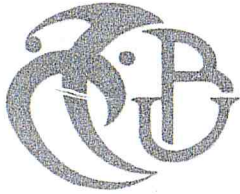


MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université Saad Dahleb Blida -USDB -



Faculté des sciences
Département Informatique



Mémoire de fin d'étude pour l'obtention
du diplôme de Master en informatique
Option Ingénierie du logiciel

Thème :

*Contribution à la Compression et transfert
vidéo en temps réel pour un
environnement d'e-maintenance.*

Organisme d'accueil : Centre de Développement des Technologies
Avancées « CDTA »

REALISÉ PAR :

✓ *Kadi Sid Ali*
✓ *Kaci Abd El Madjid*

PROMOTRICE :

➤ *Mme Abed Hafida*

Encadré par :

Mme Henda Nadia

Mr Fayçal zerarga

Devant le jury composé de :

Président du jury : Mr Hamouda

Examineur N1 : Mr. Chekfi

Examinatrice N2 : Mlle. Azouz Mahdia

Soutenue : jeudi le 20/09/2012

MA-004-115-1

Promotion 2011 /2012

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons manifester nos sincères remerciements à:

● *Allah* le tout puissant,

Aux :

- *Notre promotrice Mme Abed, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'être notre promotrice. Nous la remercions aussi pour ses conseils et son aide durant la réalisation du projet et durant 2 années d'enseignement.*
- *Notre Encadreur au CDTA, Mme Zenati Henda Nadia pour ses conseils et ses orientations qui nous ont été d'un précieux apport pour mener à bien ce travail. Nous espérons être dignes de la confiance qu'elle a placée en nous.*
- *Spécial remerciement à Mr Bellarbi Abdelkader, membre de l'équipe VAANIM pour ses remarques pertinentes et son aide qui nous ont été d'un précieux apport.*

Nous remercions vont également à :

- *Mr. Arpan Jati, développeur logiciel en Inde, à qui nous adressons un remerciement particulier, et qui malgré l'éloignement nous a apporté une aide précieuse,*
- *Mr. Fadi Abdelkader, développeur logiciels et web et Docteur à l'université de Abu Dhabi -UAE-, à qui nous adressons aussi un remerciement particulier, et qui malgré l'éloignement nous a apporté une aide précieuse,*

Chacun des membres du jury pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de juger notre travail,

Toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce projet.

Pour toutes ces personnes, soyez-en remerciés du fond du cœur.

Kadi SidAli & Kaci Abd Elmadjid

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à mes parents pour leur patience et leur attention et qui ont toujours été préoccupés de mes études, que Dieu me les garde en bonne santé pour le reste de leur vie.

À mes frères, Sofiane, Zohir et Mounir, sans oublier la charmante de la famille ma chère sœur Sabrina, que Dieu nous garde tous unis, et qui m'ont apporté leur soutien moral.

Et mes très chères et fidèles amis, Mohamed, Hasnaa et à tous les membres de la famille, ainsi que mes amis de l'université et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail.

Kadi SidAli

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail a mes parent pour leur patience et leur attention et qui a toujours préoccupés de mes études, que Dieu me les gardes en bonne santé pour le reste de leur vie.

A mes frères, et à mes sœurs.

A tous mes amis, et a tous les membres de la famille

A mes amis de l'université et à toute personne ayant contribue de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail.

Kaci Abdelmadjid

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : La compression

1. Introduction.....	3
2. Préliminaires.....	3
3. Méthodes de compression.....	5
3.1 La compression sans perte.....	5
3.2 Compression avec perte.....	7
4. Les Codecs.....	7
4.1 M-Jpeg.....	7
4.2 MPEG.....	8
5. JPEG.....	10
6. Décompression.....	18
7. Conclusion.....	19

Chapitre II : Service web

1. Introduction.....	20
2. Définition d'un Intergiciels (Middleware).....	20
3. Étude Préliminaire.....	21
3.1 CORBA (Common Object Request Broker Architecture).....	21
3.2 Remote Method Invocation (RMI).....	23
3.3 COM/DCOM.....	25
4. L'Architecture Orientée Service (SOA).....	27
5. Les services Web.....	27
5.1 Définition.....	28
5.2 Avantages d'un service web.....	28
5.3 Inconvénients.....	29

6. Les caractéristiques d'un service Web	29
7. Architecture d'un service Web	29
7.1. Web Service Description Langage (WSDL)	30
7.2. Universal Description Discovery and Integration (UDDI)	30
7.3. Simple object Access Protocol (SOAP)	31
8. Fonctionnement des services Web	33
8.1 Service provider service	34
8.2 Service requester programme client	34
8.3 Annuaire service registry	34
9. Sécurité des Services Web	34
10. Synthèse : Comparaison entre CORBA, RMI, DCOM et web service.....	35
11. Conclusion.....	36

Chapitre III : la Réalité Augmenté

1. Introduction.....	37
2. Réalité augmenté : Définitions.....	37
3. De la réalité virtuelle à la réalité augmentée.....	38
4. Continuum réel virtuel	38
5. Domaines d'application de la réalité augmenté	40
5.1 Domaine militaire	40
5.2 Domaine médical.....	41
5.3 Domaine de maintenance	41
5.4 Jeux et loisirs	42
6. Synthèse	43
7. Conclusion.....	44

Chapitre IV : Conception

1. introduction	45
2. Présentation du projet.....	45
3. Recueil des besoins techniques	45

3.1 Sécurité.....	45
3.2 Environnement de développement.....	46
3.3 Type d'équipements.....	46
4. Recueil des besoins fonctionnels.....	46
5. Identification des acteurs.....	47
6. Modélisation du contexte.....	47
7. Analyse des besoins fonctionnels.....	48
8. les Cas d'utilisations.....	49
8.1 Diagramme de cas d'utilisation globale.....	51
8.2 Description des cas d'utilisations.....	52
9. Les Diagrammes d'activité.....	58
10. Diagramme de classe.....	65
11. Les Diagrammes de séquence.....	70
12. Conclusion.....	79

Chapitre V : Implémentation

1. Introduction.....	80
2. Le pré-requis techniques.....	80
2.1 Partie logiciel.....	80
2.1.1 Environnement de développement.....	81
2.1.2 Caractéristique c# par rapport c++.....	81
2.1.3 C# & le Framework .Net.....	82
2.1.4 L'environnement Visual Studio .Net.....	82
2.2 Partie matérielle.....	82
3. Services Web.....	83
3.1 Rappel.....	83
3.2 Outils de création des Services Web.....	84
4. Choix de serveur web.....	84
4.1 IIS (Internet Information Services).....	85

5. ArToolkit.....	85
6. SharpGL	85
7. MJPEG	85
8. SQL Server.....	86
9. Les principales interfaces de l'application.....	86
10. Conclusion.....	100

Conclusion générale

Bibliographie

Liste des figures

Figure I.1 Schéma de compression et décompression d'image.	4
Figure I.2 bloc de pixels 10x10.	6
Figure I. 3 Principe de compression et décompression JPEG	10
Figure II.4 Perception de l'œil humain.	11
Figure I.5 Répartition RGB – YUV.	12
Figure I.6 Processus de Downsampling	13
Figure I.7 La transformation DCT (Discrete Cosine Transform).....	14
Figure I.8 transformation suivant les lignes et colonnes.	15
Figure I.9 Différentes 64 sous-image produites par DCT.....	16
Figure I.10 Lecture en Zigzag.....	18
Figure II.1 Fonctionnement d'un middleware.	20
Figure II.2 Architecture CORBA. [9].....	21
Figure II.3 Architecture de RMI.	24
Figure II.4 Architecture DCOM.....	25
Figure II.5. Architecture globale d'un service web	30
Figure II.6. Architecture WDSL.	30
Figure II.7 Architecture UDDI.	31
Figure II.8 Architecture SOAP.	31
Figure II.9 Structure d'un message SOAP.....	33
Figure II.10 Fonctionnement d'un service Web	34
Figure III.1 Triangles de la Réalité Augmentée (RA) et de la Réalité Virtuelle (RV).....	38
Figure III.2 Continuum selon de P.Milgram.....	39

Figure III.3 Des solutions proposées au pilote à travers son casque.....	40
Figure III.4 Organisation du bloc opératoire lors de l'utilisation de CASPER en phase de guidage.....	41
Figure III.5 Le système Karma (photo issue de Feiner).	42
Figure III.6 Ce que voit l'utilisateur du système ARC à travers son casque de visualisation	42
Figure III.7 Le jeu Mah Jong.....	43
Figure IV.1 Hiérarchie des acteurs.	47
Figure IV.2 Diagramme de cas d'utilisation globale.....	51
Figure IV.3 Diagramme de cas d'utilisation « gestion d'authentification».....	53
Figure IV.4 Diagramme de cas d'utilisation « gérer les utilisateurs ».....	53
Figure IV.5 Diagramme de cas d'utilisation « Édition de vidéo ».....	54
Figure IV.6 Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des documentation».....	56
Figure IV.7 Diagramme de cas d'utilisation « Envoyer mail et utiliser module chat ».....	57
Figure IV.8 Diagramme de cas d'utilisation « Envoie de vidéo ».....	57
Figure IV.9 Diagramme de cas d'utilisation « Demande d'intervention ».....	58
Figure IV.10 Diagramme d'activité « gestion d'authentification ».....	58
Figure IV.11 Diagramme d'activité « gestion des utilisateurs ».....	59
Figure IV.12 Diagramme d'activité « gestion des rapports ».....	60
Figure IV.13 Diagramme d'activité « messagerie ».....	61
Figure IV.14 Diagramme d'activité « édition de vidéo ».....	62
Figure IV.15 Diagramme d'activité « envoie de vidéo ».....	63
Figure IV.16 Diagramme d'activité « demande d'intervention ».....	64
Figure IV.17 Diagramme de classe globale.	69

