans COIL-100 sont montrés dans la figure 18 [9]. La base COIL-20 a 1440 images en niveaux de gris (20 objets x 72 images/objet). Chaque image a une taille 128×128 pixels. Tous les objets

2-2-4.CURET (Columbia Utrecht Reflectance and Texture Data base):

Cette base a plus de 14000 images de textures (70 textures x ~200 images/texture) des Universités Columbia et d'Utrecht (CURET). Ces images sont disponibles à l'adresse :

<http://www1.cs.columbia.edu/CAVE/curet>.

Quelques exemples de cette base d'images sont montrés dans la figure 18.

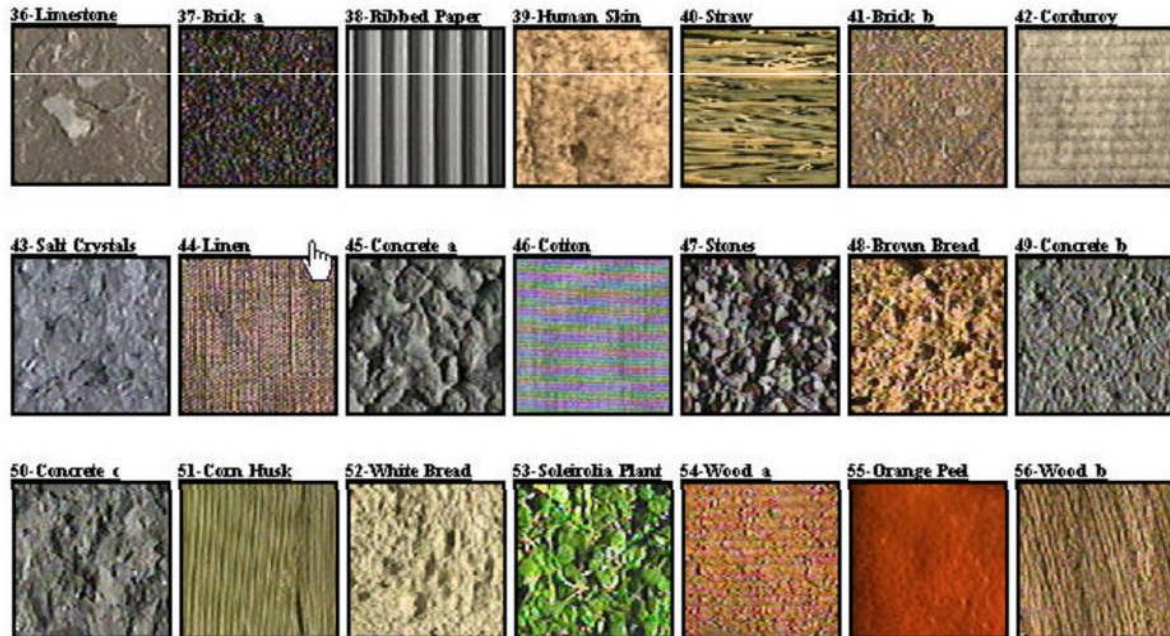


Figure 18 : Quelques images exemples dans la base de CURET(CURET)

2-2-5.La base de FeiFei:

Cette base contient des images de 101 objets collectées par Fei-Fei Li, Marco Adreetto et Marc Aurolio Ranzato. Avec chaque objet, de 40 à 800 images ont été prises. Chaque image a une taille de 300×200 pixels. Ces images sont disponibles à l'adresse :

<http://www.vision.caltech.edu/feifeili/Datasets.htm>. La figure 19 montre quelques exemples de cette base :



Figure 19 : Quelques images exemples dans la base de Fei-Fei

2-3.L'indexation:

L'indexation est l'ensemble des processus aboutissant à la construction d'un index de l'image. Contrairement à d'autres types de données, comme le texte, il n'est pas utile d'utiliser les images directement dans un CBIR vue la taille des images actuelles. Il faut caractériser les images par des informations à la fois discriminantes et invariables à certains paramètres (comme la taille de l'image, l'angle de la prise de vue, etc.). L'indexation peut être fixe: les descripteurs calculés sont toujours les mêmes. L'indexation peut aussi être évolutive [33] : les

descripteurs s'adaptent à l'utilisateur ou au contexte dans le temps, ce qui permet de renforcer l'adéquation système/utilisateur.

L'indexation peut être générique (indexation de photographies diverses dans [11]), pouvant caractériser des collections hétérogènes, ou spécifique (indexation de peintures chinoises dans [29]), adaptée à un type d'image particulier. Une collection hétérogène est par exemple constituée de photographies personnelles, mettant en scène diverses entités physiques dans des conditions de prise de vue variables. Indexer une telle collection impose l'usage de descripteurs suffisamment génériques (la couleur par exemple), c'est-à-dire qui caractérisent une propriété discriminante applicable à la plupart des entités physiques. A l'inverse, indexer une collection d'images très spécifiques (des empreintes digitales par exemple) requiert l'utilisation de descripteurs également très spécifiques qui, par ailleurs, ne conviendraient probablement pas à une collection hétérogène.

La phase d'indexation peut inclure une étape de segmentation, afin de caractériser des régions homogènes de l'image [40] ou bien indexer l'image dans sa globalité [42]. La segmentation de l'image précède généralement l'indexation individuelle des régions de l'image et cela permet, outre le fait d'accéder à des parties de l'image, de calculer des descripteurs de « forme ».

Enfin, l'indexation varie d'un système à l'autre par son niveau d'abstraction : extraire des histogrammes de couleurs est une opération directe, alors que reconnaître des personnes ou des objets est beaucoup plus complexe et requiert un apprentissage préalable.

2-4. La gestion des index:

Elle concerne la manière dont sont gérés les index des images : stockage et accès. La gestion des index, anecdotique pour une collection de taille modeste, devient une préoccupation essentielle lorsque l'on travaille sur une base de taille conséquente. La manière la plus basique de stocker les index est la liste séquentielle, que ce soit en mémoire ou dans un fichier. Cependant, lorsque le nombre d'images augmente, le temps d'accès à une image augmente linéairement et il est souvent nécessaire d'organiser les index de manière hiérarchique, sous forme d'arbres (organisés selon les descripteurs), ou de tables de « hash-code » par exemple, afin d'accélérer l'accès à l'information.

2-5. Les requêtes:

Le type de requête proposé découle de choix fait en amont, au niveau de l'indexation. Dans des systèmes où seuls des descripteurs de bas niveau sont extraits, les requêtes ne peuvent être que de bas niveau : requête par « image exemple », par croquis ou par manipulation directe des traits de bas niveau. Dans ces systèmes, des descripteurs sont extraits à partir de la requête (une image, un croquis...) et sont comparés aux descripteurs calculés à partir des images de la base (les index des images).

A l'opposé, dans des systèmes proposant plus d'abstraction, les requêtes peuvent être sémantiques (textuelles par exemple). Par exemple dans [46], les images sont indexées par des « catégories sémantiques visuelles », ce qui permet à un utilisateur de formuler des requêtes sémantiques (« Je veux des images prises à l'extérieur. »).

2-6. Les types des requêtes:

a) Requête par l'exemple:

Dans ce cas le système a besoin de comparer un exemple de même type (image) avec la base pour produire les documents similaires. Cette méthode est simple naturelle et ne nécessite pas de connaissance approfondies pour manipuler le système. Elle est donc bien adaptée à un

utilisateur non spécialiste.

b)Requête par crayonnage (Sketch):

L'utilisateur spécifie un exemple par un dessin pour lequel il cherche des documents similaires. Outre la forme des contours le dessin peut inclure la couleur et la texture. Cette modalité entraîne plus d'interaction avec l'utilisateur.

c)Requête par caractéristique:

L'utilisateur indique la ou les caractéristiques qu'il veut utiliser pour trouver les images similaires, par exemple trouver les images contenant 25% de rouge et 30% de jaune. Ces caractéristiques sont répertoriées dans un vocabulaire compilé en outils de traitement.

d)Requête exemple et texte:

Cette méthode consiste à renforcer l'image requête en lui associant du texte afin d'accéder à un niveau d'abstraction supérieur. Les images sont organisées et indexés en groupes de pertinence. Chaque groupe définit un type ou un domaine dont l'image relève, par exemple végétation ou animale, etc. Cette approche permet une sémantique accrue mais elle est plus biaisée voire moins générale que les précédentes en ce que la désignation des groupes de pertinence est une tâche à fort caractère subjectif ou expert.

2-7.Analyse de la requête:

Cette étape a pour but de transformer la requête utilisateur pour la rendre comparable avec les index de la base d'images ; elle consiste donc généralement à extraire les mêmes types de descripteurs que ceux extraits de la base d'image lors de l'indexation.

3. Mise en correspondance requête / base:

Il s'agit d'estimer dans quelle mesure une image (son index) satisfait une requête donnée. Dans le contexte de la recherche d'images, cela se ramène souvent à calculer la similarité entre les caractéristiques extraites de la requête et les caractéristiques de chaque image dans la base. Cela aboutit généralement à une valeur de correspondance qui caractérise la pertinence (du point de vue du système) d'une image par rapport à la requête. Cette mise en correspondance peut être simple (comparaison d'histogrammes) ou complexe (comme dans [40] par exemple, avec une mise en correspondance qui tient compte de l'arrangement spatial des régions).

La phase de mise en correspondance peut également inclure une pondération des descripteurs (comme dans [11] où chaque descripteur est pondéré par rapport à son pouvoir discriminant dans la base). Pondérer les descripteurs permet d'éliminer une partie du bruit dans la mesure où les descripteurs les moins pertinents voient leur influence diminuer dans l'évaluation de la similarité requête/image.

La mise en correspondance peut également inclure un bouclage de pertinence. Le but est également d'éliminer le bruit (augmenter la précision) en tentant de converger vers une précision maximale.

4. La présentation des résultats:

Dans la grande majorité des systèmes disponibles [45] , le résultat d'une requête est présenté sous la forme d'une liste d'images (réduites à des vignettes) ordonnées par pertinence décroissante. Parfois cette présentation prend d'autres formes, comme par exemple l'œil de poisson (FishEye View) [16]. L'avantage des images par rapport aux documents textuels est qu'il est possible de visionner d'un coup d'œil l'intégralité du document, ce qui permet de visualiser un grand nombre de résultats et de les comparer plus rapidement. Comme indiqué plus haut, la présentation des résultats est souvent couplée avec une possibilité d'interaction,

qui permet par exemple de raffiner une requête en indiquant au système les résultats pertinents et ceux qui ne le sont pas (bouclage de pertinence), et de permettre ainsi une reformulation automatique de la requête.

5. Représentation des images dans un CBIR:

Dans la majeure partie des systèmes existant, les images sont représentées avec des descripteurs de bas niveau, i.e., en termes de couleur, texture, formes (voir le chapitre suivant) ou par des descripteurs de haut niveaux.

6. Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons essayé de décrire les concepts de base pour la construction d'un système de recherche d'images par le contenu. Nous avons abordé dans un premier lieu les différents composants d'un CBIR. Par la suite nous avons parlé Représentation des images dans un CBIR, les mesures pour évaluer un CBIR, difficulté de l'indexation des images.

À la fin de ce chapitre, nous avons présenté les domaines d'application de la recherche d'images par le contenu. Comme nous pouvons le constater, la recherche d'images par le contenu, s'est imposée dans tous les domaines de notre vie quotidienne. Par conséquent elle attire beaucoup d'attention et devient un axe de recherche très actif avec tous ses aspects.

Dans le prochain chapitre, nous présenterons les différents descripteurs extraient a partir d'une image (de couleurs, de texture et de forme) et les mesures de similarité entre ces descripteurs.

CHAPITRE 3

Vers la fouille d'images

1. Introduction :

Le besoin d'interpréter ou de trouver de nouvelles relations entre les éléments stockés dans les bases de données nécessite de trouver des nouvelles techniques telles que :

La fouille de données, la fouille du texte et la fouille des images qui ont été utilisées dans diverses applications et qui ont connu un grand succès au cours de ces dernières années.

Dans ce chapitre, nous définissons deux parties :

La première partie, porte sur des généralités sur la fouille de données en introduisant les domaines d'application, les techniques et les tâches de la fouille de données, ainsi que les différentes étapes du processus d'extraction de connaissances à partir des données.

La deuxième partie, introduit la fouille des images.

2. La fouille de données :

2-1. Définition :

La fouille de données est l'ensemble des techniques et de méthodes issues du domaine des statistiques, des mathématiques et de l'informatique permettant l'extraction, à partir d'un important volume de données brutes, de connaissances originales auparavant inconnues. Il s'agit de la "fouilles de données" visant à découvrir "de l'information cachée" que les données renferment et que l'on découvre à la recherche d'associations, de tendances, de relations ou de régularités.

2-2. Domaines d'application :

La figure 1 résume les différentes domaines d'application de la fouille de données Pour les plus connus on peut mentionner:

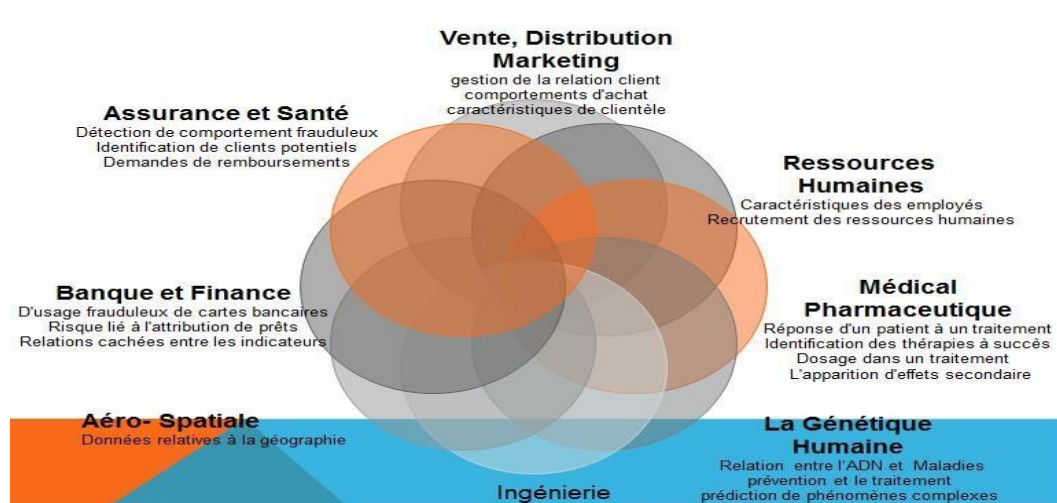


figure 20: domaines d'application de la fouille de données

- Médical / Pharmaceutique.
- Assurances et santé.
- Banques / Finances. Ect..
- La fouille dans le Web et la fouille dans le texte

3. Le processus d'Extraction des Connaissances à partir des Données (ECD) :

Le processus d'extraction des connaissances à partir de données (ECD) est un processus interactif et itératif qui fait intervenir plusieurs étapes et la fouille de données est tout simplement un élément intervenant dans ce processus .Généralement, le processus d'extraction des connaissances illustré dans la figure 2 consiste en la succession des étapes suivantes :

- ✓ Compréhension du métier
- ✓ Compréhension des données
- ✓ Préparation des données
- ✓ Modélisation
- ✓ Évaluation du modèle
- ✓ Utilisation du modèle

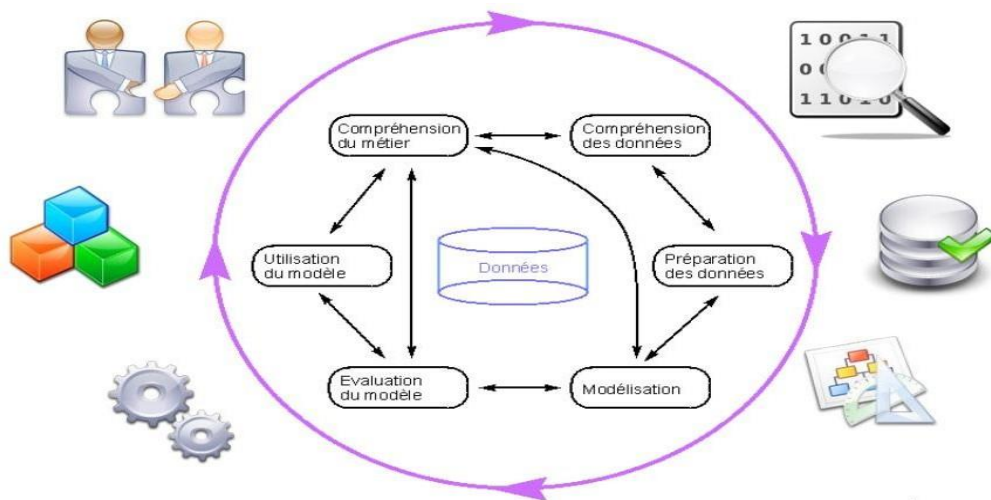


Figure 21 : les étapes d'un processus ECD

3-1.Compréhension du métier :



Cette première phase est essentielle et doit permettre de comprendre les objectifs et les besoins métiers afin de les intégrer dans la définition du projet de la fouille de données et de décliner un plan permettant de les atteindre et les satisfaire.

3-2.Compréhension des données :



Il s'agit de collecter et de se familiariser avec les données à disposition. Il faut Également identifier le plus tôt possible les problèmes de qualité des données, développer les premières intuitions, détecter les premiers ensembles et hypothèses à analyser.

3-3.Préparation des données :



Cette phase comprend toutes les étapes permettant de construire le jeu de données qui sera utilisé par le(s) modèle(s). Ces étapes sont souvent exécutées plusieurs fois, en fonction du modèle proposé et du retour des analyses déjà effectuées. Il s'agit entre autres d'extraire, transformer, mettre en forme, nettoyer et de stocker de façon pertinente les données. La préparation des données peut constituer environ 60 à 70% du travail total.

3-4. Modélisation :

C'est ici qu'entrent en jeu les méthodologies de modélisation issues notamment de la statistique. Les modèles sont souvent validés et construits avec l'aide d'analystes du côté métier et d'experts en méthodes quantitatives. Il y a dans la plupart des cas plusieurs façons de modéliser le même problème de la fouille de données et plusieurs techniques pour arriver à ajuster au mieux un modèle aux données. La boucle de feedback vers les points précédents est fréquemment utilisée pour améliorer le modèle.



3-5. Évaluation du modèle :

Un ou plusieurs modèles sont construits. Il faut s'assurer que les résultats soient jugés satisfaisants et soient cohérents notamment vis-à-vis des objectifs métiers.



3-6. Utilisation du modèle :

La mise au point du modèle n'est pas la fin du processus de la fouille de données. Une fois les connaissances extraites des données, elles doivent encore être organisées et présentées de façon à les rendre utilisables par les destinataires. Cela peut être aussi simple que de fournir une synthèse descriptive des données ou aussi complexe que de mettre en œuvre un processus complet de fouille de données pour l'utilisateur métier final. Il est néanmoins toujours important que l'utilisateur comprenne les limites des données et de l'analyse pour que ses interprétations et ses décisions soient judicieuses.



3-7. Les tâches de La fouille de données :

Contrairement aux idées reçues, La fouille de données n'est pas le remède miracle capable de résoudre toutes les difficultés ou besoins de l'entreprise. Cependant, une multitude de problèmes d'ordre intellectuel, économique ou commercial peuvent être regroupés, dans leur formalisation, dans l'une des tâches suivantes : [4]

3-7-1. Classification : Elle permet de prédire si une instance de donnée est membre d'un groupe ou d'une classe prédéfinie, en se basant sur une fonction définie et un fichier d'apprentissage qui contient toutes les données déjà classées.

3-7-2. Estimation : Contrairement à la classification, le résultat d'une estimation permet d'obtenir une variable continue, à partir des caractéristiques d'un objet.

3-7-3. Prédiction : La prédiction ressemble à la classification et à l'estimation mais dans une échelle temporelle différente. Tout comme les tâches précédentes, elle s'appuie sur le passé et le présent mais son résultat se situe dans un futur généralement précisé.

3-7-4. Le regroupement par similitudes : Le regroupement par similitudes consiste à grouper les éléments qui vont naturellement ensemble. La technique la plus appropriée au regroupement par similitudes est l'analyse du panier de la ménagère : les règles d'association.

3-7-5. Segmentation « Clustering » : Elle consiste à segmenter une population hétérogène en sous populations homogènes. Contrairement à la classification, les sous populations ne sont pas préétablis. La technique la plus appropriée à cette tâche est l'analyse des clusters

3-7-6.Description :C'est souvent l'une des premières tâches demandées à un outil de la fouille de données. On lui demande de décrire les données d'une base complexe. Cela engendre souvent une exploitation supplémentaire en vue de fournir des explications.

5. Les techniques de la fouille de données :

Il existe de nombreux outils ou techniques de la fouille de données [4][5]. Voici les plus importantes techniques :

5-1.Les arbres de décision : Représentation graphique d'une procédure de classification à partir de données. Ils ont pour objectif la classification et la prédiction.

5-2.Les réseaux de neurones :Ils simulent le système nerveux biologique. Un réseau de neurones est composé de plusieurs neurones interconnectés. Un poids est associé à chaque arc et à chaque neurone on associe une valeur.

5-3.Les algorithmes génétiques :Une transposition simplifiée des neurones du cerveau humain. Très utilisés pour la classification, l'estimation, la prédiction et la segmentation.

5-4.Les règles d'association :Leur principale application est « l'analyse du panier de la ménagère » qui consiste, comme l'indique son nom, en la recherche d'associations entre produits sur les tickets de caisse et l'étude de ce que les clients achètent. La méthode recherche quels produits tendent à être achetés ensemble.

