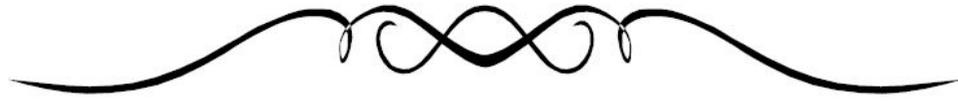


République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



*Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou*  
Faculté du Génie Electrique et Informatique  
Département d'Informatique



# Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en informatique*

**T'HÈME :**

***Gestion d'une bibliothèque d'imagerie médicale***

Réalisé par :

Mr : OTMANI Rezak  
Mr : METMER Akli

Encadré par :

Mr : A.DIB

Promotion 2013/2014

## *Remerciement*

*Nous tenons en premier lieu à remercier Monsieur DIB, pour son encadrement et son soutien qui nous ont permis de mener à bien ce projet.*

*Nos plus vifs remerciements vont aussi aux membres du jury qui ont bien voulu nous honoré en acceptant d'examiner notre travail.*

*Nos plus vif remerciement vont aussi à tous ceux qui on contribuer à la réalisation de ce travail et à tous ceux qui nous ont aidé à vaincre les nombreuses difficultés rencontrer toute au long de la duré de ce mémoire.*

*Nous exprimons, en fin, notre infinie gratitude à nos chers parents et familles en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement.*

*Rezak & Akli.*

# Sommaire

---

## Introduction générale

### Chapitre 01 : L'architecture client-serveur :

I.	Introduction .....	01
II.	Définition du modèle client/serveur .....	01
III.	Pour quoi le système client/serveur .....	01
IV.	Utilisation du modèle client /serveur .....	02
V.	Acteurs de cette architecture .....	02
V.1	Le client .....	02
V.2	Le serveur .....	02
V.3	Middleware .....	02
VI.	Notions de base .....	02
VII.	Principe de fonctionnement de l'architecture client / serveur .....	02
VIII.	L'évolution de l'architecture Client/Serveur .....	03
VIII.1.	Le client/serveur de première génération .....	04
VIII.2.	Le client/serveur de deuxième génération .....	04
VIII.3.	Le client/serveur de troisième génération .....	04
IX.	Les caractéristiques de modèle client/serveur .....	04
X.	Les modèles de client/serveur .....	05
XI.	Les différentes architectures .....	07
XI.1.	L'architecture 2-tiers .....	07
XI.2.	L'architecture trois tiers .....	09
XI.3.	Architecture n-tiers .....	10
XII.	Type de clients .....	12
XII.1.	Client lourd .....	12
XII.2.	Client léger .....	12
XII.3.	Client riche .....	12
XIII.	Types de serveur .....	13
XIII.1.	Serveur de fichier .....	13
XIII.2.	Serveur de Groupware .....	13
XIII.3.	Serveur de transaction .....	13
XIII.4.	Serveur de bases de données .....	13
XIII.5.	Serveur d'applications objet .....	13

# Sommaire

---

XIII.6. Serveur d'application web .....	14
XIV. Les technologies coté client ou serveur .....	14
XIV.1. Les technologies coté client .....	14
XIV.2. Les technologies coté serveur .....	14
XV. Avantages de l'architecture client/serveur .....	14
XVI. Inconvénients du modèle client/serveur .....	15
XVII. Le middleware .....	15
XVII.1. Les services de middleware .....	16
XVII.2. Principales catégories de middlewares .....	16
XVII.2.1. Middlewares à messages (MOM: Message-Oriented Middleware ) .....	16
XVII.2.2. Middlewares de bases de données (ODBC :Open DataBase connectivity).....	17
XVII.2.3. Middlewares à appels de procédure distante (DCE : Distributed Computing Envirement) .....	17
XVII.2.4. Middlewares à objets répartis .....	17
XVII.2.5. Middleware à composants .....	18
XVIII. Conclusion .....	19

## **Chapitre 02 : Présentation de l'organisme d'accueil :**

I. Présentation générale .....	20
I.1 Présentation du C.H.U de Tizi-Ouzou .....	20
I.2 Historique du C.H.U de Tizi-Ouzou .....	20
I.3 Les activités du C.H.U de Tizi-Ouzou .....	20
I.4 Description de la structure du C.H.U .....	21
I.4.1 La direction des ressources humaines .....	21
I.4.1.1 La sous direction des personnels .....	21
I.4.1.2 La sous direction de la formation et de la documentation .....	21
I.4.2 La direction des finances et de contrôles .....	21
I.4.2.1 La sous direction des finances .....	21
I.4.2.2 La sous direction d'analyse et d'évaluation des coûts .....	21
I.4.3 La direction des moyens matériels .....	21
I.4.3.1 La sous direction des services économiques .....	21
I.4.3.2 La sous direction des produits pharmaceutique, de l'instrumentation, et du consommable.....	22
I.4.4 La direction des activités médicales et paramédicales .....	22
I.4.4.1 La sous direction des activités médicales .....	22
I.4.4.2 La sous direction de la gestion administrative du malade .....	22
I.4.4.3 La sous direction des activités paramédicales .....	22
I.5. Les différents services d'hospitalisation de l'unité Nedir .....	23

# Sommaire

---

II. Le service de radiologie.....	24
II.1 Définition de la radiologie .....	24
II.2 Missions et activités du service radiologie .....	24
II.3 Le personnel du service et leurs taches .....	25
II.4 Infrastructure du service .....	26
II.5 Processus d'examen .....	26
III. Conclusion .....	27

## **CHAPITRE 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images**

I. Introduction .....	28
II. Généralités .....	28
II.1. Définitions .....	28
II.1.1. Opérations .....	28
II.1.2. Types d'images .....	29
II.1.3 compression .....	29
II.1.4. Formats d'images .....	30
II.2. Imagerie médicale .....	31
II.2.1. Définition de l'imagerie médicale : .....	31
II.2.2. Les techniques de l'imagerie médicale .....	31
II.2.3. Les réseaux d'imagerie médicale .....	32
II.2.4. Les systèmes d'informations médicales .....	32
II.3. Système de Recherche d'Information (SRI) .....	34
II.3.1. Définitions .....	34
II.3.2. Processus général de la RI .....	34
II.3.2.1 L'indexation .....	34
II.3.2.2. Appariement requête-document .....	35
II.3.2.3. Reformulation de Requêtes .....	36
II.3.3. Les modèles de recherche d'information .....	36
II.3.3.1. Modèle booléen .....	36
II.3.3.2. Modèle vectoriel .....	36
II.3.3.3. Modèle probabiliste .....	37
II.3.4. Évaluation d'un SRI .....	37
III. Recherche d'images .....	38
III.1. Approches de représentation et de recherche d'images .....	38
III.1.1. Approche basée sur le contexte .....	38

# Sommaire

---

III.1.2. Approche basée sur le contenu .....	40
III.1.2.1. Approche basée sur le contenu Physique (symbolique) .....	40
III.1.2.2. Recherche basé sur le contenu sémantique .....	45
IV. Annotation et ontologie.....	47
IV.1. Annotation et Métadonnées .....	47
IV.1.1. Métadonnées .....	47
IV.1.2. Annotations .....	48
IV.1.3. Annotations sémantiques .....	48
IV.1.4. Méthodes d'annotation .....	48
IV.1.5. Natures de métadonnées .....	48
IV.1.5.1. Métadonnée indépendante du contenu .....	48
IV.1.5.2. Métadonnées dépendantes de contenu .....	48
IV. 1.5.2.1. Métadonnées dépendantes de contenu symbolique .....	48
IV. 1.5.2.2. Métadonnées descriptives de contenu sémantique .....	49
IV.2. Les ontologies .....	49
IV.2.1. Définition d'une ontologie .....	49
IV.2.2. Les motivations du développement des ontologies.....	50
IV.2.3. Les composants d'une ontologie .....	50
IV.2.4 Le cycle de vie des ontologies .....	51
IV.2.5 L'ingénierie ontologique .....	52
IV.2 .5.1 Méthode de construction d'ontologies .....	52
IV.2.6 Typologies d'ontologie : .....	53
IV.2.6.1. Classification selon le degré de formalisme de la représentation .....	53
IV.2.6.2. Classifications en fonction du degré de granularité des connaissances représentées .	54
IV.2.6.3. Classification en fonction des objets.....	54
IV.2.7 Les langages de description des ontologies .....	54
IV.2.7 .1 Les langages d'ontologies traditionnels .....	54.
IV.2.7.2 Les langages d'ontologie web standard ou basés sur XML .....	55
IV.2.8 Les outils de construction d'ontologie .....	56
IV.2.8.1 Les outils dépendants du formalisme de représentation .....	56
IV.2.8.2. Les outils indépendants de formalisme de représentation .....	56
V. Conclusion .....	57

# Sommaire

---

## **Chapitre 04 : Analyse et Conception**

I.	Introduction .....	58
II.	Les objectifs de notre application .....	58
III.	Présentation d'UML .....	58
IV.	Quelques définitions .....	59
V.	Analyse .....	59
V.1	La démarche d'élaboration de notre projet .....	59
V.1.1	Identification des acteurs et leurs besoins fonctionnels .....	60
V.1.2	Les besoins non fonctionnelles .....	60
V.2.	Le diagramme de contexte de l'application .....	62
V.3.	Spécification des taches .....	62
V.4.	Spécification des scénarios .....	63
V.5.	Spécification des cas d'utilisation .....	67
V.6.	Diagrammes des cas d'utilisation .....	72
VI.	Conception .....	74
VI.1.	Diagramme de séquence .....	74
VI.2.	Diagrammes de classes .....	81
VI.3.	Diagrammes de classe globale de données .....	83
VI.4	Le diagramme de déploiement .....	84
VI.5.	Conception de la base de données .....	84
VI.5.1.	Le model relationnel de données .....	84
VI.5.2.	Les tables .....	85
VII.	Conception de notre système d'annotation et de recherche sémantique des images .....	87
VII.1.	Module d'annotation sémantique à base d'ontologie .....	88
VII.2.	Module de recherche sémantique .....	88
VIII.	Conclusion.....	88

## Chapitre 05 : Réalisation

I.	Introduction .....	89
II.	L'environnement de développement .....	89
II.1.	Les outils utilisés .....	89
II.1.1.	Eclipse .....	89
II.1.2.	Le serveur de base de données MySQL .....	90
II.1.3.	PhpMyAdmin .....	90
II.1.4.	Langage java .....	90

# Sommaire

---

II.1.5. Jena .....	91
II.1.6. L'éditeur d'ontologie .....	91
III. Les interfaces de notre application .....	92
IV. Conclusion .....	97
V. Conclusion Générale	

## Liste des Figures :

<b>Figure I.1</b> : principe de fonctionnement de client/serveur .....	3
<b>Figure I.2</b> : modèle du Gartner Group (ou Gartner).....	6
<b>Figure I.3</b> : Architecture client/serveur deux tiers .....	8
<b>Figure I.4</b> : Architecture client/serveur trois tiers .....	9
<b>Figure I.5</b> : Architecture client/serveur n-tiers.....	11
<b>Figure II.1</b> : Organigramme du C.H.U de Tizi-Ouzou .....	23
<b>Figure II.2</b> : Infrastructure du service radiologie.....	26
<b>Figure II.3</b> : Diagramme des flux pour le processus d'examen .....	27
<b>Figure III.1</b> : Architecture d'un système de recherche par le contenu symbolique .....	41
<b>Figure III.2</b> : Le processus de retour pertinence.....	46
<b>Figure III.3</b> : cycle de vie d'une ontologie .....	52
<b>Figure IV.1</b> : Diagramme de contexte de l'application.....	62
<b>Figure IV.2</b> : Diagramme de cas d'utilisation pour la réceptionniste .....	72
<b>Figure IV.3</b> : Diagramme de cas d'utilisation pour la secrétaire .....	73
<b>Figure IV.4</b> : Diagramme de cas d'utilisation pour le médecin .....	73
<b>Figure IV.5</b> : Diagramme de cas d'utilisation pour l'administrateur .....	74
<b>Figure IV.6</b> : Diagramme de séquence de cas d'utilisation authentification .....	75
<b>Figure IV.7</b> : Diagramme de séquence de cas d'utilisation ajouter une demande de rendez vous .....	77
<b>Figure IV.8</b> : Diagramme de séquence de cas d'utilisation Afficher la liste des rendez-vous .....	78
<b>Figure IV.9</b> : Diagramme de séquence de cas d'utilisation importer des images .....	79
<b>Figure IV.10</b> : Diagramme de séquence de cas d'utilisation chercher une image .....	80
<b>Figure IV.11</b> : Diagramme de classe globale de données .....	83
<b>Figure IV.12</b> : Diagramme de déploiement. ....	84
<b>Figure IV.13</b> : Architecture du système d'annotation et de recherche d'images .....	87
<b>Figure V.1</b> : Capture d'écran de l'interface d'éclipse .....	89
<b>Figure V.2</b> : Capture d'écran de l'interface PhpMyAdmin .....	90
<b>Figure V.3</b> : Capture d'écran de l'interface protégé.....	91
<b>Figure V.4</b> : Capture d'écran de l'interface principale .....	92
<b>Figure V.5</b> : Capture d'écran de l'interface d'authentification .....	92
<b>Figure V.6</b> : Capture d'écran de l'interface d'ajout de demande de rendez vous .....	93
<b>Figure V.7</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet d'ajouter un rendez-vous .....	93
<b>Figure V.8</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet d'afficher la liste des rendez vous en cours.....	94
<b>Figure V.9</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet de chercher un examen .....	94
<b>Figure V.10</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet d'importer une image.....	95
<b>Figure V.11</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet d'annoter une image .....	95
<b>Figure V.12</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet la saisie du compte rendu.....	96
<b>Figure V.13</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet de mettre à jour l'ontologie.....	96
<b>Figure V.14</b> : Capture d'écran de l'interface qui permet de mettre à jour le compte administrateur....	97

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau IV.1 :</b> Spécification des taches.....	64
<b>Tableau IV.2 :</b> Spécification des scénarios pour la réceptionniste .....	65
<b>Tableau IV.3 :</b> Spécification des taches pour la secrétaire .....	66
<b>Tableau IV.4 :</b> Spécification des taches pour le médecin .....	67
<b>Tableau IV.5 :</b> Spécification des taches pour l'administrateur .....	68

## ***Résumé :***

Les nouvelles technologies de l'information ont investi tous les domaines d'activités, même les hôpitaux.

Les systèmes d'information hospitaliers sont récents, mais voient des progrès constants. Dans ce mémoire, nous avons abordé le problème de gestion des images médical. Plus précisément, nous nous sommes focalisés sur la recherche d'images basée sur le contenu sémantique.

L'indexation et la recherche d'images consiste à établir une correspondance entre l'image disponible et celle recherchée par l'utilisateur.

Les premiers systèmes de recherche et d'indexation d'images, sont basés sur l'indexation textuelle manuelle à l'aide des mots clés. Cette indexation présente une tâche longue et répétitive pour l'utilisateur, surtout avec les bases d'images qui deviennent de plus en plus grandes. Pour pallier ces inconvénients, des systèmes de recherche par contenu visuelle sont apparus. Ils permettent de rechercher les images d'une base d'images en fonction de leurs caractéristiques visuelles. Une difficulté majeure s'est décollée, est le *fossé sémantique* existant entre une image et son sens.

Pour rendre le contenu sémantique des images compréhensible et exploitable par les ordinateurs nous avons utilisé comme solution les techniques de recherche à base d'ontologies.

Dans notre travail nous nous intéressons d'une part à l'annotation et la recherche des images par concepts de l'ontologie d'autre part au système d'information du service d'imagerie médical.

## ***Mots clés :***

**Image, imagerie médicale, recherche d'images, recherche sémantique, annotation, ontologie, métadonnées sémantiques, client serveur, middleware.**

# Introduction générale

---

# Introduction générale

---

## **Introduction générale :**

L'informatique est une science qui se charge de traiter les informations, c'est –à-dire de les recueillir et de les exploiter par un support spécifique de manière automatique. Elle est devenue un outil de travail indispensable dans tous les domaines de telle sorte que plusieurs organismes l'utilisent pour avoir une gestion plus efficace et rigoureuse de leur système.

L'hôpital est un organisme qui produit un nombre considérable de données qui sont de types très différents. En effet, uniquement pour le fichier patient, il gère des données textuelles (nom, adresse, ...), mais aussi des données image.

Le nombre d'images que produit un hôpital, petit soit-il, est très grand.

Ces images ne sont pas toujours archivées, la plupart du temps elles ne sont même pas répertoriées. Par contre elles sont très importantes dans le suivi du malade puisqu'elles retracent les étapes de la maladie.

C'est pour cela que nous nous sommes intéressés aux systèmes d'information en imagerie médicale qui peuvent prendre en charge ces problèmes.

Le système qu'on va à développer va assurer les fonctions suivantes :

- Gestion des rendez vous ;
- Gestion des patients ;
- Gestion des examens d'imagerie médical ;
- Gestion des images médical ;

Pour ce faire, on va concevoir un système d'information en se basant sur la méthode uml implémenter les bases de données sur un SGBD relationnelle (MySQL) et développer des interfaces graphiques pour l'interaction entre l'utilisateur et le SGBD en JAVA.

# Chapitre 01 :

---

## L'architecture client-serveur



## I. Introduction :

Ces vingt dernières années ont vues une évolution majeure des systèmes d'information, a savoir le passage d'une architecture centralisée a travers de grosses machines (des Mainframes) vers une architecture distribuée basée sur l'utilisation des serveurs et des postes clients grâce a l'utilisation des PC et des réseaux.

Cette évolution a été possible essentiellement grâce a deux facteurs qui sont :

- La baisse des prix de l'informatique personnelle
- Le développement des réseaux.

## II. Définition du modèle client/serveur:

C'est un mode de dialogue entre deux processus, le premier appelé client demande l'exécution de services au second appelé serveur. Le serveur accomplit les services et envoie en retour des réponses. En général, un serveur est capable de traiter les requêtes de plusieurs clients. Un serveur permet donc de partager des ressources entre plusieurs clients. Dans un environnement purement client/serveur, les ordinateurs du réseau (les clients) ne peuvent voir que le serveur, c'est l'un des principaux atouts de ce modèle. [BIB01]

Type d'architecture applicative ou les programmes sont repartis entre processus client et serveurs communiquant par des requêtes avec des réponses.

## III. Pour quoi le système client/serveur :

Le système client/serveur occupe une place importante dans l'univers informatique en s'imposant comme l'architecture type pour les systèmes modernes. Sa réussite est sans doute due aux importantes et grandes solutions qu'il met à la disposition des entreprises.

Ces principaux atouts sont :

- **Flexibilité** : Il est facile de modifier un composant ou un système.
- **Exploitation** : Il est facile à l'utiliser (préparer les entrées et comprendre les sortis d'un composant ou d'un système).
- **Interopérabilité** : Les systèmes et les composants peuvent échanger et utiliser plus facilement les informations échangées.
- **Prendre en compte les évolutions des technologies** : Le modèle client/serveur apporte une modalité des composant matériels et logiciels. Ceci permet d'intégrer plus facilement les évolutions technologiques dans les systèmes d'information de l'entreprise pour produire mieux et plus vite.
- **Mieux maîtriser le système d'information** : pour mieux maîtriser un SI (système d'information) en le rendant plus intégré et évolutif, il faut adopter des systèmes ouverts et éviter de s'enflammer sur un constructeur. L'intégration et l'évolution passent par l'architecture client/serveur qui permet l'intégration des données et des traitements communs au sien de serveur relationnel ainsi que l'évolution des applications développées sur les clients.

#### IV. Utilisation du modèle client /serveur :

L'utilisation du modèle client/serveur s'étend de plus en plus vers tous les domaines d'activités :

- Word Wide Web.
- Gestion de bases de données.
- Systèmes transactionnels.
- Système de messagerie.
- Système de partage de données.
- Calcul scientifique etc....

#### V. Acteurs de cette architecture :

Les acteurs principaux de l'architecture Client/Serveur sont :

##### V.1 Le client :

Processus qui demande l'exécution d'une opération à un autre processus serveur en émettant un message décrivant l'opération à exécuter et attendant la réponse à cette opération par un message en retour.

##### V.2 Le serveur :

La demande effectuée par le processus client sera accompli par un processus serveur, c'est-à-dire qu'un serveur est un processus accomplissant une opération sur demande d'un client et transmettant la réponse à ce dernier.

##### V.3 Middleware :

Un des composant clé de l'architecteurs client /serveur est le middleware qui est simplement un ensemble des services logiciels qui jouent le rôle d'intermédiaire entre les clients et les serveurs en assurant le dialogue entre ces derniers d'une manière transparente permettant de cacher l'hétérogénéité des composantes mis en jeux (réseaux, SGBD...) (le middleware sera détaillé plus loin dans le chapitre).

#### VI. Notions de base :

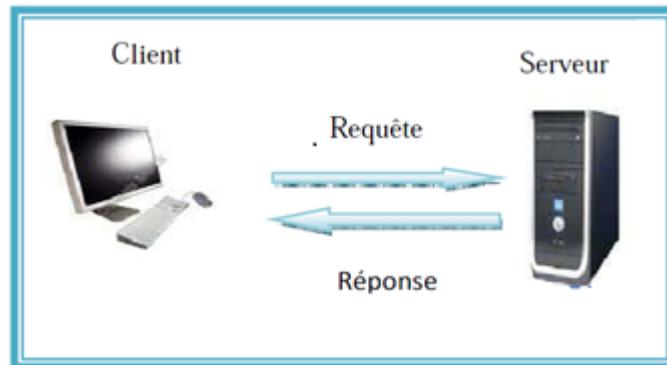
- **Requête** : message transmis par un client a un serveur décrivant l'opération à exécuter pour le compte du client.
- **La réponse** : message transmis par un serveur a un client suite a l'exécution d'une opération contenant le paramètre de l'opération.

#### VII. Principe de fonctionnement de l'architecture client / serveur :

L'architecture client / serveur est avant tout un mécanisme de dialogue entre deux processus.

Ce modèle de communication est basé sur la fourniture de services par le processus serveur au processus client qui les demandent.

Le dialogue entre client et serveur consiste en la transmission d'une requête au serveur qui l'exécute puis envoie en retour la réponse appropriée (résultats) au client.



**Figure I.1:** principe de fonctionnement de client/serveur

On parle de fonctionnement logiciel ou cette architecture est basée sur l'utilisation de deux types de logiciels, à savoir un logiciel serveur et un logiciel client s'exécutant notamment sur deux machines différents. L'élément important dans cette architecture est l'utilisation de mécanisme de communication entre les deux applications.

Une application client/serveur est constituée d'un logiciel serveur et d'un logiciel client.

**Le logiciel client** est responsable de l'interface avec l'utilisateur. L'utilisateur entre des données à l'écran qui sont transformées en une requête par le logiciel client. Cette requête est écrite dans un langage spécifique comme par exemple le protocole HTTP pour le Web. Cette requête est envoyée par le logiciel client au logiciel serveur.

**Le logiciel serveur** récupère les requêtes des logiciels clients qui s'adressent à lui. Il exécute la requête et renvoie le résultat au logiciel client demandeur. Le logiciel client reçoit le résultat et modifie l'affichage en conséquence du côté utilisateur.

Le logiciel serveur est généralement installé sur un ordinateur puissant et dédié à ce service car il est destiné à traiter toutes les requêtes des utilisateurs souhaitant utiliser le service. Souvent l'informatique client/serveur est utilisée pour interroger une base de données et la modifier. La machine hébergeant le logiciel serveur est appelé *serveur frontal*, ce service reçoit les requêtes des clients et les traite en collaboration avec une base de données. Un serveur appelé *serveur dorsal* est chargé de la gestion et de l'hébergement de la base de données.

### **VIII. L'évolution de l'architecture Client/Serveur :**

En espace de quelques années, les progrès réalisés dans les technologies de l'information nous ont fait entrer dans une nouvelle ère, celle de l'informatique ouverte au grand public, et du client/serveur.

Le client/serveur apparaît aujourd'hui comme le point de convergence des besoins qu'expriment les entreprises depuis des années : celui d'intégrer les nouvelles technologies sans remettre en cause les systèmes existants, de fournir aux utilisateurs la rapidité, la souplesse et le confort dans l'utilisation quotidienne de l'outil informatique et plus

généralement de disposer d'un système informatique adapté aux fortes exigences qu'impose le contexte économique actuel. [BIB.02]

Le modèle client/serveur constitue une évolution majeure de l'informatique. Le principe de base est de décomposer un processus informatique en au moins deux tâches moins complexes (le client et le serveur) associés à un mécanisme de communication leur permettant de coopérer.

### **VIII.1. Le client/serveur de première génération :**

Né à la fin des années 80 et basé sur des outils clients autour des SGBD relationnels. Le développement s'effectue sur le serveur pour la base de données et sur le client pour l'application. [BIB.01]

L'inconvénient de cette architecture est que tout le code applicatif est exécuté sur le client.

### **VIII.2. Le client/serveur de deuxième génération :**

Né au milieu des années 90, cette génération est caractérisée par :

La possibilité de développer des traitements applicatifs au sein du serveur de données sous forme de procédures déclenchées par l'application ou lors d'évènements sur la base de données.

L'utilisation de l'approche orientée objet. La facilité de déploiement des applicatifs avec partitionnement automatique du code applicatif entre le client et le serveur. [BIB.01]

### **VIII.3. Le client/serveur de troisième génération :**

Avec l'apparition d'Internet et le Web, les architectures client/serveur ont évoluées vers des architectures à trois niveaux. Le client est responsable de la présentation. Il utilise pour cela des navigateurs Web, comme Internet explorer. Le serveur d'application exécute le code applicatif. Le serveur de données supporte le SGBD qui gère éventuellement des types de données très riches, par exemple multimédias ou spécifiques à l'entreprise.

Le serveur d'application et les données peuvent être regroupés sur la même machine. La couche application comporte le serveur Web (ou serveur http) capable de comprendre le protocole http. La couche cliente se compose de navigateurs Web chargés uniquement de la présentation. [BIB.08]

L'architecture à trois-tiers, est aujourd'hui bien adaptée aux systèmes répartis autour d'un réseau local et/ou d'Internet.

Elle permet à de multiples postes ou stations de travail distribué sur la planète de partager les mêmes données. Dans cette architecture la gestion des données et des applications est centralisée au niveau du serveur, en offrant la distribution d'accès.

## **IX. Les caractéristiques de modèle client/serveur**

### **➤ Service :**

Le modèle client/serveur est bâti sur une relation entre des processus tournants sur des machines séparées. Le processus serveur est un fournisseur de services, le processus client est un consommateur de services. Le modèle établit ainsi une séparation claire des fonctions à partir de la notion de service.

➤ **Partage des ressources :**

Un serveur peut traiter plusieurs clients en même temps et contrôler leur accès aux ressources.

➤ **Asymétrie des protocoles :**

La relation entre client et serveur de type plusieurs vers un. C'est toujours les clients qui déclenchent le dialogue en demandant un service. Les serveurs attendent passivement les requêtes des clients.

➤ **Transparence à la localisation :**

Les processus serveur et client peuvent résider sur la même machine ou, par l'intermédiaire d'un réseau, sur deux machines différentes interconnectées. Le logiciel client/serveur masque aux clients la localisation du serveur en rédigeant les plateformes client/serveur.

➤ **Assemblage multi vendeur :**

Le logiciel client/serveur idéal est indépendant de la plateforme matérielle ou du système d'exploitation. On doit toujours pouvoir mélanger et apparier les plateformes client et serveur.

➤ **Echange de message :**

Client et serveur sont des systèmes à liaison épisodique qui interagissent au moyen de messages. Le message est le mécanisme d'émission des demandes de services et des réponses à celle-ci.

➤ **Encapsulation des services :**

Le serveur est un spécialiste, un message lui indique quel service est requis.

C'est à lui de décider comment rendre ce service. Les serveurs peuvent être mis à niveau sans effet sur les clients tant que l'interface des messages reste la même.

➤ **Redimensionnement :**

Les systèmes client/serveur peuvent être redimensionnés horizontalement ou verticalement le redimensionnement horizontal correspond à l'ajout ou au retrait de stations clientes, avec un léger impact sur les performances. Le redimensionnement vertical correspond à la migration du serveur vers une machine plus puissante ou consiste à distribuer la charge de traitement sur plusieurs serveurs.

➤ **Intégrité :**

Le code et les données du serveur sont gérés de façon centralisée, ce qui garantit un moindre coût de maintenance et une meilleure intégrité des données partagées. De l'autre côté, les clients restent individuels et indépendants.

## **X. Les modèles de client/serveur :**

En fait les différences sont essentielles liées aux services qui sont assurés par le serveur  
On distingue couramment : [BIB06]

### **• le client/serveur de données :**

Dans ce cas le serveur assure les tâches de gestion, de stockage et de traitement de donnée. C'est le cas le plus connu de client/serveur et qui est utilisé par tous les grands SGBD :

La base de données avec tous ses outils (maintenance, sauvegarde,...) est installée sur un poste serveur.

Sur les clients, un logiciel est installé permettant d'accéder à la base de données du serveur.

Tous les traitements sur les données sont effectués sur le serveur qui renvoie les informations demandées (souvent à travers une requête SQL) par le client.

### **• le client/serveur de présentation :**



interrogeant la base de façon ponctuelle. Il génère toutefois un trafic réseau assez important et ne soulage pas énormément le poste client, qui réalise encore la grande majorité des traitements.

**4. Traitement distribué** : Correspond au client-serveur de traitements. Le découpage de l'application se fait ici au plus près de son noyau et les traitements sont distribués entre le client et le(s) serveur(s). Le client-serveur de traitements s'appuie, soit un mécanisme d'appel de procédure distante, soit sur la notion de procédure stockée proposée par les principaux SGBD du marché. Cette architecture permet d'optimiser la répartition de la charge de traitement entre machines et limite le trafic réseau. Par contre il n'offre pas la même souplesse que le client-serveur de données puisque les traitements doivent être connus du serveur à l'avance.

**5. Bases de données distribuées** : Il s'agit d'une variante du client-serveur de données dans laquelle une partie de données est prise en charge par le client. Ce modèle est intéressant si l'application doit gérer de gros volumes de données, si l'on souhaite disposer de temps d'accès très rapides sur certaines données ou pour répondre à de fortes contraintes de confidentialité. Ce modèle est aussi puissant que complexe à mettre en œuvre.

**6. Données et traitements distribués**. Ce modèle est très puissant et tire partie de la notion de composants réutilisables et distribuables pour répartir au mieux la charge entre client et serveur. C'est l'architecture la plus complexe à mettre en œuvre.

Les solutions que nous venons de détailler sont indépendantes les unes des autres et, de ce fait, combinables à volonté.

Prises individuellement, on peut dire que les deux premières solutions proposées ne correspondent pas à des applications client-serveur. En effet, la présentation distribuée comme l'affichage distant, l'application qu'en fait X-Window, ne considère pas le client en temps que tel et ce dernier reste dans une position d'esclave par rapport au serveur.

La première solution à mettre en œuvre une relation client-serveur se retrouve au troisième niveau et correspond au client-serveur de données (gestion distante des données). Ce type d'application, encore appelé client-serveur de première génération, met en œuvre une architecture deux-tiers.

## **XI. Les différentes architectures :**

Il existe plusieurs variantes des architectures client / serveur, selon le nombre des niveaux (tiers) mis en œuvre. On distingue alors :

- L'architecture 2-tiers
- L'architecture 3-tiers
- L'architecture n-tiers

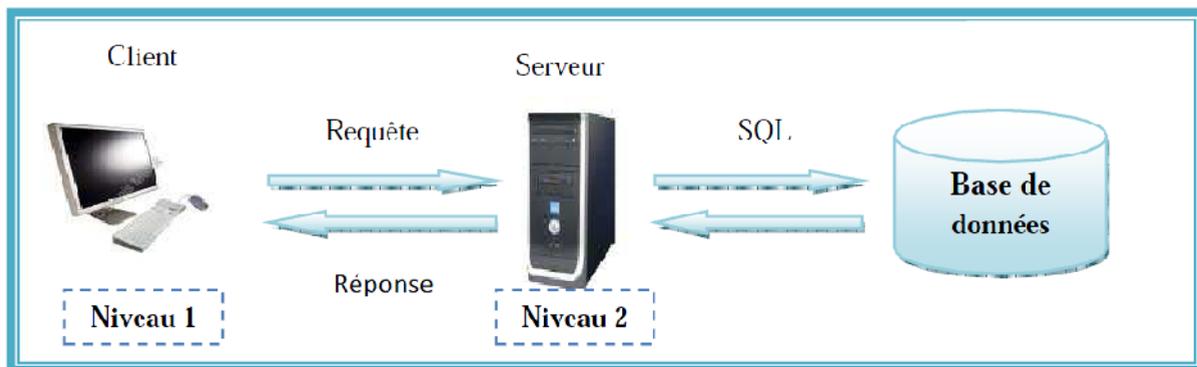
### **XI.1. L'architecture 2-tiers :**

L'architecture à deux niveaux (2-tiers) est l'architecture la plus classique, elle décrit les systèmes Client/serveur dans lesquels, la logique applicative est enfouie soit dans l'interface utilisateur chez le client, soit dans la base de données chez le serveur (ou dans les deux à la fois). [BIB04]

Dans cette architecture, le serveur exécute la requête du client et fournit directement le service, sans faire appel à d'autres intermédiaires.

Ce type d'application permet de tirer partie de la puissance des ordinateurs déployés en réseaux pour fournir à l'utilisateur une interface riche, tout en garantissant la cohérence des données, qui reste gérée de façon centralisée.

La gestion des données est prise en charge par un SGBD centralisé, s'exécutant le plus souvent sur un serveur dédié. Ce dernier est interrogé en utilisant un langage de requête qui est le plus souvent SQL, le dialogue entre client et serveur se résume donc à l'envoi de requêtes et au retour de données correspondant aux requêtes.



**Figure I.3:** Architecture client/serveur deux tiers

Cet échange de message transit à travers le réseau reliant les deux machines. Il met en œuvre des mécanismes relativement complexes qui sont, en générale, pris en charge par un middleware.

L'expérience a démontré qu'il était coûteux et contraignant de vouloir faire porter l'ensemble des traitements applicatifs par le poste client. On en arrive aujourd'hui à ce que l'on appelle le client lourd, avec un certain nombre d'inconvénients :

- On ne peut pas soulager la charge de poste client, qui supporte la grande majorité des traitements applicatifs,
- Le poste client est fortement sollicité, il devient de plus en plus complexe et doit être mis à jour régulièrement pour répondre aux besoins des utilisateurs,
- Les applications se prêtent assez mal aux fortes montées en charge car il est difficile de modifier l'architecture initiale,
- La relation étroite qui existe entre le programme client et l'organisation de la partie serveur complique les évolutions de cette dernière,
- Ce type d'architecture est grandement rigidifié par le coût et la complexité de sa maintenance.

Malgré tout, l'architecture deux tiers présente de nombreux avantages qui lui permettent de présenter un bilan globalement positif :

- Elle permet l'utilisation d'une interface utilisateur riche,
- Elle a permis l'appropriation des applications par l'utilisateur,
- Elle a introduit la notion d'interopérabilité.

Pour résoudre les limitations du client-serveur deux tiers tout conservant ses avantages, on a cherché une architecture plus évoluée, facilitant les forts déploiements à moindre coût. La réponse est apportée par les architectures distribuées.

### XI.2. L'architecture trois tiers :

Les limites de l'architecture deux tiers proviennent en grande partie de la nature du client utilisé :

- Le frontal est complexe et non standard (même s'il s'agit presque toujours d'un PC sous Windows)
- Le middleware entre client et serveur n'est pas standard (dépend de la plateforme du SGBD)

La solution réside donc dans l'utilisation d'un poste client simple communiquant avec le serveur par le biais d'un protocole standard

Dans ce but l'architecture trois tiers applique les principes suivants :

- Les données sont toujours gérées de façon centralisée
- La présentation est toujours prise en charge par le poste client,
- La logique applicative est prise en charge par un serveur intermédiaire.