Figure IV.18 Diagramme de séquence « authentifier ».	70
Figure IV.19 Diagramme de séquence « Déconnecter ».	71
Figure IV.20 diagramme de séquence « ajouter utilisateur ».	71
Figure IV.21 Diagramme de séquence « Chercher un expert ».	72
Figure IV.22 Diagramme de séquence « Consulter rapport ».	73
Figure IV.23 Diagramme de séquence « génère rapport ».	74
Figure IV.24 Diagramme de séquence « augmenter vidéo ».	75
Figure IV.25 Diagramme de séquence « Gérer taux de compression flux vidéo ».	76
Figure IV.26 Diagramme de séquence « ajouter panne ».	77
Figure IV.27 Diagramme de séquence « ajouter équipement ».	78
Figure IV.28 Diagramme de séquence « Dérouler scénario ».	78
Figure V.1 ensemble des marqueurs utilisé.	83
Figure V.2 fenêtre choix de Camera.	86
Figure V.3 Fenêtre d'accueil.	87
Figure V.4 Session administrateur.	88
Figure V.5 Session Technicien.	89
Figure V.6 Déroulement d'un scénario.	90
Figure V.7 Message.	91
Figure V.8 Rapport de maintenance.	91
Figure V.9 Chercher un expert en ligne.	92
Figure V.10 Fenêtre d'envoi un email.	93
Figure V.11 Notification demande d'expertise.	93

Figure V.12 Demande d'intervention acceptée par un expert.	94
Figure V.13 Session expert.	94
Figure V.14 Échange message entre un technicien et l'expert.	95
Figure V.15 Augmentation chez l'expert	96
Figure V.16 Augmentation chez le technicien.	96
Figure V.17 Enregistrement d'un rapport après une collaboration une intervention d'expert.	97
Figure V.18 Consulter le rapport de collaboration.....	98
Figure V.19 L'ajout ou la modification de la documentation.....	98
Figure V.20 Technicien maintenir une panne (1).....	99
Figure V.21 Technicien maintenir une panne(2).	99

Liste des tableaux

Tableau I.1 Comparaison entre les codecs vidéo.....	9
Tableau II.1 comparaison entre RMI, CORBA, DCOM et service web.....	36
Tableau IV.1 les cas d'utilisations.....	50
Tableau IV.2 « La nature des taches de gestion d'authentification ».....	59
Tableau IV.3 « La nature des taches de gestion d'utilisation ».....	60
Tableau IV.4 « La nature des taches de gestion des rapports».....	60
Tableau IV.5 « La nature des taches d'un messagerie».....	61
Tableau IV.6 « La nature des taches d'un édition de vidéo ».....	62
Tableau IV.7 « La nature des taches d'un envoie de vidéo».....	63
Tableau IV.8 « La nature des taches d'un demande d'intervention ».....	64
Tableau IV.9 Description de la classe utilisateur.....	65
Tableau IV.10 Description de la classe rapport.....	66
Tableau IV.11 Description de la classe panne.....	66
Tableau IV.12 Description de la classe composant.....	66
Tableau IV.13 Description de la classe équipement.....	66
Tableau IV.14 Description de la classe objet virtuel.....	67
Tableau IV.15 Description de la classe marqueur.....	67
Tableau IV.16 Description de la classe scénario.....	67
Tableau IV.17 Description de la classe vidéo.....	68
Tableau IV.18 Classe par héritage.....	68

Liste des sigles et abréviations

RA : Réalité Augmentée

RV: Réalité Virtuelle

HDM: Head Mounted Display

HUD: Head-UP display

HMS: Helmet Mounted Sight

PDA: Personal Digital Assistant

SR: Système Répartie

COM: Component Object Model

DCOM: Distributed Component Object Model

RMI: Remote Method Invocation

WS: Services Web

XML: Extensible Markup Language

WIFI: wireless network

WIMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access

TCP: Transmission Control Protocol

UDP: User Datagram Protocol

IP: Internet Protocol

ORB: Object Request Broker

SOA: Service Oriented Architecture

WSDL: Web Services Description Language

SOAP: Simple Object Access Protocol

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

UDDI: Universal Description Discovery and Integration

IIOP: Internet Inter Protocol ORB Protocol

JRMP: Java Remote Methode Protocole

ORPC: Object Remote Procedure call

IDL: Interfece Description language

MSIDL: MicroSoft Interfece Description language

UML: Unified Modeling Language

Résumé

Les entreprises d'aujourd'hui doivent répondre de plus en plus aux exigences en termes de fiabilité, de qualité et de quantité de produits et services, de réactivité et de réduction des coûts.

Pour satisfaire ces demandes tout en respectant les délais de livraison et les coûts, l'entreprise doit disposer d'un système de production fiable, donc bien entretenu par un système de *maintenance* efficace et peu coûteux. Un service de *maintenance* performant et bien organisé contribue à la bonne « santé » du système de production, il permet de prolonger la vie des équipements industriels et participe ainsi à la meilleure performance globale de toute l'entreprise. Ce besoin de maintenance concerne tout type d'entreprise, d'industrie ou de prestataire de services.

La maintenance des systèmes industriels est une fonction nécessaire pour améliorer la qualité des produits et services. A un certain stade, le technicien devient incapable de maintenir un équipement surtout lorsque la panne est complexe ou non répertoriée dans l'historique d'intervention. Pour cela, une nouvelle stratégie de maintenance s'impose. Il s'agit de la e-maintenance qui permet de partager des connaissances et de faire collaborer des acteurs. Elle est principalement utilisée pour répondre à des besoins qui se localisent dans des endroits géographiquement diversifiés.

La e-maintenance se fait via un réseau web qui permet de coopérer, d'échanger, de partager et de distribuer un ensemble d'informations aux différents systèmes partenaires de ce réseau. Cependant, ces systèmes proposent différents formats de données qui ne sont pas toujours compatibles pour le partage et ainsi pour l'utilisation. La nécessité de rendre ces informations accessibles et exploitables est un motif suffisant pour faciliter l'interopérabilité entre tous les systèmes du réseau. Un des moyens utilisés actuellement pour pallier à ce problème est les « Web services ».

Un Service Web est un module logiciel effectuant une tâche discrète ou un ensemble de tâches. Il peut être localisé et appelé à travers d'un réseau, en particulier le World Wide Web, accessible en utilisant les protocoles standards d'Internet, son utilisation dans un environnement de e-maintenance permet de faciliter l'interaction entre technicien et expert.

L'objectif est de mettre en œuvre une application de e-maintenance basée sur la réalité augmentée, une partie de cette application sera consacrée à la communication entre les acteurs

(envoi de message, vidéo...). Un des problèmes récurrents dans la mise en marche de l'application concernant le partage de données de type vidéo. En effet, lorsque des utilisateurs communiquent (ex : techniciens et experts) ils s'échangent des vidéo afin de bien enrichir leur collaboration. Cependant, le transfert vidéo nécessite un mécanisme de compression pour faciliter le transfert de données.

Mots clés : Transmission vidéo, compression vidéo, réalité augmentée, réseau sans fil, web services.

Abstract

Today's businesses must meet more requirements in terms of reliability, quality and quantity of products and services, responsiveness and cost reduction.

To meet these demands while respecting the delivery times and costs, the company must have a reliable production system, well maintained by a maintenance system efficient and inexpensive. Maintenance service efficient and well organized contributes to good "health" of the production system, it can prolong the life of industrial equipment and thus contributes to better overall performance across the enterprise. It requires maintenance for any type of business, industry or service provider..

Maintenance of industrial systems is a necessary function to improve the quality of products and services. At some point, the technician is unable to maintain equipment particularly when failure is complex which is not listed in the history of intervention. For this, a new maintenance strategy is needed. This is the e-maintenance that allows you to share knowledge and to collaborate actors. It is mainly used to meet needs that are located in geographically diverse locations.

E-maintenance is done via a network that allows web cooperate, exchange, share and distribute information to a set of different systems network partners.

However, these systems have different data formats which are not always compatible and for the sharing and use. The need to make this information accessible and usable is reason enough to facilitate interoperability between all systems on the network. One of the ways currently used to overcome this problem is "Web services."

A Web service is a software module performing a discrete task or set of tasks. It can be located and invoked through a network, in particular the World Wide Web, accessible using

standard Internet protocols, its use in an environment of e-maintenance facilitates interaction between expert and technician.

The objective is to implement an application of e-maintenance based on augmented reality, a part of this application will be devoted to communication between actors (message sending, video ...). One of the recurring problems in starting the application on the sharing of data such as video. In fact, when people communicate (eg technicians and experts) they exchange video to enrich their good collaboration. However, the transfer requires a video compression mechanism to facilitate the transfer of data.

Keywords : video transmission, video compression, augmented reality, wireless networking, web services.

Introduction générale

Introduction générale

Les entreprises d'aujourd'hui doivent répondre de plus en plus aux exigences en termes de fiabilité, de qualité et de quantité de produits et services, de réactivité et de réduction des coûts.

Pour satisfaire ces demandes tout en respectant les délais de livraison et les coûts, l'entreprise doit disposer d'un système de production fiable, donc bien entretenu par un système de *maintenance* efficace et peu coûteux. Un service de *maintenance* performant et bien organisé contribue à la bonne « santé » du système de production, il permet de prolonger la vie des équipements industriels et participe ainsi à la meilleure performance globale de toute l'entreprise. Ce besoin de maintenance concerne tout type d'entreprise, d'industrie ou de prestataire de services.

L'architecture d'une plateforme de E-maintenance se fait via un réseau Internet qui permet de coopérer, d'échanger, partager et de distribuer ces informations aux différents systèmes partenaires de ce réseau. Le principe consiste à intégrer l'ensemble des différents systèmes de maintenance dans un seul système d'information. Les systèmes proposent différents formats d'information qui ne sont pas toujours compatibles pour le partage ce qui nécessite la coordination et la coopération entre les systèmes pour les rendre interopérables.

Cette plateforme permet :

- ✓ D'offrir un accès simplifié et rapide à l'information et à la documentation,
- ✓ de fournir des outils de diagnostic et de pronostic de panne,
- ✓ d'apporter une aide à l'intervention et à la réparation en utilisant les nouvelles technologies basées sur la *réalité augmentée*,
- ✓ d'apporter une aide à l'intervention à distance des experts,
- ✓ de gérer les processus de maintenance,
- ✓ de capitaliser les connaissances et l'expertise.

Le travail proposé s'inscrit dans le cadre du projet « *Plateforme Interactive Collaborative et Mobile : vers une application d'aide à la maintenance* » de l'équipe VAANIM de la division Robotique et Productique du CDTA.

Il s'agit de mettre en œuvre une plateforme de e-maintenance basée sur la réalité augmentée. Une partie de cette plateforme sera consacrée à la communication entre les acteurs (envoi de message, vidéo...). Un des problèmes récurrents dans la mise en marche de la plateforme concernant le partage de données de type vidéo. En effet, lorsque des utilisateurs communiquent (ex : techniciens et experts) ils s'échangent des vidéos afin de bien enrichir leur collaboration. Cependant, le transfert vidéo nécessite un mécanisme de compression pour faciliter le transfert de données.