Les règles d'association ou l'analyse du panier de la ménagère sont une des méthodes de la fouille de données les plus répandus dans le domaine du marketing et de la distribution. Elles peuvent être appliquées à tout secteur d'activité pour lequel il est intéressant de rechercher des groupements potentiels de produits ou de services, par exemple : services bancaires, services de télécommunications, maintenance et dans le secteur médical pour la recherche de complications dues à des associations de médicaments ou à la recherche de fraudes en recherchant des associations inhabituelles.

Le système génère des règles d'association de forme "Si action1 ou condition alors action2". Elles peuvent se situer dans le temps : "Si action1 ou condition à l'instant t1 alors action2 à l'instant t2" c'est les règles d'association séquentielles.

6. La segmentation « Clustering » :

Consiste à segmenter une population hétérogène en un ensemble de sous-groupes ou « clusters » plus homogènes. C'est une classification non supervisée, les classes possibles et leur nombre ne sont pas connus au préalable et les exemples disponibles sont non étiquetés.

Le but est donc de découvrir des relations intéressantes qui peuvent exister implicitement entre les données et qui permette de regrouper dans un même groupe ou cluster les objets considérés comme similaire.

Dans notre mémoire, nous nous intéressons à la technique des règles d'association dont nous détaillons son principe dans la section suivante [5].

6-1.Classification d'image :

Classifier une image consiste à rassembler l'ensemble des pixels de l'image en un nombre limité de classes correspondant aux grands éléments structuraux de l'image. C'est établir une cartographie de l'image en s'appuyant sur les valeurs radiométriques des pixels.

On distingue les classifications non dirigées dans lesquelles on ne s'appuie pas a priori sur des informations concernant les objets à classer. Les classifications dirigées s'appuient sur l'identification d'objets appelés "sites témoins" qui serviront de référence pour les autres pixels de l'image.

Les outils de classification couramment utilisés sont : d'arbre de décision basée sur des règles classification, les réseaux de neurones... etc.

6-2. Clustering d'image :

Le clustering est le processus de regroupement des observations de types similaires en petits groupes dans la population en général.

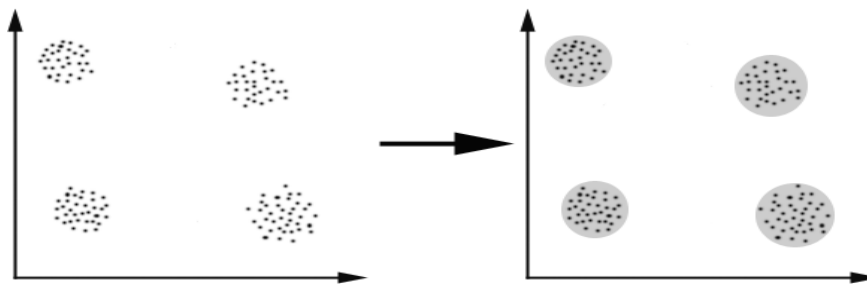


Figure 22: exemple de clustering

A travers la figure 7 nous identifions facilement les 4 groupes dans lesquels les données peuvent être divisées. Le critère de similarité est la distance: deux ou plusieurs objets appartiennent au même groupe si elles sont «proches», selon une distance donnée (dans cette distance géométrique de cas). C'est ce qu'on appelle le regroupement basé sur la distance.

Un autre type de regroupement est le regroupement conceptuel: deux ou plusieurs objets appartiennent au même groupe si celui-ci définit un concept commun à tous les objets. En d'autres termes, les objets sont regroupés en fonction de leur forme à des concepts descriptifs, pas en fonction de mesures de similarité simples.

6-3. Réseau de neurone :

Un réseau de neurone est défini par un ensemble d'unités de traitement qui peuvent être des unités soit d'entrée, soit de sortie, soit cachées. L'apprentissage s'effectue par l'injection de cas en entrée et par la mesure des conclusions en sortie.

7. Processus de la fouille des images :

La figure 8 montre le processus de la fouille des images. Les images sont d'abord prétraitées pour améliorer leur qualité. Ensuite elles sont soumises à diverses transformations pour l'extraction de caractéristiques importantes. L'étape suivante consiste à utiliser les techniques de la fouille des données pour extraire les motifs et modèles. Ces données seront évaluées et interprétées pour obtenir des connaissances finales qui peuvent être exploitées par les applications .

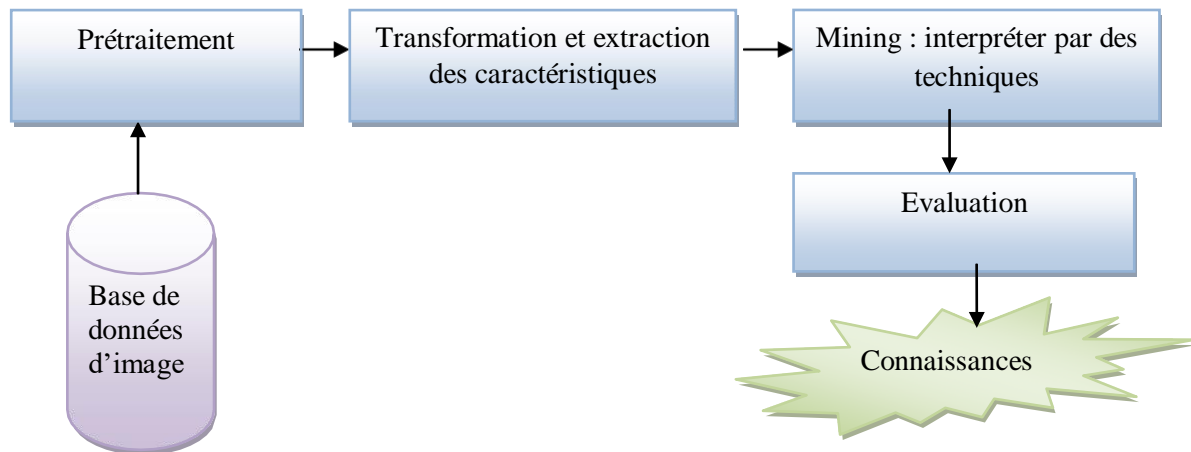


Figure 23: le processus de la fouille d'images

7.1 Les principaux Framework:

Il est nécessaire d'utiliser un Framework approprié pour la fouille des images. Car il est impératif de traiter la base de données d'images pour produire une information pratique pour l'utilisateur.

Pour cela, nous distinguons deux types de Framework

- Guidés par les fonctions
- Guidés par l'information

7-1-1 Guidés par les fonctions :

Ce Framework consiste à organiser et classer les rôles et les tâches à accomplir dans la fouille d'images. Par contre, il ne parvient pas à mettre en évidence les différents niveaux de représentation de l'information. Ce qui explique que la majorité des architectures des systèmes de la fouille des images existantes ne peuvent utiliser ces Framework .

7-1-2 Guidés par l'information :

Ce Framework vise à mettre en évidence le rôle de l'information à différents niveaux de représentation, on distingue 4 niveaux de représentation de l'information :

- Niveau pixel: ce niveau comprend des informations d'image brute comme les pixels de l'image et les caractéristiques primitives de l'image telles que la couleur, la texture et la forme.
- Niveau objet : ce niveau traite de l'objet ou des informations de région sur la base des caractéristiques primitives du niveau pixel.
- Niveau concept sémantique: Il place les objets identifiés dans le niveau objet dans le

contexte des scènes représentées.

- Niveau modèle et connaissances: il intègre un domaine lié aux données alphanumériques et à relations sémantiques découvertes à partir des données d'image.

7-2. Les outils de la fouille des images :

Les outils utilisés dans la fouille des images sont les techniques de la fouille de données et les outils de traitement d'image.

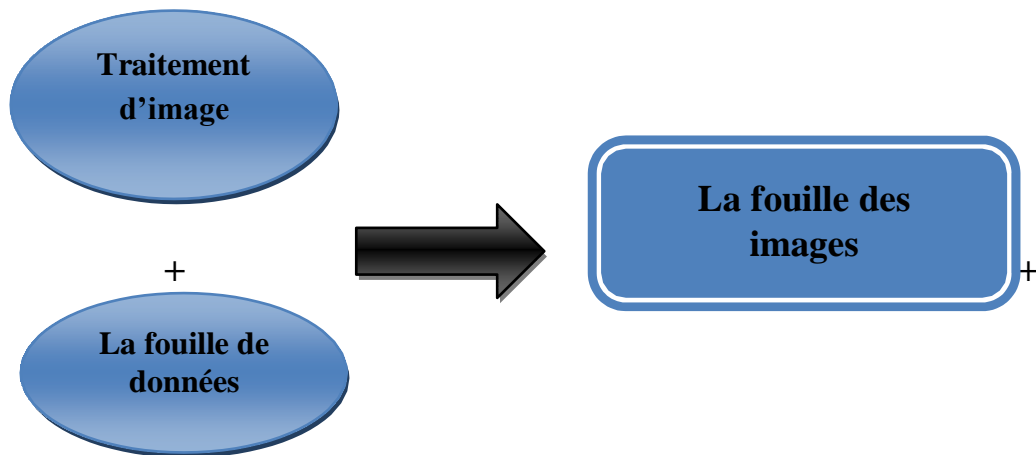


figure 24: la fouille des images

8. De la fouille des données vers La fouille des images :

La différence entre la fouille des images et la fouille de données est de taille car il existe des différences importantes entre les deux. Voici quelques-unes :

*Des valeurs Absolues contre des valeurs relatives

Dans les bases de données relationnelles, les valeurs de données sont sémantiquement significatives. Par exemple, l'âge est 35 est bien compris. Cependant dans les bases de données images, les valeurs de données elles-mêmes ne peuvent pas être significatives à moins que le contexte les soutienne. Par exemple une valeur de gamme de gris de 46 pourrait sembler plus foncée qu'une valeur de gamme de gris de 87 si toutes les valeurs environnantes de pixels de contexte sont très lumineuses.

*L'information spatiale (Indépendante par rapport à la position dépendante):

Une autre différence importante entre les bases de données relationnelles et les bases de données d'image, c'est que l'information spatiale implicite est essentielle pour l'interprétation du contenu de l'image, mais il n'y a pas cette exigence dans les bases de données relationnelles.

*Unique par rapport à de multiples interprétations

Une troisième différence importante sur les caractéristiques de l'image où les mêmes motifs visuels peuvent avoir de multiples interprétations. Ce qui nécessite une nouvelle classe d'algorithmes pour répondre aux besoins particuliers de l'exploitation des modèles utiles à partir d'images.

9. Conclusion:

La fouille des images regroupe deux thèmes principaux :

- La fouille de grandes collections d'images
Exemple: collection des images de satellites météorologique
- L'extraction de données combinées de grandes collections d'images et de données alphanumériques associées

CHAPITRE 4

La Fouille de Données pour la recherche d'image par contenu

1. Introduction:

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les concepts relatifs à la fouille des images. Ce chapitre consiste à décrire la méthode proposée pour l'extraction des règles d'association à partir des images.