Cette architecture trois tiers appelée aussi client-serveur de deuxième génération ou client-serveur distribué sépare l'application en trois niveaux de service distincts, conforme au principe précédent :

**Premier niveau :** l'affichage et les traitements locaux (contrôle de saisie, mise en forme de données...)

**Deuxième niveau :** les traitements applicatifs globaux sont pris en charge par le service applicatif,

**Troisième niveau :** les services de base de données sont pris en charge par un SGBD.

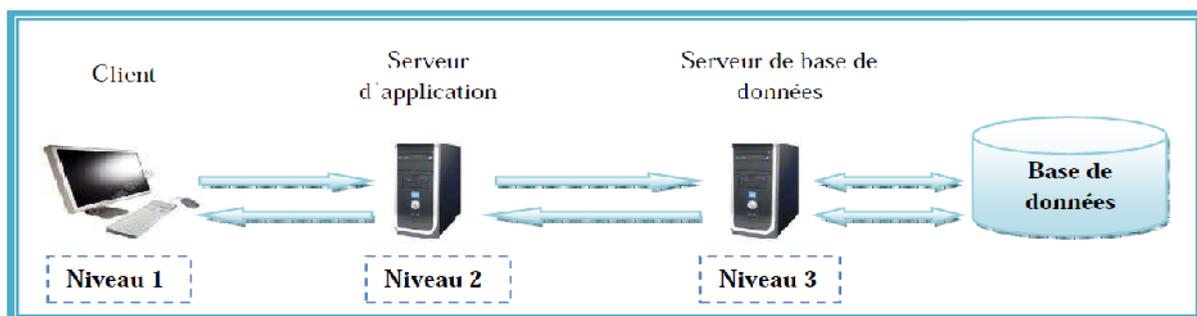


Figure I.4: Architecture client/serveur trois tiers

Tous ces niveaux étant indépendants, ils peuvent être implantés sur des machines différentes, de ce fait :

- Le poste client ne supporte plus l'ensemble des traitements, il est moins sollicité et peut être moins évolué, donc moins coûteux,
- Les ressources présentes sur le réseau sont mieux exploitées, puisque les traitements applicatifs peuvent être partagés ou regroupés (le serveur d'application peut s'exécuter sur la même machine que le SGBD),
- La fiabilité et les performances de certains traitements se trouvent améliorées par leur centralisation,
- Il est relativement simple de faire face à une forte montée en charge, en renforçant le service applicatif.

Dans l'architecture trois tiers, le poste client est communément appelé client léger ou Thin Client, par opposition au client lourd des architectures deux tiers, il ne prend en charge que la présentation de l'application avec, éventuellement, une partie de logique applicative permettant une vérification immédiate de la saisie et la mise en forme des données.

Le serveur de traitement constitue la pierre angulaire de l'architecture et se trouve souvent sollicité. Dans ce type d'architecture, il est difficile de répartir la charge entre le client et le serveur. On se trouve confronté aux épineux problèmes de dimensionnement serveur et de gestion de la montée en charge rappelant l'époque des mainframes.

De plus les solutions mises en œuvre sont relativement complexes à maintenir et la gestion des sessions est compliquée.

Les contraintes semblent inversées par rapport à celles rencontrées avec les architectures deux tiers : le client est soulagé, mais le serveur est fortement sollicité.

### ***XI.3. Architecture n-tiers :***

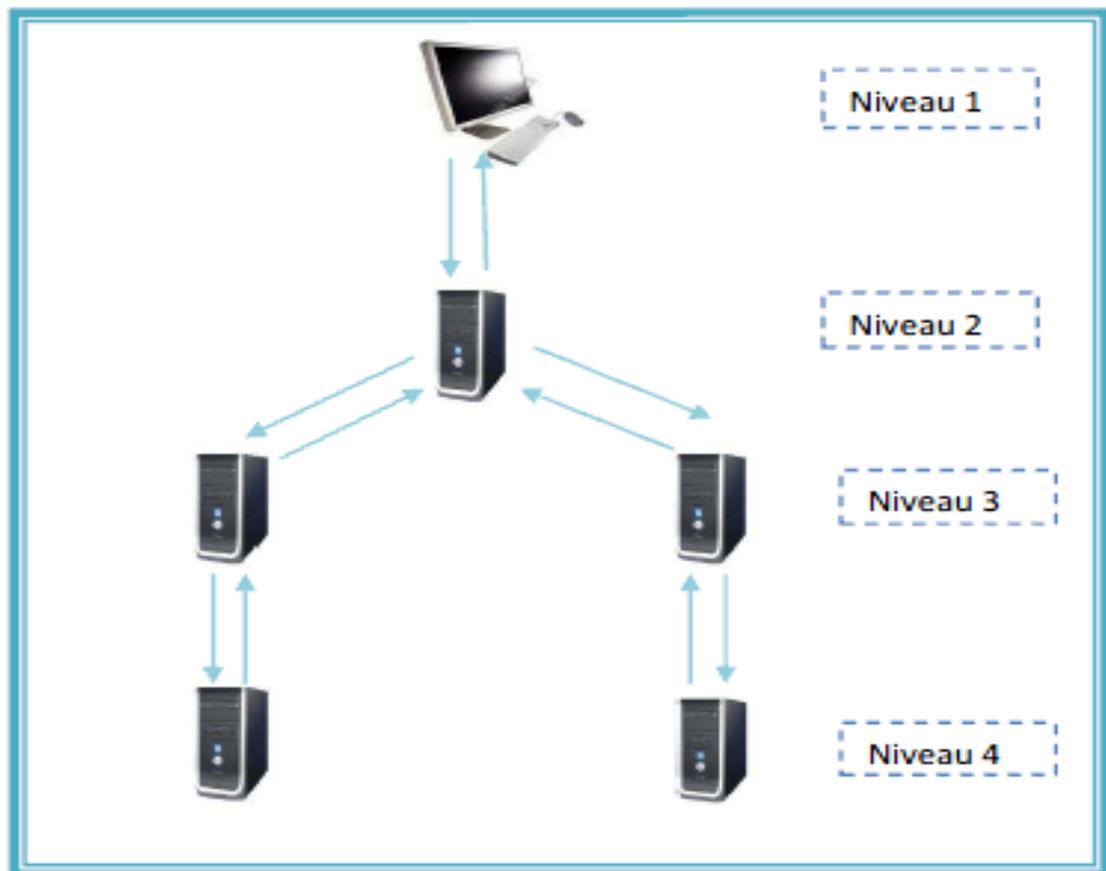
L'architecture n-tiers a été pensée pour palier aux limitations des architectures trois tiers et concevoir des applications puissantes et simples à maintenir. Ce type d'application permet de distribuer librement la logique applicative, ce qui facilite la répartition de la charge entre tous les niveaux.

Cette évolution des architectures trois tiers met en œuvre une approche objet pour offrir une plus grande souplesse d'implémentation et faciliter la réutilisation des développements.

Théoriquement, ce type d'architecture supprime tous les inconvénients des architectures précédentes :

- Elle permet l'utilisation d'interfaces utilisateurs riches,
- Elle sépare nettement tous les niveaux de l'application,

- Elle offre de grandes capacités d'extension,
- Elle facilite la gestion des sessions.



**Figure I.5:** Architecture client/serveur n-tiers

L'appellation n-tiers pourrait faire penser que cette architecture met en œuvre un nombre indéterminé de niveaux de services, alors que ces derniers sont au maximum trois (les trois niveaux d'une application informatique). En fait l'architecture n-tiers qualifie la distribution d'application entre de multiples services et non la multiplication des niveaux de service.

Cette distribution est facilitée par l'utilisation des composants métier, spécialisés et indépendants, introduits par les concepts orientés objets. Elle permet de tirer partie de la notion de composants métier réutilisables.

Ces composants rendent un service si possible générique et clairement identifié. Ils sont capables de communiquer entre eux et peuvent donc coopérer en étant implantés sur des machines distinctes.

La distribution des services applicatifs facilite aussi l'intégration des traitements existants dans les nouvelles applications. On peut ainsi envisager de connecter un programme de prise de commandes existant sur le site central de l'entreprise à une application distribuée en utilisant un middleware adapté.

Ces nouveaux concepts sont basés sur la programmation objet ainsi que sur des communications standards entre applications. Ainsi est né le concept de middleware objet.

## **XII. Type de clients :**

Il existe trois types de clients qui sont :

### **XII.1. Client lourd :**

Le terme « client lourd » (en anglais « fat client » ou « heavy client ») désigne une application cliente graphique exécutée sur le système d'exploitation de l'utilisateur. Un client lourd possède généralement des capacités de traitement évoluées et peut posséder une interface graphique sophistiquée. Néanmoins, ceci demande un effort de développement et tend à mêler la logique de présentation (l'interface graphique) avec la logique applicative (les traitements).

Ce type d'application étant généralement installé sur le système d'exploitation de l'utilisateur, une nouvelle version doit être installée afin de la faire évoluer. Pour y remédier, les éditeurs d'applications lourdes les dotent généralement d'une fonctionnalité exécutée au lancement de l'application, permettant de vérifier sur un serveur distant si une version plus récente est disponible et le cas échéant propose à l'utilisateur de la télécharger et de l'installer.

### **XII.2. Client léger :**

Le terme « client léger » (parfois « client pauvre », en anglais « thin client »), par opposition au client lourd, désigne une application accessible via une interface web (en HTML) consultable à l'aide d'un navigateur web, où la totalité de la logique métier est traitée du côté du serveur. Pour ces raisons, le navigateur est parfois appelé client universel.

L'origine du terme lui-même provient de la pauvreté du langage HTML, qui ne permet pas de faire des interfaces relativement faible en interactivité, si ce n'est pas le biais du langage javascript. Des contrôles (de cohérence, de saisies,...) peuvent être traité sur la partie cliente à partir de scripts embarqués dans la page envoyée. Cette solution est souvent utilisée dans des sites « e-commerce ».

La priorité est donnée à la fiabilité des échanges au détriment de la rapidité de la sophistication de l'interface.

Le fait que l'essentiel des traitements soit réalisé du côté du serveur et que l'interface graphique est envoyée au navigateur à chaque requête permet une grande souplesse de mise à jour. En contrepartie, l'application doit s'affranchir des différences d'interprétation du code HTML par les différents navigateurs et l'ergonomie de l'application possède un champ réduit.

### **XII.3. Client riche :**

Un « client riche » est un compromis entre le client léger et le client lourd. L'objectif du client riche est donc de proposer une interface graphique, décrite avec une grammaire de description basée sur la syntaxe XML, permettant d'obtenir des fonctionnalités similaires à celles d'un client lourd (glisser déposer, onglets, multi fenêtre, menus déroulants).

Les clients riches permettent ainsi de gérer l'essentiel des traitements du côté du serveur. Les données sont ensuite transmises dans un format d'échange standard utilisant la syntaxe XML (SOAP, XML-RPC), puis interprétées par le client riche.

### **XIII. Types de serveur :**

Il existe plusieurs serveurs, les plus utilisés sont :

#### **XIII.1. Serveur de fichier :**

Le serveur s'occupe de la gestion des fichiers. Le client demande l'accès (écriture ou lecture) à des fichiers en émettant des requêtes sur un réseau en direction du serveur. Les serveurs de fichiers sont utiles pour partager des fichiers et ils sont indispensables pour créer des banques de documents, d'images ...

Sa faiblesse réside dans l'obtention de l'information qui nécessite de nombreux échanges de messages sur le réseau.

#### **XIII.2. Serveur de Groupware :**

Le groupware s'intéresse à la gestion d'informations semi structurées telles que le texte, l'image, le courrier, la messagerie et ordonnancement des tâches. Ces systèmes client/serveur permettent de représenter des processus centrés sur les activités humaines exercées en collaboration les uns avec les autres. Il est fondé sur cinq technologies de base : la gestion de documents multimédias, l'ordonnancement des tâches, courrier électronique, la gestion des conférences et la planification des réunions.

#### **XIII.3. Serveur de transaction :**

Une transaction correspond à une procédure SQL, c'est-à-dire un group d'instruction SQL. Dans ce modèle, les clients évoquent ces procédures distantes résidentes sur le serveur qui exécutent un ensemble d'instruction SQL. Il y a un seul échange requête/réponse pour la transaction (une réponse pour un bloc de requêtes SQL). Ces serveurs sont essentiellement utilisés pour l'informatique de production (ou opérationnelle) pour laquelle la rapidité des temps de réponse est importante

#### **XIII.4. Serveur de bases de données :**

Dans ce type de serveur, le client émet des requêtes SQL sous forme de messages en direction du serveur. Les données ainsi que le code qui traite les requêtes résident sur la même machine serveur. Le stockage et le traitement de ces données sont réalisés par le serveur. Ce dernier utilise sa propre capacité de traitement pour rechercher les données demandées au lieu de transmettre tous les articles à client et laisser en faire la sélection. Le client n'a qu'à la création des tables et le code de l'application.

Exemple : Oracle, Microsoft server SQL.

#### **XIII.5. Serveur d'applications objet :**

Dans ce type de serveur, l'application client/serveur est écrite sous forme d'un jeu d'objets communicants. Les objets clients communiquent avec les objets serveurs au moyen d'un courtier d'objet ou ORB (Object Request Broker). Le client serveur invoque une méthode sur un objet distant, l'ORB localise une instance de la classe, appelle la méthode demandée et envoie les résultats à l'objet client.

**XIII.6. Serveur d'application web :**

L'Internet est la plus grande application client/serveur. Ce modèle consiste en des clients légers et portables qui communiquent via le protocole http (Hyper Text Transmission Protocol) avec des très grands serveurs. Un serveur web répond à des demandes de consultation de document, chaque passage d'un document hypertexte à l'autre par parcours d'un hyperlien dans le logiciel client (la plupart du temps un navigateur web) provoque l'envoi d'une nouvelle demande.

Donc le serveur web renvoie des documents lorsque le client les demande par leurs noms.

Exemple : APACHE.

**XIV. Les technologies coté client ou serveur :**

Les solutions client/serveur peuvent s'appuyer sur toutes les nouvelles technologies, et permet de répartir en fonction des besoins les traitements coté client ou coté serveurs.

**XIV.1. Les technologies coté client font appel à :**

- Du javascript qui est un langage de programmation de scripts orienté objet.
- Des applets java qui sont des classes java conçues généralement pour être exécutées au sein d'une page web
- Des composants ACTIVEX (Microsoft)

**XIV.2. Les technologies coté serveur font appel à :**

- **Exécutable compilé CGI** : programmé dans n'importe quel langage compilable : C, C++, Pascal etc.), peut être très portable, très performant (vitesse d'exécution)
- **Exécutable interprété CGI** : Le plus souvent programmé dans les langages Perl ou Python, mais tous les langages exécutables en terminal texte sont possibles. Réservé à quelques niches historiques.
- Des servelets écrits en JAVA : JSP (Java Server Page)
- Des traitements en ASP (Active Server Page) technologie Microsoft
- Du code PHP qui est à un langage de script orienté objets conçu spécifiquement pour agir sur les serveurs web.

**XV. Avantages de l'architecture client/serveur : [BIB05]**

Le modèle client/serveur est particulièrement recommandé pour des réseaux nécessitant un grand niveau de fiabilité, ses principaux atouts sont :

- **Des ressources centralisées** : étant donné que le serveur est au centre du réseau, il peut gérer des ressources communes à tous les utilisateurs, comme par exemple une base de données centralisée, afin d'éviter les problèmes de redondance et de contradiction.

- **Une meilleure sécurité** : car le nombre de points d'entrée permettant l'accès aux données est moins important.
- **Une administration au niveau serveur** : les clients ayant peu d'importance dans ce modèle, ils ont moins besoin d'être administrés.
- **Un réseau évolutif** : grâce à cette architecture ont peu supprimé ou rajouter des clients sans perturber le fonctionnement du réseau et sans modifications majeures.

### **XVI. Inconvénients du modèle client/serveur :**

L'architecture client/serveur a tout de même quelques lacunes parmi lesquelles :

- **Un coût élevé dû à la technicité du serveur.**
- **Un maillon faible** : le serveur est le seul maillon faible du réseau client/serveur, étant donné que tout le réseau est architecturé autour de lui. [BIB05]

### **XVII. Le middleware :**

Le terme middleware vient de l'anglais middle (du milieu) et software (logiciel). Diverses nominations ont été proposées, telles que **logiciel médiateur, intergiciel, bus logiciel**.

Le **middleware** désigne les logiciels servant d'intermédiaire entre d'autres logiciels. On utilise généralement du middleware comme intermédiaire de communication entre des applications complexes, distribuées sur un réseau informatique.

On appelle middleware, l'ensemble des couches réseau et des services logiciel qui permettent le dialogue entre les différents composants d'une application répartie. Ce dialogue se base sur un protocole applicatif commun, défini par l'API du middleware.

Le Gartner groupe définit le middleware comme une interface de communication universelle entre processus. Il représente véritablement la clef de voute de toute application client/serveur.

#### **Objectifs de middleware :**

L'objectif principal de middleware est d'unifier, pour les applications, l'accès et la manipulation de l'ensemble des services disponible sur le réseau, afin de rendre l'utilisation de ces derniers presque transparente.

Les applications réparties sont des applications utilisant des logiciels de niveau intermédiaire, installés au-dessus des systèmes d'exploitation et des protocoles de communication. Un middleware vise à :

1. **cacher la répartition** : c'est à dire le fait qu'une application est constituée de parties interconnectées s'exécutant à des emplacements géographiquement répartis ;

2. **cacher l'hétérogénéité** des composants matériels, des systèmes d'exploitation et des protocoles de communication utilisés par les différentes parties d'une application ;
3. **fournir des interfaces uniformes**, normalisées, et de haut niveau aux équipes de développement et d'intégration, pour faciliter la construction, la réutilisation, la portabilité et l'interopérabilité des applications ;
4. **fournir un ensemble de services communs** réalisant des fonctions d'intérêt général, pour éviter la duplication des efforts et faciliter la coopération entre applications.

### **XVII.1. Les services de middleware :**

Un middleware est susceptible de rendre les services suivants :

**Conversion :** service utilisé pour la communication entre machines mettant en œuvre des formats de données différents

**Adressage :** permet d'identifier la machine serveur sur laquelle est localisé le service demandé afin d'en déduire le chemin d'accès. Dans la mesure du possible

**Sécurité :** permet de garantir la confidentialité et la sécurité des données à l'aide de mécanismes d'authentification et de cryptage des informations.

**Communication :** permet la transmission des messages entre les deux systèmes sans altération. Ce service doit gérer la connexion au service, la préparation de l'exécution des requêtes, la récupération des résultats et la déconnexion de l'utilisateur.

Le middleware masque la complexité des échanges inter-application et permet ainsi d'élever le niveau des API utilisées par les programmes. Sans ce mécanisme, la programmation d'une application client-serveur serait complexe et difficilement évolutive.

### **XVII.2. Principales catégories de middlewares**

On distingue cinq catégories de middlewares à savoir :

- middlewares à messages (MOM)
- middlewares de bases de données (ODBC)
- middlewares à appels de procédure distante (DCE)
- middlewares à objets répartis (CORBA, JAVA RMI)
- middlewares à composants (EJB, CCM, Web Services)

#### **XVII.2.1. Middlewares à messages (MOM: Message-Oriented Middleware )**

Les middlewares à messages sont basés sur la réalisation d'une file d'attente qui permet une communication entre différents systèmes informatiques, connectant plusieurs applications. Ce système de synchronisation de messages fournit typiquement une fonctionnalité de persistance pour s'assurer que les messages ne soient pas perdus en cas d'échec du système.

Les files d'attente de message fournissent des liaisons asynchrones normalisées. Elles ont pour but que l'expéditeur et le récepteur du message ne soient pas contraints de s'attendre l'un l'autre. Des messages placés dans la file d'attente sont stockés, jusqu'à ce que le destinataire les recherche. L'expéditeur n'a pas à attendre que le récepteur commence à traiter son message, il poste son information et peut passer à autre chose.

**XVII.2.2. Middlewares de bases de données (ODBC :Open DataBase connectivity)**

Les middlewares proposés par les fournisseurs de SGBD sont très performants et permettent de tirer profit de l'ensemble des fonctionnalités du serveur de données pour lequel ils ont été conçus. Par contre, ils ne permettent pas, le plus souvent, l'accès à d'autres sources de données.

**XVII.2.3. Middlewares à appels de procédure distante (DCE : Distributed Computing Environment)**

L'appel de procédure à distance que l'on appelle RPC (Remote Procedure Call), est un mécanisme indispensable au développement d'applications réparties. En effet, celui-ci permet d'appeler des procédures situées sur des machines différentes. Il se base lui aussi sur le schéma fondamental du Client/Serveur. Lorsqu'un programme client fait appel à une procédure distante, l'exécution de celle-ci se poursuit dans le programme serveur où se trouve l'implémentation. Le résultat est ensuite retourné au client. La gestion des appels et les transferts de données entre le client et le serveur doivent être invisibles. Pour cela, il suffit pour un client de connaître l'ensemble des fonctionnalités offertes par un serveur.

Cette phase consiste à utiliser un langage de description appelé : l'IDL (Interface Definition Language). Il permet de générer des amorces essentiels à la communication entre le client et le serveur. Ces amorces générées automatiquement à partir de la description IDL permettent d'emballer, d'envoyer et de déballer des données. D'où le masquage des transferts entre un client et un serveur.

**XVII.2.4. Middlewares à objets répartis**

Pour permettre la répartition d'objets entre machines et l'intégration des systèmes non objets, il doit être possible d'instaurer une communication entre tous ces éléments. Ainsi est né le concept de middleware objet qui a donné naissance à plusieurs spécifications, dont l'architecture CORBA préconisée par l'OMGet DCOM développée par Microsoft.

Les middlewares à objets répartis sont basés sur l'approche objet dont les principes sont :

- Encapsulation : Séparer l'interface de l'implémentation
- Classes et instances : Plusieurs copies d'un même modèle
- Héritage : Spécialisation
- Polymorphisme : Implémentations de la même interface

Ces middlewares sont constitués d'une série de mécanismes permettant à un ensemble de programmes d'interopérer de façon transparente. Les services offerts par les applications serveurs sont présentés aux clients sous la forme d'objets. La localisation et les mécanismes mis en oeuvre pour cette interaction sont cachés par le middleware.

La communication entre objets gomme la différence entre ce qui est local ou distant. Les appels de méthodes d'objet à objet sont traités par un ORB se chargeant d'aiguiller les messages vers les objets (locaux ou distants).

Il est possible d'encapsuler des applications "non objet" existantes pour les rendre accessibles via le middleware objet. Ainsi, on préserve l'existant sans alourdir les nouveaux développements, qui ne voient que l'interface de l'application encapsulée. La vision du système s'effectue ainsi de manière unifiée, chaque composant étant accessible via le middleware.

Trois acteurs de middlewares orientés objets :

- Le système **CORBA** (Common Object Request Broker Architecture), dû à l'OMG<sup>1</sup> (Object Management Group) il permet, au travers du protocole IIOP, l'utilisation d'objets structurés dans un environnement hétérogène. Cette communication, orchestrée par l'ORB, est indépendante des contraintes systèmes des différentes plates-formes matérielles.  
Une application accède à un objet distant en utilisant une télécommande locale, appelée proxy.  
Ce proxy lui permet de déclencher les méthodes de l'objet distant à l'aide de primitives décrites avec le langage IDL.  
L'OMG effectue toute une série de recommandations connues sous le nom de CORBA services visant à proposer des interfaces génériques pour chaque type de service usuel (nommage, transaction, cycle de vie, ...).
- **DCOM / OLE / Active X** (Distributed Component Object Model / Object Linking and Embedding) de Microsoft pour les plate-formes de type Windows.  
Le modèle de communication COM permet de mettre en place une communication orientée objet entre des applications s'exécutant sur une même machine. DCOM est une extension de ce modèle pour les architectures distribuées. Il repose sur le modèle DCE défini par l'OSF et met en œuvre un serveur d'objets situé sur chaque machine.  
Les contrôles ActiveX, anciennement dénommés OCX, sont des composants logiciels basés sur le modèle COM. Ils peuvent être intégrés à des applications ou à des documents sous Windows
- Système d'objets distribués axé sur l'utilisation du langage Java : **JAVA RMI**  
RMI permet à une application Java, s'exécutant sur une machine virtuelle, d'invoquer les méthodes d'un objet hébergé par une machine distante. Pour cela, le client utilise une représentation locale de l'interface de l'objet serveur. Cette représentation locale est appelée stub et représente l'interface de l'objet serveur, appelée skeleton.  
Un objet distribué se caractérise par son interface et son adresse (URL). La mise en relation des objets est assurée par un serveur de noms.

### **XVII.2.5. Middleware à composants :**

Un composant est un module logiciel autonome et réutilisable. On peut représenter un composant comme un type de boîte noire (la connaissance de son implémentation n'est pas nécessaire) constitué d'un ou plusieurs objets, où il suffit de connaître les services rendus et les quelques règles d'interconnexion. En effet, comme nous l'illustre la figure ci-dessous, un composant exporte les interfaces qu'il fournit et les interfaces qu'il requiert.

De plus, le composant est interconnectable avec d'autres composants d'origines diverses, configurable, auto descriptif (introspection), mais aussi, il est diffusable de manière unitaire et prêt à l'emploi. La plupart de ces fonctionnalités sont dues à ses interfaces.

Exemple de composants :

- **Java Beans**

Selon les spécifications de Sun, les Java Beans (ou beans) sont des composants logiciels réutilisables en Java, qui fonctionnent aussi bien chez un client que chez un serveur réseau et qui peuvent être de trois types :

- visuels (comme des boutons, des icônes etc.),
- non visuels (accès à une base de données) ou
- composites (feuilles de calculs, calendriers, etc.).

Concrètement, les Java Beans sont des classes Java utilisant des interfaces particulières. Ils peuvent être utilisés dans n'importe quel programme Java, que ce soit une applet, une application, une servlet ou même une page JSP. Un beans peut accéder à un objet distant (RMI, CORBA, etc.), se connecter à une base de données.

Un Java Beans peut dévoiler son comportement à ses futurs utilisateurs à l'aide :

- des propriétés qu'il expose et rend accessible à l'aide d'accesseurs,
- des méthodes qu'il permet d'invoquer, comme tout objet Java,
- des événements qu'il peut générer pour avertir d'autres composants.

### • **Entreprise Java Beans**

Un environnement pour la répartition des objets répartis : un serveur qui gère tous les problèmes de répartitions. Les EJBs sont des Java Beans dont les fonctionnalités ont été étendues et ne fonctionnant que dans des environnements serveurs les prenant en compte. Ils sont disponibles dans la version Entreprise de Java. Les EJBs sont dédiés à l'encapsulation de la logique métier d'une application et sont très spécialisés. Ils n'interviennent pas par exemple au niveau d'une interface utilisateur.

Concrètement, un composant EJB est un ensemble de classes et d'un fichier XML permettant de le configurer. Les classes doivent respecter une certaine spécification (la spécification EJB), et le tout doit être dans un fichier unique pour former une entité. Ces composants, comme les beans, peuvent être accessibles par tous types de clients : des servlets, des JSP, des clients Java via Java RMI (Remote Method Invocation) ou via l'interface de Corba.

Le choix d'un middleware est déterminant en matière d'architecture, il joue un rôle dans la structuration du système d'information. Pour certaines applications devant accéder à des services hétérogènes, il est parfois nécessaire de combiner plusieurs middlewares. On en vient à la notion du client lourd.

## **XVIII. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons illustré les éléments nécessaires pour la compréhension du modèle client/serveur à savoir les différents acteurs de cette architecture, les différents types d'architectures et leur principe de fonctionnement ainsi que les technologies utilisées par les applications client/serveur.

Les différents concepts traités dans ce chapitre nous aideront à mieux comprendre le mode de fonctionnement d'un système d'information, et les notions fondamentales pour mener à bien notre application.

# Chapitre 02 :

---

## Présentation de l'organisme d'accueil

## **I. Présentation générale :**

### **I.1 Présentation du C.H.U de Tizi-Ouzou :**

Le centre hospitalo-universitaire (CHU) de Tizi-Ouzou est une institution publique a caractère administratif rattaché au ministère de la santé, il a été crée suite au décret N°86-302 du 12 décembre 1986 et fonctionne conformément aux dispositions prévues par le décret N°86-25 du 11 février 1986 complété et modifié par le décret N° 86-294 du Décembre 1987.

Son siège est fixe à l'hôpital NEDDIR Mohamed.

Le C.H.U de Tizi-Ouzou est une institution publique qui assure des missions diverses telles que les diagnostics des maladies, les soins nécessaires prodigués aux patients, ainsi que les missions de la prévention et de la recherche scientifique.

### **I.2 Historique du C.H.U de Tizi-Ouzou :**

L'hôpital NEDDIR Mohamed a été inaugure précisément le 28 Juillet 1955 en tant qu'hôpital civil dont la direction été dirigée par des français. A cette époque, ce dernier comportait un nombre restreint de disciplines médicales. en 1974, l'hôpital régional de Tizi Ouzou devient un secteur sanitaire grâce aux différentes unités de santé qui lui étaient rattachées. En 1982, le secteur sanitaire de Tizi Ouzou se voit transformer en secteur sanitaire universitaire(S.S.U) et ceci par l'ouverture d'une formation biomédicale pluridisciplinaire. Il comprenait la maternité, le service d'enfant et deux blocs de soins de médecine générale.

Le C.H.U sur le plan sanitaire a une vocation régionale, il existe 13 C.H.U à l'échelle nationale, ils exercent des missions supplémentaires par rapport au centre hospitalier, l'enseignement, la recherche, l'activité de recoure et de référence, et certaines missions d'intérêts générale.

Le C.H.U est composé de deux unités essentielles a savoir, l'unité NEDIR Mohamed sise au centre ville de TiziOuzou et de l'unité BELLOUA située a quatre kilomètres du chef lieu de la wilaya et ainsi que l'existence d'une clinique dentaire a proximité de l'unité NEDIR Mohamed plus le service de médecine du travail en extra muros :

### **I.3 Les activités du C.H.U de Tizi-Ouzou :**

Le centre hospitalo-universitaire de Tizi-Ouzou prend en charge les populations des wilayas de Bouira, Tizi-Ouzou, Bejaia et une partie de la wilaya de Boumerdés, soit une population d'environ 1,5 millions d'habitants.

Le CHU est un établissement public de soins, de formation et de recherche.

Il a pour missions :

- **En matière de santé** : Assurer les activités de diagnostic, de soins, de prévention, d'hospitalisation ainsi que toutes les activités concernant la protection de la santé.
- **En matière de formation** : Assurer la liaison avec les établissements d'enseignements et de formations supérieurs en sciences médicales, et participer aux recyclages et au perfectionnement du personnels de la santé.

- **En matière de recherche :** Contribuer au développement des services médicaux en organisant des journées séminaires et conférences au sein de l'institution, ses portes sont toujours ouvertes aux praticiens pour y faire des recherches.

#### **I.4 Description de la structure du C.H.U :**

L'établissement de santé public est constitué d'un conseil d'administration, un conseil scientifique, des directeurs d'unités, un secrétariat et un directeur général.

Les différentes unités rattachées à la direction générale sont :

- Le bureau d'ordre général.
- Le bureau de l'information et de la communication.
- Le bureau de la sécurité et de la surveillance générale.
- Le bureau des marchés et des contentieux et des affaires juridiques.

L'organisation administrative des centres hospitalo-universitaires comprend :

##### **I.4.1 La direction des ressources humaines:**

Elle est constituée de deux sous directions :

###### **I.4.1.1 La sous direction des personnels :**

Elle s'occupe de la gestion des carrières des personnels administratifs et techniques, de la gestion des personnels médicaux, paramédicaux et psychologues ainsi que la régulation de leurs soldes, ces activités sont réparties sur plusieurs bureaux comme suit :

- Le bureau de la gestion des carrières des personnels administratifs, technique et de service.
- Le bureau de la gestion des personnels médicaux, paramédicaux, et psychologues.
- Le bureau des effectifs de la régulation du paiement .

###### **I.4.1.2 La sous direction de la formation et de la documentation :**

Elle est chargée de la formation des personnels et la fourniture de la documentation nécessaire, ces activités sont organisées en bureau :

- Le bureau de la formation.
- Le bureau de la documentation.

**I.4.2 La direction des finances et de contrôles :** Cette direction comprend les sous directions suivantes :

###### **I.4.2.1 La sous direction des finances :** qui est constituée de deux bureaux :

- Le bureau du budget et de la comptabilité.
- Le bureau des recettes et des caisses.

**I.4.2.2 La sous direction d'analyse et d'évaluation des coûts :** Elle est chargée de l'analyse, de la maîtrise des coûts et de la facturation, ces activités sont organisées en bureau de la facturation.

##### **I.4.3 La direction des moyens matériels :**

Cette direction comprend :

###### **I.4.3.1 La sous direction des services économiques :**

Elle est chargée des approvisionnements, de la gestion des magasins, des inventaires, des réformes, de la restauration, et de l'hôtellerie de l'hôpital, ces activités sont organisées en bureaux :

- Le bureau des approvisionnements.
- Le bureau de la gestion des magasins, des inventaires et des réformes.
- Le bureau de la restauration, et de l'hôtellerie.

**I.4.3.2 La sous direction des produits pharmaceutique, de l'instrumentation, et du consommable :** Elle comporte :

- Le bureau des infrastructures.
- Le bureau des équipements.
- Le bureau de la maintenance.

**I.4.4 La direction des activités médicales et paramédicales :**

Elle comporte les sous directions suivantes :

**I.4.4.1 La sous direction des activités médicales :**

Elle est chargée de l'organisation et de l'évaluation des activités médicales au sein de l'hôpital, et assure la garde et les urgences jour et nuit, comme elle s'occupe de la programmation et du suivi des malades, ces activités sont organisées en bureaux :

- Le bureau de l'organisation, et de l'évaluation des activités médicales.
- Le bureau de la garde, et des urgences.
- Le bureau de la programmation, et du suivi des étudiants.

**I.4.4.2 La sous direction de la gestion administrative du malade :**

Elle est chargée de la gestion administrative de la population hospitalière (les admissions, le suivi du mouvement de la population hospitalière, l'accueil du public...), elle comporte deux bureaux :

- Le bureau des entrées.
- Le bureau d'accueil et d'orientation.

**I.4.4.3 La sous direction des activités paramédicales :**

Elle comporte les bureaux suivants :

- Le bureau de l'organisation, et de l'évaluation des activités paramédicales.
- Le bureau des soins infirmiers.
- Le bureau de la programmation, et du suivi des stagiaires.

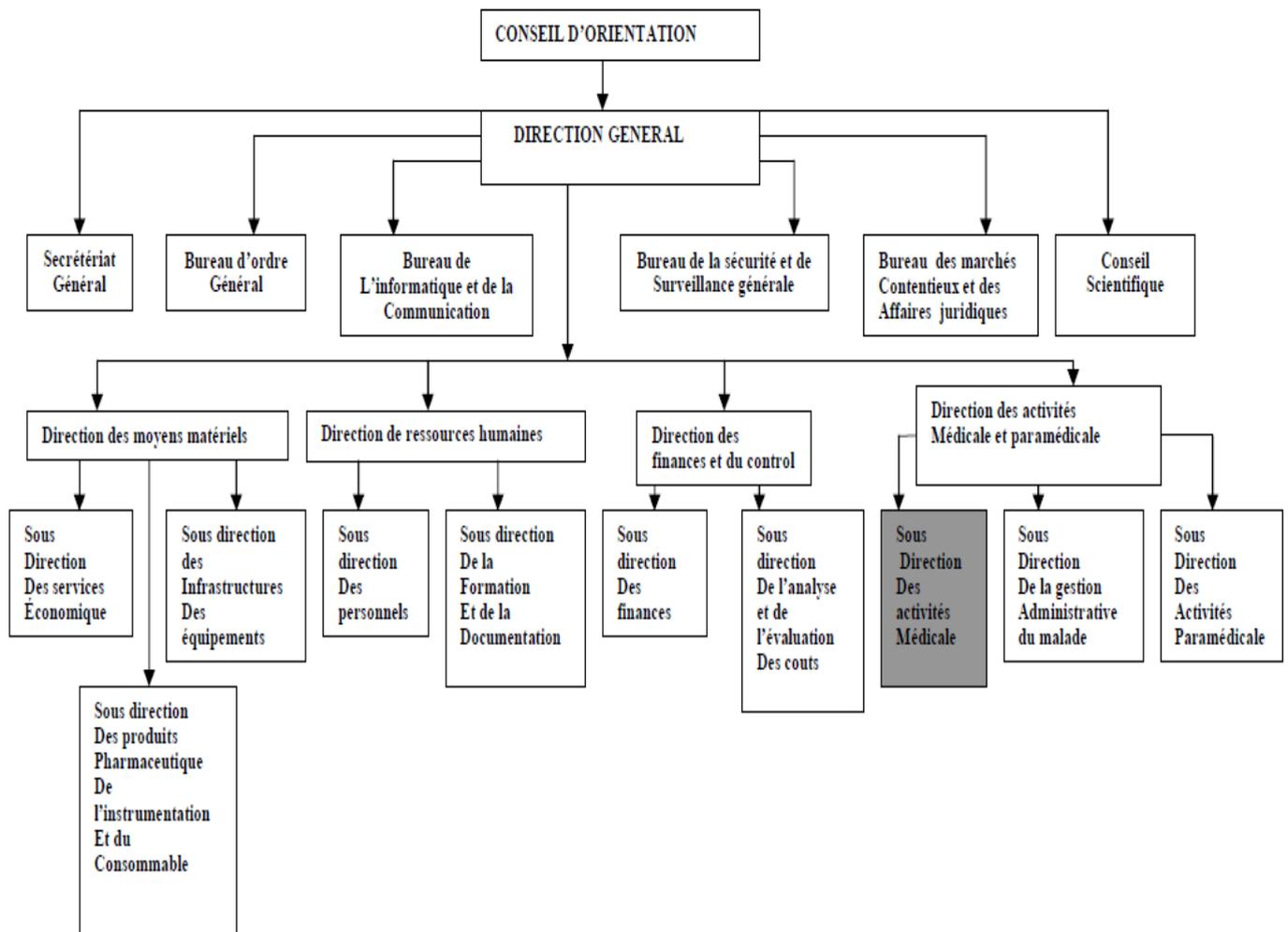


Figure II.1 : Organigramme du C.H.U de Tizi-Ouzou.