Notre objectif est l'échange de données vidéo en temps réel à travers un réseau wifi, en utilisant les web services, et la prise en compte des données 3D correspondants aux scénarii de maintenance. Dans ce cas, il est nécessaire d'exploiter les techniques de compression vidéo. Un Service Web est un module logiciel effectuant une tâche discrète ou un ensemble de tâches. Il peut être localisé et appelé au travers d'un réseau, en particulier le World Wide Web, accessible en utilisant les protocoles standards d'Internet, son utilisation dans un environnement de e-maintenance permet de faciliter l'interaction entre technicien et expert.

Le mémoire est organisé comme suit :

Dans le chapitre 1, nous présenterons les différentes techniques de compression qui existent dans la littérature. Nous décrirons quelques codecs et nous finirons par une explication de processus JPEG, Codec adopté dans le cas de notre application.

Dans le chapitre 2, nous décrirons les différents protocoles de communication, leurs avantages et inconvénients et nous finirons par la présentation du service web qui est un nouveau protocole de communication qui répond bien à nos exigences.

Dans le chapitre 3, nous introduirons et définirons le concept de la Réalité Augmentée. Nous présenterons une revue des applications de réalité augmentée recensées dans la littérature. Un intérêt particulier est donné aux applications liées au domaine de la maintenance. Enfin, nous terminerons par une conclusion.

Dans le chapitre 4, nous exposerons la partie importante de notre travail, la conception de notre système de maintenance basé sur la réalité augmentée

Nous dresserons dans le *chapitre 5*, la mise en œuvre de la conception établie, les résultats obtenus ainsi que les différentes expérimentations réalisées afin de valider notre travail

Nous terminerons enfin par une conclusion générale en présentant quelques perspectives.

ch a p i t r e 1

1. Introduction

La compression de données ou codage de source est l'opération informatique qui consiste à transformer une suite de bits A en une suite de bits B plus courte, contenant les mêmes informations, en utilisant un algorithme particulier. Il s'agit d'une opération de codage, c'est-à-dire changer la représentation de l'information, dans le but de rendre la représentation compressée plus courte que la représentation originale. Ces données sont diverses, elles peuvent être des fichiers, des images ou encore des vidéos entre autres. Cependant, dans ce chapitre, nous allons nous intéresser au cas de la compression d'images qui est une application de la compression de données sur des images numériques. Cette compression a pour utilité de réduire la redondance des données d'une image afin de pouvoir l'emmagasiner sans occuper beaucoup d'espace ou la transmettre rapidement.

Ainsi, quels sont les principes de la compression d'image et plus exactement celles du format JPEG (Joint Photographic Experts Group) ? Et comment procéder pour réaliser cette opération ? Dans ce qui suit on va répondre à ces questions. Nous présenterons les différentes techniques de compression ainsi quelque codec et nous finirons par une explication de processus JPEG.

2. Préliminaires

De nos jours, la puissance des processeurs augmente plus vite que les capacités de stockage, et énormément plus vite que la bande passante d'Internet, qui, malgré les nouvelles technologies, a du mal à augmenter car cela demande d'énormes changements dans les infrastructures telles que les installations téléphoniques.

Ainsi, on préfère réduire la taille des données en exploitant la puissance des processeurs plutôt que d'augmenter les capacités de stockage et de télécommunication par l'utilisation des algorithmes des compressions des données. On appelle ces algorithmes CODEC (pour *COmpression / DECompression*).

La compression de données est une activité ancienne: l'utilisation d'abréviations en est une preuve.

Le stockage en mémoire d'une image couleur requiert donc $h \times v \times 24$ bits. Ceci représente rapidement une grande quantité : une image de 8 méga pixels nécessite ainsi $8 \times 2^{(20)} \times 24$

bits soit 24 mégaoctets, ne permettant le stockage que d'une vingtaine de photos sur une carte de 1 gigaoctet [1].

La compression d'images est une application de la compression de données sur des images numériques. Cette compression a pour utilité de réduire la redondance des données d'une image afin de pouvoir l'emmagasiner sans occuper beaucoup d'espace ou la transmettre rapidement. La figure I.1 représente le schéma de compression et décompression d'images.

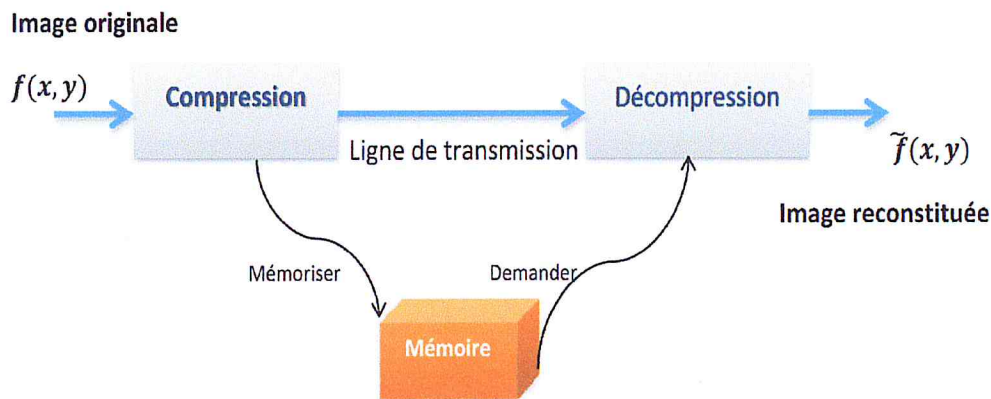


Figure I.1 Schéma de compression et décompression d'image.

Il existe deux types de compressions :

- ✓ **La compression physique** : Elle consiste à modifier les données de l'image afin qu'elles soient stockées dans un minimum de place et ce à l'aide d'un algorithme permettant de retirer la redondance existante entre les données elles-mêmes.
- ✓ **La compression logique** : Elle permet de réduire la taille d'une image en y substituant une information (symbole alphabétique, numérique ou binaire) contenue dans une donnée par une autre plus compacte tout en gardant le même sens. Ex : « Organisation Mondiale de la Santé » peut-être réécrite sous la forme « OMS ».

Les algorithmes de compression peuvent être divisés en deux catégories distinctes :

- ✓ **Compression symétrique** : Elle utilise le même algorithme et demande la même capacité de calcul aussi bien pour la compression que pour la décompression.
- ✓ **Compression asymétrique** : Cette méthode demande plus de travail dans un sens que dans l'autre. Normalement, l'étape de compression demande plus de temps et de ressources systèmes par rapport à celle de décompression.

On peut classer les méthodes de compression en deux types : avec perte et sans perte.

3. Méthodes de compression [2]

3.1 La compression sans perte

La compression sans perte signifie que lorsque des données sont compressées et ensuite décompressées, l'information originale contenue dans les données a été préservée. Aucune donnée n'a été perdue ou oubliée. Les données n'ont pas été modifiées.

Les méthodes de compression d'images sans perte sont utiles lorsqu'on veut garder une grande précision, tels que pour des balayages médicaux, ou des numérisations d'images destinées à l'archivage.

Nous allons nous intéresser aux deux algorithmes RLE (Run Length Encoding) (basé sur les répétitions) et le codage Huffman (basé sur les statistiques). Ces deux algorithmes sont utilisés lors de la compression JPEG (Joint Photographic Experts Group).

3.1.1 RLE (Run Length Encoding)

Le *run-length encoding*, aussi appelé codage par plages, est un algorithme de compression de données en informatique basé sur les répétitions. Ainsi, le RLE s'emploie à réduire la taille physique d'une répétition de chaîne de caractère [2].

Principe

Consiste à Compter le nombre d'occurrences d'une chaîne répétée appelée passage (run) à l'aide d'un compteur de passages (run count) et associer ce nombre à chaque séquence, soit à la valeur du caractère répété dans le passage qu'on appelle la valeur de passage (run value). Chacune de ces deux opérations est codée sur un octet, on obtient donc une chaîne de deux octets après codage. Cette représentation est nommée un paquet RLE (RLE packet) dont on génère un nouveau à chaque fois que le caractère change ou chaque fois que le nombre de caractères dans le passage excède la valeur maximum que peut prendre le compteur.

Exemple: « aaaabccddd aaaabccddd » cette suite de caractères contient 23 caractères, en suivant la méthode RLE on obtient: 2(4a1b2c4d) qui fait 11 caractères. Cet exemple montre que l'encodage RLE est très efficace si le nombre de redondances est élevé. Prenons l'exemple suivant : « abcdefg » 7 caractères RLE >> « 1a1b1c1d1e1f1g » 14 caractères ! La méthode RLE n'est donc pas efficace quand il n'y a pas de redondances !!!

Puisqu'on s'intéresse à la compression d'images numériques, étudions l'application de l'encodage RLE sur un bloc de pixels (Prenons ce bloc de pixels 10x10) montré en figure I.2.

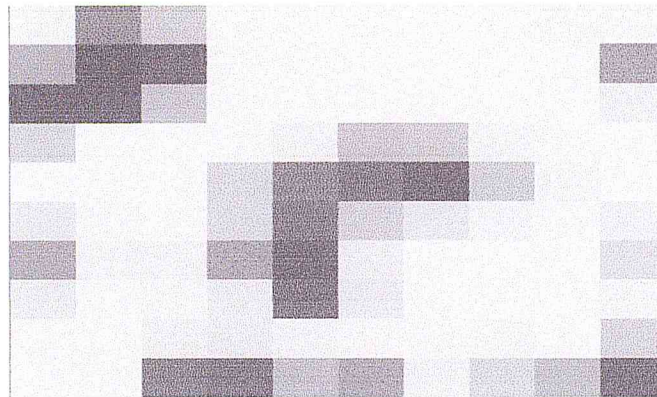


Figure I.2 bloc de pixels 10x10 [2].

Cette image étant codée sur 24 bits en mode RVB, ce qui donne 1 octet pour chaque couleur élémentaire (1 octet pour le rouge, 1 octet pour le vert et 1 octet pour le bleu). La taille de cette image sans compression est donc de $3 \times 10 \times 10 = 300$ octets. On extrait les matrices de pixels, c'est-à-dire les matrices comportant les valeurs de chaque couleur élémentaire pour chaque pixel.

3.1.2 Huffman (Méthode statistique) :

C'est une méthode inventée par D.A. Huffman en 1952. Cet algorithme est capable de faire une analyse statistique de données et ainsi associer aux séquences qui se répètent un code plus court qu'aux séquences plus rares (code à longueur variable).