La méthode proposée consiste de plusieurs étapes:

- ✓ Extraction de caractéristiques à partir de la base d'images.
- ✓ Algorithme d'extraction des règles.
- ✓ Extraction des règles d'association.

2. Extraction des caractéristiques

Pour chaque image, on calcule un vecteur contenant ses caractéristiques. Ces dernières sont organisées dans une base.

La section suivante introduit les différentes caractéristiques utilisées dans notre étude.

2-1. Descripteur couleur:

Les caractéristiques d'un histogramme de couleurs

Un histogramme de couleurs se concentre uniquement sur la proportion du nombre de différents types de couleurs, quelle que soit la localisation spatiale des couleurs. Les valeurs d'un histogramme de couleur sont des statistiques. Ils montrent la distribution statistique des couleurs et le ton essentiel d'une image.

En général, les distributions de couleur de premier plan et arrière-plan dans une image sont différentes, il pourrait y avoir une distribution bimodale dans l'histogramme.

Pour l'histogramme de luminance seul, il n'y a pas histogramme parfait et en général, l'histogramme peut dire s'il est sur l'exposition ou non, mais il y a des moments où vous pourriez penser l'image est surexposée en regardant l'histogramme; Cependant, en réalité, ce n'est pas.

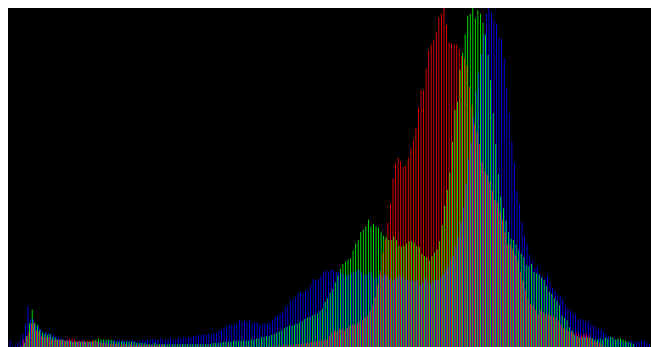


Figure 25: Les caractéristiques d'un histogramme de couleurs

2-2. Descripteur texture:

Filtre de Gabor

Dans le traitement d'image, un filtre de Gabor, du nom de Dennis Gabor est un filtre linéaire utilisé pour la texture analyse, ce qui signifie qu'il analyse fondamentalement s'il y a un contenu de fréquence spécifique dans l'image dans des directions spécifiques dans une région localisée autour du point ou de la région d'analyse.

Un ensemble de filtres de Gabor avec différentes fréquences et orientations peuvent être utiles pour extraire des caractéristiques utiles à partir d'une image. Dans le domaine discret, les filtres à deux dimensions Gabor sont données par,

$$G_c[i, j] = B e^{-\frac{(i^2+j^2)}{2\sigma^2}} \cos(2\pi f(i \cos \theta + j \sin \theta))$$

$$G_s[i, j] = C e^{-\frac{(i^2+j^2)}{2\sigma^2}} \sin(2\pi f(i \cos \theta + j \sin \theta))$$

où B et C sont facteurs de normalisation à déterminer. 2-D filtres de Gabor ont des applications riches en traitement d'images, en particulier dans l'extraction de caractéristiques pour l'analyse de la texture et la segmentation.

2-3. Descripteur forme:

daisy

Le descripteur DAISY proposé par Tola et al. en 2008 et repris ensuite en. Il a été introduit pour accélérer les temps de calculs et d'améliorer l'invariance. Selon les auteurs, il est 66 fois plus rapide que le SIFT. La différence essentielle réside dans la forme de la région dans laquelle est calculé le descripteur et dans l'utilisation des filtres de dérivées gaussiennes orientées à la place des gradients exploités dans les méthodes précédemment citées. Étant donné une image *I* et une orientation θ , les auteurs proposent de créer huit orientations définies par :

$$M_{\theta}^{\sigma} = g_{\sigma} * \left(\frac{\partial I}{\partial \theta}\right)^+$$

Sobel

Le descripteur d'images Sobel consiste à dériver spatialement l'image dans les deux directions (horizontale et verticale) avec un pré-filtrage gaussien. Il est calculé de la manière suivante. Tout d'abord, l'image en entrée *I* est dérivée horizontalement (respectivement verticalement) à l'aide du descripteur d'images GradX (respectivement GradY) afin d'obtenir l'image dérivée *I_x* (respectivement *I_y*). Pour rappel, les descripteurs GradX et GradY contiennent un filtrage gaussien, caractéristique du descripteur de Sobel. Les images dérivées *I_x* et *I_y* sont ensuite associées en

suivant l'équation suivante pour obtenir le descripteur de Sobel (I_{Sobel}) de l'image I .

$$I_{Sobel} = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}$$

Histogrammes de gradients orientés

Les descripteurs HOG (Histogram of Oriented Gradients) ont été introduits par Navneet Dalal et Bill Triggs, deux chercheurs de l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA). Le but des HoG est de représenter l'apparence et la forme d'objet dans une image grâce à la distribution d'intensité des gradients ou de direction des contours. Ceci est effectué en divisant l'image en régions connectées, appelées cellules, et en calculant pour chaque cellule un histogramme des directions de gradients ou des orientations de contour pour les pixels appartenant à cette cellule. Le descripteur final est obtenu par la concaténation de ces histogrammes.

3. Algorithme d'extraction des règles d'association:

*Algorithme APRIORI

Cet algorithme introduit par Rakesh Agrawal et R. Srikant [8]. C'est le premier algorithme d'extraction des règles d'association dans les bases de données transactionnelles. Il est un algorithme par niveaux qui permet de découvrir les sous-ensembles d'items fréquents en partant de ceux dont la longueur est 1 et en augmentant la longueur au fur et à mesure.

Cet algorithme est fondé sur la propriété des sous-ensembles d'items fréquents. Chaque niveau comprend une phase de génération de tous les itemsets candidats et une phase d'évaluation pour en éliminer les non fréquents.

Apriori est un algorithme qui a été conçu pour rechercher les itemsets fréquents. Il est donc à la charge de l'utilisateur d'exploiter ces itemsets pour la génération des règles intéressantes.

Le principe de cet algorithme est schématisé dans la figure 1 :

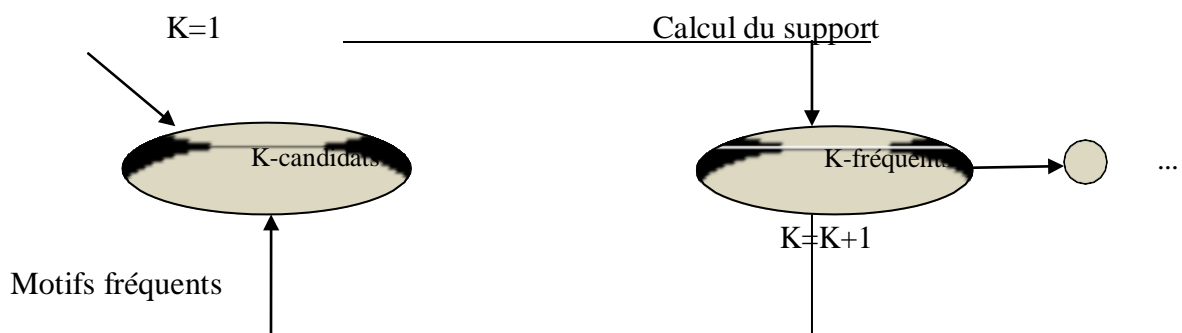


Figure 26: Le principe de l'algorithme APRIORI

Cette figure nous montre que la génération des motifs fréquents se fait à partir des motifs candidats de l'étape (k-1)

Apriori est décomposé en deux phases:

Phase1: trouver tous les ensembles d'items fréquents ayant des supports suffisants.

Phase2: générer à partir de ces ensembles d'items fréquents des règles d'associations solides ayant des confiances suffisantes.

Algorithme APRIORI –Phase 1		Algorithme APRIORI –Phase 2	
Entrée	MinSup et BD	Entrée	MinConf, l'ensemble d'items fréquents
Sortie	ensemble L d'ensembles d'items fréquents	Sortie	ensemble R de règles d'associations
Méthode	K=1 ; L=∅ ; C1= {Candidats de taille 1} ; L1= Gen_Frequent (1, C1) ; Non vide de I Répéter K=K+1 ; CK=Gen_Candidats(K,LK-1) ; LK=Gen_Frequents(K,CK) ; L=L ∪ LK ; Jusqu'à LK=∅ ;	Méthode	R=∅ ; Pour chaque ensemble I de L Pour chaque sousensembles S L=L ∪ L1 ; Conf (S → I-S) = Sup (I) /Sup (S) Si Conf ≥ MinConf r = “ S → (I-S) » ; R=R ∪ {r} Fin Si

Tableau 2:Algorithme APRIORI.

Exemple sur l'algorithme APRIORI


- Min support = 2 (i.e. MinSup =2/9= 22%)
- Min Confiance = 70%

TID	LISTE DES ITEMS
Image1	Carat1, Carat2, Carat3
Image2	Carat2, Carat4
Image3	Carat2, Carat5
Image4	Carat1, Carat2, Carat4
Image5	Carat1, Carat5
Image6	Carat2, Carat5
Image7	Carat1, Carat5
Image8	Carat1, Carat2, Carat5, Carat3
Image9	Carat1, Carat2, Carat5