### I.5. Les différents services d'hospitalisation de l'unité Nedir :

- Psychiatrie
- Hématologie
- Urologie
- Médecine interne
- Pédiatrie I
- Pédiatrie II
- Néphrologie
- Hémodialyse
- Réanimation chirurgicale
- Urgences médico-chirurgicales adultes et enfants
- Chirurgie viscérale
- Chirurgie orthopédique
- Cardiologie
- Réanimation médicale
- Maladies infectieuses
- CCI

- Neurochirurgie

**Les différents services d'exploration de l'unité Nedir :****Laboratoires :**

- C.T.S
- Biochimie
- Anatomie pathologie
- Microbio-parasitologie
- Hématologie

**Imagerie :**

- unité centrale
- Unité des urgences
- Mobile aux services médico-chirurgicales
- Echocardiographie et épreuve d'effort

**Autres services :**

- Clinique dentaire
- Médecine légale
- SEMEP
- Médecine de travail
- Pharmacie

## II. Le service de radiologie :

### II.1 Définition de la radiologie :

La **radiologie** dans le domaine médical, désigne l'ensemble des modalités diagnostiques et thérapeutiques utilisant les rayons X, ou plus généralement utilisant des rayonnements. Mais la radiologie, dans son sens plus commun, désigne la spécialité médicale exercée par un médecin *radiologue* en France, ou *radiologiste* au Canada. Un établissement de santé peut donc abriter un service de radiologie. En médecine, on parle de *radiologie conventionnelle* pour désigner les examens diagnostiques utilisant un tube à rayons X classique servant à réaliser des images bidimensionnelles, radiographiques ou fluoroscopiques. La radiologie conventionnelle comprend la *radiologie standard* qui concerne les examens radiographiques standards, dont la réalisation obéit à des protocoles reconnus de manière internationale

### II.2 Missions et activités du service radiologie :

Les différents examens assurés par le service de radiologie :

- IRM (Imagerie par Résonance Magnétique)
- Scanner
- Echographie
- Radiographies conventionnelle
- Mammographie

**II.3 Le personnel du service et leurs tâches :**

**Médecin chef** : Radiologue et chef de service a la fois c'est lui le responsable principal du service, il a pour rôle d'assurer la coordination entre les différents acteurs du service ainsi que sa gestion.

**Le radiologue** : Les fonctions principales du radiologue sont d'adapter les modalités d'examens à l'indication en fonction des renseignements donnés par le médecin prescripteur, de réaliser ou faire réaliser l'acquisition des images avec l'aide du manipulateur, de réaliser l'interprétation des images, de dicter un compte-rendu qui répond à la question posée par le clinicien et de recevoir le patient pour lui donner le résultat de sa réflexion sur le problème soulevé. Dans certains cas, s'il estime que l'examen n'est pas justifié ou qu'un autre examen avec un rapport bénéfice / risque est mieux adapté, le radiologue peut refuser sa réalisation. Cela est d'autant plus vrai pour les examens exposant aux rayons X, en vertu des principes de radioprotection

**Manipulateur en radiologie** : Le rôle du manipulateur, en dehors de l'acquisition de l'image comporte l'accueil, l'information, l'installation et la surveillance du patient au cours de l'examen et ensuite la gestion des images à l'aide de consoles de reconstruction et d'archivage. Mais c'est le médecin qui reste responsable de la réalisation de l'examen et de son exploitation.

**Surveillant médical** : gestion du personnel du service.

**Réceptionniste** : réception des malades, intermédiaire entre le service et le patient, de la réception de la lettre pour radio jusqu'à sa remise.

**Secrétaire** : assure les tâches du secrétariat qui sont la saisie de certains documents en particulier le compte rendu ainsi que son impression, ajouté a cela elle assure aussi celle de gestion du courrier.

**Anesthésiste** : a pour rôle d'anesthésier sous ordre du médecin le patient lorsqu'il s'agit d'un examen exigeant cette pratique.

#### II.4 Infrastructure du service :

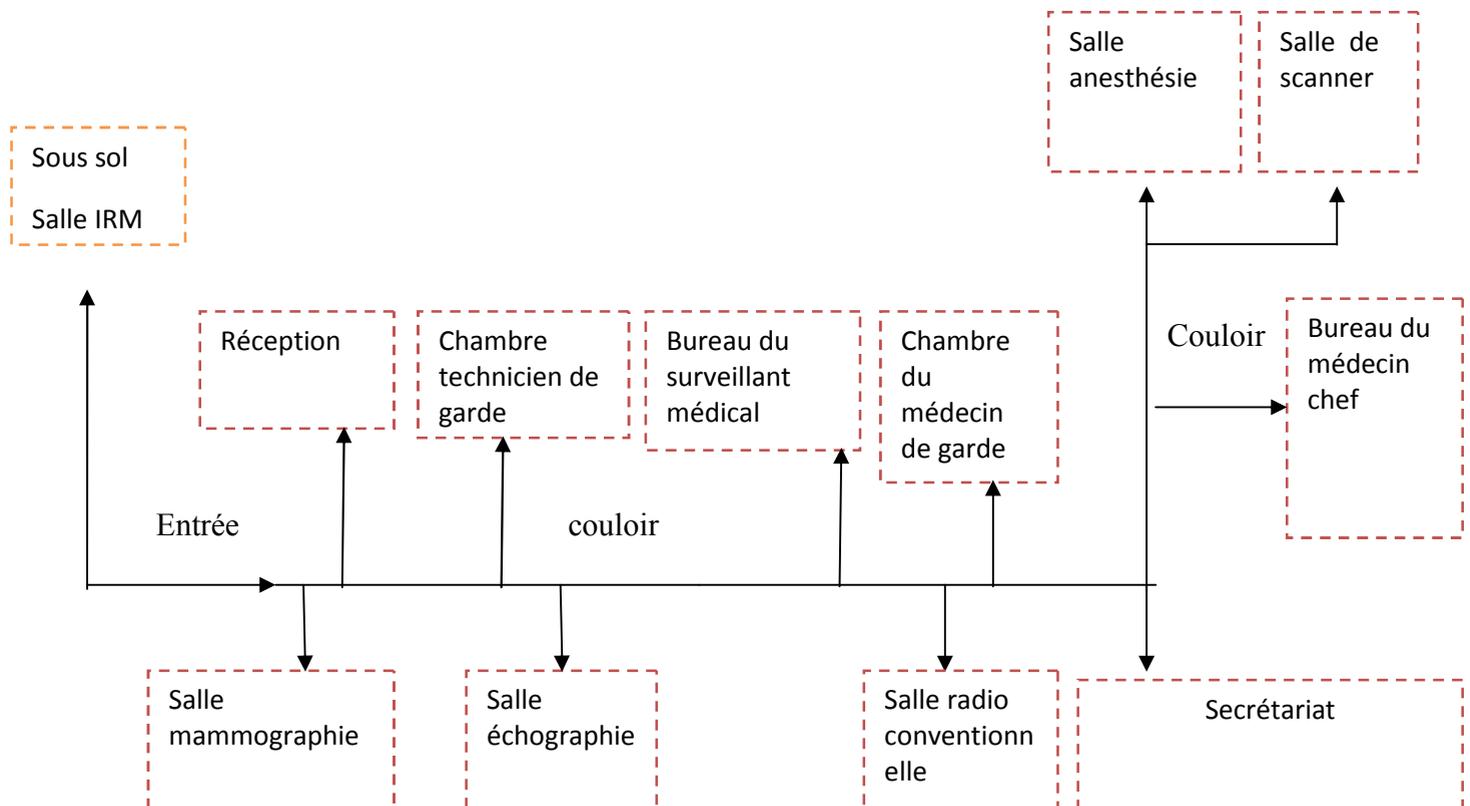
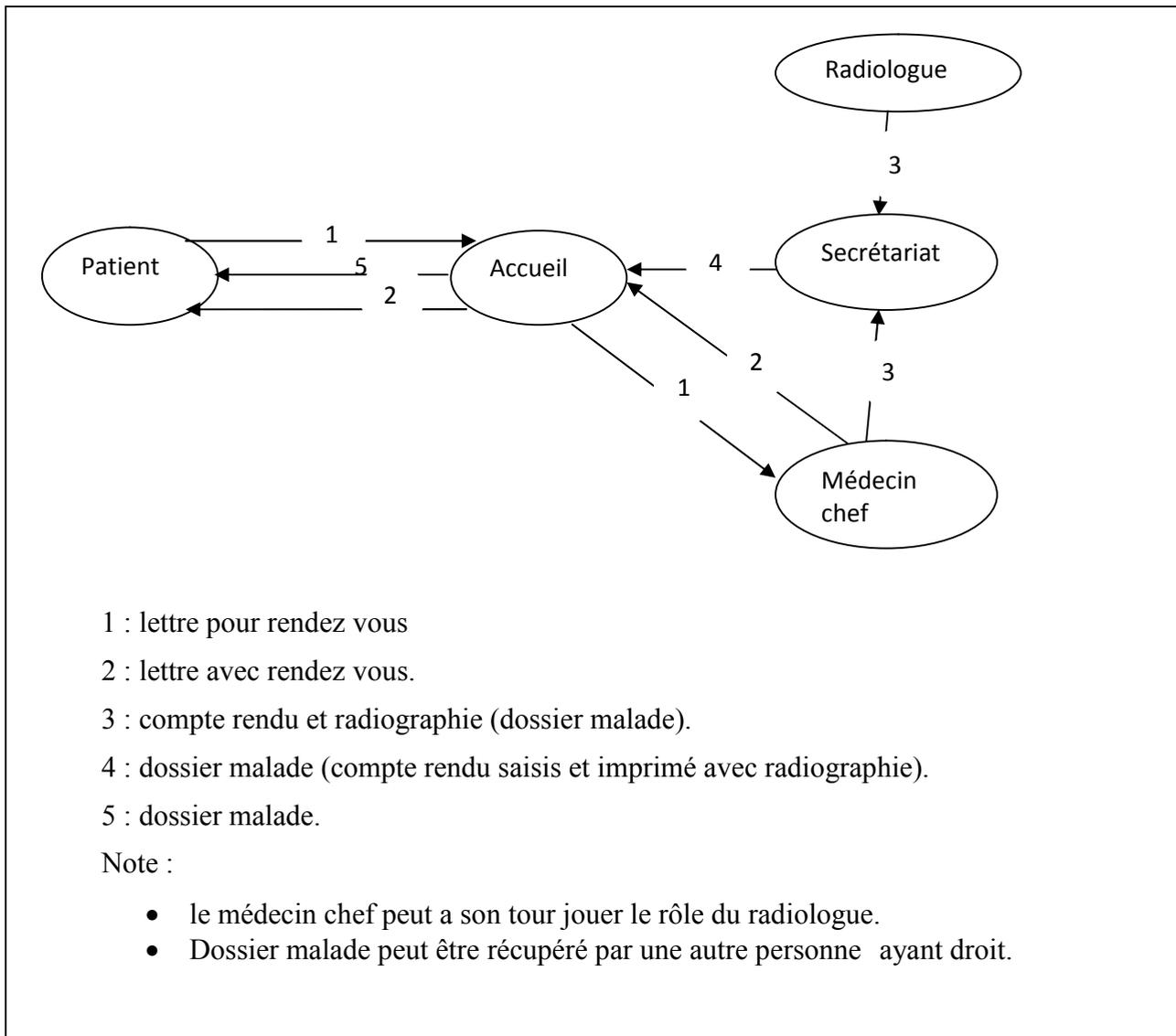


Figure II.2 : Infrastructure du service radiologie.

#### II.5 Processus d'examen :

Le patient vient avec une demande d'examen à la réception du service, cette dernière se charge de la transmettre au médecin chef qui est à son tour chargé de l'étude des demandes ainsi que de l'attribution des rendez vous. La demande ayant été d'un avis favorable ainsi que d'une date de la mise en examen du malade par le médecin est ensuite retournée à la réception responsable de son enregistrement en fonction de la radiographie à subir (Scanner ou IRM) ainsi que de sa transmission au patient. Jour de l'examen arrivé, le patient se présente à l'accueil avec la présente lettre, il est ensuite orienté vers la salle où il doit subir son examen (scanner, IRM ou radio conventionnelle). Après avoir fait l'examen, l'accueil est tenu de communiquer une date de remise de la radiographie au malade ainsi que de la saisie des informations relatives à l'examen et qui sont : nom malade, prénom malade, âge, type d'examen, traitement, et au niveau du secrétariat le compte rendu qui comporte le résultat de l'examen après traitement d'image par le radiologue est saisi et imprimé pour le joindre au final au dossier malade accompagné de la radiographie. Le jour de la remise du dossier arrivé, des informations sur la personne l'ayant récupéré sont dès lors saisies et enregistrées.



**Figure II.3 :** Diagramme des flux pour le processus d'examen

### III. Conclusion :

Le C.H.U de Tizi-Ouzou est une structure hospitalière publique qui a pour fonction une prise en charge médicale complète aux patients et cela au niveau de ses divers services, depuis son entrée jusqu'à sa sortie, dans les meilleures conditions.

## Chapitre 03 :

---

Etat de l'art dans le domaine  
de recherche d'images

## I. Introduction :

Dans ce chapitre on va présenter un état de l'art dans le domaine de recherche d'images, on va commencer par des généralités sur l'image, l'imagerie médicale et les systèmes de recherche d'informations, ensuite on présente les différentes approches de représentation et de recherche d'images. Enfin la présentation des annotations et de l'ontologie.

## II. Généralités :

Dans cette partie, nous abordons en particulier la définition, la numérisation, les opérations, les formats, les modèles de représentation, et les techniques de compression d'image. Nous parlons également de l'imagerie médicale et de ses techniques. Enfin, nous étudions les Systèmes de Recherche d'Informations (SRI), leurs composants, le modèle de représentation de données et les méthodes d'évaluation

### II.1. Définitions :

Une image représente l'apparence visible d'une partie du monde réel à travers les arts graphiques ou plastiques, la photographie, le film, etc. 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.

L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de tailles fixes appelés cellules ou pixels, ayant chacun comme caractéristique un niveau de gris ou de couleurs prélevé à l'emplacement correspondant dans l'image réelle, ou calculé à partir d'une description interne de la scène à représenter.

Pour qu'une image puisse être traitée en informatique, elle doit :

- 1- soit être produite par l'ordinateur (graphique, image de synthèse, etc.),
- 2- soit subir une « *numérisation* », en d'autres termes, elle doit être transformée en matrice (ou tableau) de pixels (Picture Element) sur lesquels il est possible d'effectuer diverses opérations.

La partie numérique intervenant dans la qualité de l'image dépend de 2 facteurs: le nombre de pixels et le nombre de couleurs. Le terme *résolution* a 2 sens, selon que l'on se situe en capture<sup>1</sup> ou en restitution<sup>2</sup> :

- En capture, la résolution est le nombre de pixels que contient l'image.
- En restitution, la résolution est la densité de pixels, c'est-à-dire le nombre de pixels rapporté à une surface qui est la taille pratique de l'image. Dans ce cas, la résolution varie en fonction de la taille de l'image imprimée sur papier ou affichée à l'écran.

#### II.1.1. Opérations :

On peut effectuer deux catégories d'opérations sur une image :

- Les opérations qui traitent les pixels en tant qu'information : Reconnaissance des formes, décalage (Shifting) qui permettent de voir une ou plusieurs sections d'une image, rotation,

---

1 La capture est le processus d'acquisition de l'image.

2 La restitution est le processus de constitution d'une image déjà stockée ou compressée.

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

Loupe ou Zooming (Vertical, Horizontal et diagonal), Masking (masquage de certaines régions selon certains critères), superposition et juxtaposition, transformation de couleurs, projection, fusion, histogramme, etc.

- Les opérations qui concernent la signification d'un ensemble de pixels dans une image : description, indexation et recherche d'images.

### II.1.2. Types d'images

La qualité de l'image numérisée dépend de la *résolution* de l'image (la dimension de la matrice de pixels). La définition de la taille de pixels détermine la *précision* de l'image. Il existe quatre types d'images :

- *L'image en noir et blanc (binaire)* : est une matrice de pixels dont la précision est limitée à 0 (éteint) ou 1 (allumé). Chaque pixel dans une image en noir et blanc tient sur un bit ( $2^1 = 2$  couleurs).
- *L'image en niveaux de gris* : à une définition de pixels qui dépend de sa brillance (en général, 256 niveaux de gris). Chaque pixel tient sur 8 bits ( $2^8 = 256$  niveaux de gris).
- *L'image en 256 variétés de couleur* : chaque pixel est défini par un triplet de couleurs (Rouge, Vert, Bleu). Chaque couleur est codée sur 8 bits ( $2^8 = 256$  couleurs).

Généralement, on utilise une table de correspondance, appelée palette de couleurs, qui indique les couleurs des pixels de l'image.

- *L'image en 16 millions de couleurs (couleur vraie)* : chaque pixel est représenté par une couleur définie par un triplet (Rouge, Vert, Bleu) dans lequel chaque couleur est codée sur 24 bits ( $2^8 * 2^8 * 2^8 = 2^{24} = 16$  millions de couleurs).

### II.1.3. Compression :

L'un des problèmes majeurs liée aux images numériques est la taille considérable quelle occupent, donc un grand problème de stockage et d'archivage.

Pour palier à tous ces problèmes, la compression de ces images devient une opération nécessaire et impérative afin :

- De réduire la bande passante occupée et donc d'accélérer les temps de transfert ;
- D'optimiser l'usage des espaces de stockage et d'archivage.

Deux standards de compression sont principalement utilisés :

- *Compression LZW (Lempel, Ziv, Welch)* : est une technique de compression (taux de 50%) sans perte d'information. Elle n'est pas adaptée aux images de 16 millions de couleurs.
- *Compression JPEG (Joint Photographic Expert Group)* : est une technique qui peut dans certains cas arriver à réaliser une réduction de l'ordre de 90% de l'image originale après élimination des doublons ainsi que de tout autre élément jugé non pertinent. Malgré la perte d'information, la décompression de l'image résultante JPEG est quasi identique à l'image originale. La compression JPEG est conseillée pour les images de type couleur vraie.

En médecine, la compression des images est un domaine récent. Les médecins ne la préconisent pas pour la simple raison suivante : éviter toute perte d'information. Le challenge dans le domaine médical est de trouver des algorithmes très performants capables d'assurer :

- Préservation des informations du diagnostic afin d'éviter toute perte d'informations
- Compression maximale

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

- Compression et décompression rapides nécessaires pour l'archivage et la transmission (sur un réseau).

### II.1.4. Formats d'images

Le format est la structure utilisée pour représenter une image. Il existe de nombreux formats d'images. Nous nous limitons ici aux principaux d'entre eux :

- **Format BMP (BitMaP)**: C'est un des formats bitmaps les plus simples. Ayant été développé par Microsoft et IBM, il est très répandu sur les plates formes Windows et OS/2. Il a été conçu pour être indépendant du périphérique d'affichage (DIB, Device independent bitmap).[J.P. Gastellu-Etchegorry, 2008]
- **Format TIFF (.tif)**. Ancien format de fichier graphique bitmap (raster) très utilisé. Il a été mis au point en 1987 par la société Aldus (appartenant désormais à Adobe) pour faciliter l'échange entre programmes et pour sauvegarder sans perte (compression LZW réversible) des images de taille importante (plus de 4 Go compressé) issues de diverses sources (scanners, caméras, etc.), indépendamment des plates formes ou des périphériques (DIB : Device-Independant Bitmap). [J.P. Gastellu-Etchegorry, 2008]
- **Format GIF (Graphics Interchange Format)** : développé par CompuServe, il présente deux principaux avantages : portabilité et indépendance vis-à-vis du système d'exploitation, facilité et rapidité de lecture. Le format GIF utilise l'algorithme de compression LZW. Il est mieux adapté aux images ne nécessitant pas une grande palette de couleurs (niveaux de gris ou 256 couleurs). Une des applications où son efficacité est prouvée est le WEB.
- **Format PNG (Portable Network Graphics, ou format Ping)** : Ce format bitmap a été mis au point en 1995 pour fournir une alternative libre au format GIF. Il permet de stocker des images en noir et blanc (jusqu'à 16 bits par pixel de profondeur de codage), en couleurs réelles (True colour, jusqu'à 48 bits par pixel de profondeur de codage) et des images indexées, faisant usage d'une palette de 256 couleurs. [J.P. Gastellu-Etchegorry, 2008]
- **Format JPEG (Joint Photographic Experts Group)** : développé par le Joint Photographic Expert Group, il possède les mêmes avantages que le Format GIF. Cependant, il est mieux adapté aux images de couleurs vraies grâce à sa technique de compression JPEG.

Dans le domaine médical, plusieurs formats existent également, nous nous intéressons à DICOM en particulier parce qu'il représente le format standard :

- **Format DICOM** : Publié pour la première fois en 1985 par le collègue américain de radiologie (American College of Radiology) et l'association nationale des manufactures électriques (National Electrical Manufactures Association), DICOM est composé principalement de 4 niveaux d'informations :
  1. **Niveau Patient** : contient les informations générales concernant un patient comme son nom, sa date de naissance, son sexe, etc. Chaque patient peut avoir plusieurs études médicales.

2. **Niveau Etude** : contient les données administratives comme la date d'acquisition, le nom du radiologue, etc. Il est composé d'un ensemble de séries.
3. **Niveau Série** : considère l'ensemble des examens médicaux passés pour la même modalité. Il est composé de plusieurs images (Scanner, IRM, etc.).
4. **Niveau Image** : contient les attributs d'acquisition, l'identifiant de l'image, son type, etc.

DICOM est destiné à solutionner le problème de l'échange d'images médicales de multi-modalités sur des médias amovibles. Il est également utilisé pour faciliter l'échange d'images entre différents ordinateurs et standards industriels de transfert.

### II.2. Imagerie médical :

La radiologie et l'imagerie médicale est un domaine de la médecine qui a énormément évolué ces 20 dernières années. Éloignée, est l'époque de la radioscopie où nos ascendants devaient subir de grandes doses de rayons X derrière un «paravent» afin d'obtenir de l'information qui était plus souvent qu'autrement très rudimentaire.

De nos jours, les images médicales sont obtenues à l'aide de différents types d'appareils qu'on appelle modalités. Ces images contiennent de l'information sur les conditions des patients qui est utilisée pour effectuer des diagnostics et faciliter les traitements et les chirurgies.

#### II.2.1. Définition de l'imagerie médicale :

L'imagerie médicale est une pratique permettant d'examiner l'intérieur du corps humain sans procéder à une opération. L'imagerie médicale est utilisée à des fins cliniques afin de pouvoir proposer un diagnostic ou un traitement pour de nombreuses pathologies. Cette technique est également très utile dans le domaine de la recherche médicale pour l'étude de notre physiologie. La médecine fait appel à plusieurs types d'imagerie pour le diagnostic d'un patient : radio, échographie, IRM, endoscope, scanner, laser... [BIB\_III.01]

#### II.2.2. Les techniques de l'imagerie médicale :

Les techniques de l'imagerie médicale sont nombreuses et permettent d'obtenir des images en 2D, 2,5D (ou séries de coupes) et 3D. Nous citons, par exemple la radiographie, l'IRM, la tomodensitométrie, l'échographie, l'angiographie, la tomographie, l'arthrographie, la sacco-radiculographie, la cholécystographie orale, la cholangio-pancréatographie, la cholangiographie, la mammographie, l'hystéro-salpingographie, la bronchographie, l'urographie intraveineuse, la radioscopie, l'artériographie, la scintigraphie, le doppler, etc. Nous nous limitons aux 5 premières techniques :

- **La radiographie** : Les rayons X sont de la même famille que les rayons lumineux. Ils permettent d'impressionner un film radiographique (comparable au film photographique qui est impressionné par la lumière). La différence fondamentale est que les rayons X peuvent traverser la matière. Le film radiographique sera plus ou moins noirci en fonction de l'organe traversé. Ainsi les structures osseuses apparaissent en blanc et les structures aériques (poumons) apparaissent en noir sur les films radiographiques. La radiographie permet d'obtenir des images en 2D.

- **L'échographie** : utilise un faisceau d'ondes ultrasonores, d'une fréquence adaptée (2,5 à 10 Mhz), qui sera plus ou moins réfléchi selon les structures organiques rencontrées. On déplace

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

une sonde sur la région à examiner après avoir appliqué sur la peau un gel qui permet de supprimer la présence d'air (l'air empêche la transmission des ultrasons) entre la sonde et la peau. Cette technique produit généralement des images en 2D.

- **La Tomodensitométrie (TDM) ou Scanner** : utilise un tube à rayon X qui tourne autour du patient. Le film radiographique est remplacé par des capteurs numériques, et l'image est reconstruite par ordinateur. Des coupes superposables sont obtenues réalisant pratiquement des coupes anatomiques du corps humain. De ce fait, cette technique produit des images en 2,5D.

- **L'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique)** : est une technique non invasive basée sur le principe de la résonance des atomes de certaines molécules sous l'action d'ondes de radio-fréquences. L'appareil est constitué d'un tunnel formé d'un aimant très puissant (0,1 à 1,5 Tesla) entourant le lit d'examen sur lequel s'allonge le patient. Des générateurs d'ondes électromagnétiques spécifiques y sont connectés. Certains émettent une onde radio-fréquence qui va exciter les noyaux d'hydrogène contenus dans l'eau composant nos cellules. Après arrêt de la stimulation (qui dure quelques millisecondes) les atomes d'hydrogène restituent cette énergie qui se dissipe dans différents plans de l'espace sous l'action du champ magnétique de l'aimant. L'énergie est alors captée par des antennes dites antennes réceptrices, puis analysée par un ordinateur qui construit une carte énergétique des structures anatomiques de la partie étudiée du corps. L'IRM permet de produire une série de coupes d'images (2,5D).

- **L'angiographie** : est une technique qui sert à visualiser certaines artères en opacifiant les vaisseaux par un produit de contraste radio-opaque injecté dans la circulation artérielle. Durant l'injection du produit, des rayons X vont être produits sous la table d'examen<sup>3</sup> et traversent le corps. Le produit de contraste est opaque aux rayons X et la caméra placée au-dessus du patient montre simultanément les artères injectées sur un écran. Les images obtenues sont informatisées et mémorisées.. Des images 2D et 2,5D sont produites par cette technique.

### II.2.3. Les réseaux d'imagerie médicale :

La révolution numérique a investi les hôpitaux. Grâce à la consultation simultanée des images radiologiques, diagnostic assisté par ordinateur, suivi des patients, dossier médical en ligne...

Outre les progrès technologiques considérables qu'il engendre en matière d'imagerie et de communication permettent, au-delà de la modernisation, une amélioration de la qualité des soins et une meilleure circulation de l'information au service du patient qu'elle met au coeur des échanges. Des équipements réseautiques sont nécessaires, non seulement pour optimiser l'usage des images mais aussi pour permettre leur bonne utilisation.

Le RIS et le PACS sont des systèmes qui servent à communiquer et d'archiver le dossier médical du patient.

### II.2.4. Les systèmes d'informations médicales :

Le Système d'Information Hospitalier (SIH) couvre l'ensemble des informations utilisées dans un établissement de santé. La performance d'un système d'information dépend de multiples facteurs, un de ceux-ci est le facteur humain.

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

Les systèmes d'information médicale ont pour objectif de regrouper toutes les données concernant le patient pour permettre leur échange et leur communication et d'interconnecter les différents professionnels impliqués dans la prise en charge et le suivi du patient.

Deux éléments interviennent pour structurer un réseau d'imagerie : **le RIS et le PACS**.

### 1. **Le RIS** (Système d'Information en Radiologie) :

Est un système réseautique de la gestion moderne d'un centre de radiologie. Il gère les différentes tâches du travail (prise de rendez-vous, admission du patient, gestion des rapports, facturation, statistiques, etc....) en rendant les différentes étapes de la visite médicale et de l'examen le plus fluide possible. Il permet également de rechercher très aisément des informations médicales ou administratives et d'organiser la distribution des résultats de manière sûre et rapide.

L'optimisation de ce système nécessite l'utilisation d'un PACS pour permettre la diffusion des demandes de médecins, des images et des comptes rendus, le RIS ne diffusant que sur les stations d'interprétation dans les services de radiologie. [BIB\_III.04]

### 2. **Le PACS** (Picture Archiving and Communication System):

Est un système de gestion électronique des images médicales avec des fonctions d'archivage, de stockage et de communication rapide. Ses capacités sont très supérieures à tous les équipements existants et offrent des perspectives de développement des réseaux d'imagerie à grande échelle et sur le long terme. Il optimise le RIS dont il est le complément indispensable pour la gestion des images.

Le PACS représente l'évolution des nouvelles technologies numériques vers un environnement global numérique où les activités basées sur le film sont progressivement remplacées par leur équivalent numérique pour aboutir à une pratique sans film.

Il est le sous ensemble du système d'information hospitalier (SIH) permettant de collecter, stocker et archiver des images dans une banque d'images accessible de n'importe quel point de l'hôpital par tous les professionnels concernés, permettant ainsi l'échange optimisé de ces informations.

La fonction d'archivage assurée par le PACS est la condition pour utiliser au mieux les images en garantissant leur bonne conservation et leur accès rapide. Cette fonction permet une meilleure qualité de soins et est particulièrement cruciale pour les programmes de dépistage et la prise en charge des maladies chroniques.

Le système RIS/PACS, intégré au SIH est un outil d'avenir pour constituer le dossier d'imagerie du patient. Il améliore la qualité des soins en favorisant la communication entre les praticiens autour de l'imagerie et plus généralement du dossier patient auquel l'image doit être intégrée.

En améliorant la circulation des images dans la structure hospitalière, les réseaux d'imagerie intra hospitaliers permettront à terme une communication inter établissements. [BIB\_III.04]

### II.3. Système de Recherche d'Information (SRI) :

#### II.3.1. Définitions :

La recherche d'information (*Information Retrieval*) est le champ du domaine informatique qui s'occupe de la représentation, du stockage, de l'organisation et de l'accès aux informations [Salton & al, 1983]. La recherche d'informations est mise en œuvre à travers les systèmes de recherche d'informations.

Un système de RI est un ensemble de logiciels assurant l'ensemble des fonctions nécessaires à la recherche de l'information. Il offre des techniques et des outils permettant de localiser et de visualiser l'information pertinente relativement à un besoin en information, exprimé par un utilisateur sous forme de requête.

#### II.3.2. Processus général de la RI :

L'objectif d'un SRI est de fournir un ensemble de documents qui sont utiles pour aider son utilisateur à trouver de l'information pertinente en répondant à sa requête. Pour cela, le SRI met en œuvre un processus pour réaliser la mise en correspondance des informations contenues dans un fond documentaire d'une part, et des besoins d'information des utilisateurs d'autre part. [Ba-Duy DINH, 2012]

Le processus de recherche, couramment appelé Processus en U de recherche d'information comprend trois fonctions principales :

- L'indexation des documents disponibles des requêtes utilisateurs.
- L'appariement (fonction de correspondance) entre documents et requêtes
- Fonction de modification qui intervient en réponse aux résultats obtenus. Les modifications éventuelles concernent les documents ou les requêtes. Les modifications les plus courantes concernent la requête seulement ce qui est appelé la reformulation de requête.

##### II.3.2.1 L'indexation :

L'indexation consiste à définir une représentation concise et exhaustive d'un document média (texte, image, vidéo, son) en capturant l'information la plus représentative de son contenu et en minimisant les pertes d'informations. Cette représentation est effectuée par le biais d'un ensemble d'*attributs* ou *descripteurs*.

Deux types de descripteurs sont possibles : les *attributs externes* au document tels que le nom de l'auteur, la date d'acquisition, etc. et les *attributs internes* qui explicitent son contenu. Ces descripteurs peuvent appartenir à un ensemble prédéfini de termes et de relations. On parle alors d'un langage d'indexation *contrôlé* ou *fermé*. A l'inverse, on parlera d'un langage d'indexation *libre* ou *ouvert* quand les descripteurs sont choisis a posteriori et non limités à un ensemble prédéfini.

Le résultat de l'indexation est un ensemble de termes définissant ce qui est appelé le *langage d'indexation*.

L'indexation peut se faire selon trois modes différents :

- **Manuelle** : est un processus d'indexation où le document (ou la requête) est analysé par un expert du domaine ou un documentaliste qui se charge d'en représenter le contenu informationnel en utilisant un vocabulaire (ou un langage) contrôlé qui dépend de son savoir. L'indexation manuelle assure une meilleure précision de recherche en réponse à une requête utilisateur. Cependant, elle présente certains nombres d'inconvénients par exemple des termes différents peuvent être utilisés par deux documentalistes différents pour représenter un même document, et un indexeur, à deux moments différents, peut utiliser deux termes distincts pour représenter le même concept.
- **Automatique** : À l'aide d'un processus entièrement informatisé, l'indexation automatique, regroupe un ensemble de traitements automatisés sur un document. [K.MAMMERI, 2009]. Le processus d'indexation s'effectue en plusieurs étapes et dépend du type de média. Pour un texte, par exemple, on considère généralement les étapes suivantes :
  - *La segmentation* est une fonction qui découpe le texte en mots et élimine les mots transitoires (adverbes, pronoms, apostrophes, espaces, etc.)
  - *L'analyse morphologique* extrait les descripteurs du texte en identifiant les formes idiomatiques (plusieurs mots qui représentent une unité) et canoniques (dérivation d'un mot en adjectif, pluriel, etc.).
  - *L'analyse syntaxique* élimine l'ambiguïté trouvée entre les descripteurs issue de l'étape précédente. Elle crée un ensemble de relations entre les différents descripteurs (sujet, verbe, etc.).
  - *L'analyse sémantique* traduit les relations trouvées dans la phase syntaxique en concepts associés au domaine d'application.

L'indexation d'un autre type de média (en particulier l'image) nécessite d'autres méthodes d'analyse que nous développerons dans la suite du chapitre.

- **Semi-automatique ou indexation supervisée**: est une combinaison des deux approches d'indexation précédentes, dans cette indexation les résultats issus d'une indexation préalable sont exposés à un documentaliste pour enrichissement et/ou validation de la représentation (index) obtenu [W.AZZOUG, 2013].

### II.3.2.2. Appariement requête-document :

L'appariement requête-document consiste à calculer un poids de pertinence ou la similarité entre chaque document et la requête de l'utilisateur, notée  $RSV(Q,D)$  (Retrieval Status Value), où  $Q$  représente la requête et  $D$  le document considéré. Ce poids est calculé grâce à un modèle d'ordonnement en RI. Il permet donc d'ordonner les résultats renvoyés par le système de RI en fonction du poids calculé pour chaque document vis-à-vis de la requête. La plupart des systèmes de RI ordonnent les résultats dans un ordre décroissant de la valeur RSV qui traduit le degré de pertinence des résultats.

Les documents les plus pertinents doivent être renvoyés en premier. Un système de RI idéal ne renvoie que les documents pertinents vis-à-vis de la requête, tous les documents non pertinents ne sont pas retournés ou doivent être retournés après les documents pertinents. [Ba-Duy DINH, 2012]

### II.3.2.3. Reformulation de Requêtes :

L'utilisateur exprime son besoin en information sous forme d'une requête afin de trouver des résultats qui l'intéressent. Cependant, le SRI renvoi parfois des résultats qui ne lui conviennent pas. Pour cela, une étape de reformulation de la requête est souvent utilisée dans l'espoir de retrouver plus de documents pertinents.