Cet algorithme utilise un dictionnaire de codes où sont stockées les données issues de l'analyse statistique. Ce dictionnaire doit être conservé entre la compression et la décompression [2].

Principe

L'algorithme effectue tout d'abord une analyse pour trouver la fréquence (nombre d'occurrences) de chaque séquence (caractère pour un texte, code de couleur pour un pixel,...) dont on reporte le résultat dans une table de fréquence. Ensuite on crée un arbre binaire à partir de ces informations ; chaque séquence constitue une des feuilles de l'arbre à laquelle on associe un poids valant sa fréquence. A chaque deux nœuds de poids faible on associe un père de poids équivalent à la somme des poids de ses fils jusqu'à ce qu'on arrive à la racine. Ensuite le code 0 est associé à la branche droite et le code 1 à la branche gauche ou vice-versa.

Pour obtenir le code binaire, il suffit de remonter l'arbre à partir de la racine jusqu'aux feuilles en rajoutant à chaque fois le code adéquat (0 ou 1) selon la branche suivie.

3.2 Compression avec perte [2]

La compression avec perte autorise une dégradation de l'image pour diminuer l'empreinte mémoire. En effet, elle permet la suppression des données (information redondante et non perceptible par l'œil humain) afin de diminuer l'espace de stockage nécessaire pour un fichier d'image. Ainsi, la décompression d'une image qui a subi une compression avec perte restitue une image différente de ce qu'elle était avant la compression mais cette différence passe inaperçue.

Les méthodes avec perte sont particulièrement appropriées aux images normales telles que des photos dans les applications où une perte mineure de fidélité (parfois imperceptible) est acceptable.

Les méthodes les plus importantes de compression avec perte sont :

- La réduction de l'espace des couleurs aux couleurs les plus fréquentes dans une image. Les couleurs choisies sont indiquées dans la palette de couleur dans l'en-tête de l'image compressée. Chaque pixel indique juste une référence sur une couleur dans la palette de couleurs. (Application de la DCT qu'on va voir plus tard).
- Le codage par transformation. C'est généralement la méthode la plus utilisée. La transformée en cosinus discrète et la transformation par ondelettes sont les transformations les plus populaires. Le codage par transformation comprend l'application de la transformation à l'image, suivie d'une quantification et d'un codage entropique.

Aujourd'hui, il existe plusieurs Codec qui sont des codecs avec perte, on peut citer les plus importants.

4. Les CODECS

4.1 M-JPEG

La première idée qui vient à l'esprit après s'être intéressé à la compression d'images est d'appliquer ce type de méthodes à une succession d'images numériques (animation ou vidéo).

Le principe du **Motion JPEG** (Joint Photographic Experts Group) consiste à appliquer successivement l'algorithme de compression JPEG aux différentes images d'une séquence vidéo.

Etant donné que le M-JPEG code séparément chaque image de la séquence il permet d'accéder aléatoirement à n'importe quelle partie d'une vidéo. Ainsi, son débit de 8 à 10 Mbps le rend utilisable dans les studios de montage numérique [3].

4.2 MPEG

Dans la plupart des séquences vidéos, la majorité des scènes sont fixes ou bien changent très peu, c'est ce qui s'appelle la **redondance temporelle**.

Lorsque seules les lèvres de l'acteur bougent, presque seuls les pixels de la bouche vont être modifiés d'une image à l'autre, il suffit donc de ne décrire seulement le changement d'une image à l'autre. C'est là la différence majeure entre le MPEG (*Moving Pictures Experts Group*) et le M-JPEG. Cependant cette méthode aura beaucoup moins d'impact sur une scène d'action [4].

Le groupe MPEG a été établi en 1988 dans le but de développer des standards internationaux de compression, décompression, traitement et codage d'images animées et de données audio.

Il existe plusieurs standards MPEG :

4.2.1 MPEG-1

Développé en 1988, MPEG-1 est un standard pour la compression des données vidéos et des canaux audio associés (jusqu'à 2 canaux pour une écoute stéréo). Il permet le stockage de vidéos à un débit de 1.5Mbps dans une qualité proche des cassettes VHS sur un support CD appelé VCD (*Vidéo CD*) [6].

4.2.2 MPEG-2

C'est un standard dédié originalement à la télévision numérique (*HDTV*) offrant une qualité élevée à un débit pouvant aller jusqu'à 40 Mbps, et 5 canaux audio sur surround. Le MPEG-2 permet de plus une identification et une protection contre le piratage. Il s'agit du format utilisé par les DVD vidéo [6].

4.2.3 MPEG-4

C'est un standard destiné à permettre le codage de données multimédia sous formes d'objets numériques, afin d'obtenir une plus grande interactivité, ce qui rend son usage particulièrement adapté au Web et aux périphériques mobiles [6].

4.2.4 H.263

Il a été développé pour transmettre des vidéos sur des réseaux à très bas débit. Il a été ensuite adapté pour les visioconférences. Le H.263 est utilisé dans les vidéoconférences et pour les vidéos sur les téléphones portables de 3ème génération [6].

4.2.5 H.264

Connu sous le nom de AVC (Advanced Video Coding) ; c'est est une norme de codage vidéo qui compresse beaucoup plus efficacement les vidéos que les normes précédentes (H.263) et fournit plus de flexibilité aux applications. Il a été développé pour être utilisé avec du MPEG. Ce codec est utilisable sur beaucoup de réseaux et de systèmes différents (télévision, téléphonie, etc...). Il est possible que dans le futur, le H.264 soit utilisé pour la location de films à travers internet [6].

Le tableau I.1 donne la comparaison entre les codecs vidéo [5] :

Criteres / Codec	MJPEG	MPEG4 v2	H264
Qualité d'image	****	**	***
Charge de compression dans la caméra. (impacte la génération de flux multiples)	***	**	**
Charge de décompression (sur le poste client)	***	**	**
Possibilité d'alléger le flux vidéo sans décompression	***	-	-
Rapidité d'établissement du flux (gestion des cycles)	***	**	**
Comportement lorsque la bande passante ou la CPU deviennent insuffisantes	****	*	*
Souplesse du magnétoscope (lecture pas à pas, en arrière, accélérée, sauts d'images)	****	***	***
Photo surveillance (prises de vue inférieures à une i/s)	****	-	-

Tableau I.1 Comparaison entre les codecs vidéo.

**** meilleure performance.

*** performance élevée.

** performance moyenne.

- * performance faible.
- impossible

D'après ce tableau, on peut conclure que le M-JPEG est le meilleur codec, par rapport au temps d'encodage et au nombre des frames encodés.

Dans le cadre de notre travail, le choix s'est donc porté sur le M-JPEG puisque le MJPEG est une application successive de JPEG. Nous allons dans ce qui suit définir la norme JPEG, donner le principe de compression et décompression JPEG, et les différentes étapes de compression.

5. JPEG [2]

5.1 Principe

JPEG l'acronyme de *Joint Photographic Experts Group* est une méthode de compression non conservative de l'image, elle s'appuie sur une analyse de la perception de l'œil humain, ainsi que sur l'usage de codeurs classiques (RLE, et Huffman). Ce format a l'avantage de fournir des images de bonne qualité et de petite taille, donc particulièrement utile sur Internet.

Etant donné que l'œil est assez sensible à la luminance mais peu à la chrominance, la compression JPEG applique plusieurs transformations afin de réduire les informations sur la chrominance et ainsi réduire la taille du fichier image sans perdre une grande qualité de l'image.

La compression JPEG standard s'appuie sur 7 étapes (Figure I.3) :

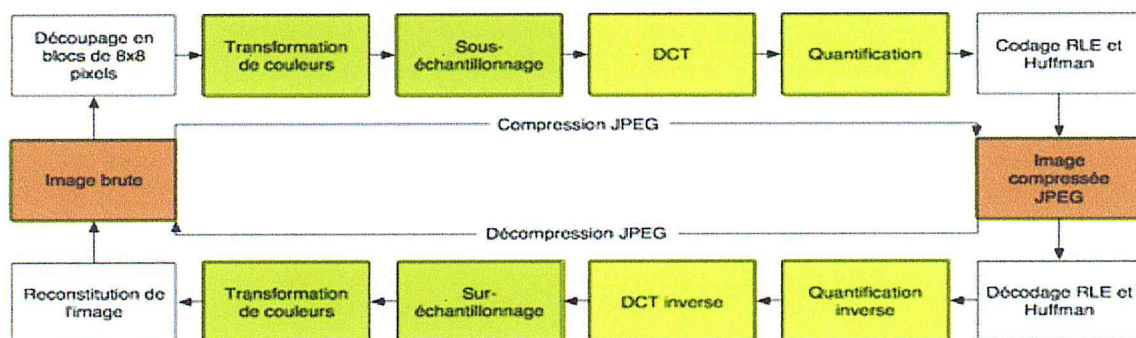


Figure I.3 Principe de compression et décompression JPEG [2].

Etape 1 : Découpage en blocs de 8x8 pixels (Segmentation)

Principe

Cette étape consiste à subdiviser l'image de départ en sous-blocs carrés généralement de taille 8x8 pixels (parfois 16x16). Elle a pour objectif de réduire le temps et la complexité des calculs puisqu'on va appliquer des transformations sur chaque bloc de pixels de taille 8x8 (3 fois pour une image codée sur 24 bits), c'est-à-dire qu'on va manipuler des matrices de pixels de taille 8x8 et non pas de 1024x1024 par exemple.

Malheureusement, cette étape produit un effet « mosaïque » (ce qui n'est pas le cas dans la compression JPEG 2000).

Etape 2 : Transformation de couleurs

C'est la transformation de l'image dans un espace de couleurs optimales.

Luminance: Désigne le signal qui détermine les valeurs de contraste d'une image, du noir le plus profond jusqu'au blanc le plus pur. Son unité est la candela par mètre carré.

Chrominance: Désigne la partie du signal qui détermine les valeurs de couleur de l'image.