C1

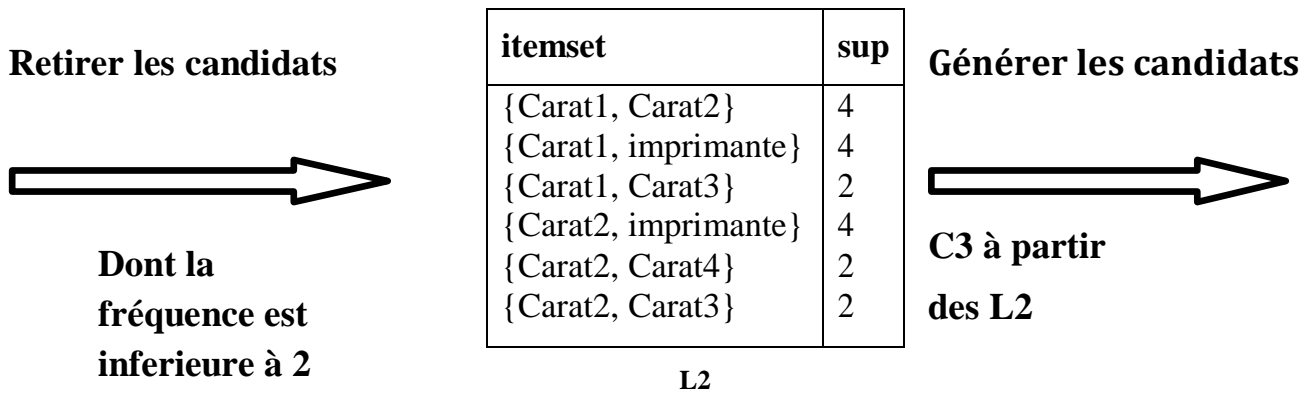
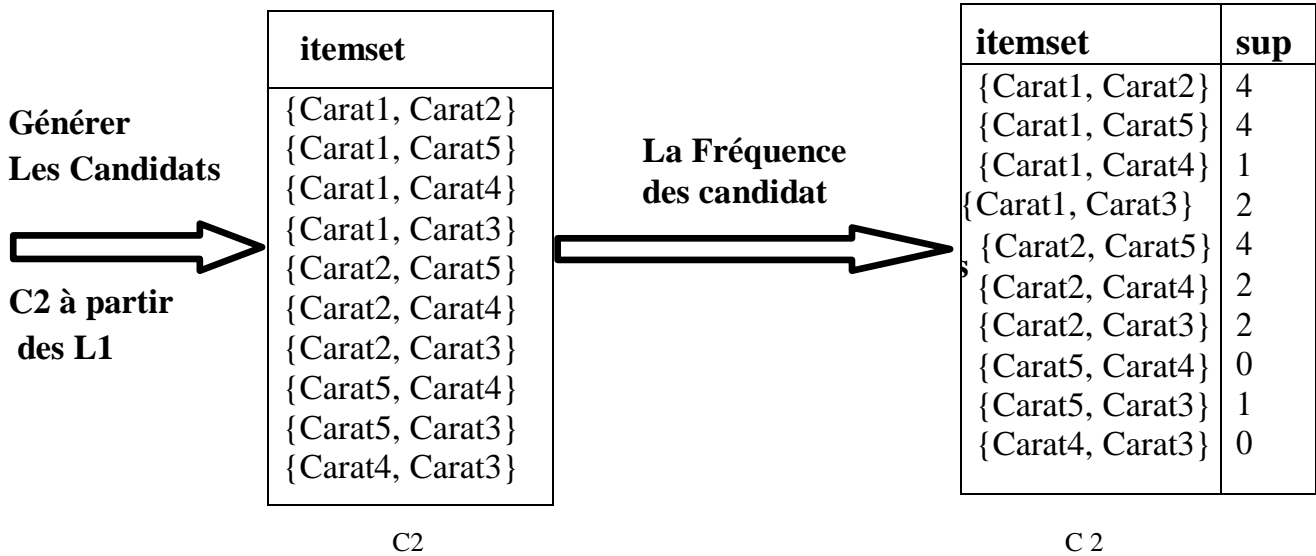
Itemset	Sup
{Carat1}	6
{Carat2}	7
{Carat5}	6
{Carat4}	2
{Carat3}	2

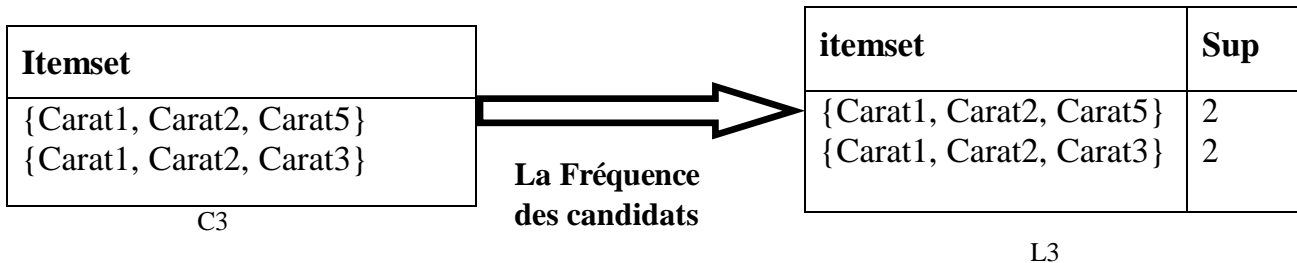
Retirer les candidats



Dont la fréquence est inférieure à 2

itemset	sup
{Carat1}	6
{Carat2}	7
{Carat5}	6
{Carat4}	2
{Carat3}	2





Les règles	Confiance %	Remarque
R1: carat1,carat2 → carat3	50	Rejeté
R2: carat1,carat3 → carat2	100	Marqué
R3: carat2,carat3 → carat1	100	Marqué
R4: carat1 → carat2,carat3	33	Rejeté
R5: carat2 → carat1,carat3	29	Rejeté
R6: carat3 → carat1,carat2	100	Marqué

TABLEAU 3 : L ETAT DES REGLES SONT CLASSIFIES SELON LA CONFIANCE .

4. Phase en ligne:

C'est la phase de recherche. Après avoir généré les règles d'association (RA), il est temps de les utiliser dans cette phase. Dans les sections suivantes, chaque processus de cette phase est décrit en détail.

4-1. Modalités et traitement des requêtes:

Le paradigme de requête utilisé dans cette méthode est le composite. Le paradigme composite implique l'utilisation d'une ou plusieurs modalités d'interrogation d'un système. Le modèle de requête de base utilisé est la requête par image car lorsqu'une image est utilisée comme requête, toutes les informations qu'elle contient sont fournies au système. Pour l'image requête, nous devons extraire les mêmes caractéristiques comme les caractéristiques des images de la base d'image.

4-2. Rechercher les clusters visuels associés:

En plus des RA puissants générés à partir de la phase hors ligne, il existe une autre sortie de cette phase qui est l'arbre NOHIS. Nous devons utiliser la même arborescence pour rechercher les clusters pertinents dans l'image requête. Pour chaque entité, le vecteur de requête q sera utilisé pour rechercher dans les arbres et pour récupérer les clusters pertinents de q. Le cluster pertinent est le cluster feuille qui contient les objets ou les voisins les plus proches de q. La mesure de similarité utilisée est simplement définie comme la distance euclidienne entre deux vecteurs. La définition formelle de la distance euclidienne entre deux

vecteurs $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ et $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ dans un espace à n dimensions est la suivante:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

4-3. Recherche les RA associées:

Le but de ce processus est d'utiliser la liste des clusters visuels associés comme entrée, puis effectuer une recherche séquentielle dans RA pour récupérer les règles qui incluent ces clusters.

4-4 .Obtenir la liste des résultats classés:

Pour toutes les RA recherchées, nous devons obtenir les images des clusters. Pour chaque image, le score correspondant à l'image de requête q doit être calculé si l'image ne fait pas partie des 500 premières images pour chaque caractéristique visuelle. Étant donné que les scores de pertinence sont générés à partir de différents espaces de fonctionnalités, il est important de normaliser les scores avant de les fusionner. La normalisation des scores est très souvent considérée comme une étape préliminaire à la fusion des données. La méthode linéaire Zero-One qui mappe les scores dans la plage de $[0, 1]$ est utilisée. Pour tout système de recherche avec m images d_i dans la liste de résultats où $1 \leq i \leq m$ où m est le nombre total des images dans la liste de résultats, la normalisation linéaire Zero-One peut être effectuée en utilisant l'équation suivante:

$$s_i = \frac{r_i - \min_r}{\max_r - \min_r}$$

où \min_r et \max_r sont respectivement le score minimal et le score maximal qui apparaissent dans la liste des résultats, r_i est le score brut d'image d_i . Ensuite, les scores normalisés des différentes modalités doivent être fusionnés en utilisant la méthode CombSum qui produit les scores finaux des images pour les réorganiser. CombSum (Sum of Combination) est l'une des méthodes typiques de fusion de données dans la recherche d'informations. Pour calculer le score fusionné pour chaque image d de la base d'image D , supposons que les résultats $L_i = \langle d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{im} \rangle$

où L_i est généré en utilisant différentes fonctionnalités, CombSum utilise l'équation suivante:

$$f(d) = \sum_{i=1}^n s_i(d)$$

où $s_i(d)$ est le score de pertinence de d dans chaque liste de résultats. Ensuite, s'il y a une requête de en entrée, le score fusionné de chaque image corrélée doit être incrémenté par un. Enfin, la liste fusionnée finale sera réorganisée en fonction des scores fusionnés.

5 .Conclusion:

Dans ce chapitre une nouvelle méthode a été proposée. Un algorithme d'extraction de règles d'association a

été utilisé dans la recherche des images pour construire des relations sémantiques entre des clusters d'images en fonction des caractéristiques visuelles pour le même ensemble de base d'image. Du point de vue de la fusion d'informations, une technique de fusion est utilisée. La phase en ligne utilise les RA construits à partir de la phase hors ligne. Ensuite, le processus de recherche nécessite un exemple de requête d'image pour démarrer.

CHAPITRE 5

Résultats expérimentaux



1. Introduction:

Ce chapitre décrit les évaluations concernent à la fois l'efficacité, la fiabilité et la qualité de recherche assurant la pertinence des résultats.

Nous présentons en premier lieu les bases d'images sur lesquelles notre système a été testé ainsi que les critères et mesures d'évaluation calculées sur ces bases. En deuxième lieu nous commentons les performances de notre système, en évaluant la capacité de satisfaire les requêtes lancées par l'utilisateur, ainsi que la rapidité d'exécution des différents modules ; essentiellement pendant la phase de recherche.

2. Contexte des expérimentations:

Pour l'implémentation , on a choisi Matlab R2014a comme un environnement d'implémentation et de programmation.

MATLAB (« matrix laboratory ») est un langage de script émulé par un environnement de développement du même nom ; il est utilisé à des fins de calcul numérique. Développé par la société The MathWorks, MATLAB permet de manipuler des matrices, d'afficher des courbes et des données, de mettre en oeuvre des algorithmes, de créer des interfaces utilisateurs, et peut s'interfacer avec d'autres langages comme le C, C++, Java, et Fortran.

Le prototype de système de est développé en Matlab avec une interface utilisateur graphique simple (GUI) à des fins expérimentales uniquement, comme le montre la figure 27.