Ce processus permet de générer une requête plus adéquate que celle initialement formulée par l'utilisateur.

La reformulation de la requête consiste à modifier la requête de l'utilisateur par ajout de termes significatifs et/ou réestimation de leur poids. Si les termes rajoutés proviennent des documents de la collection, on parle de réinjection de pertinence (relevance feedback). La modification de la requête peut aussi être basée sur le vocabulaire issu de ressources externes telles que les ontologies ou les Thesaurus [K.MAMMERI, 2009].

### II.3.3. Les modèles de recherche d'information :

Si c'est l'indexation qui choisit les termes pour représenter le contenu d'un document ou d'une requête, c'est au modèle de leur donner une interprétation. Étant donné un ensemble de termes pondérés issus de l'indexation, le modèle remplit les deux rôles suivants :

- Créer une représentation interne pour un document ou pour une requête basée sur ces termes;
- Définir une méthode de comparaison entre une représentation de document et une représentation de requête afin de déterminer leur degré de correspondance (ou similarité).

Le modèle joue un rôle central dans la RI. C'est le modèle qui détermine le comportement clé d'un système de RI. Différents modèles de RI ont été proposés, dans ce qui suit nous décrivons les plus répandus.

Depuis la naissance des premiers systèmes de RI dans les années 1960s, plusieurs modèles de recherche d'information ou modèles d'appariement document-requête ont été proposés dans la littérature. Sommairement, ils peuvent être classés en trois catégories principales : modèles booléens, modèles vectoriels et modèles probabilistes. [Ba-Duy DINH, 2012]

#### II.3.3.1. Modèle booléen :

Ce modèle de recherche est basé sur la théorie des ensemble et l'algèbre de boole.

Il représente les documents et les requêtes sous forme d'une liste de termes reliés entre eux par des opérateurs logiques (ET, OU, NON). Par exemple, un document D est représenté par une liste conjonctive de mots-clés reliés par l'opérateur ET( $\wedge$ ) :

$$D = d_1 \wedge d_2 \wedge d_3 \wedge \dots \wedge d_n.$$

Une requête Q est représentée par une liste de mots-clés reliés entre eux par des opérateurs booléens ET ( $\wedge$ ), OU ( $\vee$ ), NON ( $\neg$ ) :

$$Q = q_1 \wedge q_2 \neg q_3 \dots \vee q_m.$$

La fonction de correspondance est basée sur l'implication  $D \rightarrow Q$ , où D et Q représentent respectivement un document et une requête, et  $\rightarrow$  est l'implication logique des propositions. L'inconvénient majeur du modèle booléen est qu'il effectue une correspondance stricte entre une requête et un document du corpus. Aucune correspondance partielle n'existe et ne permet d'établir une classification du résultat. [R.CHBEIR, 2001]

### II.3.3.2. Modèle vectoriel :

Le modèle vectoriel a été proposé par Salton dans le système SMART ce modèle représente les documents D et les requêtes Q sous forme d'un vecteur de mots-clés pondérés appelés termes d'indexation  $w_i$ .

$$D = (w_1, \dots, w_i, \dots, w_n)$$

où n représente le nombre de termes d'indexation et  $w_i$  la pondération du terme  $t_i$  dans le document D.

La requête Q du modèle vectoriel est également formalisée en vecteur de termes

$$Q = (k_1, \dots, k_j, \dots, k_n) \text{ où } k_j \text{ est une pondération du terme } t_j.$$

La fonction de correspondance est fondée sur une mesure de la similarité entre les vecteurs représentant le document D et la requête Q. Cette mesure est souvent effectuée par la valeur du cosinus de l'angle  $\phi$  formé par les deux vecteurs. [R.CHBEIR, 2001]

$$\text{Similarité}(D, Q) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i \times k_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \times \sum_{i=1}^n k_i^2}}$$

### II.3.3.3. Modèle probabiliste :

Le modèle probabiliste aborde le problème de la recherche d'information dans un cadre probabiliste. Le premier modèle probabiliste a été proposé par M.Marion et J.Kuhns au début des années 1960. Le principe de base consiste à présenter les résultats de recherche d'un SRI dans un ordre basé sur la probabilité de pertinence d'un document vis-à-vis d'une requête. Résume ce critère d'ordre par le "principe de classement probabiliste", aussi désigné par PRP (*Probability Ranking Principle*). [Sauvagnat, 2005]

### II.3.4. Évaluation d'un SRI :

La qualité d'un SRI réside dans son aptitude à retrouver l'ensemble des documents pertinents pour l'utilisateur. On distingue deux types de pertinence : la *pertinence utilisateur* qui correspond aux documents proposés par le système et jugés pertinents par l'utilisateur (Relevance Feedback), et la *pertinence système* qui correspond aux documents jugés pertinents par le système. Pour mesurer les performances *qualitatives* d'un SRI, Salton distingue cinq critères:

- ✓ L'approbation des utilisateurs,
- ✓ Le temps de réponse : représente le temps écoulé entre la soumission de la requête et l'obtention du résultat,
- ✓ La présentation du résultat,
- ✓ La capacité du système à donner principalement de bonnes réponses à une requête,
- ✓ La capacité du système à éliminer les mauvaises réponses.

Plusieurs mesures *quantitatives* sont également utilisées pour mesurer les performances du SRI :

- ✓ *Le bruit* : constitue l'ensemble de médias non pertinents (selon l'utilisateur) restitués en réponse à l'interrogation,
- ✓ *Le silence* : représente l'ensemble des médias pertinents que l'interrogation n'a pas retrouvés,
- ✓ *Le rappel* : donne, pour une requête, le taux des médias pertinents retrouvés par rapport à l'ensemble de médias pertinents présents dans le corpus,

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

- ✓ *La précision* : correspond au taux de documents pertinents retrouvés par la requête et jugés pertinents par l'utilisateur par rapport à l'ensemble de tous les documents sélectionnés et jugés pertinents par le système.

Dans la mesure où ces critères sont fondés sur la pertinence utilisateur, on peut estimer la performance du système par le biais du décalage existant entre la pertinence système et la pertinence utilisateur. D'une façon générale, mesurer les performances d'un SRI n'a pas beaucoup de signification puisque, pendant l'évaluation, on ignore souvent les paramètres déterminants tels que le contexte, les besoins de l'utilisateur, etc.

### III. Recherche d'images

#### III.1. Approches de représentation et de recherche d'images :

La recherche d'images est un domaine de recherche très actif au sein de deux grandes communautés de recherche: gestion de bases de données et la vision et infographie. Ces deux communautés de recherche étudient la recherche des images sous deux approches différentes: l'une emploie des annotations textuelles et l'autre emploie des descripteurs de bas ou haut niveaux extraits à partir des images.

La première approche a été proposée en 1970s, elle est basée sur l'annotation textuelle manuelle d'images, est aujourd'hui la plus employée.

La deuxième approche a été introduite dans le début des années 1980s. Elle a 2 directions, c'est la recherche d'image basée le contenu symbolique et ceux basé sur le contenu sémantique.

##### III.1.1. Approche basée sur le contexte:

###### 1. Principe :

Le contexte concerne l'ensemble des informations autour d'une image permettant d'orienter sa signification ou de la situer par rapport à un fait (*ou à un évènement*) [R.CHBEIR, 2001]. La recherche basé sur le contexte consiste à chercher dans l'environnement global de l'image : son auteur, sa date d'acquisition, ...etc sans aborder le contenu, l'image est considérée comme une boîte noire.

###### 2. Indexation de contexte de l'image :

Les images de la base sont annotées ou indexées par un ou plusieurs mots clé de façon manuelle, ces mots-clés ne décrivent pas le contenu (texte environnant, description, date de création, auteur, mot-clé, . . .).

###### 3. Types de requêtes:

Un utilisateur peut alors effectuer une recherche en formulant une requête composée d'un ou de plusieurs mots-clés. Le système présente à l'utilisateur les images qui sont indexés par ces mots-clés. La liaison entre l'espace des requêtes et celui des réponses se réalise en exploitant la similarité entre les chaînes de caractères introduites par les utilisateurs et les mots-clés associés aux images dans les index. [D. GORISSE, 2010].

### 4. Quelques systèmes:

Le contexte est souvent adopté par les moteurs de recherche d'images sur le WEB [R.CHBEIR, 2001]. La plupart des systèmes de recherche d'images accessibles au grand public se basent sur des informations provenant d'annotations de l'image et sont totalement indépendants du contenu de celles-ci.

- **Le système Chabot** : Au Département des Ressources en Eau de Californie, le projet Chabot a été conçu pour étudier le stockage, et la recherche dans de très grandes banques d'images. Le système Chabot s'appuie sur l'existant, les images étaient accompagnées de vastes méta-données (*numéro du CD, date, catégorie, sujet, etc.*). L'objectif de Chabot est d'intégrer et de stocker un nombre important de données, d'être simple à utiliser et d'autoriser des requêtes dites « flexibles ». [K..MAMMERI, 2009]
- **Google** : Google est un SRI qui inclut une option pour la recherche d'images sur le Web. C'est un système qui offre une large couverture du Web. Les index sont mis à jour régulièrement. Pour déterminer le contenu graphique d'une image, Google analyse le texte de la page qui entoure l'image, le titre de l'image et de nombreux autres critères. Google applique également des algorithmes pour éliminer les doublons (images identiques). [K..MAMMERI, 2009]

### 5. Limites de la description de l'image par le contexte

Le contexte de l'image peut parfois servir à décrire l'image. En effet, si les annotations sont bien construites, la recherche devient une simple recherche textuelle. Néanmoins, la description grâce au contexte présente certaines lacunes et limites :

- ✓ L'annotation des images représente une tâche longue et répétitive pour l'humain, surtout avec les bases d'images qui deviennent aujourd'hui de plus en plus grandes. [H.NGUYEN, 2005]
- ✓ Les besoins des utilisateurs dans certains domaines, en particulier le domaine médical, nécessitent des modes de recherche différents basés sur le contenu de l'image. Par exemple, dans un traitement thérapeutique, le médecin est parfois amené à vouloir retrouver des cas en faisant intervenir certains attributs d'image tels que : la densité des objets, la texture, la position, la forme, etc. Ces attributs permettent au médecin de comparer les images et l'aident à établir son diagnostic. Dans la situation actuelle, le contexte seul est incapable de décrire les images de façon à satisfaire les requêtes des utilisateurs concernés [R.CHBEIR, 2001].
- ✓ Le contexte n'existe pas nécessairement dans certains domaines. Ainsi, les images filmées par une caméra de surveillance, par exemple, ne contiennent pas d'informations contextuelles capables de décrire l'image. Les seules informations connues sont la date et le lieu de la scène. Par conséquent, l'utilisation d'un tel paradigme dans ce domaine d'application peut s'avérer inadéquate pour décrire l'image. [R.CHBEIR, 2001]
- ✓ Les systèmes contextuels sont très restrictifs et inappropriés donc une meilleure description du contenu de l'image devenue une nécessité incontournable.

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

- ✓ La disparation de la richesse du contenu sémantique des images (rien ne garantit que les annotations des images soient sémantiquement proches du contenu de l'image). [K.MAMMERI, 2009]

Cette approche étant limité à la description des images, il s'avère inefficace dans le domaine médical. Cependant, il doit être intégré dans la représentation de l'image médicale d'une part pour répondre aux requêtes basées sur les informations contextuelles et, d'autre part, pour compléter la description de l'image. [R.CHBEIR, 2001]

### III.1.2. Approche basée sur le contenu:

Le principe général de la recherche d'image par le contenu se déroule en deux phases. Lors d'une première le système décrit le contenu des images. Lors de la seconde phase, l'utilisateur interroge la base à l'aide d'une requête. Le système recherche les images de la base qui corresponde à la demande de l'utilisateur.

Le contenu d'une image peut être vue à travers deux aspects différents : physique et sémantique :

- ❖ Aspect physique: Une image est représentée sous la forme d'un ensemble de régions, une région se définit alors comme un ensemble connecté de pixels ayant une ou plusieurs caractéristiques physiques communes.
- ❖ Aspect sémantique : Une image peut être décrite par un ensemble d'éléments identifiés selon un référentiel donné, pouvant se composer pour former des scènes au sein de l' image. [F.BESSAI, A.HAMADI, S.SELMOUNJ, 2002 ]

#### III.1.2.1. Approche basée sur le contenu Physique (symbolique) :

##### 1. Principe :

Les systèmes d'indexation et recherche d'images par le contenu permettent de rechercher les images d'une base d'images en fonction de leurs caractéristiques visuelles. Ces caractéristiques, encore appelées caractéristiques de bas-niveau sont la couleur, la texture, la forme et tout autre caractéristique de l'image qu'on peut imaginer. (Dans le domaine de recherche d'images, parfois des auteurs appellent ces caractéristiques des caractéristiques symboliques) [LÉ THILAN et A.BOUCHER 2005]

Les techniques utilisées pour calculer les caractéristiques physiques d'une image, étant basées sur des mesures mathématiques, permettent d'automatiser la procédure de recherche de l'image soit en calculant une distance de similarité entre deux images, soit entre deux portions de l'image, soit en comparant la position de deux objets dans une image. L'utilisateur peut donc comparer une image à l'ensemble des images de la base et trouver celles qui sont les plus pertinentes. [R.CHBEIR, 2001]

##### 1. Architecture générale d'un système d'indexation et de recherche d'images par le contenu :

Deux aspects indissociables coexistent dans les systèmes de recherche d'images par le contenu, l'indexation et la recherche. [H.ABED, L.ZAOUI].

- **La phase d'indexation (hors-Ligne)** : Dans cette phase, des caractéristiques sont automatiquement extraites à partir de l'image et stockées dans un vecteur numérique appelé descripteur visuel. Grâce aux techniques de la base de données, on peut stocker ces caractéristiques et les récupérer rapidement et efficacement.
- **La phase recherche (On-line)** : Dans cette étape, le système analyse une ou plusieurs requêtes émises par l'utilisateur et lui donne le résultat correspond en une liste d'images ordonnées, en fonction de la similarité entre leur descripteur visuel et celui de l'image requête en utilisant une mesure de distance.

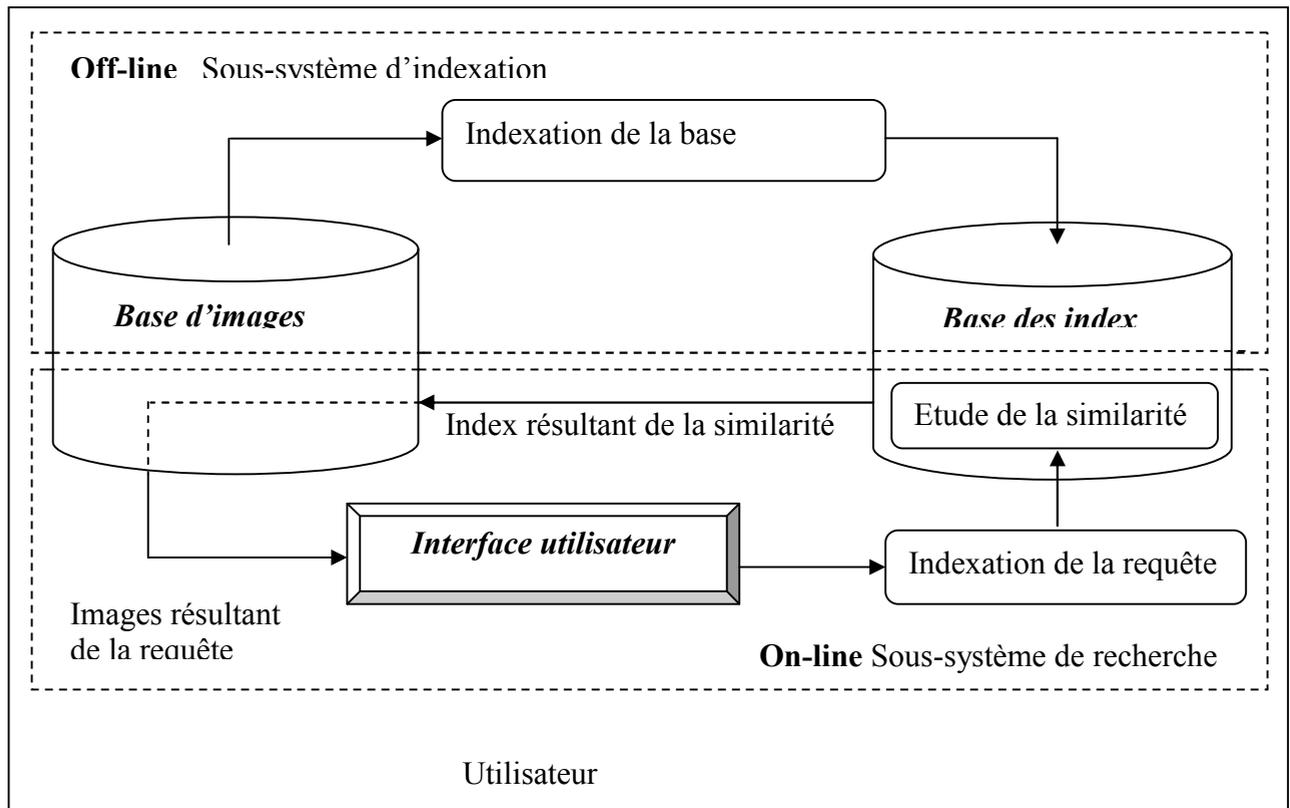


Figure III.1: Architecture d'un système de recherche par le contenu symbolique.

### 2. Caractéristiques de l'image et la recherche :

Les méthodes de description de l'image dépendent des applications considérées. Pour des bases d'images au contenu hétérogène (on parle de bases d'images génériques), il existe deux classes de caractéristique d'images : les caractéristiques globales et les caractéristiques locales. Lorsque les bases d'images sont relatives à un domaine spécifique, des caractéristiques spécifiques sont alors préconisés. [V.Gouet-Brunet, 2005]

Les recherches basées sur le contenu physique de l'image peuvent porter sur ses caractéristiques globales, locales et spécifiques.

- **les caractéristiques globales** : ces caractéristiques concernant la recherche sur toute l'image comme la couleur, texture, forme, ...etc., un système basé uniquement sur des caractéristiques globales ne peut pas donner les résultats désirés. Soit une image composée de plusieurs objets ayant des caractéristiques, couleurs et textures, très différentes, le vecteur de caractéristiques global extrait à partir de l'image entière perd

les Informations locales (les objets) et ne produit qu'une moyenne grossière du contenu de cette image.

- **les caractéristiques locales :**

A l'opposé des approches globales, les approches de description locale visent à décrire le contenu de l'image localement. Elles offrent ainsi la possibilité d'effectuer une recherche sur une partie de l'image ou encore sur un objet présent dans l'image. [V.Gouet-Brunet, 2005]

Ces caractéristiques concernant la recherche précise sur une partie de l'image à l'aide de segmentation en région, détection de points d'intérêt, ... etc. l'analyse uniquement basée sur des caractéristiques locales risque de perdre le sens global de l'image, en submergeant celui-ci dans un flot de petits détails inutiles.

- **les caractéristiques spécifiques :**

Les descripteurs sus-cités ne supposent aucune connaissance a priori sur la nature des images/objets à indexer. Par descripteurs spécifiques, on entend des descripteurs dédiés à des bases d'images ou des classes d'objets relatifs à un domaine particulier, la biométrie ou la numismatique par exemple. [V.Gouet-Brunet, 2005]

- a. Indexation des caractéristiques physique de l'image :**

Le but de l'indexation est de fournir une représentation de l'image permettant des recherches efficaces. Les pixels d'une image ou d'une région d'images ne peuvent pas être exploités directement. C'est pourquoi on extrait à l'aide d'algorithmes des descripteurs visuels afin d'obtenir une représentation plus facile à utiliser. L'extraction des informations visuelles des images doit être effectuée aussi bien pour les images de la base que pour la requête. Elle est généralement constituée de trois étapes :

- b. Les phases d'indexation :**

Un système d'indexation comprend généralement deux phases de traitement :

- i. Indexation logique :**

L'indexation logique consiste à extraire et à modéliser les caractéristiques de l'image qui sont principalement la forme, la couleur et la texture. Chacune de ces caractéristiques pouvant être considérée pour une image entière ou pour une région de l'image.

- ii. Indexation physique**

L'indexation physique consiste à déterminer une structure efficace d'accès aux données pour trouver rapidement une information. De nombreuses techniques basées sur des arbres (arbre-B, arbre-R, arbre quaternaire, ...) ont été proposées. Pour qu'un système de recherche d'images soit performant, il faut que l'indexation logique soit pertinente et que l'indexation physique permette un accès rapide aux documents recherchés. [H.ABED, L.ZAOUI]

- c. Les types de requêtes :**

La première étape de la recherche d'images et la constitution de la requête. L'interface d'interrogation doit permettre aux utilisateurs de spécifier une requête. Cela pose le problème de la facilité pour l'utilisateur de définir précisément ses besoins à travers cette interface. Selon le cas, l'utilisateur peut spécifier directement les attributs de bas niveau de l'image cible

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

dans sa requête, interroger le système en esquissant un croquis (par esquisse), ou bien en présentant au système une image exemple de ce qu'il recherche (par exemple)

### i. Requête par mot clés :

Les images sont recherchées suivant un ou plusieurs critères, par exemple trouver les images contenant 80% de rouge. Donc, le système se base sur l'annotation manuelle et textuelle d'images. [S.BEDOUHENE]

### ii. Requêtes par esquisse :

Dans ce cas le système fournit à l'utilisateur des outils lui permettant de construire une esquisse (dessin) correspondant à ses besoins. L'esquisse fournie sera utilisée comme exemple pour la recherche. L'esquisse peut être une ébauche de forme de contour d'une image entière ou une ébauche de couleur ou textures des régions d'une image. L'utilisateur choisira, en fonction de la base d'images utilisées, de ses besoins et préférences, l'une ou l'autre de ces représentations. Cette technique présente l'inconvénient majeur qu'il est parfois difficile pour l'utilisateur de fournir une esquisse, malgré les outils qui lui sont fournis. [S.BEDOUHENE]

### iii. Requête par exemple :

Pour les systèmes de recherche d'images à base d'exemples, l'utilisateur, pour représenter ses besoins utilise une image (ou une partie d'image) qu'il considère similaire aux images qu'il recherche. Cette image est appelée image exemple ou requête, l'image exemple peut soit être fournie par l'utilisateur, soit être choisie par ce dernier dans la base d'images utilisée. Cette technique est simple et ne nécessite pas de connaissances approfondies pour manipuler le système. [S.BEDOUHENE]

### d. Quelques systèmes :

Plusieurs systèmes de recherche d'images sont maintenant disponibles sur le marché. Certains sont commercialisés avec une démonstration sur le WEB, d'autres restent expérimentales.

- **Le système QBIC** : (Query By Image Content) QBIC a été le premier système commercial de recherche d'images par le contenu. L'utilisateur peut effectuer des recherches par l'exemple ou dessiner et esquisser les objets recherchés. Les images y sont caractérisées en termes de couleurs (*couleur moyenne, histogramme de couleurs*), de textures (*grossièreté, contraste, directionnalité*) et de formes (*un ensemble de moments, circularité, surface*). Les requêtes peuvent porter sur des informations textuelles et visuelles. [K.MAMMERI, 2009]
- **Le système BLOBWORLD**: est un système utilisant une interface avec quelques classes d'images qui permet à l'utilisateur de choisir une image requête. [Alain Boucher, 2005]
- **SIMPLIcity** : Développé par JAMES WANG, la recherche se fait par une requête exemple, le résultat est affiché par ordre décroissant de similarité.

- Le **système Excalibur** développé par la société Excalibur Technologies, offre une variété de techniques d'indexation et de correspondance basées sur la reconnaissance de formes. Une démonstration existe sur le Web (<http://www.excalib.com/>). Le catalogue et moteur de recherche Yahoo a intégré Excalibur dans Yahoo ! Image Surfer (<http://isurf.yahoo.com/>). Ce dernier permet ainsi une recherche d'images sur le WEB. [R.CHBEIR, 2001]
- **WebSeek** est un système qui permet, par le biais d'agents, de rechercher des images sur le WEB à travers les caractéristiques physiques. Les images sont également indexées par mots-clé. Une démonstration en ligne existe sur <http://disney.ctr.columbia.edu/WebSEEk/>. [R.CHBEIR, 2001]
- **Surfimage** [R.CHBEIR, 2001] est un prototype développé à l'INRIA (<http://www-suntim.inria.fr/htbin/syntim/surfimage/surfimage.cgi/>). Il permet de rechercher des images en combinant leurs caractéristiques physiques. Il propose également un retour de pertinence (Relevance Feedback) pour mieux interagir avec l'utilisateur.

### e. Limite de la recherche par le contenu physique (symbolique):

La recherche par contenu symbolique a l'avantage de se baser sur le contenu brut de l'image. De ce fait l'extraction des caractéristiques peut se faire automatiquement ce qui mène à une indexation cohérente avec le contenu de l'image. [I. Dioleti, 2005], et le grand avantage réside dans leurs bonnes performances. Mais il y a quelques inconvénients :

- ✓ Si les caractéristiques soient globales ne permet pas à l'utilisateur de identifier leurs caractéristiques pour différentes zones de l'image, c'est un problème dans le résultat de recherche (bruit dans la réponse).et l'inverse si les caractéristique soient locales.
- ✓ Dans les systèmes la requête se fait par esquisse, lorsqu'il s'agit d'images plus complexes, le dessin d'un croquis devient une tâche longue et fastidieuse, et requiert des compétences artistiques chez l'utilisateur.
- ✓ Le défaut principal des cette recherche est ce qu'on appelle le fossé sémantique, défini comme le manque de concordance entre les informations perceptuelles que l'on peut extraire des images et l'interprétation qu'ont ces données pour un utilisateur dans une situation déterminé. [J.Atif&C.Hudelot &.Bloch]
- ✓ La recherche des images par les caractéristiques physiques demeure en effet inappropriée dans plusieurs domaines. La description du contenu physique de l'image se heurte ainsi à plusieurs problèmes dans le domaine médical : [R.CHBEIR, 2001]
  - La variété et la complexité du corps humain : Par exemple, la recherche d'une forme circulaire dans une base d'images médicales pourrait correspondre aux radiographies cérébrales ou à des images de cellules.
  - La pertinence : La recherche d'une image médicale qui se baserait uniquement sur ses caractéristiques physiques pourrait s'avérer inappropriée si l'utilisateur ne s'intéresse qu'au contenu de l'image. Par exemple, deux échographies contenant les mêmes objets mais prises chacune avec une rotation, et une incidence différente, ont de grandes chances d'être jugées non-similaires par un système basé sur un calcul de similarité entre caractéristiques physiques. Les composants de l'image médicale sont plus importants et plus significatifs pour l'utilisateur final que l'image elle-même. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser une méthode de

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

recherche indépendante des supports physiques, de l'incidence, de la rotation, du zoom, etc. afin de garantir une cohérence et une efficacité maximales.

- La multiplicité des images médicales : Le domaine médical fait partie des domaines dans lesquels plusieurs techniques d'acquisition sont utilisées (Scanner, IRM, échographie, etc.). Or, chacune nécessite un type particulier de traitement d'images et de descripteurs spécifiques.

En raison de cela, les méthodes de sémantique sont apparues pour améliorer le résultat de recherche d'image. [H.NGUYEN,2005]

### III.1.2.2. Recherche basé sur le contenu sémantique:

#### 1. Principe :

La recherche par le contenu sémantique tente de donner un sens à l'image telle qu'elle est perçue par l'être humain. Il correspond à la description subjective de l'image traduite par des moyens textuels. [R.CHBEIR, 2001]

La recherche par le contenu sémantique consiste à interpréter les images à l'aide des termes sémantique, alors elle peut être définie comme l'extraction de la sémantique d'une image. Cependant, cette sémantique n'est pas toujours explicitement dans l'image elle-même. Elle dépend d'une part des connaissances *a priori* sur le domaine et d'autre part du contexte de l'interprétation. Ces connaissances peuvent être modélisées sous la forme d'ontologies ou d'autre formalisme de représentation des connaissances (les réseaux de neurones, Arbres de décision, etc...). [J.Atif&C.Hudelot &.Bloch]

Dans une image, la sémantique exprimée dépend de deux éléments: [Alain Boucher, 2005]

- du niveau de connaissances et de la perception que possède l'observateur;
- de l'objectif poursuivi par l'utilisateur de cette image lorsqu'il la regarde.

Donc, on a deux approches pour retrouver cette sémantique:

- Approche basée méthodes pour comprendre l'objectif de l'utilisateur, le sens de sa requête.
- Approche basée sur des moyens pour connecter (ou lier) la connaissance sémantique humaine et l'apparence de l'image.

Nous poursuivons cette présentation par l'étude de ces deux approches : l'interaction avec l'utilisateur : **le retour de pertinence** et la définition des concepts de l'image : nous nous concentrons sur **l'ontologie** et son application pour la recherche des images.

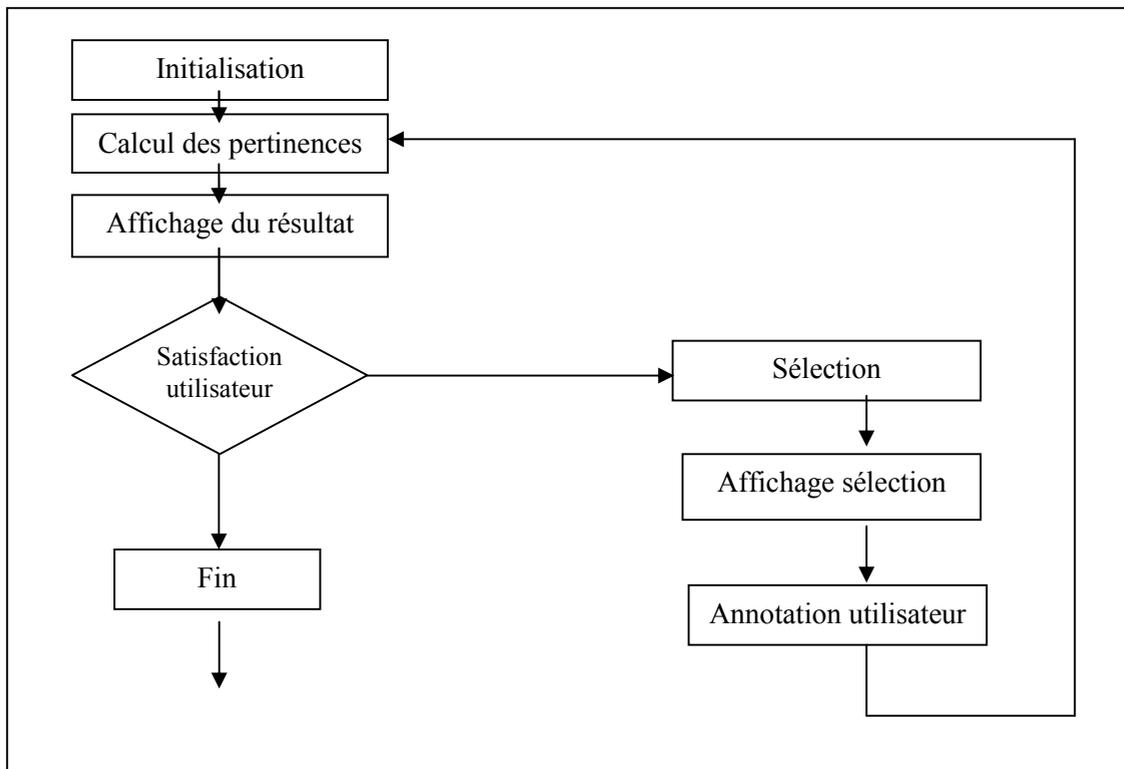
#### 2. Retour de pertinence :

Pour pallier le manque de connaissances, une approche utilisée dans la recherche d'images consiste à concevoir des systèmes semi-automatiques. On suppose que l'humain maîtrise la sémantique et qu'avec l'aide de quelques interactions simples et ciblées (par exemple, l'identification d'exemples positifs et négatifs à partir d'un premier retour du programme), le système apprend les intentions de l'utilisateur, peut prendre cette sémantique et rend des résultats qui peuvent satisfaire l'utilisateur. Ce mécanisme est appelé **le retour de pertinence** (relevance feedback en anglais).

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

Dans ce cas-ci, la sémantique n'est pas dans le système informatique, mais elle est extraite implicitement à chaque coup via l'interaction et l'analyse des retours. Le processus de retour de pertinence peut se décrire comme suit :

Quand une requête est faite et qu'une réponse est donnée par le système, l'utilisateur donne plus d'indications au système comme des images *positives* et des images *néglatives* à partir des premiers résultats. Le système recalcule et donne de nouveaux les deuxièmes résultats. L'utilisateur peut répéter ce processus plusieurs fois jusqu'à ce qu'il soit satisfait. Les images positives sont les images que l'utilisateur considère comme les images qui sont semblables à la requête et inversement pour les images négatives. [F.DEBBAGH, 2009]



**Figure III.2: Le processus de retour pertinence.**

Deux étapes clés sont à considérer au sein du schéma du bouclage de pertinence :

- L'étape du Calcul des pertinences.
- l'étape de sélection.

L'étape du *Calcul des pertinences* estime la pertinence de chaque image, i.e. la probabilité d'appartenir à la catégorie recherchée. Il en résulte un classement qui est présenté à l'utilisateur, qui peut choisir de terminer la session s'il est satisfait, ou bien de poursuivre. Dans le cas où l'utilisateur souhaite poursuivre sa session, le système propose, lors de l'étape de sélection, des images que l'utilisateur peut annoter. Une fois les images annotées, le système utilise ces nouvelles informations pour calculer de nouvelles pertinences, et ainsi de suite jusqu'à la satisfaction de l'utilisateur.

Une technique très courante de sélectionner les exemples est de demander à l'utilisateur d'annoter les images les plus pertinentes. [K.MAMMERI, 2009]

La manière la plus simple d'annoter une image est de spécifier si cette dernière appartient ou non à la catégorie recherchée (annotation binaire). Une image est dite pertinente

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

lorsqu'elle appartient à la catégorie recherchée, et non pertinente dans le cas contraire. Les images annotées permettent de construire l'ensemble d'apprentissage, noté  $A$ , formé par les couples  $(x_i; y_i)$ , où  $x_i$  est l'image d'indice  $i$  et  $y_i$  son annotation :

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } x_i \text{ est pertinente} \\ -1 & \text{si } x_i \text{ est non pertinente.} \end{cases}$$

Les deux étapes clefs de ce schéma sont la mise à jour de la fonction de classification et/ou de pertinence et l'étape de sélection des images à présenter à l'utilisateur pour annotation. [D.GORISSE, 2010]

Avec l'intégration de la perception humaine, la description de l'image par le contenu sémantique a donné plus de souplesse à l'expressivité des requêtes.

### a. L'ontologie :

Depuis quelques années, une direction de recherche concentre sur : comment prendre les connaissances d'un domaine et les présenter pour un ordinateur?, Comment connecte-t-on la connaissance haute niveau et l'apparence de l'image? Autrement dit comment extrait la sémantique de l'image ?

Parmi les moyens les plus utilisés, On la représentation des connaissances d'un domaine, on trouve les ontologies. Elles constituent une solution pour ajouter une couche sémantique aux images. En effet, les ontologies permettraient aux systèmes d'indexation et de recherche d'image de s'appuyer d'une part sur la connaissance pour interpréter le sens des images. Et d'autres part d'exploiter cette connaissance pour une recherche pertinente des images ainsi interprétées.

La description des images à partir d'une ontologie se fait grâce aux concepts et relations présentés dans cette ontologie. Une image sera interprétée par ensemble de concepts d'ontologie. Et la recherche par conséquence exploite cet ensemble des concepts, ainsi que toute relation sémantique peut exister entre eux. Ce qui permettra une recherche pertinent des images

## VI. Annotation et ontologie

### Introduction :

Avoir des volumes croissants des bases d'images est un résultat naturel. A cet effet, et pour assurer une exploitation efficace des images par des machines, leur description est une tâche qui s'impose. Sinon, ces images peuvent demeurer pratiquement inexploitable et impossible de les retrouver et utiliser efficacement.

L'annotation sémantique des images tente de résoudre ce problème, elle semble actuellement l'approche la plus prometteuse de représentation efficace des connaissances de domaine pour l'interprétation et la recherche des images.