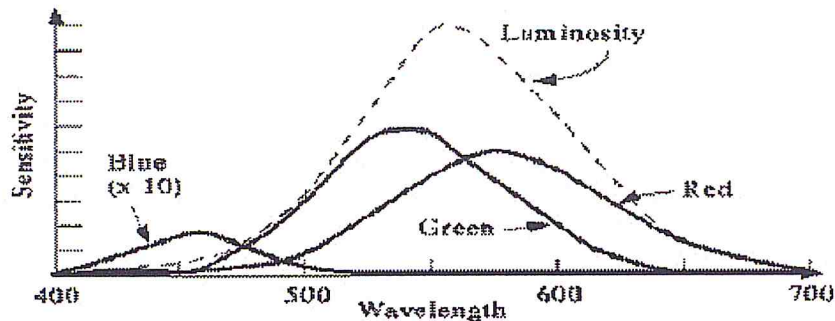


Figure I.4 Perception de l'œil humain.[2]

Dans ce graphe figure I.4, on constate que l'œil est beaucoup plus sensible à la luminance qu'à la chrominance, étant donné que l'image brute peut-être codée sur un mode de couleurs différent du YCbCr ou YUV (RVB le plus souvent), il faut donc transformer les couleurs, passer d'un mode de couleurs au YCbCr ou YUV.

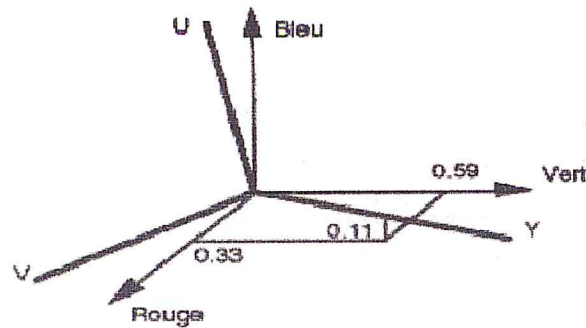


Figure I.5 Répartition RGB – YUV.

Cela se fait à l'aide de la formule suivante :

YUV

(R, G, B, Y) appartient à $[0 ; 1]$

U appartient à $[-0,436 ; 0,436]$

V appartient à $[-0,615 ; 0,615]$

$$Y = 0,299 * R + 0,587 * G + 0,114 * B$$

$$U = 0,492 * (B - Y) = -0,147 * R - 0,289 * G + 0,436 * B$$

$$V = 0,877 * (R - Y) = 0,615 * R - 0,515 * G - 0,100 * B$$

YCbCr

$$\begin{pmatrix} x_Y[n] \\ x_{Cb}[n] \\ x_{Cr}[n] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.168736 & -0.331264 & 0.5 \\ 0.5 & -0.418688 & -0.081312 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_R[n] \\ x_G[n] \\ x_B[n] \end{pmatrix}$$

$$Y = 0,299 * R + 0,587 * G + 0,114 * B$$

$$Cb = -0,1687 * R + -0,3313 * G + 0,5 * B + 128$$

$$Cr = 0,5 * R - 0,4187 * G - 0,0813 * B + 128$$

Le signal YUV est créé depuis une source RGB (rouge, vert et bleu). Les valeurs de R, G et B sont additionnées selon leur poids relatif pour obtenir le signal Y. Ce dernier représente la **luminance** de la source. Le signal U ou Cb est obtenu en soustrayant le Y du signal bleu d'origine ; de façon similaire le V ou Cr est obtenu en soustrayant Y du signal rouge.

Cette conversion permet une compression meilleure sans réduire considérablement la qualité de l'image.

Etape 3 : Sous-échantillonnage (Downsampling)

C'est le sous-échantillonnage de la chrominance en moyennant des groupes de pixels ensemble.

Le sous-échantillonnage, dans ce cas, c'est-à-dire dans le cas de la norme de compression JPEG concerne les chrominances (composantes U et V pour YUV, Cb et Cr pour YCbCr) en exploitant la faiblesse de la sensibilité de l'œil à la chrominance et non la composante de la luminance (composante Y).

Cette étape de downsampling consiste à transformer les matrices 8 x 8 en matrices 4 x 4 en faisant la moyenne des quatre cases issues de la matrice (Cb ou Cr) qui correspondent à deux cases verticales et deux cases horizontales[2].

Information en RVB

Rouge	Rouge
Rouge	Rouge

Vert	Vert
Vert	Vert

Blue	Blue
Blue	Blue

Information en YUV

Y	Y
Y	Y

U	U
U	U

V	V
V	V

Y	Y
Y	Y

U

V

Figure I.6 Processus de Downsampling.

Dans la figure I.6 est traité le cas de 4 pixels. On constate qu'au départ, il y avait 12 valeurs codées sur 4 octets et qu'après avoir effectué le sous-échantillonnage, il n'en reste plus que 6. On a ainsi diminué la taille des deux composantes de chrominance par quatre et donc globalement on a diminué la taille de l'image par deux sans changements visibles de l'image.

dite 2 dimensions. En effet, la transformation se compose d'une transformation suivant les colonnes et une transformation suivant les lignes (Figure I.8):

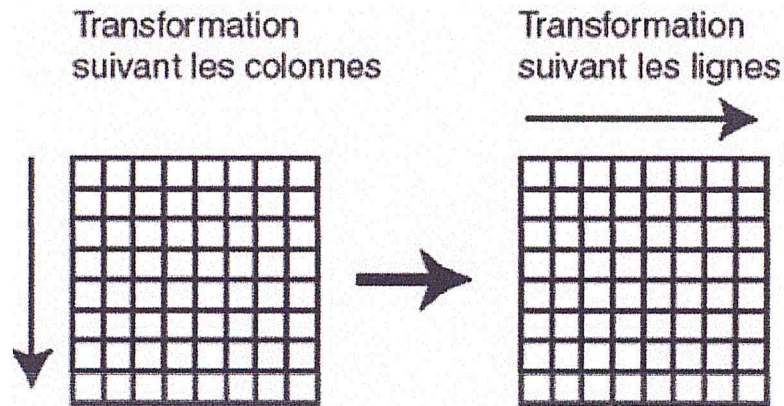


Figure I.8 transformation suivant les lignes et colonnes [2].

Le schéma suivant montre les différentes 64 sous-images produites par la DCT (Figure I.9) :

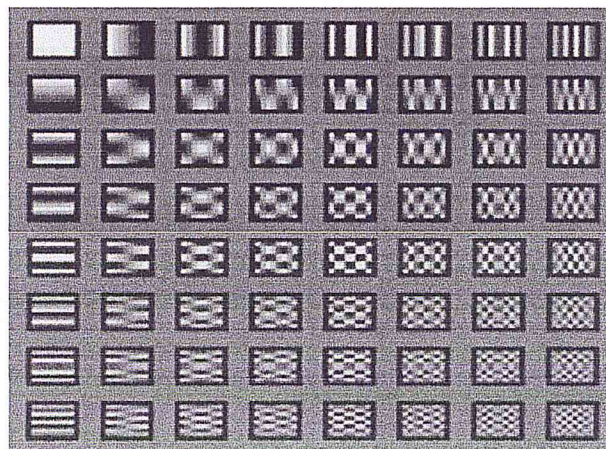


Figure I.9 Différentes 64 sous-image produites par DCT [2].

Avant d'appliquer la DCT, on doit faire une petite transformation au niveau des matrices. En effet, pour un pixel codé sur $n=8$ bits, on doit soustraire à chaque valeur $2^n/2 = 128$ et ce pour passer de l'intervalle $[0,255]$ à l'intervalle $[-128,127]$ (mettre à zéro la gamme des valeurs). Après l'application de la DCT, on arrondit les nombres pour avoir des entiers.

La DCT doit être appliquée à des matrices carrées et plus précisément des matrices 8×8 tout simplement parce qu'il y aura moins de calculs et donc du temps sera gagné. En effet, pour une matrice 8×8 , si l'on veut calculer un coefficient de la DCT $G_{u,v}$, $8 \times 8 = 64$ additions seront effectuées tandis que pour une matrice 1024×1024 , $1024 \times 1024 = 1048576$ additions seront nécessaires, ce qui est énorme pour calculer 1024×1024 coefficients..

L'objectif principal de cette étape est d'obtenir une nouvelle représentation de chaque bloc contenant la même information et cette information concentrée sur peu d'éléments et c'est l'étape qui coûte le plus de temps mais elle est très importante puisqu'elle nous permet de séparer les basses fréquences et les hautes fréquences.

Etape 5 : Quantification

Jusqu'à présent pas perte d'information, si on remonte (DCT inverse et passage du YUV ou YCbCr au RVB par exemple) on retrouve l'image originale non dégradée car la transformation d'une image par la DCT ne réduit en rien le nombre de coefficients à compresser.

C'est dans l'étape de la quantification où on perd physiquement des informations et donc détérioration de la qualité de l'image mais on gagne en contrepartie de la place (ce qui est l'objet principal de la compression) [2].

On a notre disposition les matrices retournées par la DCT, pour réduire les hautes fréquences (pour perdre les informations dont l'œil n'est pas très sensible c'est-à-dire la chrominance et ainsi gagner de l'espace) on divise ces matrices sur une matrice appelée la **table de quantification** ou **matrice de quantification** (diviser termes à termes les valeurs $C(i)$ et $C(j)$ par des valeurs).

L'objectif principal de la quantification est de coder les coefficients sur un minimum de valeurs possibles, c'est-à-dire moins de bits pour un coefficient donné.

Exemple

Appliquons le principe de la quantification sur le coefficient 51 avec coefficient de quantification = 10 :

51 (décimal) > 110011 (binaire) > 6 bits.

Arrondir $(51/10) = \text{arrondir}(5,1) = 5$ (décimal) > 101 (binaire) > 3 bits.

$5 \times 10 = 50 \sim 51$ (une petite erreur de quantification > perte d'informations).

Cet exemple montre comment la quantification réduit le nombre de bits et met en évidence la perte d'informations.

La table de quantification est paramétrable, c'est-à-dire qu'en changeant un paramètre on peut obtenir différents niveaux de compression. Ce paramètre est nommé le **facteur de qualité**, relié au niveau de compression souhaité. Le résultat de la quantification n'étant pas

toujours entier, il s'agit d'arrondir les valeurs obtenues, vers les valeurs entières les plus proches.

$$Q(i, j) = 1 + (1 + i + j)F_q$$

- $Q(i, j)$: valeur du pas de quantification dans un bloc ($i = 0 \dots N - 1$ et $j = 0 \dots N - 1$).
- F_q : facteur de qualité de la quantification.