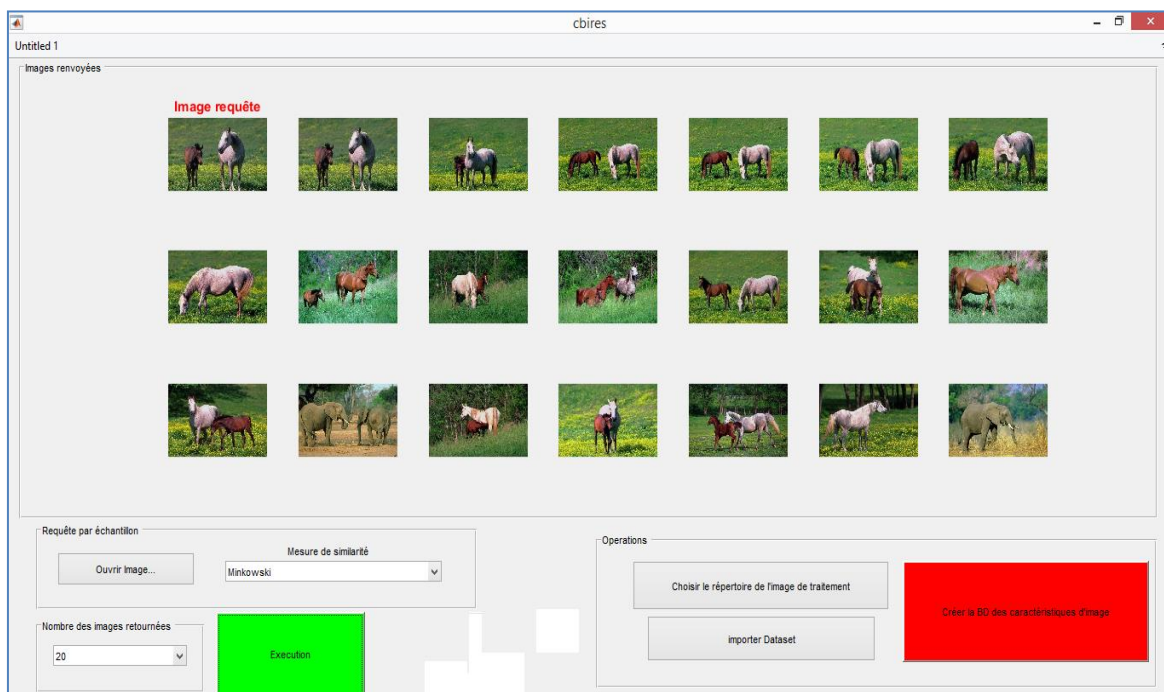


FIGURE 27 INTERFACE D'EXECUTION

2-1. Bases d'images:

Nous évaluons les performances de notre système avec des bases d'images connues par la communauté qui travaille dans ces technologies.

Nous présentons brièvement les spécificités de ces bases par ordre de complexité et de difficulté.

La base de Wang-1000

Dans cette étude, nous avons utilisé la base de données Wang-1000 [47], elle est la base de données d'images la plus utilisée dans ce domaine de recherche. Les images de la base de données se compose de dix classes avec un nombre égal d'images, qui sont Africains, plages, bâtiments, bus, dinosaures, éléphants, fleurs, chevaux, montagnes et nourriture. Les images sont de taille 256x384 ou 384x256. Exemples d'images des classes de base de données Wang-1000 sont données dans la figure 28.

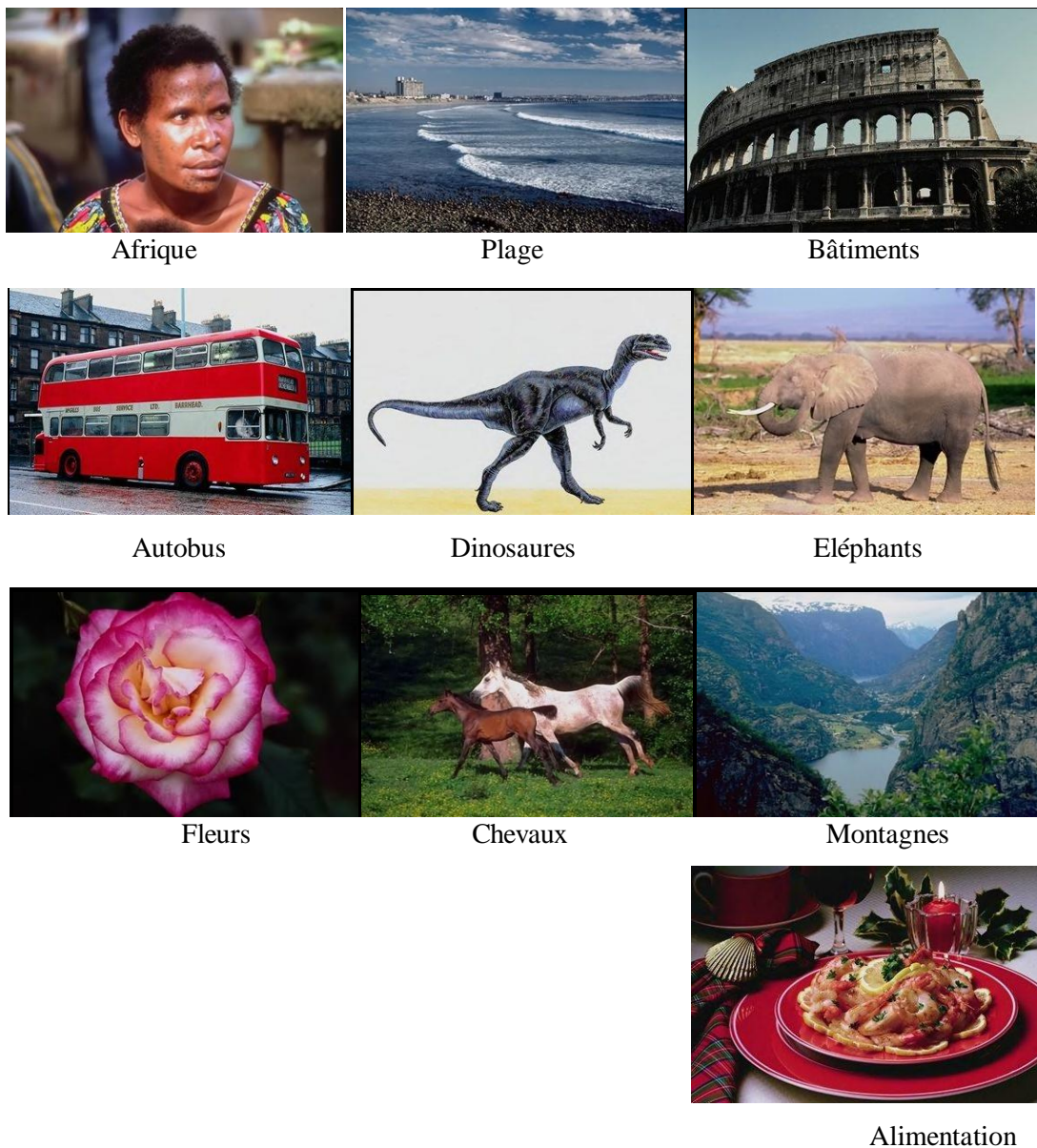


Figure 28: Catégories de la base Wang-1000

3. Mesures d'évaluations

Avant l'exécution d'un système de recherche d'images, une évaluation qui permet de mesurer la performance de ce système est nécessaire. Les mesures les plus courantes pour évaluer un système sont le temps de réponse et l'espace utilisé. Plus le temps de réponse est court, plus l'espace utilisé est petit, et plus le système est considéré bon.

Cependant avec des systèmes dédiés à la recherche d'images, en plus de ces deux critères, on s'intéresse à d'autres mesures. Dans le système de recherche d'images, l'utilisateur s'intéresse aux réponses pertinentes du système. Donc les systèmes de recherche d'images exigent l'évaluation de la précision de la réponse. Ce type d'évaluation est considéré comme l'évaluation des performances de recherche.

Dans cette section, nous allons décrire les deux mesures les plus courantes : le rappel et la précision. Ces mesures sont reliées entre elles. Donc on décrit souvent cette relation par une courbe de rappel et précision. Ensuite nous présentons d'autres mesures que l'on utilise aussi pour évaluer des systèmes de recherche d'images.

3-1.Rappel et précision (en anglais : Recall and Precision):

2 valeurs pour évaluer le système de recherche par contenu :

3-1-1.Le rappel:

Le rappel est le rapport entre le nombre d'images pertinentes dans l'ensemble des images trouvées et le nombre d'images pertinentes dans la base d'images.

$$Rappel = \frac{|Ra|}{|R|}$$

3-1-2.La précision :

La précision est le rapport entre le nombre d'images pertinentes dans l'ensemble des images trouvées et le nombre d'images trouvées.

$$Précision = \frac{|Ra|}{|A|}$$

Où :

_ I : une image requête

_ R : l'ensemble d'images pertinentes dans la base d'images utilisée pour évaluer.

_ |R| : le nombre d'images pertinentes dans la base d'images.

_ A : l'ensemble des réponses.

_ $|A|$: le nombre d'images dans l'ensemble des réponses.

_ $|Ra|$: le nombre d'images pertinentes dans l'ensemble des réponses.

Des définitions sont montrées dans la figure 28 :

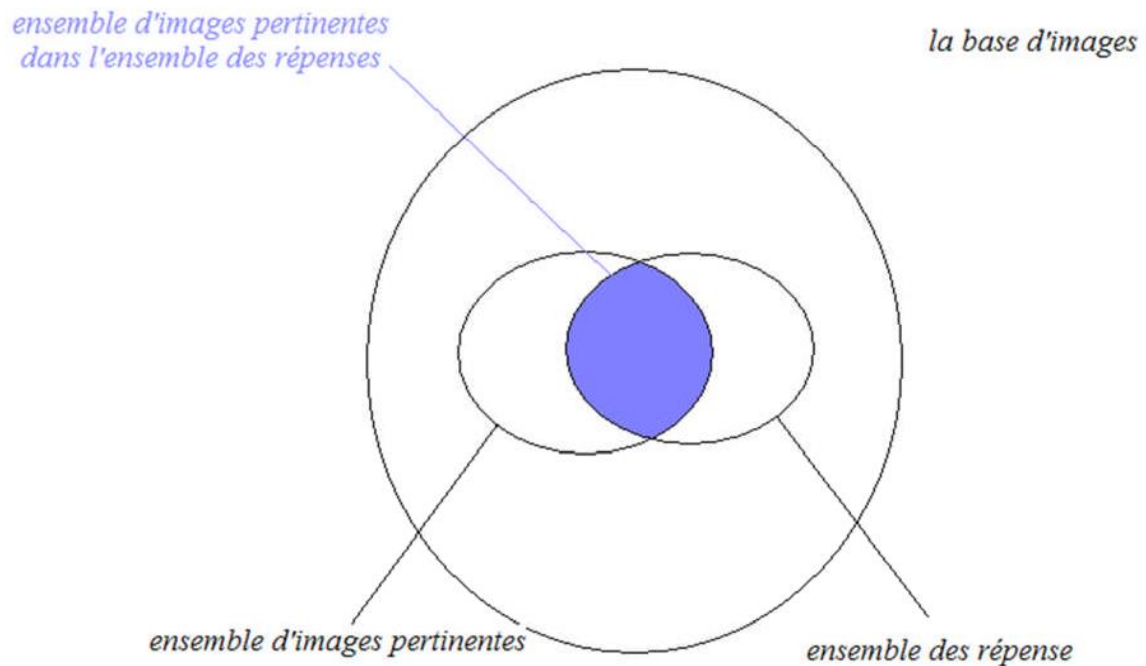


Figure 29 : Le rappel et la précision pour une requête

Exemple :