### VI.1. Annotation et Métadonnées

#### VI.1.1. Métadonnées :

Les métadonnées sont définies comme un ensemble de données structurées sur des données. [F.DEBBAGH, 2009].C'est un ensemble structuré d'informations décrivant une ressource quelconque. Une métadonnée peut être utilisée dans la gestion, la description, la préservation de collections de ressources de natures différentes. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011].

### VI.1.2. Annotations :

Une annotation est une note, une explication, ou tout sorte d'information attachée à une source de connaissance (un ensemble de documents, un document, un passage, une phrase, un terme, un mot, une image...etc.) sans toutefois être obligatoirement insérée dans cette dernière. Elle peut être réalisée en format papier qu'en format électronique. [F.DEBBAGH, 2009]

### VI.1.3. Annotations sémantiques :

L'annotation sémantique est définie comme une représentation formelle d'un contenu, exprimée à l'aide de concepts, relations et instances, décrits dans une ontologie, et reliées à la ressource documentaire source ».

Les annotations sémantiques décrivent le lien entre les entités qui se trouvent dans la ressource d'information (document, image vidéo,...etc) et leurs descriptions sémantiques représentées dans l'ontologie.

Elles permettent ainsi de désambiguïser et d'interpréter les ressources, en faisant référence à une connaissance (habituellement une ontologie) séparée, avec une richesse sémantique considérable. Comme elles servent dans beaucoup de traitements automatiques tels que la classification et la recherche d'informations.

L'annotation sémantique à partir d'ontologie est devenue actuellement l'approche la plus prometteuse pour partager et exploiter l'information sur le Web. [D.Debbar&M.Taibaoui, 2013]

### VI.1.4. Méthodes d'annotation :

Il existe trois types d'annotation d'images : manuelle, semi-automatique et automatique. La première, comme sa dénomination l'indique, est effectuée manuellement par un humain chargé d'attribuer à chaque image un ensemble de mots clé. L'annotation automatique, quant à elle, est une tâche effectuée par une machine et vise à alléger la charge de l'utilisateur. Le premier type d'annotation augmente la précision et baisse la productivité tandis que le second type baisse la précision de la tâche et augmente sa productivité. Afin de faire un compromis entre ces deux tâches, leur combinaison est devenue nécessaire. C'est ce qui est connu sous le nom ' l'annotation semi-automatique'. [D.Debbar&M.Taibaoui, 2013]

### VI.1.5. Natures de métadonnées :

Différentes types d'informations peuvent être associées à des ressources qui sont:

**VI.1.5.1.Métadonnée indépendante du contenu :** est liée à l'image, mais ne décrit pas son contenu. Citons à titre d'exemple le nom de l'auteur, date, lieu,...etc. Les métadonnées indépendantes du contenu ne peuvent être extraites de la ressource. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]

**VI.1.5.2Métadonnées dépendantes de contenu :** Les données qui se réfèrent directement au contenu peuvent être divisées en deux types :

**VI. 1.5.2.1. Métadonnées dépendantes de contenu symbolique :** Elles sont liée aux caractéristiques de bas niveau (couleur, texture, forme, .. etc.).Elles sont facile à extraire avec

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

le temps de calcul nécessaire, on peut extraire des vecteurs de caractéristiques énorme contenant caractéristiques histogramme couleur, la texture caractéristiques calculées par des algorithmes différents,...etc.

**VI. 1.5.2.2. Métadonnées descriptives de contenu sémantique :** se réfère au contenu sémantique. Il est préoccupé des relations d'entités image avec des entités du monde réel ou événements temporelle, d'émotions et de sens associée à des signes visuels et des scènes. Annotation par des *métadonnées descriptives de contenu sémantique* c'est le type d'annotation qui est plus difficile à automatiser et qui nécessite de nombreux essais pour évaluer la performance des algorithmes d'annotation.

Métadonnées descriptives de contenu peut être spécifié à l'aide d'une ou plusieurs des approches suivantes :

**a. Descriptions de texte libre :** aucune structure prédéfinie, l'utilisateur peut annoter en utilisant n'importe quelle combinaison de mots ou des phrases. Cela rend plus facile d'annoter, mais plus difficile à utiliser l'annotation plus tard pour la recherche d'images.

**b. Annotation à base des mots clé :**

Chaque ressource est annotée par une liste de mots-clés qui lui sont associés. Il ya deux possibilités pour choisir les mots-clés : soit L'annotateur utilise des mots clés arbitraires comme l'exige, ou bien il est limité par une liste prédéfinie de mots-clés. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]

**c. Annotation à base d'ontologie :** L'utilisation d'une ontologie pour faire des annotations descriptives de ce contenu sémantique, est une solution très efficace, car une ontologie présente une recherche sémantique décrivant un domaine spécifique sous forme des concepts et relations entre eux. Les annotations sémantiques à base d'ontologie sont développées actuellement autour du web sémantique, et semble l'approche la plus prometteuse pour partager, chercher, et exploiter efficacement les ressource d'information.

Les annotations sémantiques sort:

- Persistants et Implicite : car elles font référence à une connaissance séparée de ressource (une ontologie).
- Opérationnelles : car elles sont destinées à être traitées par des machine.

Les annotations sémantiques ne sont pas consultables directement, il faut disposer d'un éditeur spécialisé pour observer le code source et des outils ayant accès à l'ontologie référencée. Ces outils sont générales des éditeurs d'ontologie permettant de choisi une ontologie, les concepts et instances représentatifs du sens.

### VI.2. Les ontologies

#### VI.2.1. Définition d'une ontologie :

Plusieurs définitions d'ontologies ont été proposées. Nous retenons ici la définition suivante : «C'est une représentation formelle, explicite, référencable et consensuelle de l'ensemble des concepts partagés d'un domaine sous forme de classes, de propriétés et de relations qui les lient ». Les termes les plus importants dans cette définition sont donc :

- **Formelle** : l'ontologie est définie dans un langage traitable par la machine.
- **Explicite** : l'ensemble des concepts et propriétés d'une ontologie sont spécifiés explicitement.
- **Référencable** : signifie que tout concept de l'ontologie peut être référencé de manière unique afin d'explicitement la sémantique de l'élément référencant.

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

- **Consensuelle** : signifie que l'ontologie est admise et acceptée par l'ensemble des acteurs d'une communauté.

Plusieurs autres définitions du concept ontologie ont été proposées. Ces définitions sont souvent des raffinements de définitions déjà proposées et/ou sont complémentaires avec elles.

### VI.2.2. Les motivations du développement des ontologies

Le domaine de l'ontologie attire l'attention parce qu'une ontologie fournit :

- **Le partage sémantique** : C'est l'une des premières motivations. La sémantique représente l'interprétation selon un point de vue ou un contexte particulier. Le partage sémantique doit donc être guidé par le contexte et le but à atteindre. Cette compréhension commune du domaine s'effectue au travers d'une ontologie. Ainsi, une ontologie fournit un vocabulaire partagé pour une compréhension commune du domaine traité. Par exemple, en médecine, les termes scientifiques sont désignés par des abrégés. Les mêmes abrégés peuvent se trouver dans plusieurs services mais ayant des sens différents ; par conséquent leur utilisation peut prêter à une confusion ; un diagnostic automatique dans ce domaine est impossible sauf que si la compréhension soit commune. Le partage et la communication doivent être présents entre les personnes, entre les personnes et les agents logiciels et enfin entre les agents logiciels eux même. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]

Les ontologies offrent une structuration et une sémantique facilitant considérablement la fourniture d'un service.

- **L'explicitation des spécifications des systèmes** : La plupart des logiciels conventionnels sont construits avec une conceptualisation implicite et que la nouvelle génération des systèmes utilisant les travaux en intelligence artificielle devrait être basée sur une conceptualisation explicitement représentée. En effet, l'ontologie fournit une classification des objets que doit manipuler le système. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]
- **L'analyse du savoir sur un domaine** : la spécification des termes d'un domaine est très importante ; c'est ce qui permet d'analyser le savoir sur ce domaine. Ce savoir peut, par la suite, être utilisé dans différentes applications. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]
- **L'indexation et la recherche d'informations** : Dans le Web Sémantique, les ontologies sont utilisées pour déterminer les index conceptuels décrivant les ressources sur le Web. [R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]

### VI.2.3. Les composants d'une ontologie :

Une ontologie peut être vue comme un ensemble structurée de concepts et de relations entre ces concepts destinés à représenter les objets du monde sous une forme compréhensible aussi bien par les hommes que par les machines. Les composants d'une ontologie sont :

- ✓ **Concept**: ou classe, définissant un ensemble d'objet, abstrait ou concret, que l'on souhaite modéliser pour un domaine donné. Les connaissances portent sur des objets auxquels on se réfère à travers des concepts. Un concept peut représenter un objet matériel, une notion, une idée. Les concepts dans l'ontologie sont habituellement organisés dans des taxonomies.
- ✓ **Les instances**: ou individus, constituent la définition extensionnelle de l'ontologie (pour représenter les éléments spécifiques)
- ✓ **Les relations**: Une relation permet de lier des instances de concepts ou des concepts génériques. Elles sont caractérisées par un terme ou plusieurs, et une signature qui



## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

Le cycle de vie par évolution de prototypes permet à l'otologiste de retourner de n'importe quel état à n'importe quel autre si une certaine définition manque ou est erronée. Ainsi, ce cycle de vie permet l'inclusion, le déplacement ou la modification de définitions n'importe quand durant ce cycle. L'acquisition, la documentation et l'évaluation de connaissances sont des activités de support qui sont effectuées pendant la majorité de ces états.

### VI.2.5 L'ingénierie ontologique :

L'ingénierie ontologique est la recherche de concepts généraux, réutilisables, partageables, et durables pour construire un modèle de connaissances capable d'aider des personnes à résoudre des problèmes. [ R.Mizoguchi,]

L'ingénierie ontologique a pour objectifs la construction d'ontologies, leur exploitation, leur maintenance et, de manière générale, leur gestion tout au long de leur cycle de vie. [F.DEBBAGH, 2009]

#### VI.2 .5.1 Méthode de construction d'ontologies :

L'ingénierie Ontologique ne propose à l'heure actuelle, aucune méthode normalisée ou méthodologie générale de construction d'ontologies, ce qui rend le processus d'élaboration des ontologies long, coûteux et complexe. Ces méthodologies peuvent porter sur l'ensemble du processus et guider l'ontologue<sup>3</sup> à toutes les étapes. [F.DEBBAGH, 2009]

Cependant, quelque soit la méthodologie adoptée, Le processus de construction d'ontologies s'intègre dans son cycle de vie et doit respecter certains principes. [F.DEBBAGH, 2009] et, d'autre part, à la linguistique et aux sciences cognitives.

Plusieurs travaux se sont intéressés à l'élaboration de principes pour gouverner ou guider de processus d'ingénierie ontologique. [Psyché, 2003] et [BANEYX, 2007]ont énuméré un certain nombre de principes:

- *Clarté et objectivité* : L'ontologie doit fournir des définitions objectives des termes afin de clarifier leur sens, ainsi une documentation en langage naturel.[ [Psyché, 2003]
- *Perfection* : une définition exprimée par une condition nécessaire et suffisante est préférable à une définition partielle ;
- *Cohérence* : une ontologie doit être cohérente afin de permettre des inférences conformes avec ses définitions ;
- *Modularité*: vise à minimiser le couplage entre les modules.
- *Extensibilité* : l'ontologie doit être construite de telle manière que l'on puisse l'étendre facilement, sans remettre en cause ce qui a déjà été fait.
- *Biais d'encodage minimal*: l'ontologie doit être conceptualisée indépendamment de tout langage d'implémentation. Le but est de permettre le partage des connaissances contenues dans l'ontologie, entre différentes applications utilisant différents langages de représentation.
- *Engagement ontologiques minimales* : L'ontologie doit spécifier le minimum possible la signification de ses termes, afin de laisser la liberté aux parties qui s'engagent dans cette ontologie de spécialiser et d'instancier l'ontologie comme elles le désirent.
- *Distinction ontologique* : les classes de l'ontologie doivent être disjointes ;
- *Minimisation des distances sémantiques entre les concepts frères de mêmes parents*: les concepts similaires doivent être groupés et représentés comme des sous classes

---

3 : l'ontologue est celui qui construit des ontologies. Son travail touche, d'une part, à l'informatique, à la logique, aux modèles de représentation de connaissances, aux normes et standards dans ce domaine

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

d'une classe et doivent être définis en utilisant les mêmes primitives. Sachant que ceux qui sont moins similaires sont présentés plus loin dans la hiérarchie [Psyché, 2003]

Généralement, le processus de construction d'une ontologie est une collaboration qui réunit des experts du domaine de connaissance, des ingénieurs de la connaissance, voire les futurs utilisateurs de l'ontologie. Cette collaboration ne peut être fructueuse que si les objectifs du processus ont été clairement définis, ainsi que les besoins qui en découlent.

Ce processus doit comporter les étapes suivantes :

### **Spécification des besoins :**

La construction d'une ontologie commence par la définition d'un domaine et de sa portée. C'est à dire, il faut trouver des réponses à des questions comme:

- Quel est le domaine que l'ontologie couvrira?
- Quels sont les buts de l'utilisation de l'ontologie?
- A quels types de questions l'information contenue dans l'ontologie devra-t-elle fournir des réponses?
- Qui va utiliser et maintenir l'ontologie?

Une fois le but défini, le processus de construction de l'ontologie peut démarrer, en commençant par la phase de conceptualisation.

### **Conceptualisation :**

L'objectif est d'organiser et de structurer la connaissance acquise durant l'étape de spécification en utilisant des représentations externes qui sont indépendantes des paradigmes de représentation de connaissances et des langages d'implémentation dans lesquels l'ontologie va être formalisée et implémentée. L'idée est de combler graduellement le canal entre les moyens d'expressions des intéressés et les langages d'implantation des ontologies. Les représentations intermédiaires utilisées sont : les taxonomies de concepts, les diagrammes des relations binaires, le glossaire des termes, le dictionnaire des concepts, le tableau des relations binaires, spécifier des contraintes sur les attributs dans une table d'attributs, spécifier des axiomes sur les concepts dans une table d'axiomes logiques, décrire les instances des concepts dans une table d'instances.

### **Formalisation :**

Une fois le modèle conceptuel structuré, il faut le traduire dans un formalisme formel.

Grâce à la formalisation, les définitions des concepts sont plus explicites et précises.

L'objectif est de faciliter l'interprétation de l'ontologie.

Parmi les nombreux langages de formalisation des ontologies, il y a trois grandes familles: les langages à base de frames, les modèles des graphes contextuels et les logiques de description.

### **Implémentation :**

Finalement, on doit implémenter l'ontologie dans un langage. Le langage choisit doit correspondre avec le modèle de formalisation. Une introduction brève des langages d'ontologie est présentée dans la session suivante.

### **VI.2.6 Typologies d'ontologie :**

Il existe plusieurs typologies dans la littérature et qui classifient les ontologies selon plusieurs dimensions, nous citons trois [F.DEBBAGH, 2009]:

#### **VI.2.6.1. Classification selon le degré de formalisme de la représentation:**

- *ontologie informelle* : ontologie opérationnelle dans un langage naturel
- *ontologie semi informelle* : utilise un langage naturel structuré et limité

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

- *ontologie semi formelle* : langage artificiel définit formellement
- *ontologie formelle* : langage artificiel contenant une sémantique formelle

### VI.2.6.2. Classifications en fonction du degré de granularité des connaissances représentées:

C'est-à-dire le niveau de détail des objets de la conceptualisation

- *granularité fine* : correspondant à des ontologies très détaillées, possèdent ainsi un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche.
- *granularité large* : correspondant à un vocabulaire moins détaillés. Les ontologies de haut niveau possèdent une granularité large, compte tenu que les concepts qu'elles traduisent sont normalement raffinés subséquemment dans d'autres ontologies de domaine ou d'application.

### VI.2.6.3. Classification en fonction des objets:

Cette classe présente les types d'ontologies les plus couramment utilisés.

#### - **Ontologie de représentation de connaissances:**

L'ontologie regroupe les concepts primitifs impliqués dans la formalisation des connaissances. Exp : l'ontologie *Frame* qui regroupe les primitifs de représentation des langages à base de frames.

- **Ontologies de haut niveau:** Appelées aussi « top level ontologies », « ontologies de sens commun/ général » ou encore « meta-ontologies » ou « ontologies génériques ou noyaux d'ontologies ». Elles décrivent des concepts généraux et de haute abstraction pour être réutilisées par les différentes ontologies à travers les différents domaines. Une ontologie de haut niveau est généralement conçue afin de réduire les incohérences des termes définis plus bas dans la hiérarchie. Elles incluent du vocabulaire en lien avec les choses, les événements, le temps, l'espace, la cause, le comportement, etc. , par exemple : objet, propriété, état, valeur, le temps, l'événement, l'action, l'espace...

- **Ontologies de domaine :** Elles sont construites sur la base d'un vocabulaire d'un domaine particulier de la connaissance tel que la médecine. Elles rendent compte du vocabulaire au travers de concepts et de relations qui modélisent les principales activités, les théories et les principes de base du domaine en question. La plupart des ontologies qui existantes sont de ce type . Ces ontologies sont réutilisables au sein d'un même domaine donné, mais pas d'un domaine à un autre.

Exemple: Entreprise Ontology, MENELAS consacrée à la cardiologie

- **Ontologies de taches :** Ce type est utilisé pour conceptualiser des tâches et/ou des activités particulières dans les systèmes (tache de diagnostic, de planification d'une activité, de tutorat . . .). Ces ontologies fournissent un ensemble de termes au moyen desquels on peut décrire, au niveau générique, comment résoudre un type de problème. Elles incluent des noms génériques (par ex., plan, objectif, contrainte), des verbes génériques (par ex., assigner, classer, sélectionner).

- **Ontologies d'application :** Ontologie d'Application. Cette ontologie est la plus spécifique. Les concepts dans l'ontologie d'application correspondent souvent aux rôles joués par les entités du domaine tout en exécutant une certaine activité. [Psyché, 2003]

### VI.2.7 Les langages de description des ontologies :

Nous pouvons classer les langages de description d'ontologies existants en deux catégories, à savoir traditionnels et liés à internet. [F.Z.HADJOUÏ, 2012]

#### VI.2.7.1 Les langages d'ontologies traditionnels :

Cette catégorie représente un ensemble de langages d'ontologie basés sur l'Intelligence Artificielle, créés la plupart dans les années 1990.

Nous pouvons citer entre autres :

- CycL basé sur les frames et la logique de premier ordre, et utilisé pour la construction de l'ontologie Cyc.
- KIF (Knowledge Interchange Format), désigné comme un format d'échange de la connaissance, et basé sur la logique de premier ordre.
- Ontolingua basé sur KIF, il est aujourd'hui le langage d'ontologie supporté par Ontolingua Server, et il est basé sur les frames et la logique de premier ordre.
- LOOM basé sur les logiques de description et les règles de production, n'était pas prévu pour implémenter des ontologies mais pour les bases de connaissances générales. Ce langage fournit des dispositifs de classification automatique des concepts.
- OCML (Operational Conceptual Modeling Language), une sorte d'Ontolingua opérationnel, parce que la plupart des définitions qui peuvent être exprimées dans OCML sont similaires aux définitions correspondantes dans Ontolingua. Ce langage a été construit pour développer des ontologies exécutables et des modèles dans les méthodes de résolution de problème.
- Flogic (Frame Logic), développé comme un langage qui combine les frames et la logique de premier ordre.
- OKBC (Open Knowledge Base Connectivity) un protocole né dans le cadre d'un programme de recherche de DARPA. Ce protocole permet d'accéder aux bases de connaissance stockées dans différents systèmes de représentation de connaissance, qui peuvent être basés sur différents paradigmes de représentation de connaissance. Parmi les langages mentionnés ci-dessus seuls Ontolingua, LOOM et CycL sont conformes à OKBC.

### VI.2.7.2 Les langages d'ontologie web standard ou basés sur XML

La création de langages d'ontologie pour exploiter les caractéristiques du Web a été favorisée par l'utilisation massive de l'Internet. Ces langages, appelés des langages web standard ont une syntaxe basée sur les langages existants tels que HTML et XML, dont les buts ne sont pas le développement d'ontologie mais la présentation et l'échange des données respectivement.

Dans cette catégorie de langages, nous pouvons citer :

- SHOE (Simple HTML Ontology Extension), basé sur le web, il combine les frames et les règles. Il a été construit comme une extension de HTML.
- XOL (XML-based Ontology exchange Language), développé comme une transformation en XML d'un petit sous ensemble des primitives du protocole OKCB.
- RDF (Resource Description Framework), développé par le W3C comme un langage basé sur les réseaux sémantiques pour décrire les ressources web.
- RDF Schéma, construit par le W3C comme une extension de RDF avec des primitives basées sur les frames.

La combinaison de RDF et de RDF Schéma est connue sous le nom de RDF(S).

Les langages ci-dessus ont établi les bases du Web Sémantique. Et c'est dans ce contexte que trois autres langages ont été développés comme des extensions de RDF(S). Il s'agit de :

- OIL (Ontology Interchange Language and Ontology Inference Layer).
- DAML+OIL (DARPA Agent Markup Language).
- OWL (Ontology Web Language), créé par le W3C comme le nouvel langage pour Web sémantique.

### VI.2.8 Les outils de construction d'ontologie :

On distingue deux types d'outils pour la construction des ontologies : les outils de construction d'ontologie dépendants du formalisme de représentation et les outils de construction d'ontologie indépendants du formalisme de représentation.

#### VI.2.8.1 Les outils dépendants du formalisme de représentation :

**Ontolingua** : Ontolingua est un serveur d'édition d'ontologies, une ontologie est directement exprimée dans un formalisme également nommé Ontolingua, qui constitue en fait une extension du langage KIF. Le langage Ontolingua utilise des classes, des relations, des fonctions, des objets (instances) et des axiomes pour décrire une ontologie. Une relation (une classe) peut contenir des propriétés nécessaires (contraintes) ou nécessaires et suffisantes qui définissent la relation.

En plus de ces fonctionnalités offertes par le langage Ontolingua, le serveur Ontolingua offre la possibilité d'intégrer les ontologies Ontolingua, ce qui permet la construction modulaire des ontologies. Il y a trois différentes possibilités d'intégrer les ontologies Ontolingua :

- Inclusion : Une ontologie inclut et utilise les définitions d'autres ontologies;
- Restriction : l'ontologie importe les définitions depuis d'autres ontologies et les rend plus spécifiques;
- Raffinement polymorphe : on redéfinit une définition importée depuis n'importe quelle ontologie.

**OntoSaurus** : OntoSaurus est composé de deux modules : un serveur utilisant LOOM comme langage de représentation des connaissances, et en un serveur de navigation créant dynamiquement des pages HTML qui affichent la hiérarchie de l'ontologie; le serveur utilise des formulaires HTML pour permettre à l'utilisateur d'éditer l'ontologie. Il utilise LOOM comme langage de représentation des connaissances. On peut représenter les concepts, la taxonomie des concepts, les relations entre les concepts, les fonctions, les axiomes et les instances.

**WebOnto** : WebOnto est une application Web pour naviguer et développer de façon collaborative les ontologies. WebOnto supporte la navigation collaborative, la création et l'édition d'ontologies sur le Web. Les ontologies WebOnto sont implémentées dans le langage OCML, qui est une combinaison des frames et de la logique de premier ordre et qui permet de représenter les concepts, la taxonomie des concepts, les relations, les fonctions, les axiomes et les instances.

WebOnto supporte l'inclusion d'ontologie au moyen des interfaces graphiques. En ce qui concerne l'édition collaborative d'ontologie, WebOnto est le seul outil qui procure cette fonctionnalité permettant aux ingénieurs des connaissances de tenir des discussions sur les changements et les mises à jour des ontologies lors d'édition ou de navigation, en mode synchrone et asynchrone.

**OilEd** : OilEd (Oil Editor) est un éditeur d'ontologies utilisant le formalisme OIL. Il est essentiellement dédié à la construction de petites ontologies dont on peut ensuite tester la cohérence à l'aide de FACT (un moteur d'inférences bâti sur OIL). Le modèle de connaissance a été adapté depuis OIL à DAML+OIL et maintenant il va être adapté à OWL.

#### VI.2.8.2. Les outils indépendants de formalisme de représentation :

**Protégé2000** : Protégé2000 est une interface modulaire permettant l'édition, la visualisation, le contrôle d'ontologies, l'extraction d'ontologies à partir de sources textuelles, et la fusion semi-automatique d'ontologies. Le modèle de connaissances sous-jacent à Protégé2000 est

## Chapitre 03 : Etat de l'art dans le domaine de recherche d'images

---

issu du modèle des frames et contient des classes (concepts), des slots (propriétés) et des facettes (valeurs des propriétés et contraintes), ainsi que des instances, des classes et des propriétés.

Protégé2000 autorise la définition de méta-classes, dont les instances sont des classes, ce qui permet de créer son propre modèle de connaissances avant de bâtir une ontologie.

**ODE et WebOde :** L'outil ODE (Ontology Design Environment) permet de construire des ontologies au niveau connaissance, comme le préconise la méthodologie METHONTOLOGY.

L'utilisateur construit son ontologie dans un modèle de type frame, en spécifiant les concepts du domaine, les termes associés, les attributs et leurs valeurs, les relations de subsumption. L'ontologie opérationnelle est alors générée en utilisant les formalismes ONTOLINGUA ou FLOGIC.

**OntoEdit :** OntoEdit (Ontology Editor) est également un environnement de construction d'ontologies indépendant de tout formalisme. Il permet l'édition des hiérarchies de concepts et de relations et l'expression d'axiomes algébriques portant sur les relations, et de propriétés telles que la généralité d'un concept. Des outils graphiques dédiés à la visualisation d'ontologies sont inclus dans l'environnement. Ontoedit intègre un serveur destiné à l'édition d'une ontologie par plusieurs utilisateurs. Un contrôle de la cohérence de l'ontologie est assuré à travers la gestion des ordres d'édition.

### VII. Conclusion :

Nous avons évoqué dans ce chapitre un état de l'art dans le domaine de recherche d'images.

Après avoir présenté les aspects généraux sur l'imagerie médicale, les réseaux d'imagerie RIS et PACS et les différentes approches de recherche d'images, on a exploré la notion de métadonnée ainsi que les approches d'annotation des images, et ensuite on a vu l'ontologie est une technologie très active dans notre contexte, la possibilité de créer des métadonnées avec une sémantique extrêmement riche. Dans le domaine de l'ingénierie des connaissances, l'ontologie définit une spécification formelle et explicite des termes et des concepts et des relations entre termes, en se basant sur le vocabulaire de domaine d'intérêt.

Les ontologies offrent une structuration et une sémantique facilitant considérablement la formation d'un service, tel que la recherche pertinente.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter l'approche conceptuelle que nous avons suivie pour atteindre l'objectif de notre travail

# Chapitre 04 :

---

## Analyse et conception

**I. Introduction :**

Ce chapitre sera consacré à l'analyse et la conception de notre application. Pour mener bien notre travail, nous allons proposer une démarche de modélisation méthodologique ce qui nous permettra d'avoir une meilleure analyse et de rendre la conception de notre application plus complète. Pour modéliser le système, on a opté pour l'UML qui est un langage de modélisation graphique basé sur une série de diagrammes.

**II. Les objectifs de notre application :**

Derrière cette application qu'on va réaliser, un objectif bien précis été visé, c'est celui d'assurer la gestion des dossiers d'imageries médicales pour le service de radiologie en leur proposant des interfaces claires et faciles à utiliser nécessitant aucun professionnalisme dans le domaine de l'informatique. Pour ce faire, notre système devra répondre aux fonctionnalités suivantes :

- Gestion des rendez-vous,
- Gestion des examens,
- Gestion des images médicales.

**III. Présentation d'UML :**

UML se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel destiné à comprendre et décrire des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vue. UML unifie à la fois les notations et les concepts orientés objet. Il ne s'agit pas d'une simple notation graphique, car les concepts transmis par un diagramme ont une sémantique précise et sont porteurs de sens au même titre que les mots d'un langage. UML unifie également les notations nécessaires aux différentes activités d'un processus de développement et offre, par ce biais, le moyen d'établir le suivi des décisions prises, depuis l'expression de besoin jusqu'au codage. Dans ce cadre, un concept appartenant aux exigences des utilisateurs projette sa réalité dans le modèle de conception et dans le codage. Le fil tendu entre les différentes étapes de construction permet alors de remonter du code aux besoins et d'en comprendre les tenants et les aboutissants. En d'autres termes, on peut retrouver la nécessité d'un bloc de code en se référant à son origine dans le modèle des besoins. [BIB.IV.1]

#### IV. Quelques définitions :

- **Un acteur** : représente un rôle joué par une entité externe (utilisateur humain, dispositif matériel ou autre système) qui interagit directement avec le système étudié.

Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteurs de données.

- **Un scénario** : est une suite spécifique d'interactions entre les acteurs et le système à l'étude. On peut dire que c'est une « instance » du cas d'utilisation, un chemin particulier dans sa combinatoire.

- **Un cas d'utilisation** (*use case*) : représente un ensemble de séquences d'actions qui sont réalisées par le système et qui produisent un résultat observable intéressant pour un acteur particulier. Un cas d'utilisation modélise un service rendu par le système. Il exprime les interactions acteurs/système et apporte une valeur ajoutée « notable » à l'acteur concerné.

##### ▪ Relations entre cas d'utilisation

Pour affiner le diagramme de cas d'utilisation, UML définit trois types de relations standardisées entre cas d'utilisation :

- Une **relation d'inclusion**, formalisée par le mot-clé « include » : le cas d'utilisation de base en incorpore explicitement un autre, de façon obligatoire.

- Une **relation d'extension**, formalisée par le mot-clé « extend » : le cas d'utilisation de base en incorpore implicitement un autre, de façon optionnelle.

- Une **relation de généralisation/spécialisation** : les cas d'utilisation descendants héritent de la description de leur parent commun. Chacun d'entre eux peut néanmoins comprendre des interactions spécifiques supplémentaires.

#### V. Analyse :

L'analyse est l'activité qui consiste à étudier le système pour comprendre ce qu'il doit faire. Elle commence par l'étude des cas d'utilisation et de leurs scénarios ainsi que des besoins fonctionnels du système (c'est-à-dire ce que le système doit faire en réponse à une requête d'un utilisateur). Le modèle d'analyse comprend par ailleurs deux points de vue, la structure statique et le comportement dynamique. Il s'agit de deux perspectives différentes qui aident à compléter la compréhension du système à développer.

**V.1. La démarche d'élaboration de notre projet :**

Le développement d'applications informatiques n'est pas une chose aisée. Un processus rigoureux permet de mener à terme des projets d'une façon fiable et renouvelable.

La conception d'applications client/serveur se distingue de la conception d'autres systèmes par deux activités majeurs : la répartition des objets sur le client ou le serveur et la définition des interfaces utilisateurs.

**V.1.1 Identification des acteurs et leurs besoins fonctionnels :**

Dans notre plate-forme on distingue quatre principaux acteurs, pour chaque acteur on a identifié les fonctionnalités lui permettant d'accomplir son rôle dans le système :

**➤ Administrateur (médecin chef, surveillant médical principal):**

L'administrateur représente l'acteur chargé de réguler l'activité sur le système, il assure un ensemble d'actions tels que :

- Accès direct à la base de données de la plate-forme ;
- Gestion des comptes utilisateurs ;
- Gestion des rendez-vous (attribution des dates de rendez-vous).

**➤ Médecin (Radiologue) :**

Le médecin est la personne chargée de suivre les patients durant le processus d'examen (de la prise de rendez-vous jusqu'à la remise de dossier d'imagerie au patient) :

- Gestion patients (consultation des patients ...etc);
- Gestion des examens (consultation d'examens...etc)
- Gestion des rendez-vous (attribution des dates de rendez-vous).

**➤ secrétaire :**

La secrétaire est toute personne qui suit un examen depuis sa demande, jusqu'à la remise du dossier d'imagerie médicale.

- saisie des comptes-rendus,
- suivis des examens.

**➤ Réceptionniste :**

La réceptionniste est toute personne qui suit un examen depuis sa demande, jusqu'à la remise du dossier d'imagerie médicale.

- gestion des demandes de rendez-vous (saisie, consultation,... etc).

### V.1.2 Les besoins non fonctionnelles :

#### ➤ Les besoins de performance :

Décrivent les performances d'exécution du système, généralement en termes de temps de réponse.

#### ➤ Les besoins de fiabilité :

Concernant le niveau de disponibilité qui doit être explicitement défini pour toute application critique. Notre système doit être opérationnel 24h/24h et 7j/7j.

#### ➤ Les besoins de sécurité :

Il faut définir des niveaux d'accès au système selon le profil de l'acteur, cette fonctionnalité est assurée par l'authentification.

#### ➤ Les besoins matériels :

Définissent souvent les configurations matérielles minimales nécessaires au fonctionnement du système.

### V.2. Le diagramme de contexte de l'application :

Le diagramme de contexte permet de spécifier le nombre d'instances d'acteurs connectés à ce système à un moment donné.

La définition des besoins fonctionnels des acteurs présentée dans le paragraphe précédent nous permet de dégager le diagramme de contexte suivant :

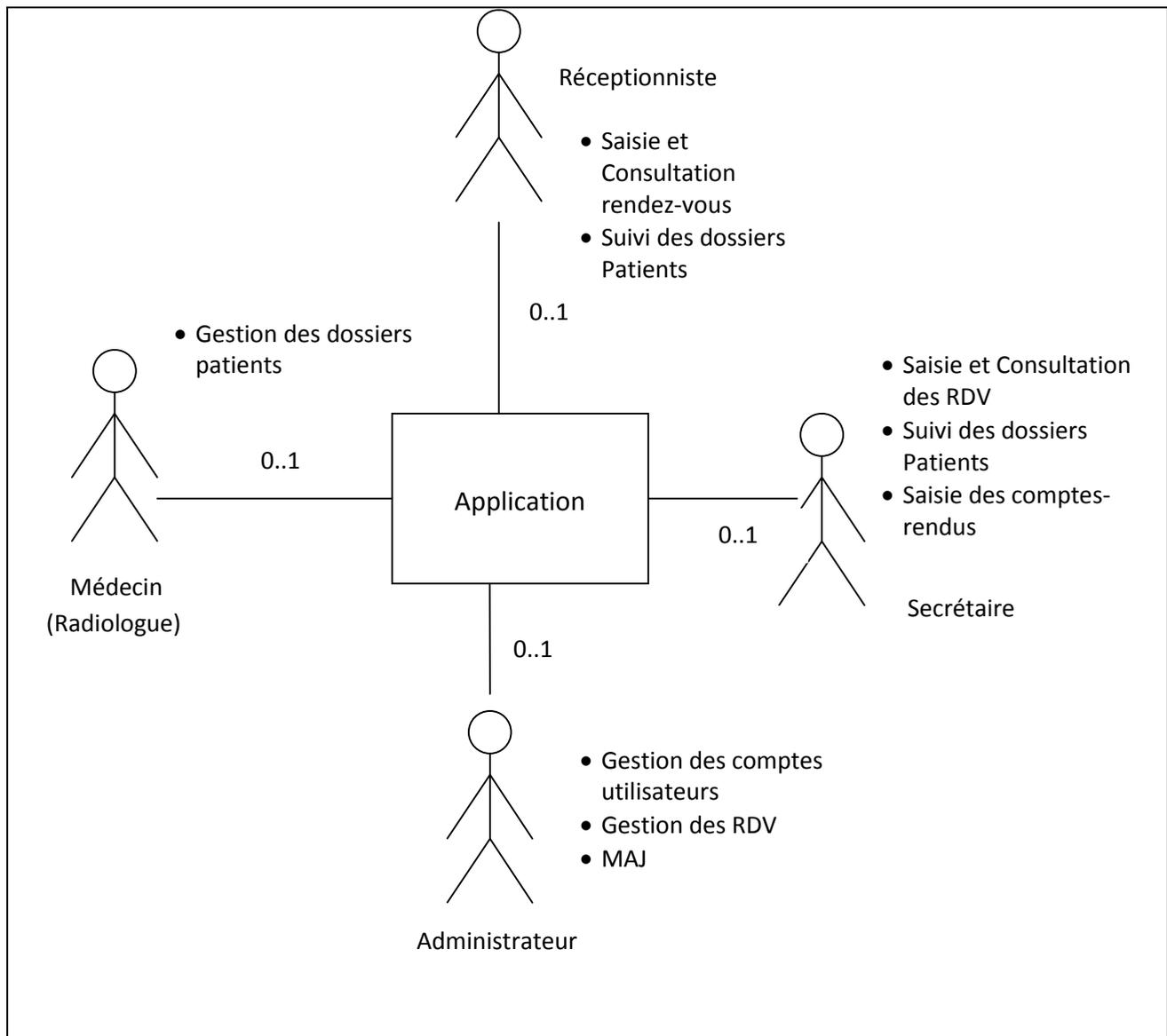


Figure IV.1 : Diagramme de contexte de l’application.