Pour obtenir la matrice quantifiée, on divise la matrice traitée par la DCT F sur la matrice de quantification Q :

$$\text{Matrice quantifiée} = (F(u,v) / Q(u,v))$$

Étape 6 : Lecteur en Zigzag :

On veut maintenant former un vecteur où les coefficients relatifs aux basses fréquences (haut à gauche) sont regroupés. Pour ce faire on a besoin du parcours en zigzag (Figure I.10):

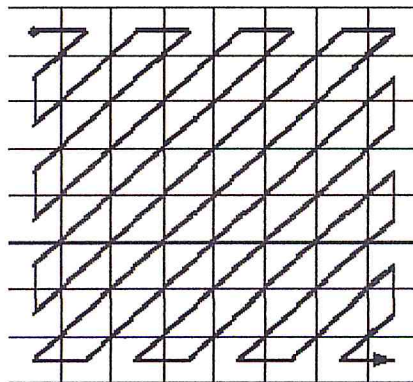


Figure I.10 Lecture en Zigzag [2].

Ce parcours particulier permet de parcourir la matrice quantifiée de façon à former une sorte de dégradé de coefficients relatifs aux fréquences puisqu'en haut à gauche on a les basses fréquences et plus on va à droite et en bas on progresse vers les hautes fréquences, un parcours normale (vertical ou horizontal) est incapable de faire cela.

Ce parcours est aussi important parce que la quantification réduit plusieurs coefficients relatifs aux hautes fréquences au coefficient 0, on se retrouve donc avec une suite de zéros en fin du vecteur, il suffit donc d'appliquer un codage de type RLE par exemple pour réduire le nombre d'éléments du vecteur.

Etape 7 : Codage

Cette étape sert à compresser sans perte d'informations de l'image, c'est-à-dire les coefficients quantifiés parcourus en zigzag et stockés dans un vecteur.

On utilise le codage RLE et puis éventuellement un codage de Huffman (ces techniques ont été traité dans le chapitre précédent).

6. Décompression

Il suffit de faire le processus inverse :

On décode d'abord à l'aide du décodage de Huffman et puis le décodage RLE. On effectue le parcours zigzag inverse pour retrouver les matrices quantifiées et on multiplie après par la matrice de quantification (quantification inverse), ensuite on applique la DCT inverse sur les matrices issues de l'étape précédente et ce grâce à la formule suivante :

$$IDCT(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{l=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} C(l)C(j)DCT(l, j) \cos\left(\frac{(2x+1)l\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right)$$

(avec $N=8$).

On effectue la transformation de couleurs inverse (YCbCr \rightarrow RVB) et on retrouve la matrice de pixels.

7. Conclusion

Comme déjà cité ci-dessus, l'objectif principal d'utilisation la compression est de réduire la taille des données pour gagner l'espace mémoire et pour faciliter le transfert des données via le réseau (intranet ou internet). L'utilisation de Codec JPEG est s'imposé grâce à sa simplicité d'implémentation, la haute qualité de l'image compressé et sa grande vitesse d'exécution. Le principal avantage de ce format est le **taux de compression réglable** qui permet à l'utilisateur de trouver un compromis entre le taux de compression et la qualité de l'image.

Dans le chapitre suivant, nous exposerons les protocoles de communication qui permettent d'envoyer et recevoir les données via un réseau (intranet ou internet) et nous choisirons parmi ces protocoles un protocole pour envoyer l'image déjà compressé qui est le service web.

chapitre II

1. Introduction

Le besoin de communication entre applications informatiques n'a jamais cessé de croître avec la popularisation du réseau Internet et du WWW dans les années 80 et 90. L'architecture client/serveur est née avec la possibilité de transférer de l'information entre le module "serveur" et le module "client" d'une application distribuée. La distribution d'applications (sur le même, ou sur plusieurs ordinateurs) se fait en utilisant un middleware, lequel joue le rôle de pont de communication entre les modules de l'application distribuée. En effet, ces Middleware (RMI, CORBA et DCOM sont des exemples bien connus) fournissent tous les outils nécessaires à la gestion de la communication entre les modules.

Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'exposer les différents Middleware qui existent dans la littérature comme CORBA, RMI et DCOM. Nous présenterons ses principes et ces inconvénients et nous définirons l'architecture orienté service qui représente un nouveau style de l'architecture logiciel. Nous terminerons par le service web qui est apparu comme un nouveau middleware qui répond aux inconvénients des anciens middlewares.

2. Définition d'un Intergiciel (Middleware)

Le middleware (figure II.1) est une couche de logiciels située entre la couche transport et la couche applications. D'autre terme, Un middleware permet la communication entre des clients et des serveurs ayant des structures et une implémentation différentes. Il permet l'échange d'informations dans tous les cas et pour toutes les architectures. Le middleware doit fournir un moyen aux clients de trouver leurs serveurs, aux serveurs de trouver leurs clients et en général de trouver n'importe quel objet atteignable [7].

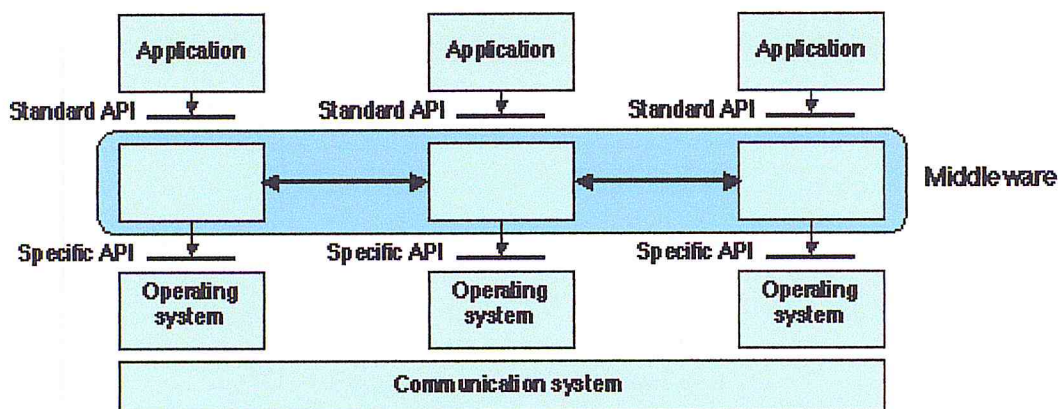


Figure II.1 Fonctionnement d'un middleware. [8]

2.1 Avantages [8]

- La capacité d'abstraction : cacher les détails des mécanismes de bas niveau.
- L'indépendance vis-à-vis des langages et des plates-formes.
- La réutiliser de l'expérience et parfois le code.
- La facilité d'évolution des applications, la réduction du coût et la durée de développement des applications.

3. Étude Préliminaire

Il existe plusieurs middlewares dans le monde de développement des logiciels mais les plus connus sont : CORBA, RMI et COM/DCOM. Dans ce qui suit, nous exposerons les middlewares précédés avec un tableau comparatif à la fin.

3.1 CORBA (Common Object Request Broker Architecture)

3.1.1 Définition

Corba est un standard maintenu par l'**Object Management Group(OMG)**. Il offre une architecture et une infrastructure permettant aux applications informatiques de travailler ensemble au travers du réseau. CORBA (figure II.2) utilise le protocole standard IIOP qui permet l'interopérabilité de composants pouvant provenir de serveurs, de systèmes d'exploitation, de réseaux ou de langages de programmation similaires ou différents [9].

3.1.2 Architecture

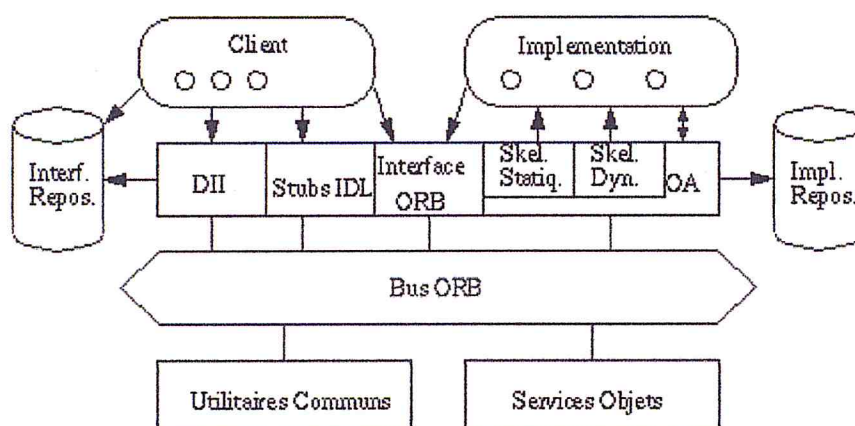


Figure II.2 Architecture CORBA. [10]

A. Object Requeste Broker (ORB)

L'ORB fournit les mécanismes par lesquels des objets font des requêtes et reçoivent des réponses, et ce de manière transparente. Il fournit également l'interopérabilité entre des applications sur différentes machines dans des environnements distribués hétérogènes et il interconnecte sans coutures de multiples systèmes objets. D'une façon simplifiée, on peut définir l'ORB comme une entité qui fournit des mécanismes d'interrogations permettant de récupérer des objets, des procédures qui constituent une application.

B. Interface Definition Language

Développer des applications distribuées flexibles sur des plateformes hétérogènes nécessite une séparation stricte interface/implémentation(s). IDL aide à accomplir cette séparation. En effet, IDL est un langage de définition d'interface orienté objet. Il définit les types des objets en spécifiant leurs interfaces. Une interface consiste en un jeu d'opérations et de paramètres pour ces opérations. IDL est le moyen par lequel une implémentation d'un objet indique à ses clients potentiels quelles opérations sont disponibles et comment elles doivent être invoquées. IDL d'un service minimal de gestion du compte d'un client.

C. Dynamic Invocation Interface

L'interface d'invocation dynamique d'un ORB autorise la création et l'invocation dynamiques de requêtes. Un client utilisant cette interface pour envoyer une requête à un objet obtient la même sémantique qu'un client utilisant l'opération stub générée à partir de la spécification de type IDL.

D. Interface Repository (IR)

L'IR est le composant de l'ORB qui fournit un stockage persistant des définitions d'interfaces, il gère et permet l'accès à une collection de définitions d'objets spécifiés en IDL.