Figure 30: exemple d'image pertinentes

Calcul de Rappel et précision

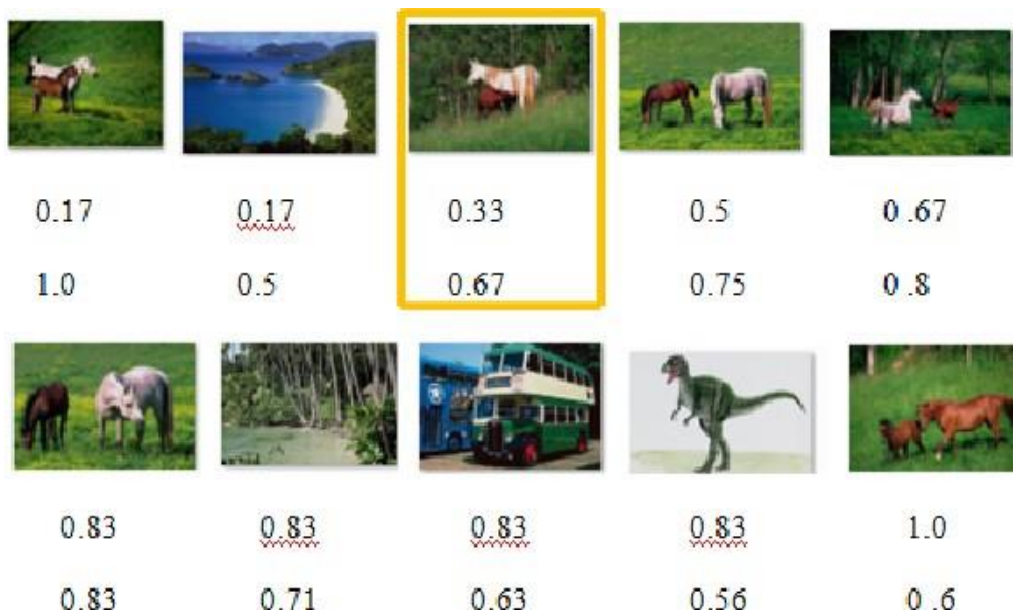


Figure 31: exemple de calcul le rappel et précision

$$\text{Rappel} = 2/6 = 0.33$$

$$\text{Précision} = 2/3 = 0.67$$

Dans les systèmes de recherche d'informations, afin de définir si une information est pertinente ou non, on a besoin d'experts dans le domaine. Dans les systèmes de recherche d'images, une image est pertinente pour une requête si les deux images sont dans la même classe. C'est pourquoi dans l'étape de préparation de la base d'images pour évaluer, on doit faire des annotations. L'annotation est un processus qui permet aux utilisateurs de choisir des mots clés correspondants à chaque image. Après l'annotation, on va classifier les images en classes appropriées. Si des images ne contiennent pas beaucoup d'objets, c'est facile de les classifier dans ces classes. Mais si les images contiennent beaucoup d'objets, la tâche de classification devient de plus en plus difficile. Dans ce cas là, chaque image appartient à plusieurs classes.

3-1-3.La courbe de rappel et précision:

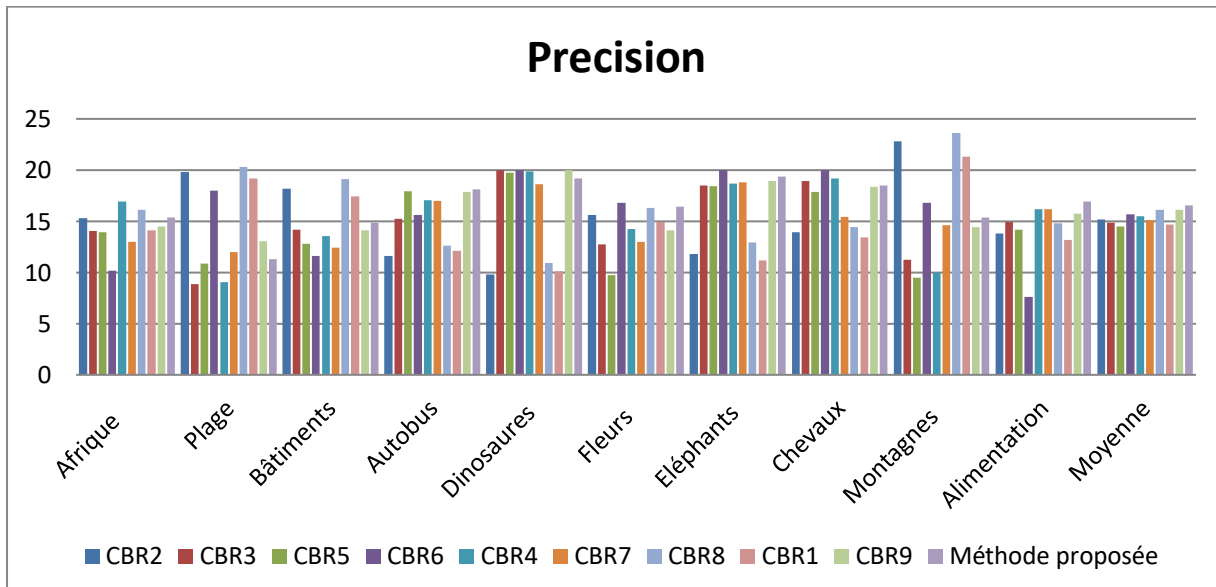
Le rappel et la précision sont les mesures importantes, mais si on voit seulement une paire de valeurs de rappel et précision, cette paire de valeurs ne peut pas indiquer la performance du système. C'est pourquoi on donne souvent une distribution de rappel et précision sous en forme de courbe. Pour dessiner cette courbe, on doit calculer plusieurs paires de rappel et précision et les interpoler.

4. Résultat et discussion

Le système proposé est comparé à différentes avec quelques systèmes existants dans la littérature en calculant rappel et précision les tableaux 4 et 5 montrent les résultats obtenus. Ces système sont: CBR1[48], CBR2 [49], CBR3[50], CBR4 [51], CBR5 [52], CBR6 [53], CBR7 [54], CBR8 [55] et CBR9 [56] .

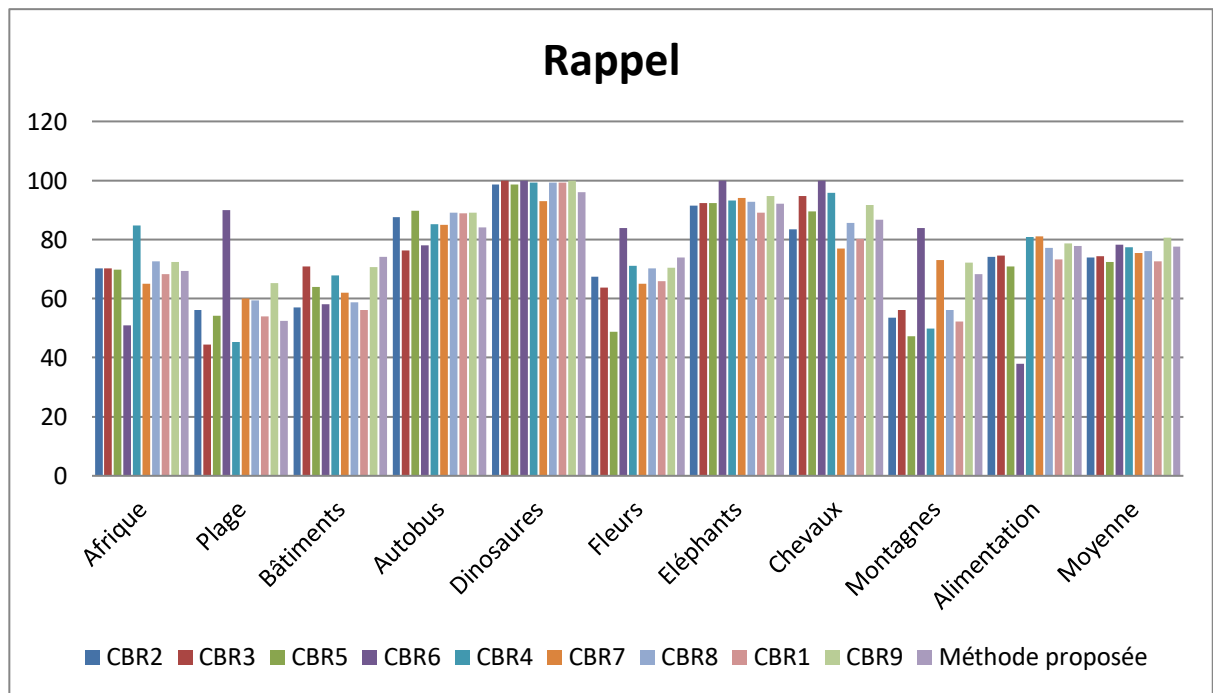
Classes	CBR2	CBR3	CBR5	CBR6	CBR4	CBR7	CBR8	CBR1	CBR9	Méthode proposée
Afrique	15.30	14.04	13.95	10.20	16.94	13.00	16.10	14.10	14.50	15.36
Plage	19.80	8.88	10.85	18.00	9.08	12.00	20.30	19.20	13.04	11.28
Bâtiments	18.20	14.16	12.79	11.60	13.56	12.40	19.10	17.40	14.12	14.86
Autobus	11.60	15.26	17.93	15.60	17.06	17.00	12.60	12.10	17.84	18.11
Dinosaures	9.80	20.00	19.74	20.00	19.86	18.60	10.90	10.10	20.00	19.17
Fleurs	15.60	12.76	9.76	16.80	14.22	13.00	16.30	14.90	14.10	16.42
Eléphants	11.80	18.48	18.46	20.00	18.66	18.80	12.90	11.20	18.96	19.38
Chevaux	13.90	18.94	17.89	20.00	19.16	15.40	14.40	13.40	18.36	18.48
Montagnes	22.80	11.24	9.46	16.80	9.96	14.60	23.60	21.30	14.45	15.34
Alimentation	13.80	14.90	14.18	7.60	16.16	16.20	14.80	13.20	15.76	16.93
Moyenne	15.20	14.86	14.50	15.66	15.46	15.10	16.10	14.68	16.11	16.53

Tableaux 4: Comparaison de la précision de la méthode proposée



Classes	CBR2	CBR3	CBR5	CBR6	CBR4	CBR7	CBR8	CBR1	CBR9	Méthode proposée
Afrique	70.30	70.20	69.75	51.00	84.70	65.00	72.60	68.30	72.50	69.45
Plage	56.10	44.40	54.25	90.00	45.40	60.00	59.30	54.00	65.20	52.50
Bâtiments	57.10	70.80	63.95	58.00	67.80	62.00	58.70	56.15	70.60	74.20
Autobus	87.60	76.30	89.65	78.00	85.30	85.00	89.10	88.80	89.20	84.20
Dinosaures	98.70	100.00	98.70	100.00	99.30	93.00	99.30	99.25	100.00	96.03
Fleurs	67.50	63.80	48.80	84.00	71.10	65.00	70.20	65.80	70.50	73.93
Eléphants	91.40	92.40	92.30	100.00	93.30	94.00	92.80	89.10	94.80	92.21
Chevaux	83.40	94.70	89.45	100.00	95.80	77.00	85.60	80.25	91.80	86.61
Montagnes	53.60	56.20	47.30	84.00	49.80	73.00	56.20	52.15	72.25	68.32
Alimentation	74.10	74.50	70.90	38.00	80.80	81.00	77.20	73.25	78.80	77.92
Moyenne	73.90	74.39	72.51	78.30	77.30	75.50	76.10	72.70	80.57	77.54

Tableaux 5: Comparaison du rappel de la méthode proposée



5. Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons testé la performance de la méthode sur la base Wang-1000. Après, on a présenté les grandes parties de notre application et les différents résultats obtenus pendant l'évaluation de la application de recherche d'image par le contenu. les résultats obtenu sont satisfaisants comparant au systèmes existants dans la littérature.