### V.3. Spécification des tâches :

Chacun des acteurs que nous avons définis précédemment, effectue un certain nombre de tâches qu’on résume dans le tableau suivant :

Acteur	Taches
Réceptionniste	T 1 : s’authentifier T 2 : ajouter une demande de rendez-vous T 3 : afficher la liste des demandes rendez-vous T 4 : supprimer une demande de rendez-vous T 5 : modifier une demande de rendez-vous T 6 : afficher la liste des rendez-vous T 7 : chercher un rendez-vous

Secrétaire	idem q`un réceptionniste (T1, T3 ... T12) T 13 : Modifier les informations d'un patient T 14: afficher la liste des examens pour un patient T 15: visualiser les images d'un examen T 16: saisir le compte rendu d'un examen T 17: visualiser le compte rendu d'un examen T 18: imprimer compte rendu d'un examen.
Médecin	idem q`un secrétaire T 19: afficher la liste des demandes de rendez-vous T 20: confirmer ou annuler une demande de rendez-vous T 21: Ajouter un rendez-vous T 22: modifier un rendez-vous T 23: confirmation des rendez-vous (examen fait) T 24: Importer des images T 25: Supprimer une image T 26: Ajouter un concept a l'ontologie T 27: Ajouter une relation a l'ontologie T 28: Supprimer un concept de l'ontologie
Administrateur	idem q`un médecin (T19..T25) T 29: modifier le login utilisateur T 30: modifier le mot de passe utilisateurs T 31: liste des salles d'examens T 32: ajouter une salle d'examens T 33: supprimer une salle d'examens T 34: modifier une salle d'examens

**Tableau IV.1** : Spécification des taches**V.4. Spécification des scénarios :**

Les tableaux suivant décrivent l'ensemble des scenarios qui peuvent être déclenché par les différents acteurs pour chaque tache définie auparavant :

- **Pour la réceptionniste:**

Taches	Scénarios
T1 : S'authentifier	S1 : lancer l'application S2 : sélectionner l'espace utilisateur S3 : Saisir le login et le mot de passe S4 : cliquer sur entrée

T2 : ajouter une demande de rendez-vous	S5 : cliquer sur gestion des rendez-vous S6 : cliquer sur ajouter une demande S7 : Remplir le formulaire puis valider
T3 : Afficher la liste des demandes de rendez-vous	S 8 : cliquer sur demandes de rendez-vous S 9 : cliquer sur liste des demandes
T4: Supprimer une demande de rendez-vous	S 10: cliquer sur demande de rendez-vous S11 : cliquer sur afficher liste des demandes S12 : Sélectionner une demande S13 : cliquer sur le bouton supprimer S14: confirmer la suppression
T5: Modifier une demande de rendez-vous	S 15 : cliquer sur demande de rendez-vous S16 : cliquer sur afficher liste des demandes S17 : Sélectionner une demande rendez-vous S18 : cliquer sur le bouton modifier S19 : Remplir le formulaire puis valider
T6 : Afficher la liste des rendez-vous	S20 : cliquer sur rendez-vous S21 : cliquer sur liste des rendez-vous S22 : sélectionner le type de rendez-vous S23 : cliquer sur Afficher
T7: chercher un rendez-vous	S24 : cliquer sur rendez-vous S25 : sélectionner rechercher rendez-vous S26 : sélectionner le type de recherche S27 : Remplir le champ de recherche S28 : Cliquer sur Recherche
T8: Afficher la liste des patients	S29 : cliquer sur patients S30 : sélectionner sur liste des patients
T 9: chercher un patient	S31 : cliquer sur patients S32 : sélectionner chercher un patient S33 : Sélectionner le type de recherche S34 : Remplir le champ de recherche S35 : Cliquer sur Recherche
T 10: afficher la liste des examens	S36 : cliquer sur examens S37 : sélectionner liste des examens
T 11: chercher un examen	S38 : cliquer sur examens S39 : sélectionner chercher un examen S40 : Sélectionner le type de recherche S41 : Remplir le champ de recherche S42 : Cliquer sur Recherche
T 12: se déconnecter	S43 : Clique sur le bouton se déconnecté

**Tableau IV.2** : Spécification des scénarios pour la réceptionniste.

- **Pour le secrétaire :**

T 32: Modifier les informations d'un patient	S44 : cliquer sur patients S45: Sélectionner liste des patients S46 : Sélectionner un patient S47 : cliquer sur modifier S48 : saisir les modifications
--	---

	S49 : cliquer sur enregistrer
T 14: afficher la liste des examens pour un patient	S50 : cliquer sur patients S51 : Sélectionner liste des patients S52 : Sélectionner un patient S53 : cliquer sur afficher la liste des examens
T 15: visualiser les images d'un examen	S54 : cliquer sur examens S55 : cliquer sur liste des examens S56 : Sélectionner un examen S57 : cliquer sur afficher liste des images
T 16: saisir le compte rendu d'un examen	S58 : cliquer sur examens S59 : cliquer sur liste des examens en cours S60 : Sélectionner un examen S61 : cliquer sur saisir compte rendu
T 17: Visualiser le compte rendu d'un examen	S62 : cliquer sur examens S63 : cliquer sur liste des examens S64 : Sélectionner un examen S65 : cliquer sur afficher compte rendu
T 18: Imprimer les images d'un examen	S66 : cliquer sur examens S67 : cliquer sur liste des examens S68 : Sélectionner un examen S69 : cliquer sur afficher compte rendu S70 : cliquer sur imprimer

**Tableau IV.3** : Spécification des taches pour la secrétaire

- **Pour le médecin :**

Taches	Scénarios
T19: Afficher liste des demande de rendez-vous	S 71: cliquer sur demande de rendez-vous S72: Sélectionner liste des demandes
T20: Confirmer une demande de rendez-vous	S73 : cliquer sur demande de rendez-vous S74 : Sélectionner liste des demandes S75 : Sélectionner une demande S76 : cliquer sur confirmer S77 : Remplir le formulaire puis valider
T 21: ajouter un rendez-vous	S78 : cliquer sur rendez-vous S79 : sélectionner ajouter un rendez-vous S80 : Remplir le formulaire S81 : Cliquer sur enregistrer
T 22: modifier un rendez-vous	S82 : cliquer sur rendez-vous S83 : sélectionner liste des rendez-vous S84 : sélectionner un rendez-vous S85 : Cliquer sur modifier S86 : Remplir le formulaire S87 : Cliquer sur enregistrer
T23: Confirmer un rendez-vous (examen fait)	S88 : cliquer sur rendez-vous S89 : Sélectionner liste des rendez-vous en cours

	S90 : Sélectionner un rendez-vous S91 : cliquer sur confirmer
T24: Importer des images	S92 : cliquer sur examens S93 : cliquer sur liste des examens en cours S94 : Sélectionner un examen S95 : cliquer sur importer des images S96 : importer une image S97 : cliquer enregistrer l'image S98 : remplir le formulaire d'annotation S99 : cliquer enregistrer
T25: Supprimer une image	S100 : cliquer sur examens S101 : cliquer sur liste des examens S102 : Sélectionner un examen S103 : cliquer sur afficher liste des images S104 : Sélectionner une image S104 : cliquer sur supprimer
T26: Ajouter un concept a l'ontologie	S106 : cliquer sur gestion de l'ontologie S107 : cliquer sur concept S108 : Sélectionner ajouter un concept S109 : saisir les informations S110 : cliquer sur enregistrer
T27: Ajouter une relation a l'ontologie	S111 : cliquer sur gestion de l'ontologie S112 : cliquer sur relation S113 : Sélectionner ajouter une relation S114 : saisir les informations S115 : cliquer sur enregistrer
T28: Supprimer un concept de l'ontologie	S116 : cliquer sur gestion de l'ontologie S117 : cliquer sur concept S118 : Sélectionner ajouter un concept S119 : Sélectionner un concept de la liste S120 : cliquer sur supprimer

**Tableau IV.4 :** Spécification des taches pour le médecin

- **Pour l'administrateur:**

Taches	Scénarios
T 26: modifier le login	S121 : cliquer sur utilisateurs S122 : Sélectionner un utilisateur S123 : cliquer sur modifier mot le mot de passe S124 : saisir le nouveau login S125 : saisir le mot de passe administrateur S126 : cliquer sur enregistrer
T 27: modifier le mot de passe	S127 : cliquer sur utilisateurs

	S128 : Sélectionner un utilisateur S129 : cliquer sur modifier le mot de passe S130 : saisir le mot de passe administrateur S131 : saisir le nouveau mot de passe S132 : confirmer le nouveau mot de passe S133 : cliquer sur enregistrer
T 28: liste des salles d'examens	S134 : cliquer sur salles d'examens S135 : sélectionner liste des salles d'examens
T 29: ajouter une salle d'examens	S136 : cliquer sur gestion des salles d'examens S137 : sélectionner ajouter une salles d'examens S138 : saisir le nom de la une salle et cliquer sur enregistrer
T 30 : supprimer une salle d'examen	S139 : cliquer sur gestion des salles d'examens S140 : sélectionner liste des salles d'examens S141 : cliquer sur supprimer
T 31 : modifier une salle d'examen	S142 : cliquer sur gestion des salles d'examens S143 : sélectionner liste des salles d'examens S144 : sélectionner une salles d'examens S145 : cliquer sur modifier S146 : saisir le nouveau nom de la une salle S147 : cliquer sur enregistrer

**Tableau IV.5** : Spécification des tâches pour l'administrateur

### V.5. Spécification des cas d'utilisation :

Les tableaux ci-dessous représentent une description de quelques cas d'utilisation de notre application.

#### Description textuelle pour cas d'utilisation authentification (Réceptionniste, Secrétaire, Médecin, Administrateur)

<b>Sommaire d'identification</b>
<b>Titre</b> : Authentification.
<b>But</b> : pour accéder à son espace.
<b>Résumé</b> : l'utilisateur accède à son espace
<b>Acteurs</b> : réceptionniste, secrétaire, Médecin, Administrateur.
<b>Description de l'enchaînement</b>
<b>Pré condition</b> : Accès autorisé
<b>Post condition</b> : l'utilisateur accède à son espace
<b>Scénario nominal</b> :

- 1- L'utilisateur choisit son espace
- 2- L'utilisateur saisit le login et le mot de passe.
- 3- Le système vérifie le login et le mot de passe.
- 4- Le système affiche le menu son menu.

**Scénario alternatif :**

**1' : Erreur d'identification.**

2. Le système affiche une erreur d'identification.

Le scénario reprend au point 2.

**Description textuelle pour cas d'utilisation ajouter une demande de rendez-vous (Réceptionniste)**

**Sommaire d'identification**

**Titre :** Ajouter une demande de rendez-vous.

**But :** Ajouter une demande de rendez-vous

**Résumé :** la secrétaire établie une nouvelle demande, s'il s'agit d'un nouveau patient, sinon elle fera la mise à jour nécessaire.

**Acteurs :** Réceptionniste.

**Description de l'enchaînement**

**Pré condition :** Authentification

**Post condition:** une nouvelle demande de rendez-vous sera ajoutée.

**Scénario nominal :**

- 1- La secrétaire choisit « **Demandes Rendez-vous** »
- 2- Le système affiche la page demandes de rendez-vous.
- 3- La secrétaire choisit « **Ajouter une demande** »
- 4- Le système affiche un formulaire.
- 5- La secrétaire saisit les informations relatives au patient.
- 6- Le système effectue un contrôle sur les champs saisis.
- 7- Le système vérifie que tous les champs obligatoires sont complets.

8- Le système enregistre les informations relatives au patient.

9- Le système affiche un message de confirmation.

**Scénario alternatif :**

**1' : nature des champs saisie incorrecte ou Champs obligatoires vides.**

L'enchaînement démarre au point 4.

4. Le système signale une erreur des champs saisis.

5. Le scénario nominal reprend au point 4.

**Description textuelle pour cas d'utilisation confirmer une demande de rendez-vous (Administrateur)**

**Sommaire d'identification**

**Titre :** Confirmer une demande de rendez-vous.

**But :** Un rendez-vous sera attribué.

**Résumé :** l'administrateur confirme une demande de rendez-vous on attribuant une date

**Acteur :** Administrateur

**Description de l'enchaînement**

**Pré condition :** Accès autorisé

**Post condition:** un rendez-vous sera ajoutée et une fiche patient sera créer.

**Scénario nominal :**

1- L'administrateur choisit « **Demandes de Rendez-vous** ».

2- Le système affiche la page demandes de rendez-vous.

**3-** L'administrateur choisit « **liste des demande** »

4- Le système affiche la liste des demandes.

**5-** L'administrateur sélectionne une demande et clique sur confirmer.

6- Le système affiche un formulaire.

7- L'administrateur saisit les informations relatives au rendez vous.

8- Le système effectue un contrôle sur les champs saisis.

9- Le système vérifie que tous les champs obligatoires sont complets.

10- Le système enregistre les informations relatives au rendez vous.

13- Le système affiche un message de confirmation.

**Scénario alternatif :**

**1' : nature des champs saisie incorrecte ou Champs obligatoires vides.**

L'enchaînement démarre au point 6.

7. Le système signale une erreur des champs saisis.

Le scénario nominal reprend au point 6.

**Description textuelle pour cas d'utilisation visualiser les images d'un examen (Médecin)**

**Sommaire d'identification**

**Titre :** visualiser les images d'un examen.

**But :** les images d'un examen seront affichées.

**Résumé :** les images d'un examen seront afficher.

**Acteurs :** Médecin Administrateur .

**Description de l'enchaînement**

**Pré condition :** Accès autorisé

**Post condition:** les images d'un examen seront affichées.

**Scénario nominal :**

1- L médecin choisit « **examens** ».

2- Le système affiche la page examens.

**3-** L médecin choisit « **liste des examens**»

4- Le système affiche la liste des examens.

**5-** L médecin sélectionne un examen choisit « **Afficher la liste des images** »

6- Le système affiche la liste des images

**Description textuelle pour cas d'utilisation chercher des images (Médecin, secrétaire)**

**Sommaire d'identification**

**Titre** : chercher des images.

**But** : des images seront visualisé.

**Résumé** : Le médecin peut regarder des images similaire à une image sélectionné.

**Acteurs** : Médecin, Administrateur

**Description de l'enchaînement**

**Pré condition** : Accès autorisé

**Post condition**: des images concernant un examen seront visualisé.

**Scénario nominal** :

- 1- L médecin choisit « **examens** ».
- 2- Le système affiche la page examens.
- 3- L médecin choisit « **liste des examens en cours**»
- 4- Le système affiche la liste des examens.
- 5- L médecin sélectionne un examen choisit « **Afficher la liste des images** »
- 6- Le système affiche la liste des images
- 7- L médecin sélectionne une image
- 7- L médecin clique sur afficher les images similaire
- 6- Le système affiche la liste des images similaire

**Description textuelle pour cas d'utilisation saisir un compte rendu d'un examen (secrétaire)**

**Sommaire d'identification**

**Titre** : saisir un compte rendu d'un examen.

**But** : Un compte rendu d'un examen sera saisie.

**Résumé** : la secrétaire saisie le compte rendu d'un examen

**Acteurs** : Secrétaire

**Description de l'enchaînement**

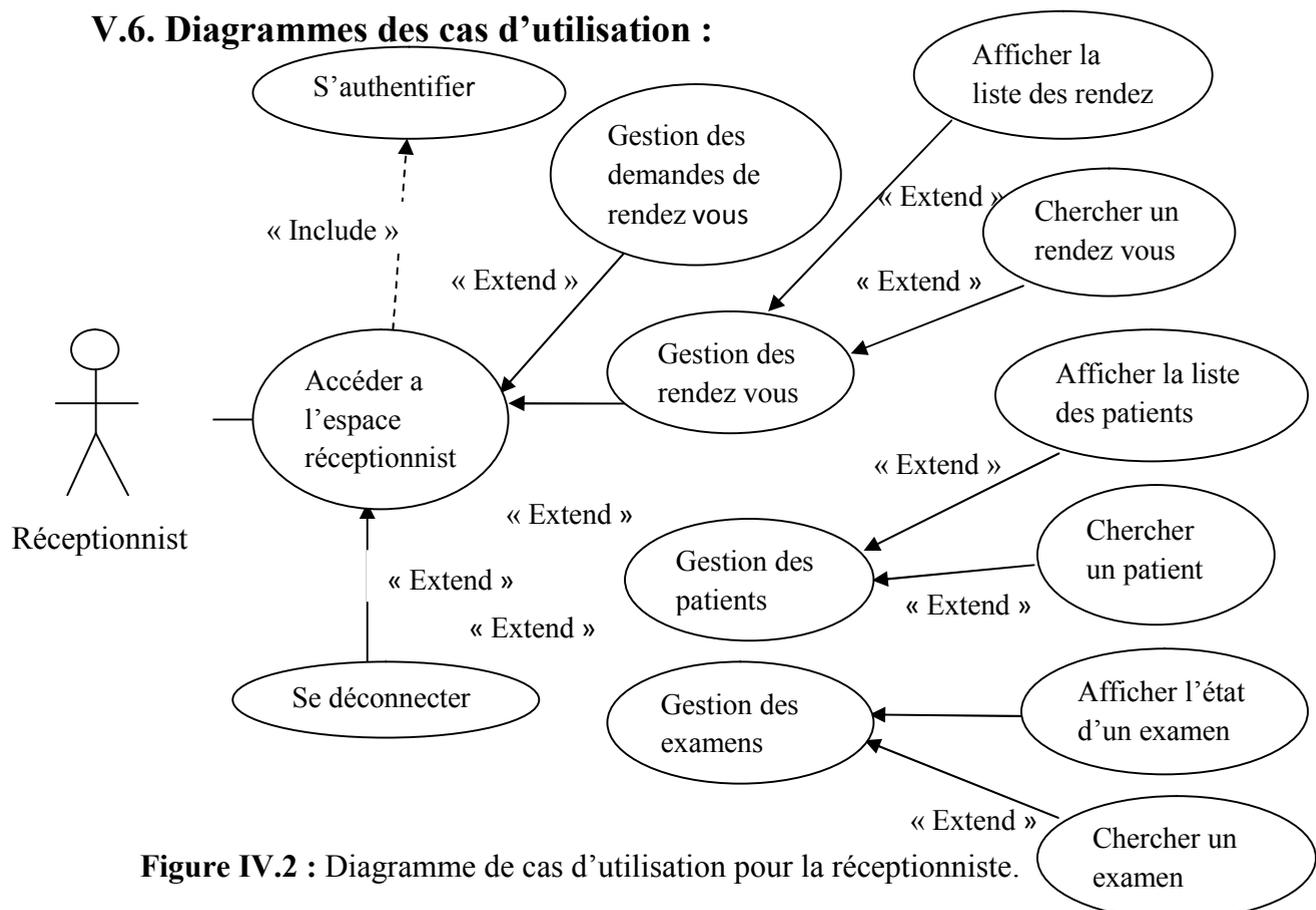
**Pré condition** : Accès autorisé

**Post condition**: Un compte rendu d'un examen sera saisi.

**Scénario nominal** :

- 1- La secrétaire choisit « examens ».
- 2- Le système affiche la page examens.
- 3- La secrétaire choisit « liste des examens en cours ».
- 4- Le système affiche la liste des examens en cours.
- 5- La secrétaire sélectionne un examen et clique sur saisir compte rendu.
- 6- Le système affiche les détails de l'examen avec champ de texte.
- 7- La secrétaire saisit le compte rendu et clique sur enregistrer.
- 8- Le système enregistre les informations relatives au compte rendu.
- 9- Le système affiche un message de confirmation.

**V.6. Diagrammes des cas d'utilisation :**



**Figure IV.2** : Diagramme de cas d'utilisation pour la réceptionniste.

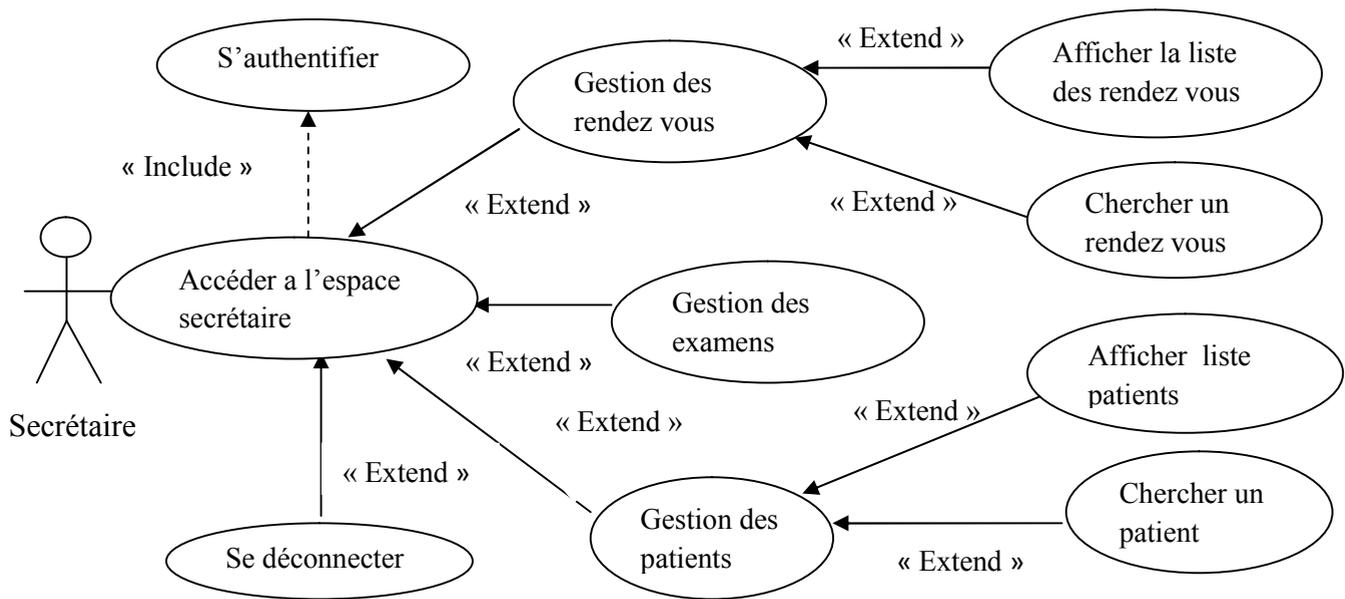


Figure IV.3 : Diagramme de cas d'utilisation pour la secrétaire.

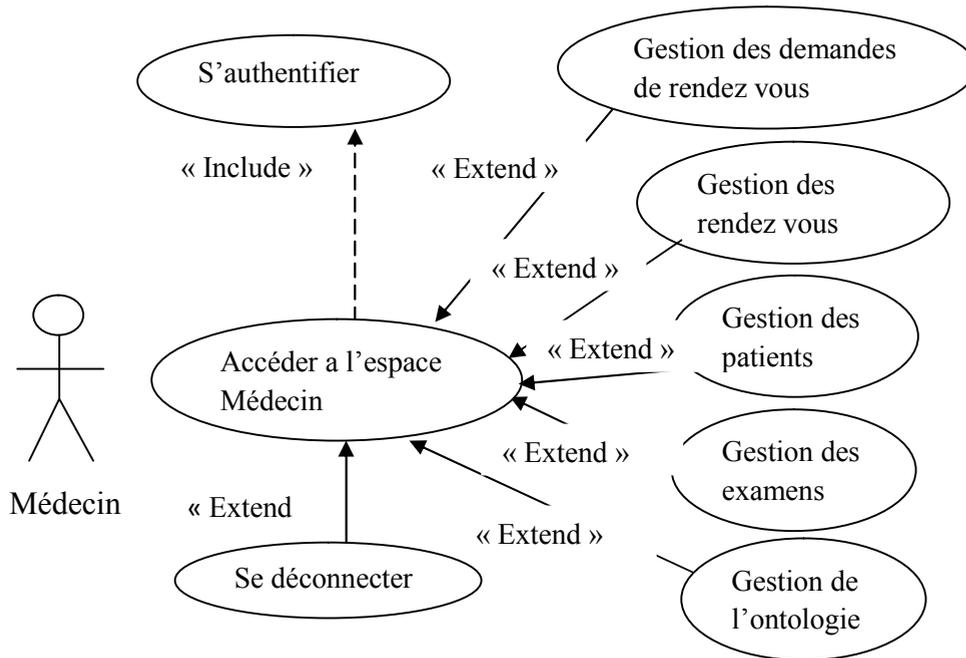


Figure IV.4 : Diagramme de cas d'utilisation pour le médecin.

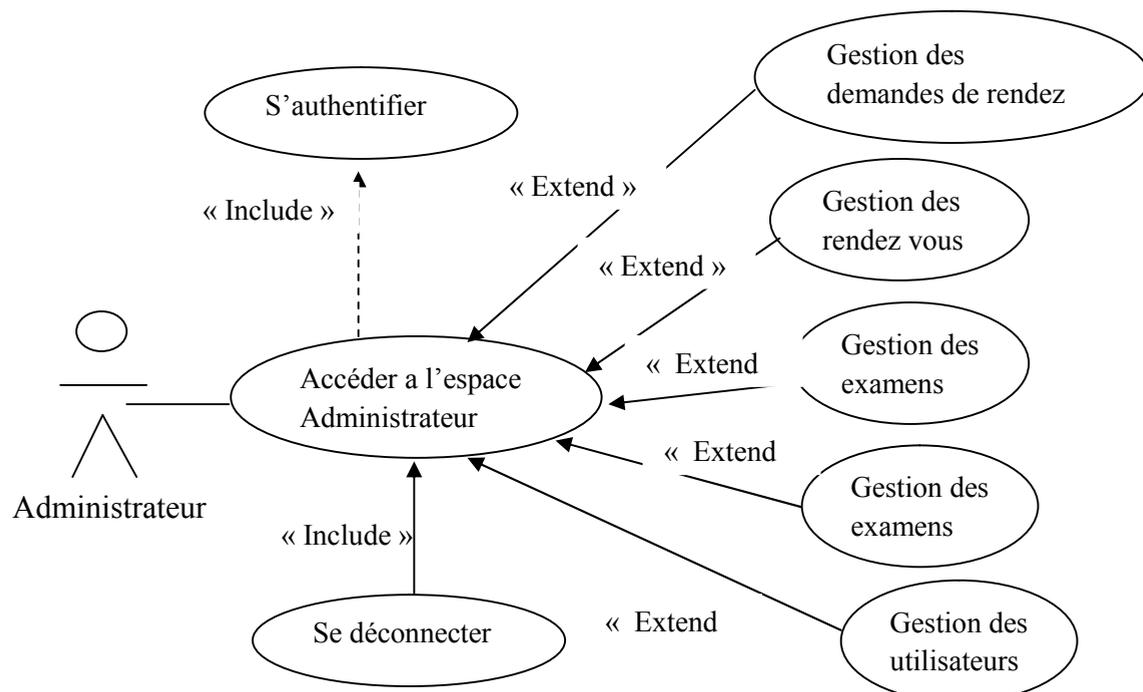


Figure IV.5: Diagramme de cas d'utilisation pour l'administrateur.

## VI. Conception :

L'activité de conception, correspond aux concepts informatiques qui sont utilisés par les outils, les langages ou les plates-formes de développement. Le modèle sert ici à étudier, documenter, communiquer et anticiper une solution qui rend le modèle d'analyse réalisable sous forme logicielle. Il est en effet toujours plus rentable de découvrir une erreur de conception sur un modèle, que de la découvrir au bout de milliers de lignes codées sans méthode.

### VI.1. Diagramme de séquence :

Les diagrammes de séquences nous fournissent un moyen graphique pour représenter les interactions entre objets à travers le temps. Ces diagrammes montrent typiquement un utilisateur ou un acteur et les objets et composants avec lesquels ils interagissent au cours de l'exécution du cas d'utilisation. Un diagramme de séquence représente en général un seul 'scénario' de cas d'utilisation.

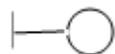
- **Ligne de vie** : représentation de l'existence d'un élément participant dans un diagramme de séquence. Cela peut être un acteur ou le système en modélisation d'exigences, des objets logiciels en conception préliminaire ou conception détaillée.

- **Message** : élément de communication unidirectionnel entre objets qui déclenche une activité dans l'objet destinataire. La réception d'un message provoque un événement dans l'objet récepteur. La flèche pointillée représente un retour au sens UML. Cela signifie que le message en question est le résultat direct du message précédent.
- **Spécification d'activation** : bande blanche qui représente une période d'activité sur une ligne de vie.
- **Message synchrone** : envoi de message pour lequel l'émetteur se bloque en attente du retour et qui est représenté par une flèche pleine. Un message asynchrone, au contraire, est représenté par une flèche ouverte.
- **Occurrence d'interaction** : une interaction peut faire référence explicitement à une autre interaction grâce à un cadre avec le mot-clé **ref** et indiquant le nom de l'autre interaction.

Les classes d'objets utilisées dans la représentation du diagramme de séquence peuvent être réparties dans les trois catégories suivantes :

- ❖ **Les objets d'interface** : ils représentent l'interface entre l'acteur et le système tel que les pages web ou écrans de saisie (les formulaires), c'est une description des opérations visibles.

L'icone :



- ❖ **Les objets entité** : ce sont des objets décrits dans le cas d'utilisation. Les commandes, les produits sont des objets entité dont les instances peuvent apparaître dans de nombreux cas d'utilisation.

L'icone :



- ❖ **Objet contrôle** : Ils représentent les processus c'est-à-dire les activités systèmes assez significatives pour être nommées, comme le passage d'une commande, ou l'ajout d'un client. Les objets contrôle dirigent les activités des objets entités et interface.

L'icône :



Nous allons présenter ci-après quelques diagrammes de séquences de quelques cas d'utilisation

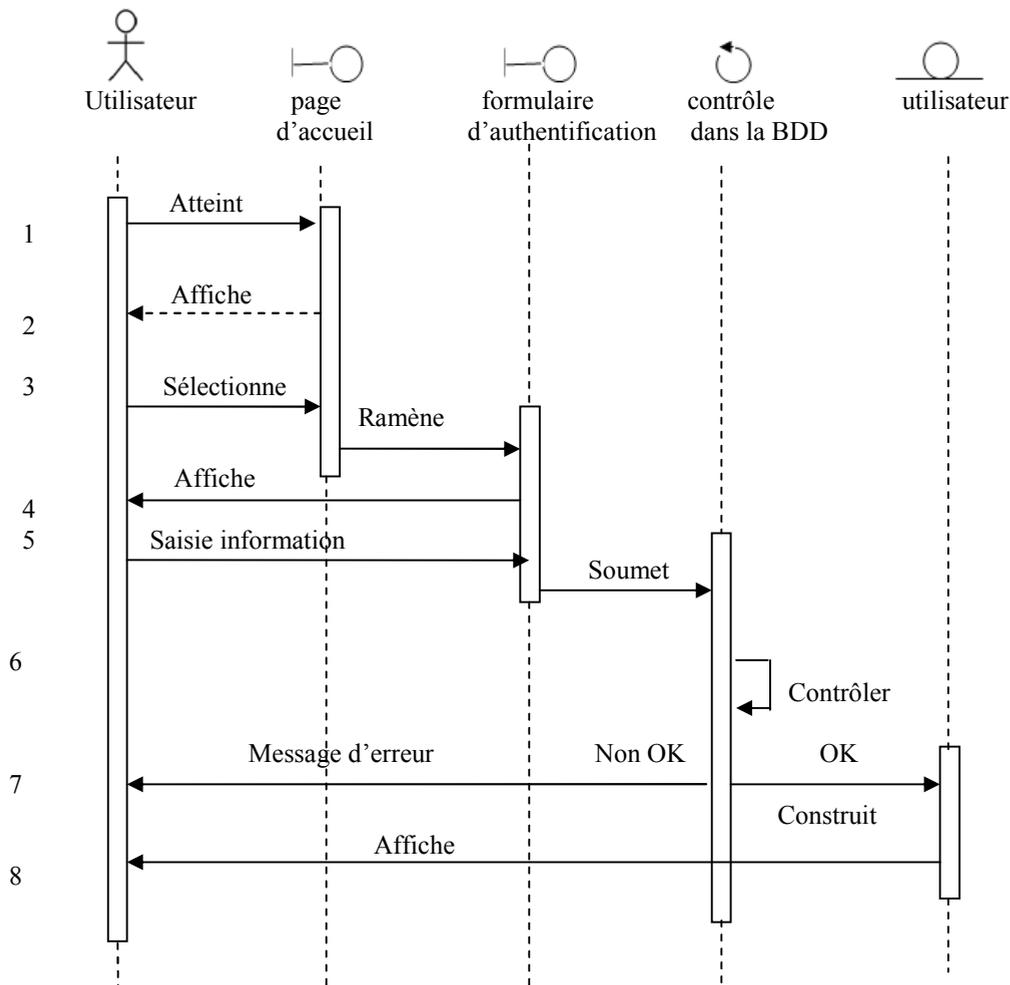
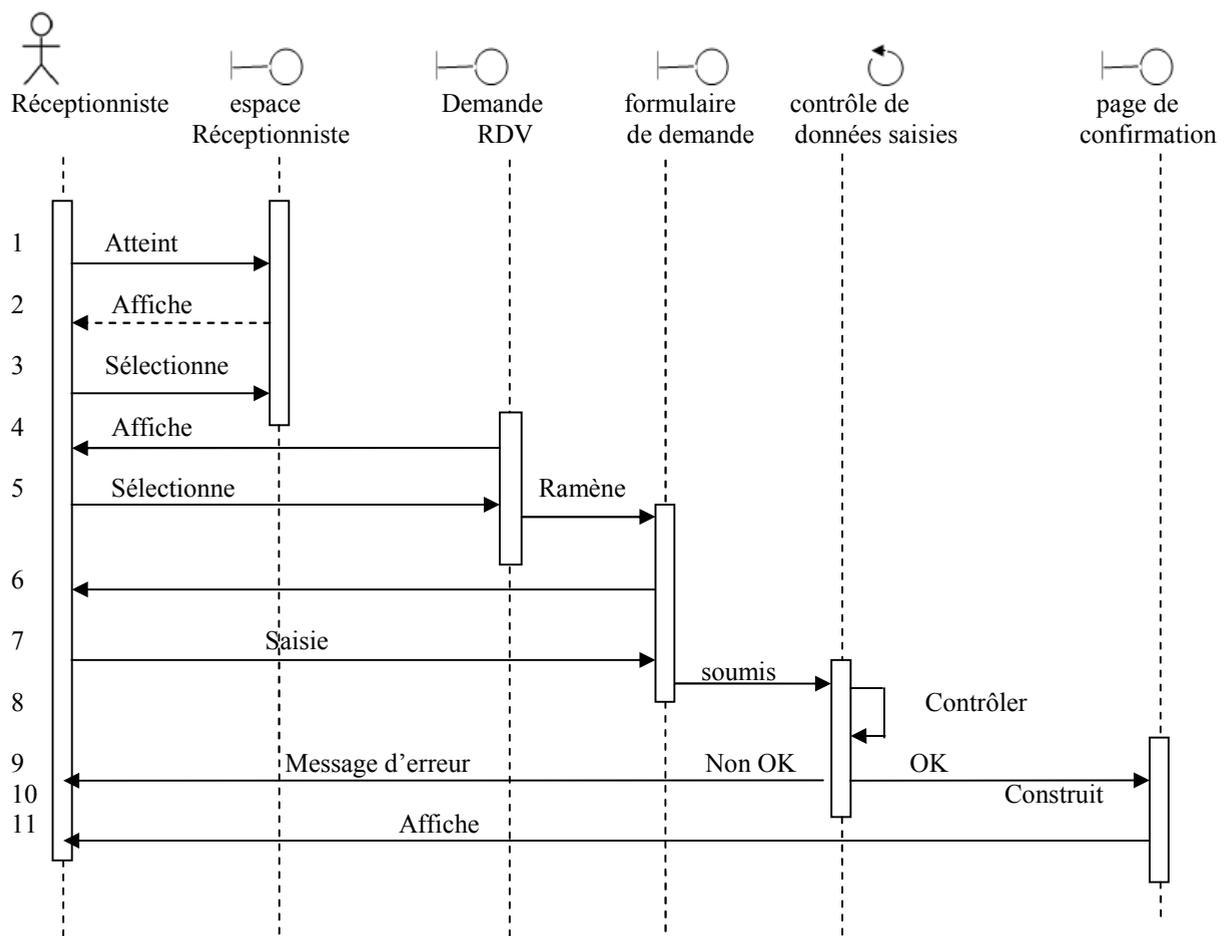


Figure IV.6 : Diagramme de séquence de cas d'utilisation authentification.