E. Basic Object Adapter

Un Object Adapter est l'interface principale pour une implémentation objet pour accéder aux services fournis par un ORB. On s'attend à ce qu'il y ait peu d'OA disponibles, avec des interfaces appropriées à des types spécifiques d'objets. Le BOA est donc l'interface qui permet aux implémentations objet de pouvoir communiquer avec l'ORB et d'accéder à ses services

3.1.2. Avantages : [9]

Les principaux avantages à utiliser CORBA sont :

- CORBA supporte plusieurs langages de programmation à l'intérieur d'une même application distribuée.
- Les objets distants peuvent fonctionner dans des processus différents et sur des ordinateurs différents.
- CORBA est basé sur l'orienté-objet et favorise la réutilisation des composantes.
- CORBA est basé sur des standards établis de l'industrie. Ceci amène une compétition saine entre les vendeurs (les fournisseurs de l'ORB CORBA), assurant une qualité d'implémentation du standard. Ce standard assure également un haut degré de portabilité entre les implémentations.

3.1.3. Inconvénients : [9]

- Difficultés pour les faire marcher à travers des firewalls et sur des machines inconnues et non sécurisées.
- Plus difficile à mettre en œuvre que d'autres solutions comme les web services par exemple.

3.2 Remote Method Invocation (RMI) [11]

3.2.1 Définition

Remote Method Invocation est une API Java permettant de manipuler des objets distants (c'est-à-dire un objet instancié sur une autre machine virtuelle, éventuellement sur une autre machine du réseau) de manière transparente pour l'utilisateur, c'est-à-dire de la même façon que si l'objet était sur la machine virtuelle (JVM) de la machine locale.

Ainsi un serveur permet à un client d'invoquer des méthodes à distance sur un objet qu'il instancie. Deux machines virtuelles sont donc nécessaires (une sur le serveur et une sur le client) et l'ensemble des communications se fait en Java.

On dit généralement que RMI est une solution "tout Java", contrairement à la norme Corba de l'OMG (Object Management Group) permettant de manipuler des objets à distance avec n'importe quel langage. Corba est toutefois beaucoup plus compliqué à mettre en œuvre, c'est la raison pour laquelle de nombreux développeurs se tournent généralement vers RMI.

3.2.2 Architecture de RMI

L'architecture de RMI est schématisée ci-dessous :

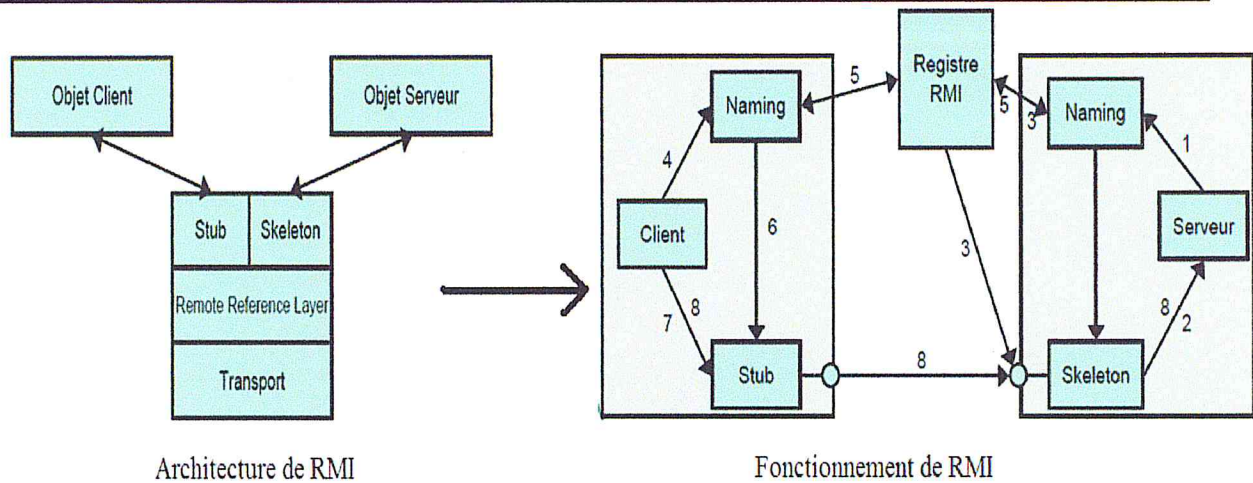


Figure II.3 Architecture de RMI. [12]

Lorsqu'un objet instancié sur une machine cliente désire accéder à des méthodes d'un objet distant, il effectue les opérations suivantes :

1. Enregistrement de l'objet serveur auprès du service de nom RMI de sa JVM
2. Création du skeleton :
 - Création des ports de communication et maintien d'une référence sur l'objet serveur.
3. Le service de nom enregistre l'objet serveur et le port utilisé
- > Le serveur est prêt !
4. Le client fait appel au service de nom pour localiser l'objet serveur.
5. Le service de nom récupère une référence vers l'objet serveur.
6. Création de l'objet stub dans la JVM du client.
7. Renvoi de la référence de l'objet stub au client.
8. Le client fait appel à une méthode de l'objet serveur.

Caractéristiques :

Les caractéristiques principales de RMI sont les suivantes:

- Les procédures peuvent être distribuées sur la même machine ou sur un réseau.
- C'est un système non-connecté (Connectionless). La connexion n'existe que pour le temps de l'appel à la procédure.
- Les détails du mécanisme de transport utilisés par RMI sont cachés au programmeur. L'appel à une procédure distante apparaît comme s'il était fait localement.

- RMI supporte la portabilité et l'interopérabilité et ce, sous différents systèmes d'exploitation.
- RMI supporte également le Multithreading, la sécurité réseau, l'intégrité des ressources et l'intégrité des données (lors des transferts).

Inconvénients : [12]

- ✓ Utilisation exclusive avec JAVA
 - Pas d'interopérabilité avec d'autres langages de programmation
- ✓ Relative lenteur à l'exécution
 - Due aux coûts de la sérialisation des paramètres

3.3 COM/DCOM

3.3.1 Définition

Selon Microsoft La technologie COM (Component Object Model) dans la famille Microsoft Windows des systèmes d'exploitation permet à des composants logiciels de communiquer. COM est utilisé, par les développeurs, pour créer des composants logiciels réutilisables, pour créer des applications réparties à partir de composants liés entre eux, et de tirer profit des services Windows. La famille des technologies COM comprend COM, COM+, Distributed COM (DCOM) et des contrôles ActiveX [13].

3.3.2 Architecture :

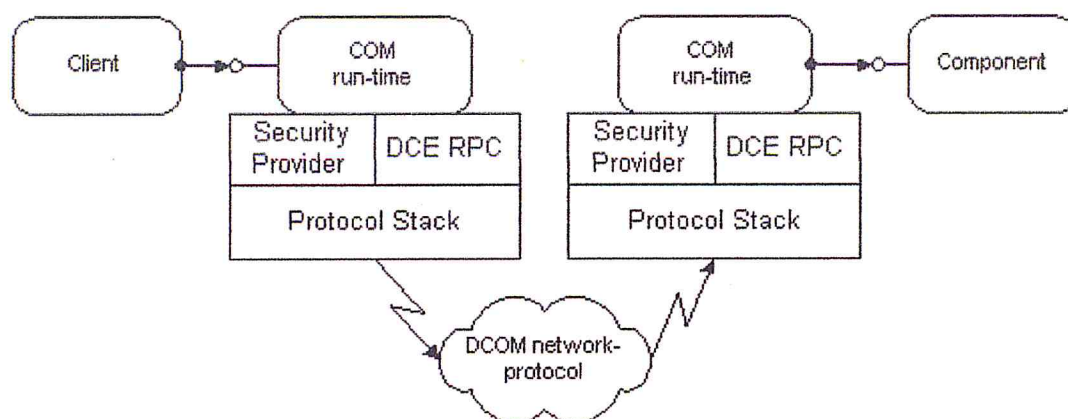


Figure II.4 Architecture DCOM [13].

Lorsque le client et le composant résident sur des machines différentes, DCOM remplace simplement l'interprocessus local de communication avec un protocole de réseau. Ni le client,

ni le composant sont conscients du fait que le fil qui les relie est juste devenu un peu plus longtemps.

La figure II.4 montre l'architecture globale DCOM: Le COM run-time fournit une architecture orientées objet des services aux clients et de composants et utilise RPC et le fournisseur de sécurité de générer des paquets de réseau standard conformes à la DCOM fil protocole standard.

Caractéristiques : [13]

Certaines des caractéristiques importantes sont les suivantes:

- Les composantes (objets) DCOM peuvent fonctionner dans des processus différents et sur des ordinateurs différents.
- DCOM favorise la réutilisation des composantes.
- Microsoft affirme que les composantes DCOM sont indépendantes du langage de programmation utilisé.
- Le concept de client avec DCOM: C'est une application qui invoque les méthodes d'une composante DCOM fonctionnant sur un serveur.
- Le concept de serveur DCOM: C'est une application qui rend accessibles des composantes DCOM à des clients.
- Le concept d'interface dans DCOM: C'est un pointeur à un groupe de fonctions qui peut être appelé via DCOM.
- Le concept de classe dans DCOM: C'est la définition d'une abstraction qui implémente une ou plusieurs interfaces.
- Le concept d'objet dans DCOM: C'est une instance d'une classe.
- Le Marshaling: C'est une opération qui consiste à transformer et à transférer des données entre le client et le serveur.

Inconvénients : [9]

- nécessité de disposer du protocole DCOM sur les clients,
- DCOM peut se trouver bloqué par les firewalls,
- coût élevé de déploiement des applications Windows.

4. L'Architecture Orientée Service (SOA)

SOA est une approche architecturale permettant la création des systèmes basés sur une collection de services développés dans différents langages de programmation, hébergés sur différentes plates-formes avec divers modèles de sécurité et processus métier [15].

Chaque service représente une unité autonome de traitement et de gestion de données, communiquant avec son environnement à l'aide de messages. Les échanges de messages sont organisés sous forme de contrats d'échange. L'idée maîtresse de l'architecture orientée service est que tout élément du système d'information doit devenir un service identifiable, documenté, fiable, indépendant des autres services, accessible, et réalisant un ensemble de tâches parfaitement définies [16]. SOA est axée autour de trois concepts fondamentaux, à savoir, le fournisseur de services, le client de services, et l'annuaire de publication [17]. Le fournisseur permet l'accès à son service à travers une interface. Le client désigne une personne, un serveur ou une autre application qui accède au service et l'invoque à travers son interface. L'annuaire joue le rôle d'intermédiaire entre le fournisseur et le client. Les fournisseurs y enregistrent leurs services, et les clients y cherchent le service satisfaisant leurs besoins.