Bibliographie

- [1]: P. Agouris, J. Carswell et A. Stefanidis, "An environment for content-based image retrieval from large spatial databases", *Journal de photogrammetry and remote sensing*, Vol. 54, No. 4, pp. 263-272, 1999.
- [2]: D. H. Ballard: "Parameter networks, Towards a theory of low level vision. Proc 7th IJCAI, Vancouver, pp. 1068-1078, 1978.
- [3]: D. Barba et J. Ronsin, "Image segmentation using new measure of texture feature. *journal de Digital Signal Processing* 84, pp. 749-753, 1984.
- [4]: Hadjila Feth Allah et Bouabdallah Réda, "Reconnaissance des visages en utilisant les réseaux de neurones. Mémoire d'ingénieur. Université de Tlemcen. 2003.
- [5]: A. C. Bovik, M. Clark et W. S. Geisler, "Multichannel texture analysis using localized spatial filters; *journal IEEE Trans. PAMI*, vol. 12 pp. 55-73, 1990.
- [6]: C. Coroyer, "Apport des corrélations d'ordre élevé à l'analyse de textures non gaussiennes. Thèse de Doctorat, Univ. Cergy-Pontoise, France, 1996.
- [7]: A. Del Bimbo, "Visual Information Retrieval. Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
- [8]: Y. Deng et B. Manjunath, "Unsupervised segmentation of color texture regions in images and video. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 23:800-810, 2001.
- [9]: Deselaers T, "Features for Image Retrieval, Diploma Thesis, RWTH AachenUniversity. Aachen, Germany, December 2003.
- [10]: Francis R. Bach et Michael I. Jordan. "Learning Spectral Clustering, EECS Department, University of California, Berkeley. Technical Report No. UCB/CSD-03-1249. June 2003.
- [11]: M. Flickher, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, B. Dom, M. Gorkani, J. Hafner, D. Lee, D. Petkovic, D. Steele et P. Yanker, "Query by Image and Video Content: The QBIC System, *IEEE Computer*, vol. 28, no. 9, pp. 23-32, 1995.
- [12]: I. Fogel et D. Sagi. "Gabor, filters as texture discrimination. *Bio. Cybern.*, Vol. 61, pp. 103-113, 1989.

- [13] : A. P. Gagalowicz, Vers un modèle de texture. Thèse d'état, université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 1983.
- [14] : Gong Y., Proietti G. et Faloutsos C, Image Indexing and Retrieval Based on Human Perceptual Color Clustering. Proceeding Of International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 1998.
- [15] : C. Gratin, J. Vitria, F. Moreso et D. Seron, Texture classification using neural networks and local granulometries. Kluwer Academic Publishers, J.Serra & P. Soille Ed., pp. 309-317, 1994.
- [16] : A.Guérin-Dugué, S. Ayache et C.Berrut Image retrieval a first step for a human centered approach, in Fourth Pacific-Rim Conference on Multimedia, Singapore, 15-1, 2003.
- [17] : T. E. Hall et G. B. Giannakis, Image modeling using inverse filtering criteria with application to textures. IEEE Trans. on Image Processing, Vol. 5, No. 6, pp. 938-949, 1996.
- [18] : R.M.Haralik, K. Shanmugam et I. Dinstein, Textural features for images Classification. IEEE Transaction on System , Man, Cybernetics, 3,610-621, 1973.
- [19] : R. O. DUDA et P. E. HART, Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures. Communication of the ACM, Vol. 15, No. 1, pp. 11-15, 1972.
- [20] : P. V. C. HOUGH, Method et means for recognizing complex patterns. United States Patent, No. 3, 069, 654, 1962.
- [21] : P.S. Hiremath, S. Shivashankar, et J. Pujari , Wavelet based features for color texture classification with application to CBIR. International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS), 6(9) :124–133, 2006.
- [22] : M. K. Hu, Visual pattern recognition by moments invariants. Computer methods in image analysis. Transactions on Information Theory, 8, 1962.
- [23] : B. Burke Hubbard, Ondes et ondelettes. Sciences d'Avenir.Belin, 1995.
- [24] : A.K.Jain et F.Farrokhnia, Unsupervised texture segmentation using Gabor filters. Pattern recognition, Vol. 24, No. 12, pp. 1167-1186, 1991.

- [25] : G.W. Jiji et L. Ganesan, Comparative analysis of colour models for colour textures based on feature extraction. *International Journal of Soft Computing*, p 361–366, 2007.
- [26] : Kamel Houari, Recherche d'images par le contenu Doctorat kin, Université Mentouri de Constantine, 2010.
- [27] : Khouloud Meskaldji, Extraction et traitement de l'information : Un prototype d'un système de recherche d'images couleurs par le contenu magistère, Université Mentouri de Constantine, 2009.
- [28] : Michael S. Lew, D. P. Huijsmans et Dee Denteneer, Content based image retrieval KLT, projections, or templates. In A. W. M. Smeulders et R. Jain: editors. *Image Databases and Multi-Media Search, proceedings of the First International Workshop IDB-MMS'96*, Amsterdam: The Netherlands. Amsterdam University Press, pages 27-34. , 1996.
- [29] : Jia Li et James Z. Wang, Studying digital imagery of ancient paintings by mixtures of stochastic models, *IEEE Transactions on Image Processing*.
- [30] : G. Loum ,Segmentation pyramidale de textures par décomposition en ondelettes. Thèse de Doctorat de l'université de Paris XII, Val de Marnes, 1996.
- [31] : C. S. Lu, P. C. Chung et C. F. Chen, Unsupervised texture segmentation via wavelet transform. *Pattern Recogniton*, Vol. 30, No. 5, pp. 729-742, 1997.
- [32] :S.G.Mallat, A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 11, pp. 674-693, 1989.
- [33] : T. P. Minka, An Image Database Browser that Learns from User Interaction , Master of Engineering Thesis, 1996.
- [34] : Virginia E. Ogle et Michael Stonebraker. Chabot, Retrieval from a relational database of images. *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, pp. 40-48, 1995.
- [35] : P.Wu, B.S. Manjunath, S.Newman et H.D. Shin, A texture descriptor for browsing and similarity retrieval, *Signal processing: Image communication*, vol.16, no.1, 2, pp :33-43,2000.
- [36] : Fabio Policarpo, *The Computer Image*, ACM Press. Pages 298-308. 1998.

- [37] : F. Preteux et M. Schmitt : Boolean texture analysis and synthesis. Academic Press, J. Serra Ed., Vol. 2, pp 377-400, 1988.
- [38] : A. R. Rao et G. L. Lohse: Towards a texture naming system , Identifying relevant dimension of texture. IBM Research report, RC 19140 (83352), pp.29 , 1993.
- [39] : A. R. Rao et G. L. Lohse, Identifying high level features of texture perception. Computer Vision, Graphics and Image Processing , Graphic Models and Image Processing, Vol. 55, pp. 218-233, 1993.
- [40] : J. R. Smith et S.-F: Chang, Querying by color regions using the VisualSEEK content-based visual query system, In Intelligent Multimedia Information Retrieval. IJCAI, pp 159-173, 1996.
- [41] : M.A. Stricker et M. Orengo, Similarity of color images . In SPIE, Storage and Retrieval for image Video Databases, pages 381-392, 1995.
- [42] : Aditya Vailaya, Mário Figueiredo, Anil Jain et HongJiang Zhang. A: Bayesian Framework for Semantic Classification of Outdoor Vacation Images, IEEE Trans. Image Processing, Vol. 10, No. 1, pp. 157-172, 2001.
- [43] : J. Kovacevic et M. Vetterli, Wavelets et Subband Coding. Prentice Hall, 1995.
- [44] : J. Wang, Champs Markoviens multi-échelles applications à la segmentation d'images texturées et à la fusion multi-film. Thèse de Doctorat, Université Paris XI, Centre d'Orsay France, 1994.
- [45] : John P .Eakins et Margaret E .Graham, Content-based Image Retrieval. A report to the JISC Technology Applications Programme. Institute for Image Data Research, University of Northumbria at Newcastle. January 1999.
- [46] : Remco C. Veltkamp, Mirela Tanase, "Content-Based Image Retrieval Systems, A Survey", Department of Computing Science, Utrecht University, Technical Report UU-CS-2000-34, March 8, 2001.
- [47] : Wang, X., Wang, T., Ni, J.D., von Lintig, J., Montell, C. (2012). The Drosophila Visual Cycle and De Novo Chromophore Synthesis Depends on rdhB.
- [48] C.H. Lin, R.T. Chen, Y.K. Chan, A smart content-based image retrieval system based on color and texture feature, Image Vis. Comput. 27 (6) (2009) 658–665.

- [49] : M.E. ElAlami, A novel image retrieval model based on the most relevant features, *Knowl.-Based Syst.* 24 (2011) 23–32.
- [50] : P. Poursistani, H. Nezamabadi-pour, R.A. Moghadam, M. Saeed, Image indexing and retrieval in JPEG compressed domain based on vector quantization, *Math. Comput. Model.* 57 (5–6) (2013) 1005–1017.
- [51] : J.M. Guo, H. Prasetyo, H.S. Su, Image indexing using the color and bit pattern feature fusion, *J. Vis. Commun. Image R* 24 (2013) 1360–1379.
- [52] :M. Subrahmanyam, Q.M.J. Wu, R.P. Maheshwari, R. Balasubramanian, Modified color motif co-occurrence matrix for image indexing and retrieval, *Comput.*
- [53] : Subrahmanyam, M., et al. "Modified color motif co-occurrence matrix for image indexing and retrieval." *Computers & Electrical Engineering* 39.3 (2013): 762-774.
- [54] : A. Irtaza, M.A. Jaffar, E. Aleisa, T.S. Choi, Embedding neural networks for semantic association in content based image retrieval, *Multimed. Tool Appl.* 72 (2) (2014) 1911–1931.
- [55] : E. Walia, A. Pal, Fusion framework for effective color image retrieval, *J. Vis.Comm. Image R* 25 (2014) 1335–1348.
- [56] : A. Irtaza, M.A. Jaffar, E. Aleisa, T.S. Choi, Embedding neural networks for semantic association in content based image retrieval, *Multimed. Tool Appl.* 72 (2) (2014) 1911–1931.

Sitographie

[S1]: http://fr.wikipedia.org/wiki/Image_num%C3%A9rique

[S2]:<http://www.kaddour.com/chap1/chap1.htm>