1. L'utilisateur accède à la page d'accueil.
2. Le système lui affiche différents liens.
3. L'utilisateur clique sur le lien correspondant à son espace.
4. Le système lui renvoie la page d'authentification.
5. L'utilisateur saisi le formulaire.
6. Le système vérifie les données saisies.
7. si les entrées sont incorrectes le système lui affiche un message d'erreur sinon 8
8. Le système le fait accéder à son espace



**Figure IV.7 :** Diagramme de séquence de cas d'utilisation ajouter une demande de rendez vous.

1. La secrétaire atteint son espace.
2. Le système affiche le menu de la réceptionniste.
3. La secrétaire sélectionne « **Demande des Rendez-vous** ».
4. Le système affiche la page Demande des Rendez-vous.
5. La secrétaire sélectionne « **ajouter une demande** ».
6. Le système lui renvoi un formulaire.
7. L'utilisateur saisit le formulaire.
8. Le système effectue un contrôle sur les champs saisis et que tous les champs obligatoires sont complets.
9. si les entrées sont incorrectes le système lui affiche un message d'erreur sinon 10
10. Le système enregistre les informations relatives au patient.
11. Le système affiche un message de confirmation.

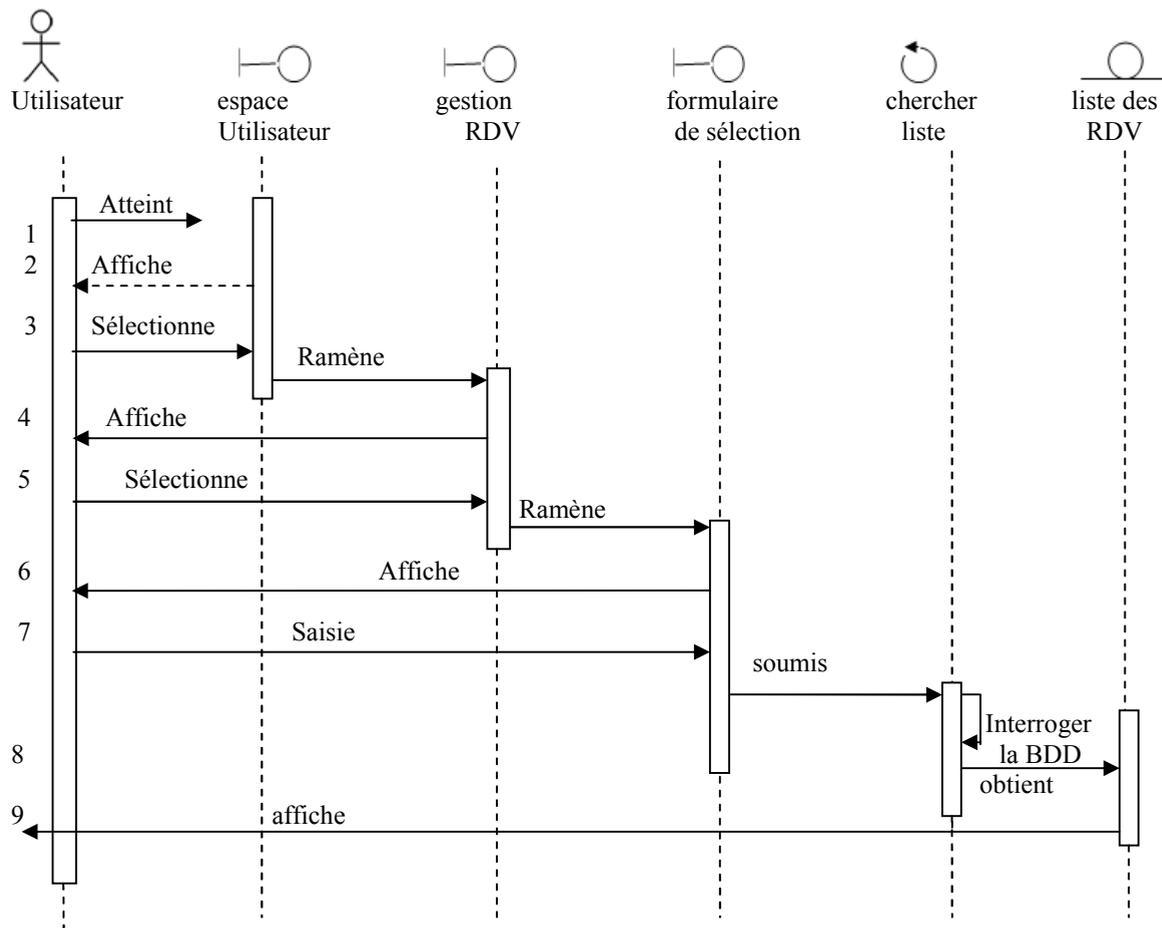


Figure IV.8 : Diagramme de séquence de cas d'utilisation Afficher la liste des rendez-vous

1. L'utilisateur atteint son espace.
2. Le système affiche son menu.
3. L'utilisateur choisit « **Rendez-vous** ».
4. Le système affiche la page rendez-vous
5. L'utilisateur choisit « **Afficher Rendez-vous** »
6. Le système affiche un formulaire de sélection.
7. L'utilisateur saisit les informations de sélection.
8. Le système construit la liste des rendez vous
9. Le système affiche la liste des rendez vous.

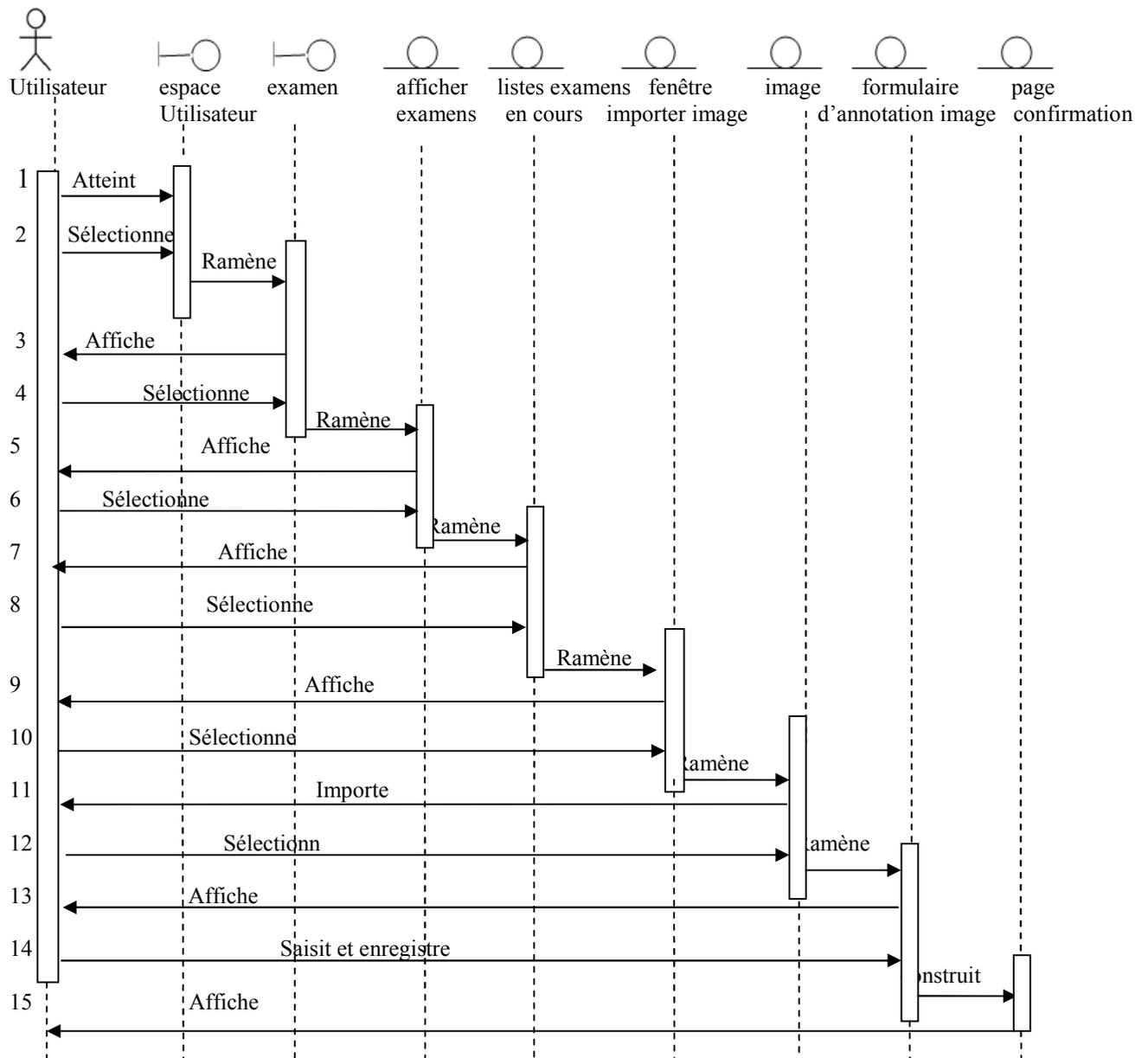


Figure IV.9 : Diagramme de séquence de cas d'utilisation importer des images.

1. L'utilisateur atteint son espace.
2. L'utilisateur sélectionne la page examen.
3. Le système affiche la page examen.
4. L'utilisateur sélectionne afficher examens.
5. Le système affiche la page d'affichage d'examens.
6. L'utilisateur sélectionne examen en cours.
7. Le système affiche la liste examen en cours.
8. L'utilisateur sélectionne importer image dans liste examen en cours.
9. Le système affiche la fenêtre d'importation d'images.
10. L'utilisateur sélectionne le fichier image correspondant.

11. Le système affiche les images correspondantes à l'examen.
12. L'utilisateur sélectionne les images et les enregistre.
13. Le système affiche un formulaire d'annotation.
14. L'utilisateur remplit le formulaire.
15. Le système enregistre et lui renvoie une page de confirmation.

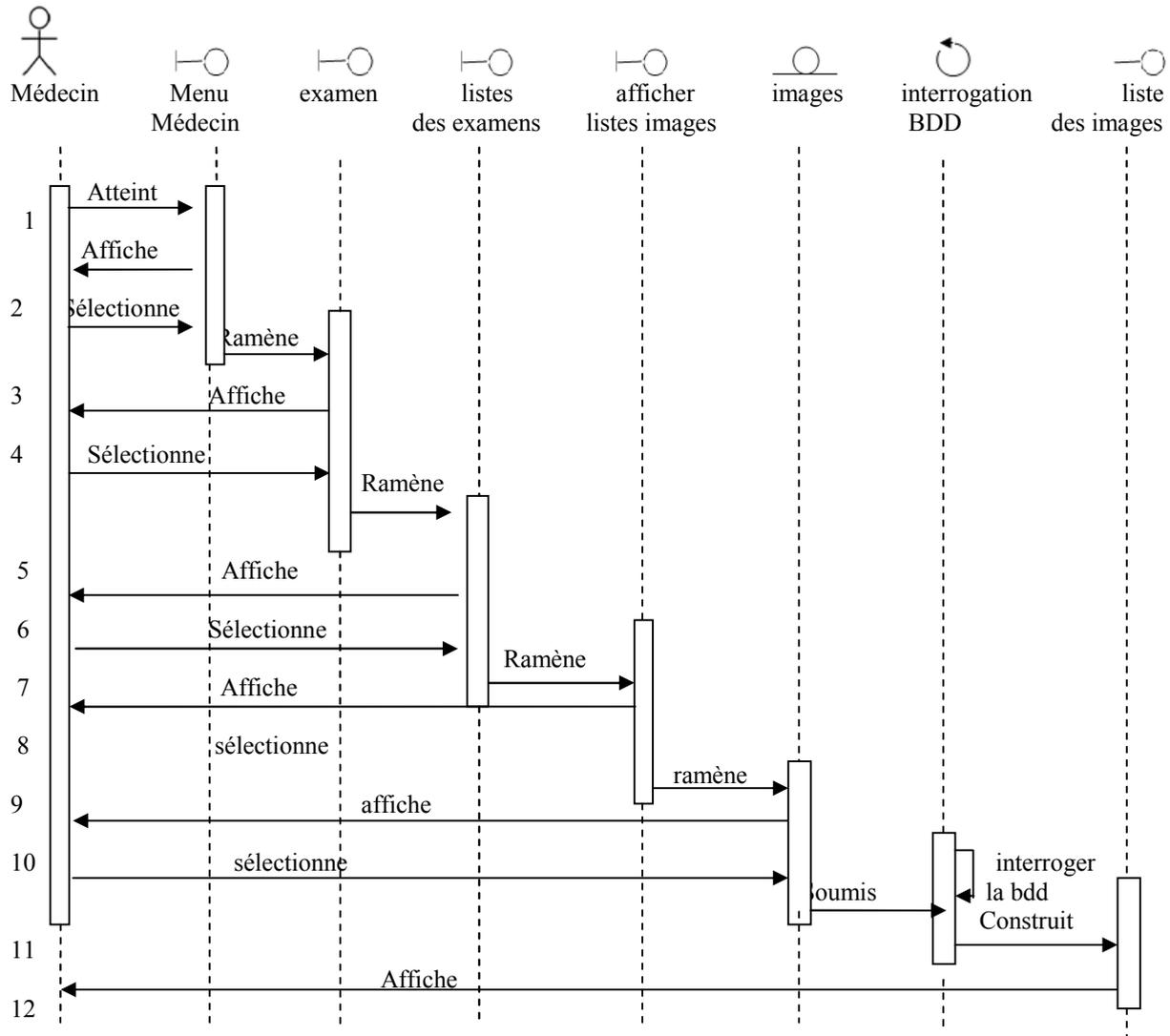


Figure IV.10 : Diagramme de séquence de cas d'utilisation chercher une image

1. Le médecin atteint son espace
2. Le médecin sélectionne la page examen.
3. Le système affiche la page examen.
4. Le médecin sélectionne liste des examens.
5. Le système affiche la liste des examens.
6. Le médecin sélectionne un examen et clique sur liste des images.
7. Le système affiche la liste des images.
8. Le médecin sélectionne une image.

9. Le système affiche l'image.
10. Le médecin clique sur afficher les images similaires.
11. Le système construit la liste des images.
12. Le système affiche la liste des images.

## VI.2. Diagrammes de classes :

Une classe représente la description abstraite d'un ensemble d'objets possédant les mêmes caractéristiques. On peut parler également de type.

Un diagramme de classes exprime la structure statique du système en termes de classes et de relations entre ces classes. L'intérêt du diagramme de classe est de modéliser les entités du système d'information. Le diagramme de classe permet de représenter l'ensemble des informations finalisées qui sont gérées par le domaine. Ces informations sont structurées, c'est-à-dire qu'elles sont regroupées dans des classes. Le diagramme met en évidence d'éventuelles relations entre ces classes.

La description du diagramme de classe est fondée sur :

- Le concept d'objet,

### **Objet :**

Un objet est un concept, une abstraction ou une chose qui a un sens dans le contexte du système à modéliser. Chaque objet a une identité et peut être distingué des autres sans considérer a priori les valeurs de ses propriétés.

- Le concept de classe comprenant les attributs et les opérations,

### **Classe :**

Une classe décrit un groupe d'objets ayant les mêmes propriétés (attributs), un même comportement (opérations), et une sémantique commune (domaine de définition). Un objet est une instance d'une classe. La classe représente l'abstraction de ses objets. Au niveau de l'implémentation, c'est-à-dire au cours de l'exécution d'un programme, l'identificateur d'un objet correspond une adresse mémoire.

### **Attribut :**

Un attribut est une propriété élémentaire d'une classe. Pour chaque objet d'une classe, l'attribut prend une valeur (sauf cas d'attributs multivalués).

### **Opération :**

Une opération est une fonction applicable aux objets d'une classe. Une opération permet de décrire le comportement d'un objet. Une méthode est l'implémentation d'une opération.

- **Lien et association**

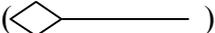
**Un lien** est une connexion physique ou conceptuelle entre instances de classes donc entre objets. Une association décrit un groupe de liens ayant une même structure et une même sémantique. Un lien est une instance d'une association. Chaque association peut être identifiée par son nom.

**Une association** entre classes représente les liens qui existent entre les instances de ces classes.

Les différents types d'association entre classes.

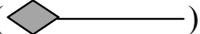
### **Agrégation**

L'agrégation est une association qui permet de représenter un lien de type « ensemble » comprenant des « éléments ». Il s'agit d'une relation entre une classe représentant le niveau « ensemble » et 1 à n classes de niveau « éléments ». L'agrégation représente un lien structurel entre une classe et une ou plusieurs autres classes.

Une relation d'agrégation est représenté par une ligne avec un diamant creux (  )

### **Composition**

La composition est une relation d'agrégation dans laquelle il existe une contrainte de durée de vie entre la classe « composant » et la ou les classes « composé ». Autrement dit la suppression de la classe « composé » implique la suppression de la ou des classes « composant ».

Une relation de composition est représenté par une ligne avec un diamant rempli (  )

### **Dépendance**

La dépendance entre deux classes permet de représenter l'existence d'un lien sémantique. Une classe B est en dépendance de la classe A si des éléments de la classe A sont nécessaires pour construire la classe B.

Une relation de dépendance est représentée par une flèche pointillée (  )

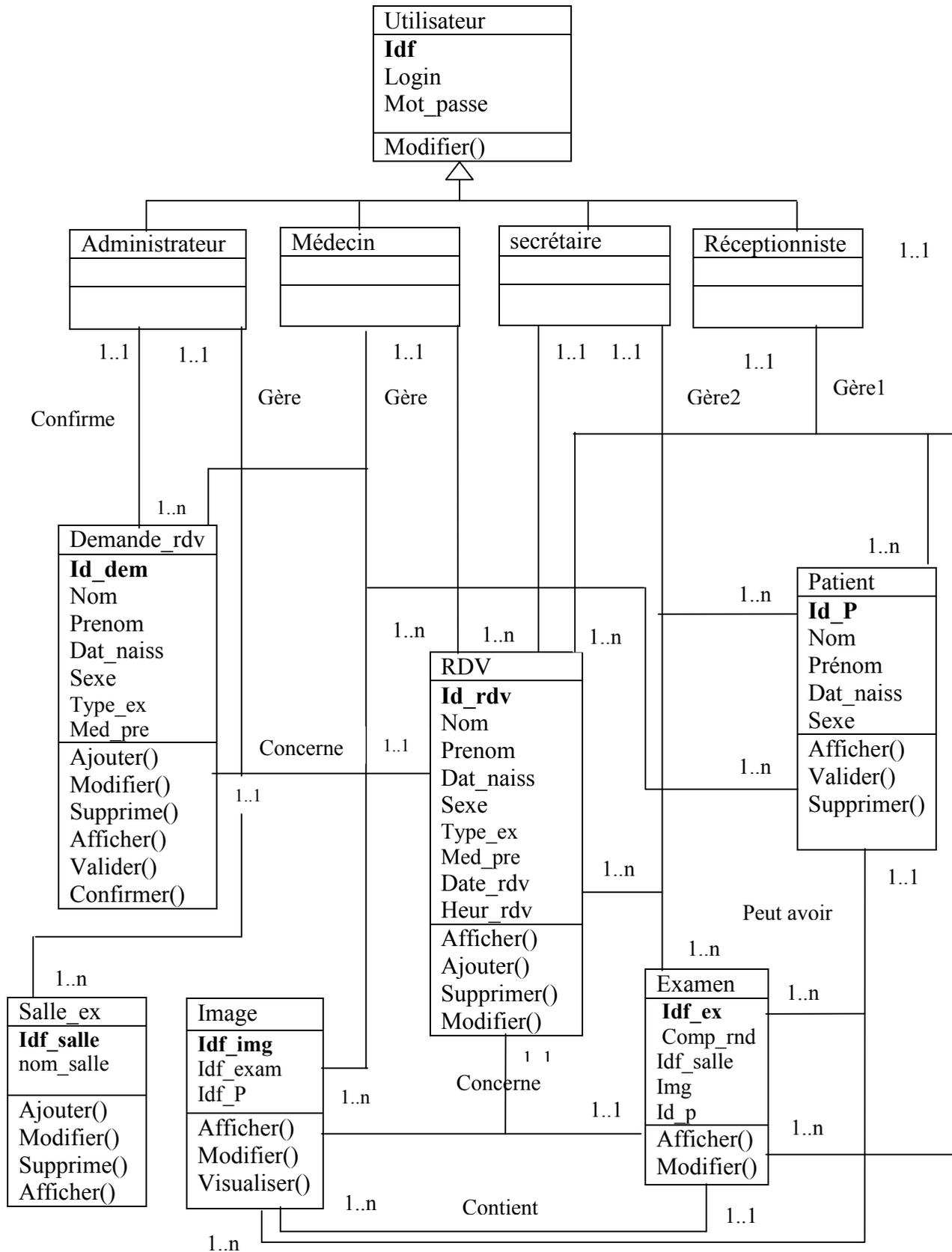
### **La généralisation**

La généralisation est la relation entre une classe et deux autres classes ou plus partageant un sous-ensemble commun d'attributs et/ou d'opérations.

La classe qui est affinée s'appelle super-classe, les classes affinées s'appellent sous-classes. L'opération qui consiste à créer une super-classe à partir de classes s'appelle la généralisation. Inversement la spécialisation consiste à créer des sous-classes à partir d'une classe.

Une relation de dépendance est représentée par une flèche creuses se dirigeant vers la classe parent (  )

**VI.3 Diagrammes de classe globale de données :**



**Figure IV.11 :** Diagramme de classe globale de données.

## VI.4 Le diagramme de déploiement :

Le diagramme de déploiement permet de représenter l'environnement de développement de notre application.

Notre solution se base sur une architecture client/ serveur à trois tiers (trois niveaux) qui sont :

- Le premier niveau de cette architecture qui est le niveau présentation constituée d'une interface Java, ainsi que du serveur Apache.
- Le deuxième est le niveau applicatif (logique applicative) qui est pris en charge par le serveur Apache, et qui se compose de scripts écrits en Java.
- Le troisième niveau, qui fournit au niveau intermédiaire les données dont il a besoin, est pris en charge dans notre cas par le SGBD MYSQL.

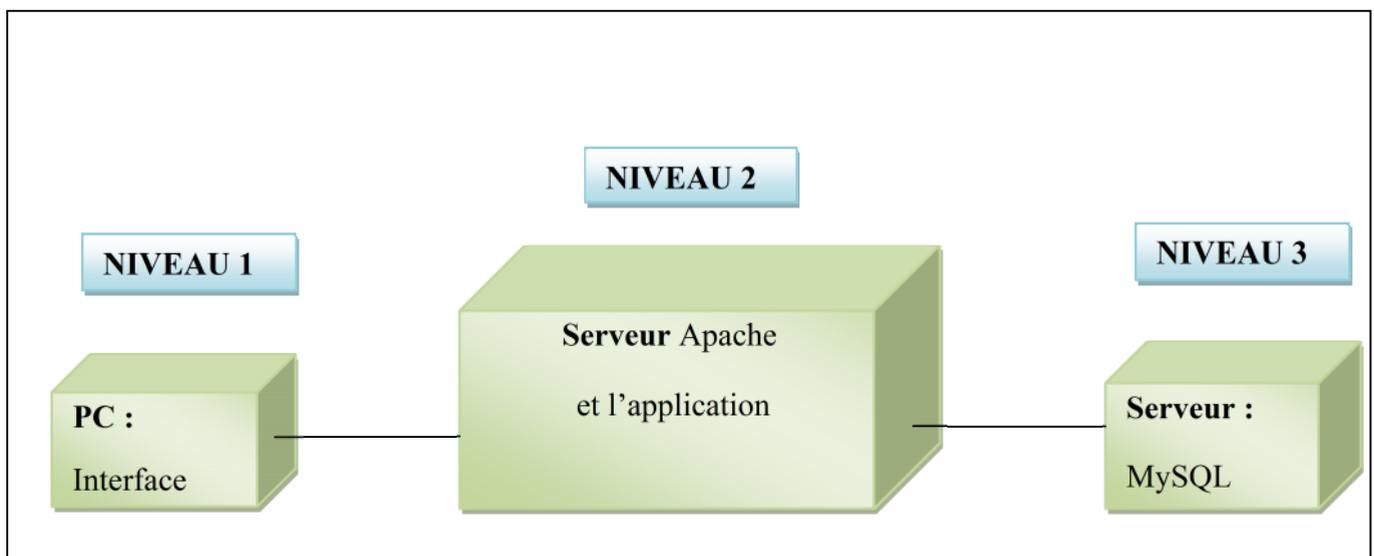


Figure IV.12 : Diagramme de déploiement.

## VI.5. Conception de la base de données :

### VI.5.1. Le model relationnel de données :

**Salle\_ex** : (Idf\_salle, Nom\_salle).

**Demande\_RDV** : (Idf\_dem, Nom, Prenom, Age, Sexe, Type\_ex, Med\_pre, Idf\_salle).

**Rendez\_vous** : (Idf\_rdv, Nom, Prenom, Age, sexe, Type\_ex, Idf\_salle, Date\_rdv, Med\_pre, Heur\_rdv).

**Patient** : (Idf\_P, Nom, Prenom, Age, Sexe).

**Examen** : (Idf\_ex, compte\_rendu, img, Idf\_rdv, Idf\_salle).

**Image** : (Idf\_img, Idf\_exam, Idf\_P).

**Réceptionniste** : (Id\_rec, Login\_rec, Mot\_passe\_rec).

**Secrétaire** : (Id\_sec, Login\_sec, Mot\_passe\_sec).

**Médecin** : (Id\_med, Login\_med, Mot\_passe\_med).

**Administrateur** : (Idf\_admin, Login\_admin, Mot\_passe\_admin).

### VI.5.2 Les tables :

- **Salle\_ex:**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_salle	Int(15)	Identifiant de la salle	PK
Nom_salle	Varchar(50)	nom de la salle	

- **Demande\_rdv :**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_dem	Int(15)	Identifiant de la demande	PK
Nom_p	Varchar(50)	nom de patient	
Prenom_p	Varchar(50)	prénom de patient	
Dat_nais_dem	Int(3)	Age de patient	
Sexe	Varchar(1)	Sexe du patient	
Type_ex	Varchar(100)	Type d'examen	
Med_pre	Varchar(50)	Médecin prescripteur	
Idf_salle	Int(15)	Identifiant de la salle	FK

- **Rendez\_vous :**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_rdv	Int(15)	Identifiant de rendez vous	PK
Nom_dem	Varchar(50)	nom de patient	
Prenom_dem	Varchar(50)	prénom de patient	
Dat_nais_dem	Int(3)	Age de patient	
Sexe	Varchar(1)	Sexe du patient	
Type_ex	Varchar(50)	Type d'examen	
Examen	Varchar(50)	Examen	
Idf_salle	Int(15)	Identifiant de la salle	FK
Date_rdv	Date	Date de rendez vous	
Heur_rdv	Date	Heur de rendez vous	

- **Patient :**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_P	Int(15)	Identifiant de Patient	PK
Nom_P	Varchar(50)	nom de patient	
Prenom_P	Varchar(50)	prénom de patient	
Dat_nais	Int(3)	Age de patient	
Sexe	Varchar(1)	Sexe du patient	

- **Examen:**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_ex	Int(15)	Identifiant de l'examen	PK
Etat_ex	Varchar(30)	Etat de l'examen	
Idf_rdv	Int(15)	Identifiant de rendez vous	FK
Idf_salle	Int(15)	Identifiant de la salle	FK
img	Varchar(10)	Etat des images	
Compt_rnd	Varchar(500)	Compte rendu	

- **Image:**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_img	Int(50)	Identifiant de l'image	PK
image	Blob	Données de l'image	
Idf_ex	Int(15)	Identifiant de l'examen	FK
Idf_P	Int(15)	Identifiant de patient	FK
position	varchar(30)	Position de l'image	
region	varchar(30)	Région du corps	
organe	varchar(30)	Organe examiné dans la région	
structure	varchar(30)	Structure examiné de l'organe	
pathologie	varchar(30)	Nom de la Pathologie	

- **Réceptionniste:**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_rec	Int(15)	Identifiant de réceptionniste	PK
Login_rec	Varchar(30)	Login de réceptionniste	
Mot_passe_rec	Varchar(15)	Mot de passe de réceptionniste	

- **Secrétaire :**

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_sec	Int(15)	Identifiant de secrétaire	PK
Login_sec	Varchar(30)	Login de secrétaire	
Mot_passe_sec	Varchar(15)	Mot de passe de secrétaire	

• Médecin :

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_med	Int(15)	Identifiant de médecin	PK
Login_med	Varchar(30)	Login de médecin	
Mot_passe_med	Varchar(15)	Mot de passe de médecin	

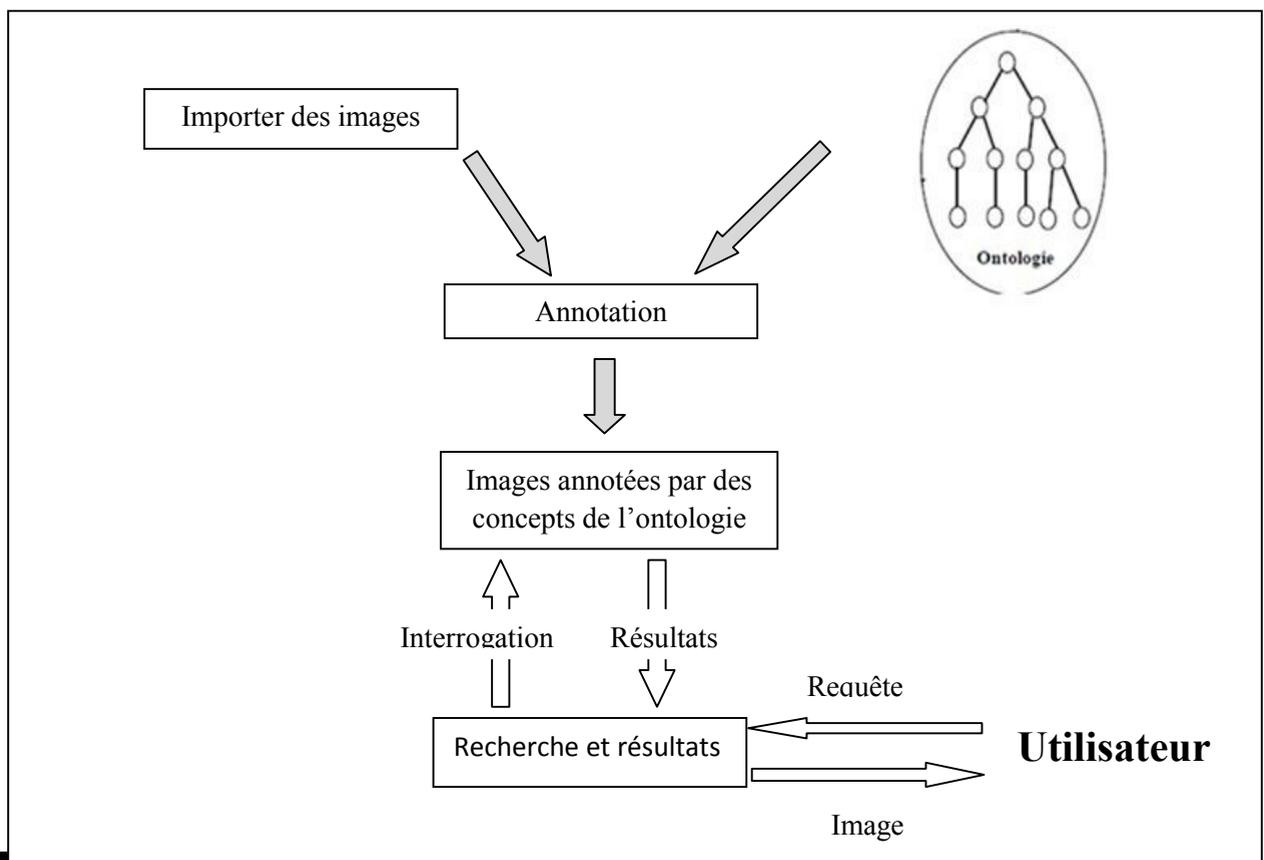
• Administrateur:

champ	Type de données	Désignation	clef
Idf_admin	Varchar(15)	Identifiant de l' administrateur	PK
Login_admin	Varchar(30)	login de l' administrateur	
Mot_passe_admin	Varchar(15)	Mot de passe de l'administrateur	

**VII. Conception de notre système d'annotation et de recherche sémantique des images :**

Nous allons construire une ontologie qui contient un minimum de concept et de relations anatomique permettant la réalisation de notre application. L'ontologie sera ensuite mise à jour par le médecin radiologue a travers une interface créé pour cette tache.

Le système que nous allons construire se compose de deux modules sont : le module d'annotation, le module de recherche. La figure ci- dessous illustre l'architecture générale de ce système :



**Figure IV.13 :** Architecture du système d'annotation et de recherche d'images

#### **VII.1. Module d'annotation sémantique à base d'ontologie :**

Pour chaque image, on doit extraire à partir de l'ontologie l'ensemble des concepts convenable permettent sa description ou interprétation. Par conséquent une annotation sémantique attachée à cette image, et qui contient l'ensemble des concepts sélectionné.

#### **VII.2. Module de recherche sémantique :**

L'utilisateur exprime son besoin à l'aide d'une image exemple (qui est une image annotée).le système extrait les termes d'annotation de cette image et cherche les images annoté par les mêmes termes, puis afficher les images.

### **VII. Conclusion :**

A l'issue de ce chapitre, nous avons introduit les objectifs de notre application. Pour les atteindre, nous avons proposé une solution fondée sur une analyse et une conception modélisées à l'aide du langage de modélisation unifié UML. Pour cela nous avons :

- Spécifier les divers cas d'utilisations de notre système ;
- Conçu les diagrammes des cas d'utilisations, de séquence et de déploiement ;
- Elaboré un diagramme de classe.

Le chapitre suivant sera consacré à la réalisation de notre système, en présentant les outils de développement utilisés et les différentes fonctionnalités de notre application a travers ses différentes interfaces.

# Chapitre 05 :

---

Implémentation et Réalisation

## I. Introduction :

Après avoir présenté dans le chapitre précédent les différentes étapes d'analyse et de la conception, ce chapitre sera consacré pour l'implémentation et la réalisation de notre application qui est la dernière étape de notre travail. Nous allons d'abord décrire l'environnement de développement et les outils qui serviront à la réalisation de notre application, puis nous présentons l'application développée à travers ses différentes interfaces.

## II. L'environnement de développement :

### II.1. Les outils utilisés :

#### II.1.1. Eclipse :

Eclipse est un environnement de développement intégré (Integrated Development Environment) dont le but est de fournir une plate-forme modulaire pour permettre de réaliser des développements informatiques.

Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions.

Eclipse utilise énormément le concept de modules nommés "plug-ins" dans son architecture. D'ailleurs, hormis le noyau de la plate-forme nommé "Runtime", tout le reste de la plate-forme est développé sous la forme de plug-ins. Ce concept permet de fournir un mécanisme pour l'extension de la plate-forme et ainsi fournir la possibilité à des tiers de développer des fonctionnalités qui ne sont pas fournies en standard par Eclipse.

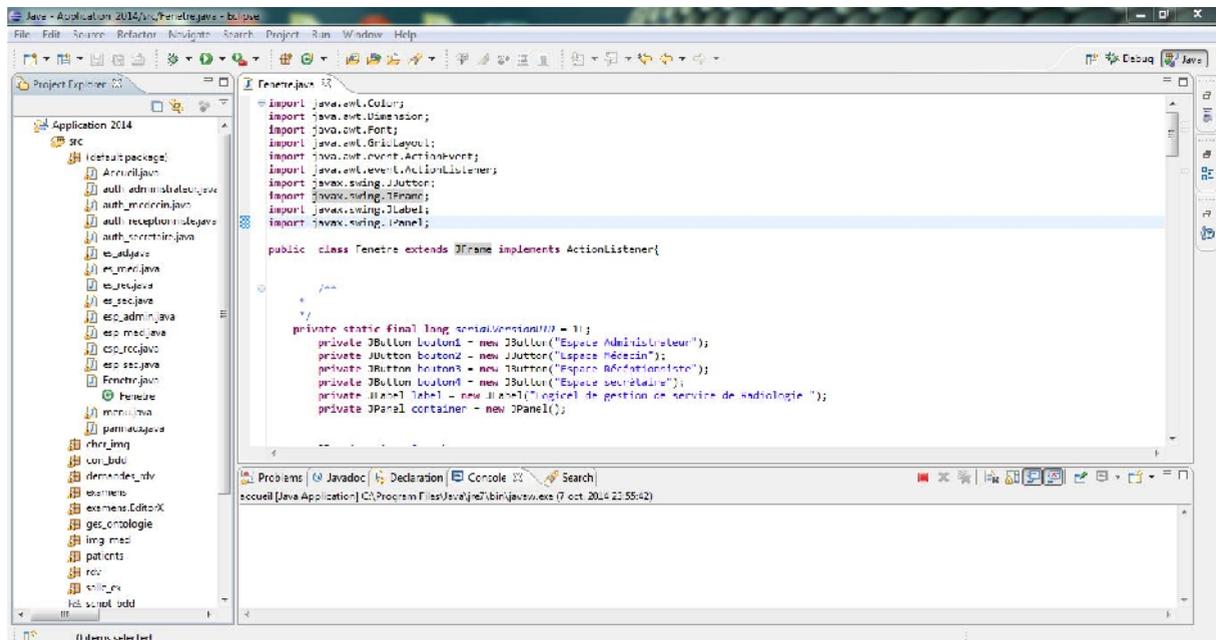


Figure V.1 : Capture d'écran de l'interface d'éclipse.

### II.1.2. Le serveur de base de données MySQL :

MySQL est un serveur de base de données relationnelle, basé sur le langage de requête SQL, il est implémenté sur un mode client/serveur, avec du côté serveur : le serveur MySQL, et du côté client : les différents programmes et bibliothèques. MySQL se caractérise par sa rapidité et sa facilité d'utilisation, il est offert avec l'outil d'administration de base de données « PhpMyAdmin » par Wamp.

### II.1.3. PhpMyAdmin :

PhpMyAdmin est une interface conviviale qui permet de gérer très facilement une base de données, sans nécessiter une connaissance avancée des requêtes SQL. On peut ainsi créer avec la même facilité des bases de données et des tables en local comme sur le serveur distant.

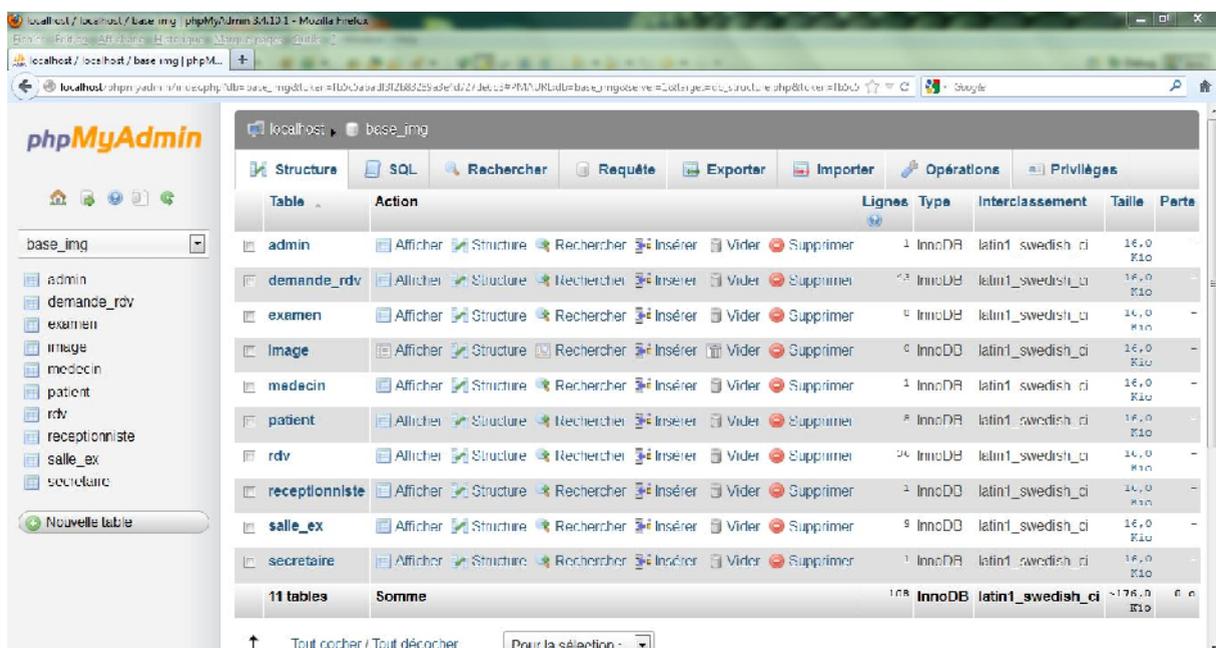


Figure V.2 : Capture d'écran de l'interface PhpMyAdmin.

### II.1.4. Langage java :

JAVA est un langage de programmation simple, orienté objet est fortement typé. Java est portable, Il est indépendant de toute plate forme, il est possible d'exécuter des programmes JAVA sur tous les environnements qui possèdent une machine virtuelle Java (JVM).

Il est doté d'une riche bibliothèque de classes, comprenant la gestion des interfaces graphiques (fenêtres, menus, graphismes, boîtes de dialogue, contrôles..etc) . Il permet d'accéder d'une manière simple aux fichiers et aux réseaux (notamment Internet). Il est caractérisé aussi par la réutilisation de son code ainsi que la simplicité de sa mise en oeuvre.

### II.1.5. Jena :

Jena est une API java permettant de lire et de manipuler des ontologies décrites en document OWL, RDF (S), DAML+OIM et d'y d'appliquer certains mécanismes d'inférences. Jena est diffusé en code source libre

### II.1.6. L'éditeur d'ontologie :

Pour l'implémentation de notre ontologie, nous avons opté pour l'éditeur d'ontologies Protégé. Protégé est un éditeur d'ontologie distribuer en open source .il permet de construire des ontologies sous divers formalismes RDF DAML+OIL OWL.de plus, protégé est extensible en utilisant des plug-ins et des API java pour le développement d'applications particulières. L'interface de protégé est assez simple, l'ensemble des fonctionnalités de l'éditeur étant regroupé en onglets.

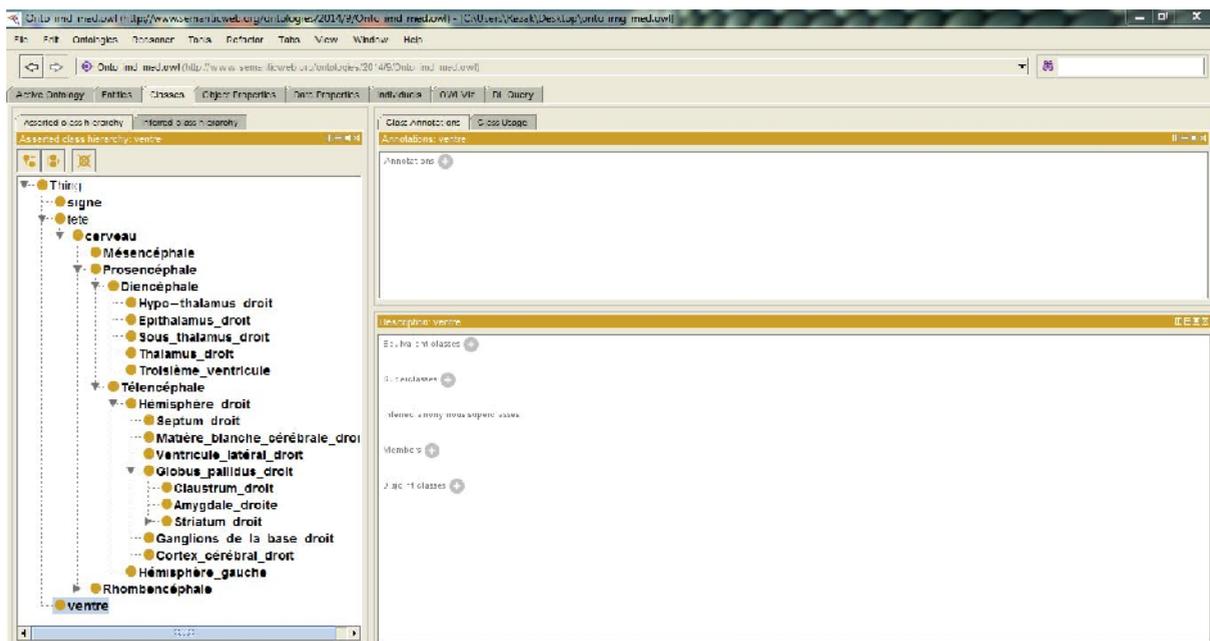


Figure V.3 : Capture d'écran de l'interface protégé.

### III. Les interfaces de notre application :

Dans cette partie de ce chapitre, nous allons présenter quelques interfaces de notre application. L'écran ci-dessous représente l'interface principale de notre application qui permet à l'utilisateur de choisir son espace.



Figure V.4 : Capture d'écran de l'interface principale.

L'écran ci-dessous représente l'interface d'authentification qui permet à l'utilisateur de se connecter a son espace.

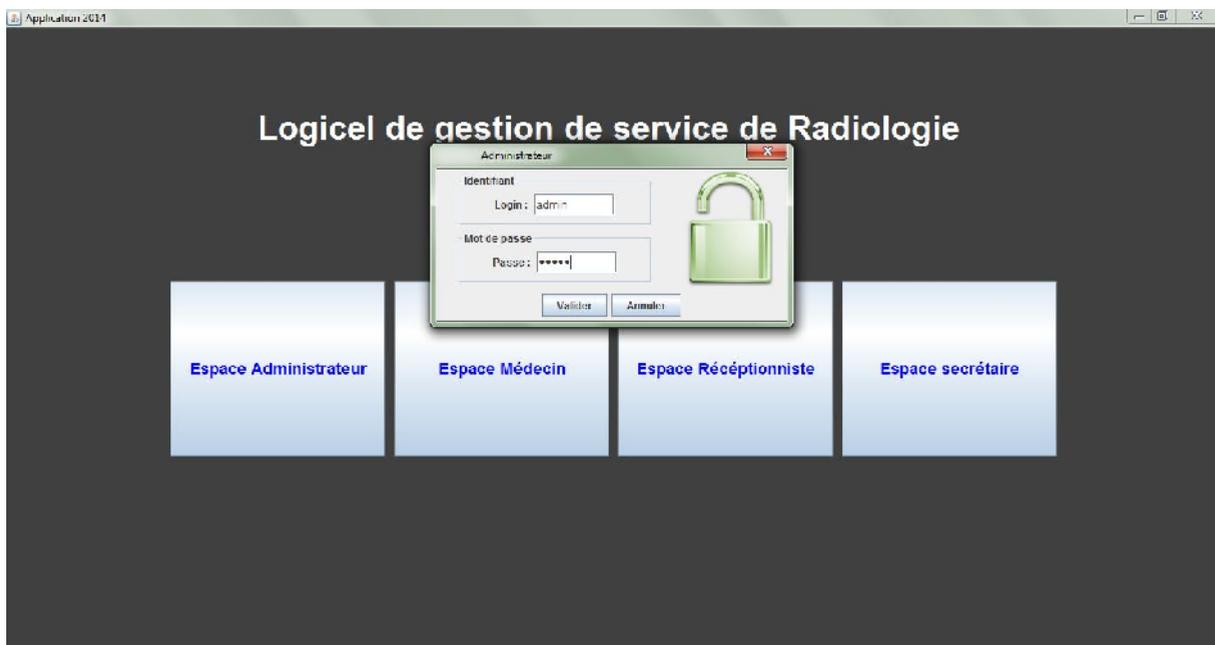


Figure V.5 : Capture d'écran de l'interface d'authentification.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet à aux réceptionnistes d'ajouter une demande de rendez vous.



The screenshot shows a web application window titled 'Application 2014'. At the top, there are four navigation buttons: 'Demandes de Rendez vous', 'Rendez vous', 'Patients', and 'Examens'. Below these, there are three main menu items: 'Ajouter une demande', 'Liste des Demandes', and 'Chercher une demande', with 'Liste des Demandes' currently selected. A 'Se déconnecter' button is located in the top right corner. The main content area is titled 'Ajouter une nouvelle demande' and contains the following form fields:

- Civilité: Mr (dropdown)
- Nom: [text input]
- Prénom: [text input]
- Date de naissance: 1 (dropdown), 1 (dropdown), 1930 (dropdown)
- Type d'examen: [dropdown]
- Examen: [dropdown]
- Médecin prescripteur: [text input]

At the bottom of the form are two buttons: 'Enregistrer' and 'Annuler'.

Figure V.6 : Capture d'écran de l'interface d'ajout de demande de rendez vous.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet d'ajouter un rendez vous.



The screenshot shows a web application window titled 'Application 1'. At the top, there are six navigation buttons: 'Demandes de Rendez vous', 'Rendez vous', 'Patients', 'Examens', 'Médicaments', and 'Salles d'examen', with 'Rendez vous' currently selected. Below these, there are three main menu items: 'Ajouter un rendez vous', 'Afficher liste des rendez vous', and 'Chercher un rendez vous', with 'Chercher un rendez vous' currently selected. A 'Se déconnecter' button is located in the top right corner. The main content area is titled 'Ajouter un rendez vous' and contains the following form fields:

- Civilité: Mr (dropdown)
- Nom: [text input]
- Prénom: [text input]
- Date de naissance: 1 (dropdown), 1 (dropdown), 1930 (dropdown)
- Type d'examen: [dropdown]
- Examen: [dropdown]
- Date de rendez vous: 1 (dropdown), 1 (dropdown), 2014 (dropdown)
- Heure de rendez vous: 00 (dropdown), 00 (dropdown)
- Médecin prescripteur: [text input]
- Salle d'examen: [dropdown]

At the bottom of the form are two buttons: 'Enregistrer' and 'Annuler'.

Figure V.7 : Capture d'écran de l'interface qui permet d'ajouter un rendez-vous.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet d'afficher la liste des rendez vous en cours.



Figure V.8 : Capture d'écran de l'interface qui permet d'afficher la liste des rendez vous en cours.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet de chercher un examen.

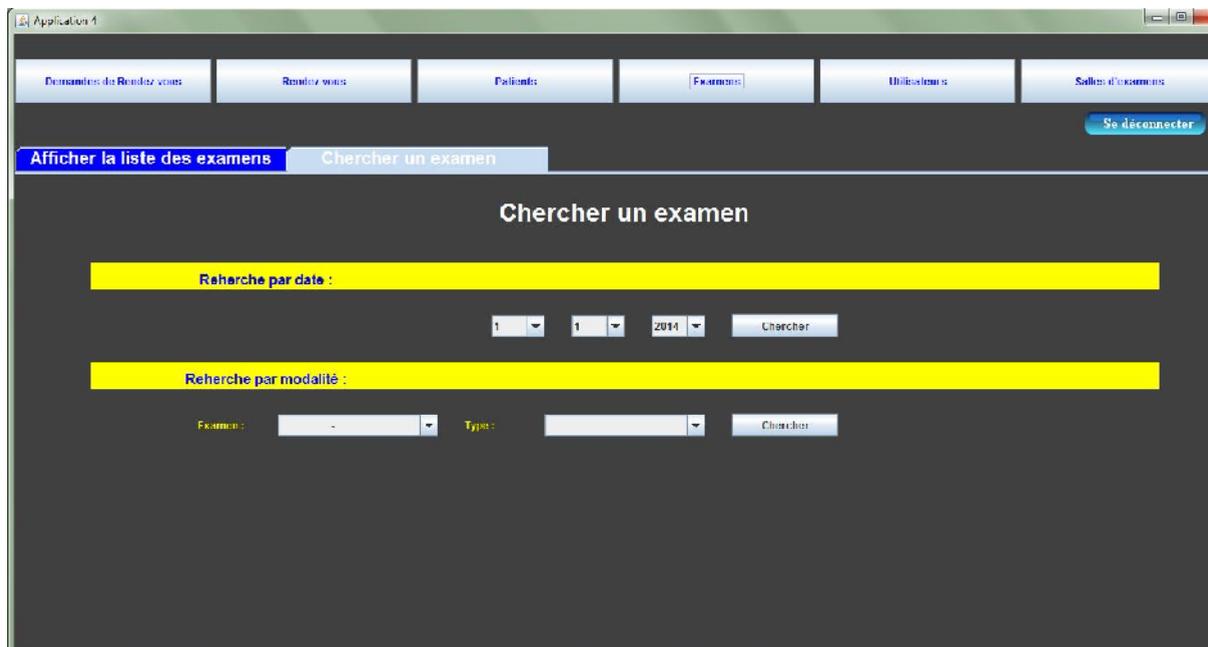


Figure V.9 : Capture d'écran de l'interface qui permet de chercher un examen

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet d'importer une image.

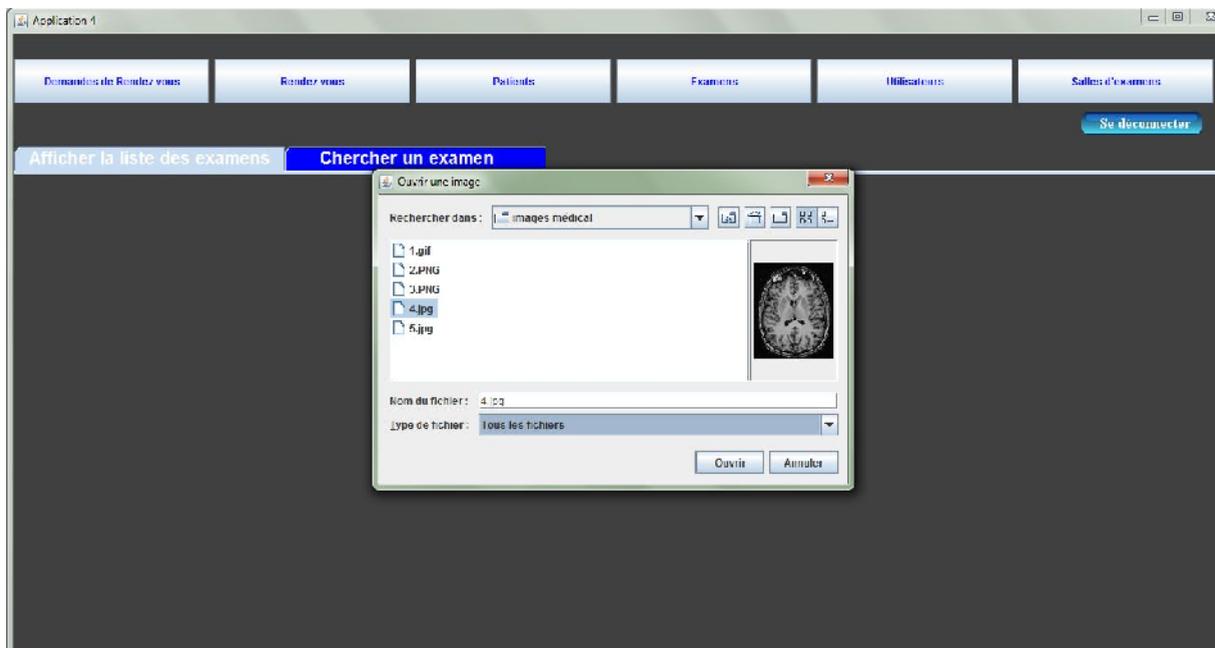


Figure V.10 : Capture d'écran de l'interface qui permet d'importer une image.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet au médecin d'annoter une image par les concepts de l'ontologie avant de l'enregistrer.



Figure V.11 : Capture d'écran de l'interface qui permet d'annoter une image.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet de saisir le compte rendu d'un examen.

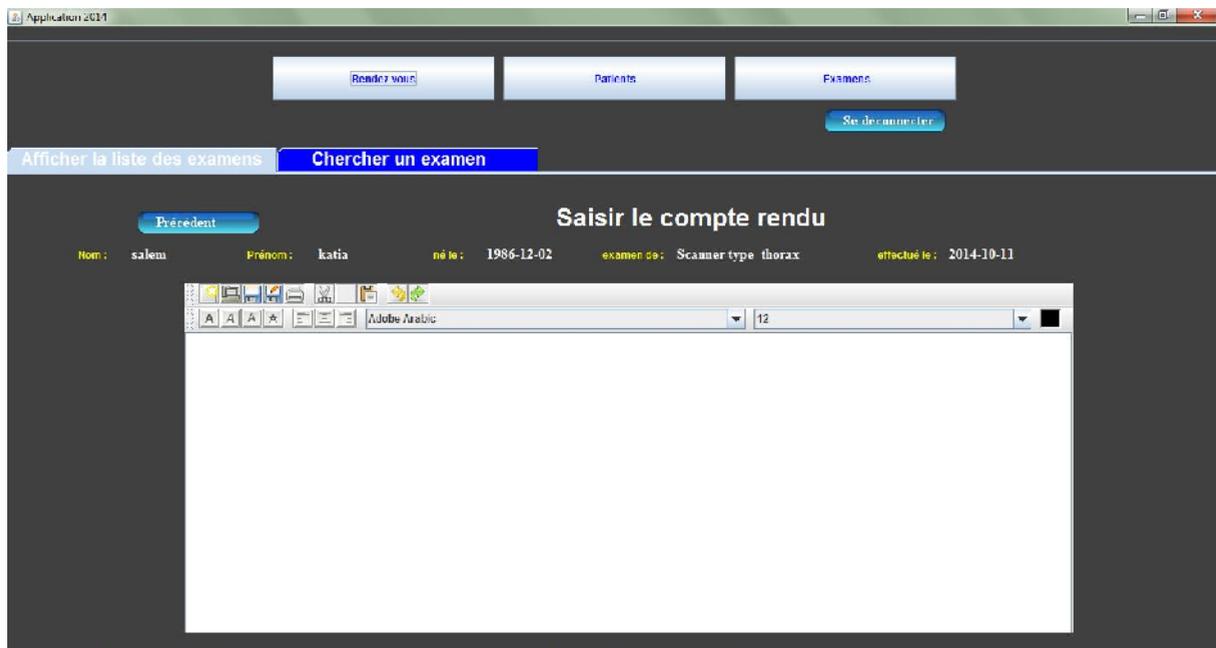


Figure V.12 : Capture d'écran de l'interface qui permet la saisie du compte rendu.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet au médecin de mettre à jour l'ontologie.

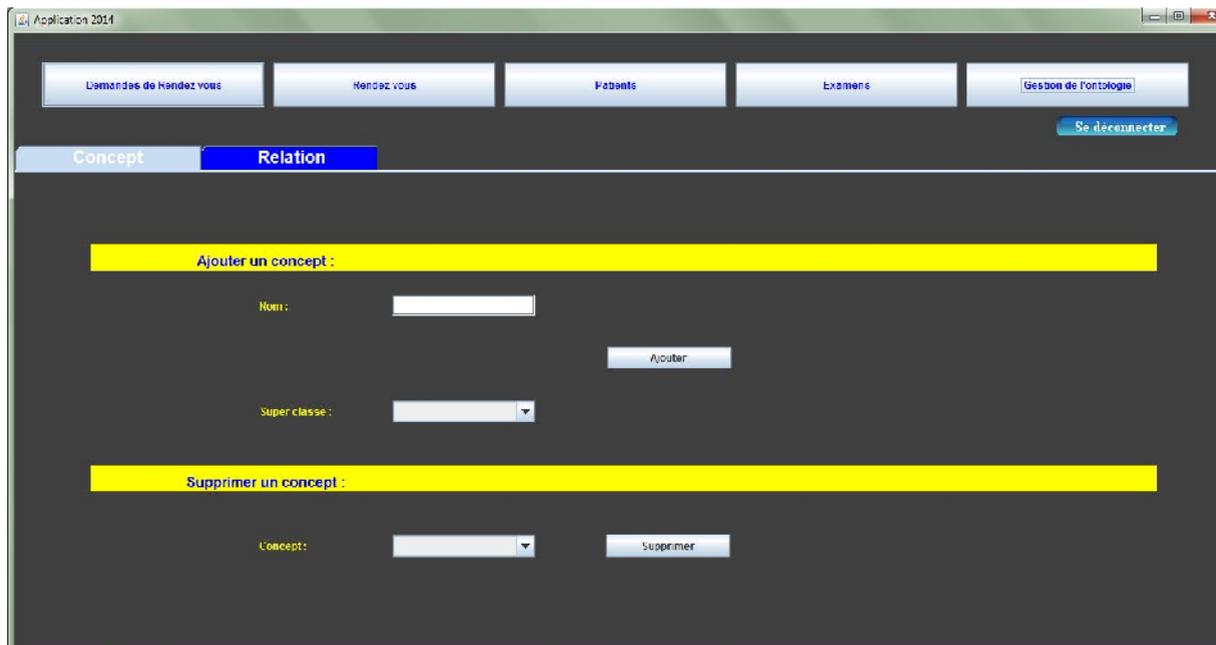
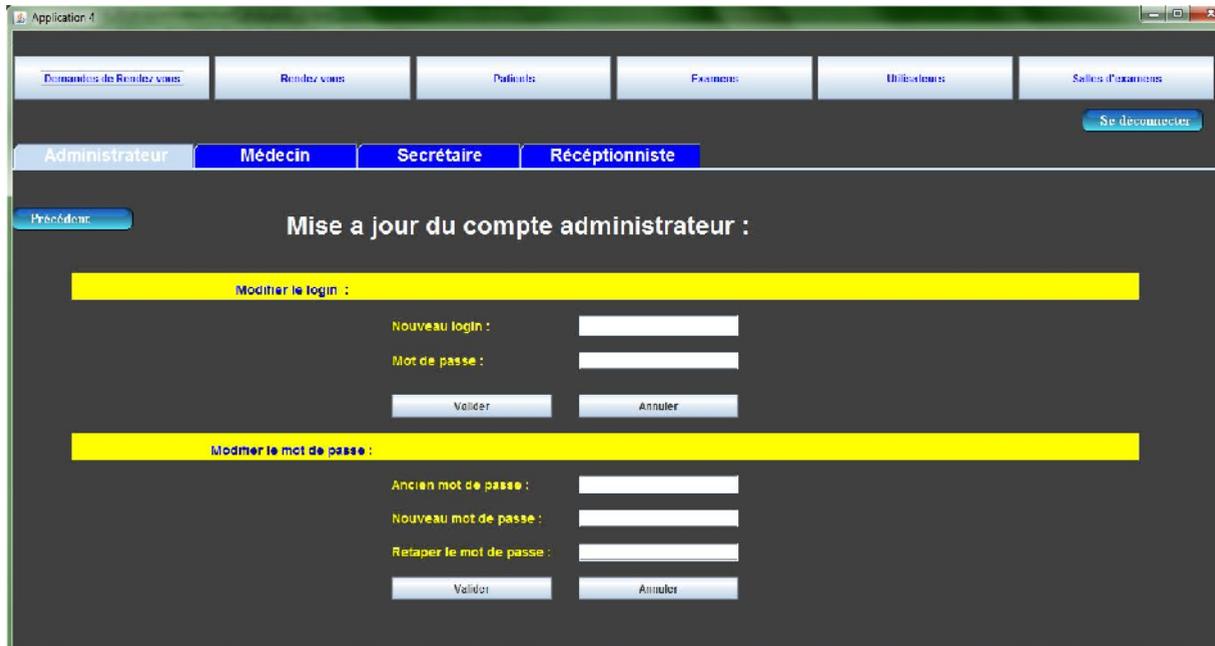


Figure V.13 : Capture d'écran de l'interface qui permet de mettre à jour l'ontologie.

L'écran ci-dessous représente l'interface qui permet à l'administrateur de mettre à jour son compte.



The screenshot shows a web application window titled 'Application 4'. At the top, there is a navigation bar with buttons for 'Demandes de Rendez vous', 'Rendez vous', 'Radiologie', 'Examens', 'Utilisateurs', and 'Salles d'examens'. A 'Se déconnecter' button is located on the right. Below this is a user role selection bar with 'Administrateur' (highlighted), 'Médecin', 'Secrétaire', and 'Réceptionniste'. A 'Précédent' button is on the left. The main content area is titled 'Mise a jour du compte administrateur :'. It contains two sections, each highlighted with a yellow background. The first section, 'Modifier le login :', has input fields for 'Nouveau login :', 'Mot de passe :', and buttons for 'Valider' and 'Annuler'. The second section, 'Modifier le mot de passe :', has input fields for 'Ancien mot de passe :', 'Nouveau mot de passe :', 'Retaper le mot de passe :', and buttons for 'Valider' and 'Annuler'.

Figure V.14 : Capture d'écran de l'interface qui permet de mettre à jour le compte administrateur.

#### IV. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons en premier lieu, présenté l'environnement, les outils, et les langages utilisés pour implémenter et réaliser notre application de gestion d'une bibliothèque d'images médicale en passant par le système d'information du service d'imagerie. Par la suite, nous avons présenté les différentes interfaces de notre application.

# Conclusion générale

---

# Conclusion générale

---

## **Conclusion générale :**

Avec l'avancée technologique (multimédia, WEB, etc.), l'intégration des images dans les systèmes de gestion de bases données est devenue nécessaire dans plusieurs domaines. En effet, des milliers d'images sont produites quotidiennement par des équipements médicaux, militaires, civils, etc. L'utilisation des images nécessite de nouvelles méthodes de stockage, d'organisation, de recherche et de navigation. Depuis les années 70, la recherche d'images a connu une activité importante de recherche et d'étude. La plupart des solutions proposées sont basées sur des paramètres très fortement corrélés à un domaine d'application choisi et aux besoins exprimés par les utilisateurs.

Les systèmes d'information hospitaliers sont récents, mais voient des progrès constants. Les nouvelles technologies de l'information ont investi tous les domaines d'activités, même les hôpitaux.

Dans ce mémoire, nous avons abordé le problème de gestion des images médical. Plus précisément, nous nous sommes focalisés sur la recherche d'images basée sur le contenu sémantique.

Pour rendre le contenu sémantique des images compréhensible et exploitable par les ordinateurs nous avons utilisé comme solution les techniques de recherche à base d'ontologies.

Dans notre travail nous nous intéressons d'une part à l'annotation et la recherche des images par concepts de l'ontologie d'autre part au système d'information du service d'imagerie médical. Et nous avons réalisé comme application un système de gestion du service radiologie.

# Bibliographie :

---

## ***Bibliographie :***

- **[I. Dioleti, 2005] : ISAVELLA DIOLETI : INDEXATION ET RECHERCHE D'IMAGES PAR LE CONTENU, 2005**
- **[F.BESSAI, A.HAMADI,S.SELMOUNJ, 2002 ] : Fatma-Zohra BESSAI, Ali HAMADI, Soflane SELMOUNJ , Indexation et Recherche d'Images par le Contenu, RIST Vol, 12 n 02 Année 2002 ]**
- **[LÊ THILAN et A.BOUCHER 2005] : LÊ THILAN, Indexation et recherche d'images par le contenu, HANOI 2005, sous la direction de Dr Alain BOUCHER.**
- **[V.Gouet-Brunet, 2005] : Valérie Gouet-Brunet, Recherche par contenu visuel dans les grandes collections d'images, 2005**
- **[H.ABED, L.ZAOUI] : Houaria ABED, Lynda ZAOUI Système D'Indexation et de Recherche d'Images par le Contenu, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed Boudiaf**
- **[S.BEDOUEHENE] : BEDOUEHENE Saida, Recherche d'images par le contenu, mémoire de magister en automatique, UMMTO**
- **[R.CHBEIR, 2001] :Richard CHBEIR, Modélisation de la description d'images : Application au domaine médical,2001**
- **[K.MAMMERI, 2009] : [MAMMERI Karima, Recherche d'information par croisement de média texte et image, Université M'hamed BOUGARA de BOUMERDES,2009]**
- **[D.GORISSE, 2010] :David GORISSE, Passage à l'échelle des méthodes de recherche sémantique dans les grandes bases d'images, 2010**
- **[J.P. Gastellu-Etchegorry,2008] : J.P. Gastellu-Etchegorry, ACQUISITION et TRAITEMENT D'IMAGE NUMERIQUE, Université Paul Sabatier, IUT - Département de Mesures Physiques, Avril 2008**
- **[W.AZZOUG , 2013] : W.AZZOUG , Contribution a la definition d'une approche d'indexation semantique de document textuels, Mémoire de magister, Université M'hamed BOUGARA de BOUMERDES,2013**
- **[Ba-Duy DINH, 2012] : [Ba-Duy DINH, Accès à l'information biomédicale : vers une approche d'indexation et de recherche d'information conceptuelle basée sur la fusion de ressources termino-ontologiques, 2012]**
- **[Salton & al, 1983] : Salton, G., & McGill, M. Introduction to Modern Information Retrieval. McGraw-Hill, New York, 1983.**
- **[Sauvagnat, 2005] : Karen Sauvagnat, "Modèle flexible pour la Recherche d'Information dans des**

*corpus de documents semi-structurés"*, thèse de doctorat à l'université Paul Sabatier, 2005.

- **[H.NGUYEN, 2005]** : NGUYEN Huu Luong Tu, **Recherche d'image basée sur le contenu, Sémantique**, INSTITUT DE LA FRANCOPHONIE POUR L'INFORMATIQUE
- **[F.Z.HADJOU, 2012]** : HADJOU Fatima Zohra , **Gestion des Ontologies Médicales (G.O.M), Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen, Mémoire de du diplôme de Master en Informatique, 2012]**
- **[S. BOUARROUDJ, 2010]** : Samia BOUARROUDJ, **Raisonnement sur une ontologie enrichie par des règles SWRL pour la recherche sémantiques d'images annotées**, Mémoire Magister Université 20 Août 1955, Skikda 2010]
- **[F.DEBBAGH, 2009]** : DEBBAGH Farah, **Serveur d'images et de connaissances pour la formation médicale sur le web**, mémoire de MAGISTER en Informatique, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 2009
- **[R.Ben Cheikh&R.Ben Bezziane, 2011]** : Ben Cheikh Noura & Ben Bezziane Rima, **LA RECHERCHE D'IMAGES PAR LA SEMANTIQUE**, mémoire de Master en Informatique, Université KASDI MERBAH-Ouargla, 2011
- **[J.Atif&C.Hudelot &.Bloch]** : Jamal Atif&Céline Hudelot &Isabelle Bloch, **Adaptation de connaissances génériques pour l'interprétation d'images médicales : représentations par ontologies et par graphes et modélisation floue**
- **[D.Debbar&M.Taibaoui, 2013]** : Debbar Djafar&Taibaoui Mohamed **La découverte des concepts sémantiques cachés avec plusieurs niveaux d'abstraction pour la recherche d'images**, mémoire de Master en Informatique, Université KASDI MERBAH-Ouargla, 2013
- **[R.Mizoguchi]** : **Le rôle de l'ingénierie ontologique dans le domaine des EIAH** Riichiro Mizoguchi, Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University
- **[Psyché, 2003]** : Valéry Psyché, Olavo Mendes, Jacqueline Bourdeau, (2003). **Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance**. Centre de recherche LICEF, télé Université, 2003.
- **[BANEYX, 2007]** : Audrey BANEYX, (2007). **CONSTRUIRE UNE ONTOLOGIE DE LA PNEUMOLOGIE aspects théoriques, modèles et expérimentations**. Thèse de doctorat, Université de Paris 6, soutenue le 06 février 2007.
- **[BIB. 01]** : G. Gardarin, **Internet/Intranet et les bases de données**, Eyrolles, 2000.
- **[BIB. 02]** : Y. HAMADI, vers une base de données répartie pour la gestion et la publication
- **[BIB. 05]** : Mme Awatif Universalis 2004
- **[BIB.IV.1]** : UML2 Modéliser une application web, Pascal Roques 4ème édition, EYROLLES

- [BIB. 04]: <http://www.perto.modulonet.fr>
- [BIB. 06]: <http://www.inria.fr>
- [BIB\_III.01]: [<http://www.web-libre.org/imagerie-medicale,7141.html>]
- [BIB\_III.04] : Marie-Hélène Coste & Véronique Simon, « **Voyage au cœur des réseaux d'imagerie médicale**», (2008).