SOA encapsule plusieurs avantages bénéfiques pour le domaine de la technologie d'information et de communication. Elle offre la simplicité à travers les concepts de décomposition, de découplage et de réutilisation [18]. En plus, elle participe à la réduction du coût de développement des grands projets et rend le développement plus efficace. L'architecture orientée service est apparue pour palier les limites des architectures distribuées. Cette architecture n'est pas simplement une mode, elle se place plutôt dans la continuité logique des multiples tentatives de distribution de traitements, de répartition de données, d'intégration d'applications, d'homogénéisation du système d'informations, etc. L'adoption de la SOA a été grandement facilitée par l'émergence opportune de la technologie des services web et leurs standards bien définis.

La technologie des services web représente la technologie la plus utilisée pour migrer vers ce type d'architectures.

5. Les services Web

D'après la définition, SOA est une approche architecturale qui ne fait aucune hypothèse sur la technologie de mise en œuvre. En particulier, l'amalgame souvent faite entre SOA et les Web services est une erreur.

Cependant, la conception des spécifications Web services a été menée dans l'objectif de répondre au mieux aux enjeux de l'architecture SOA [19]. Les Web services fournissent les bases technologiques nécessaires à la réalisation de l'interopérabilité entre les applications en utilisant différentes plateformes, différents systèmes d'exploitation et différents langages de programmation [20].

5.1 Définition [12]

5.1.1 Citation : W3C

Un service Web est un composant logiciel identifié par une URI (**Uniform Resource Identifier**), dont les interfaces publiques sont définies et appelées en XML. Sa définition peut être découverte par d'autres systèmes logiciels. Les services Web peuvent interagir entre eux d'une manière prescrite par leurs définitions, en utilisant des messages XML portés par les protocoles Internet.

5.1.2. Citation : Dico du Net

Une technologie permettant à des applications de dialoguer à distance via Internet indépendamment des plates-formes et des langages sur lesquels elles reposent.

Lorsqu'on parle de Web Services, on parle aussi d'architecture orientée services. On définit *l'architecture orientée services* (SOA) comme un style d'architecture qui a comme objectif une interdépendance faible (loose coupling) entre différents agents logiciels (modules, services). L'architecture orientée services promeut la réutilisation de composants logiciels au niveau macro. (Comparée à la programmation orientée objet qui promeut la réutilisation au niveau micro, classes, objets).

5.2 Avantages d'un service web [21]

En reprenant la définition du consortium W3C, voici les principaux avantages d'un service Web, à savoir :

- son interface décrite d'une manière interprétable par les machines, qui permet aux applications clientes d'accéder aux services de manière automatique ;
- son utilisation de langages et protocoles indépendants des plates-formes d'implantation, qui renforcent l'interopérabilité entre services ;
- son utilisation des normes actuelles du Web, qui permettent la réalisation des interactions faiblement couplées et favorisent aussi l'interopérabilité.

5.3. Inconvénients : [22]

Les Web Services ont aussi des inconvénients qu'il ne faut pas négliger :

- L'application est **obligée d'être connecté à Internet** pour pouvoir utiliser le Web Service.
- En cas de suppression du Web Service sur le serveur, l'application entrainera une **erreur** (à moins que vous n'utilisiez une gestion des erreurs).
- L'application reste **figée** le temps de l'appel au Web Service : il vous faut, par conséquent : ou bien avertir l'utilisateur (sachant que ce temps peut varier) ou bien utiliser un thread dans lequel vous mettrez l'appel au Web Service.

6. Les caractéristiques d'un service Web [21]

La technologie des services Web repose essentiellement sur une représentation standard des données (interfaces, messageries) au moyen du langage XML. Cette technologie est devenue la base de l'informatique distribuée sur Internet et offre beaucoup d'opportunités au développeur Web.

Un service Web possède les caractéristiques suivantes :

- il est accessible via le réseau ;
- il dispose d'une interface publique (ensemble d'opérations) décrite en XML ;
- ses descriptions (fonctionnalités, comment l'invoquer et où le trouver ?) sont stockées dans un annuaire ;
- il communique en utilisant des messages XML, ces messages sont transportés par des protocoles Internet (généralement HTTP, mais rien n'empêche d'utiliser d'autres protocoles de transfert tels : SMTP, FTP, BEEP...);
- l'intégration d'application en implémentant des services Web produit des systèmes faiblement couplés, le demandeur du service ne connaît pas forcément le fournisseur. Ce dernier peut disparaître sans perturber l'application cliente qui trouvera un autre fournisseur en cherchant dans l'annuaire.

7. Architecture d'un service Web [22]

Les services Web reprennent la plupart des idées et des principes du Web (HTTP, XML), et les appliquent à des interactions entre machines. Comme pour le World Wide Web, les

services Web communiquent via un ensemble de technologies fondamentales qui partagent une architecture commune. Ils ont été conçus pour être réalisés sur de nombreux systèmes développés et déployés de façon indépendante. Les technologies utilisées par les services Web sont HTTP, WSDL, REST, XML-RPC, SOAP et UDDI.

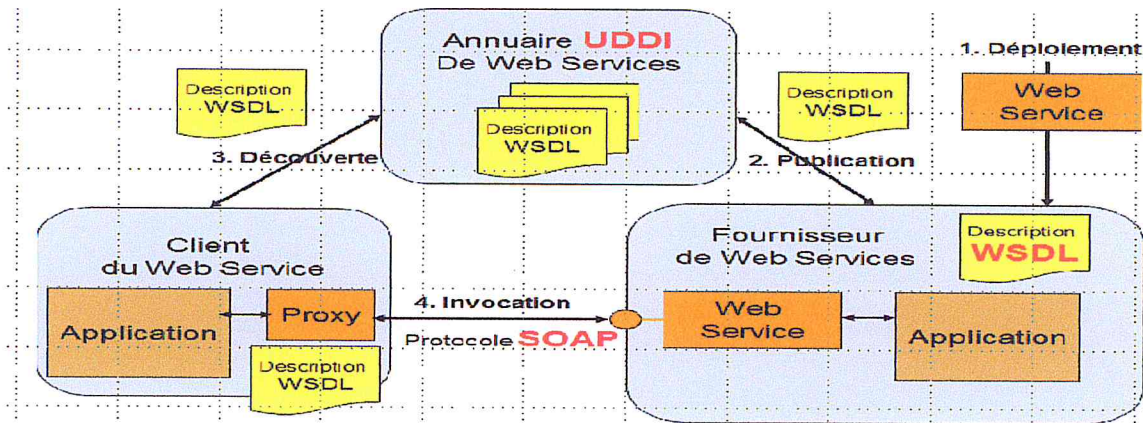


Figure II.5. Architecture globale d'un service web [22].

7.1. Web Service Description Langage (WSDL)

Le Web Service Description Langage (WSDL) est une grammaire dérivée de XML permettant de fournir les spécifications nécessaires à l'utilisation d'un web service en décrivant les méthodes, les paramètres et ce qu'il retourne. WSDL est donc un langage de description des services. La figure II.6 ci-dessous présente l'architecture WSDL :

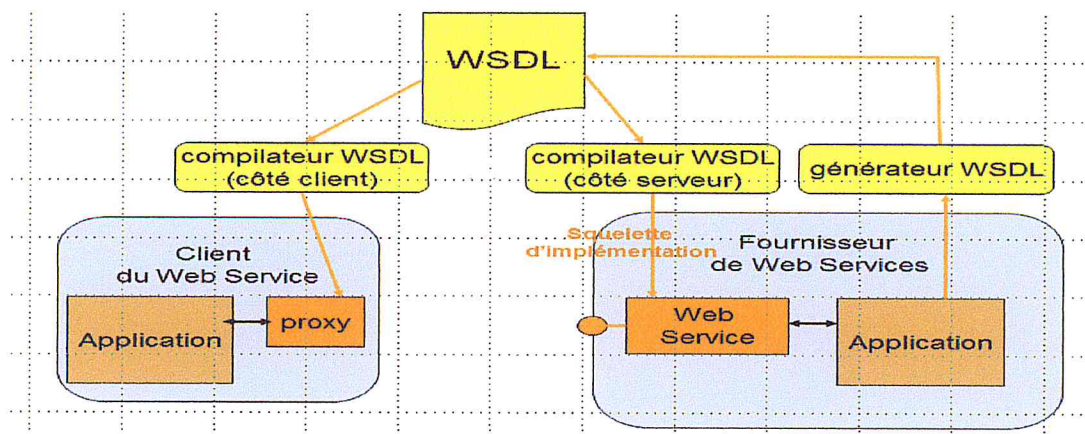


Figure II.6. Architecture WSDL [22].

7.2. Universal Description Discovery and Integration (UDDI)

L'annuaire des services UDDI est un standard pour la publication et la découverte des informations sur les services Web. La spécification UDDI est une initiative lancée par

ARIBA, Microsoft et IBM. Cette spécification n'est pas gérée par le W3C mais par le groupe OASIS. La figure II.7 suivante montre une architecture UDDI :

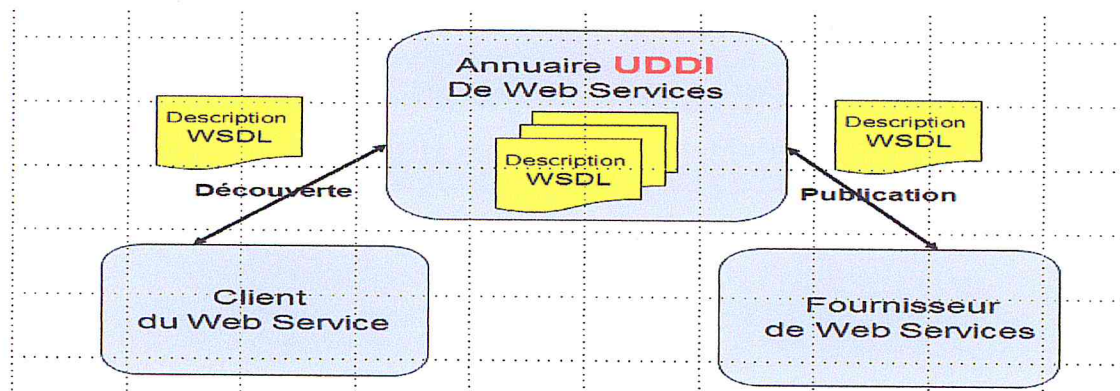


Figure II.7 Architecture UDDI [22].

7.3. Simple object Access Protocol (SOAP)

SOAP est un protocole de communication basé sur XML pour permettre aux applications de s'échanger des informations via http. Il permet ainsi l'accès aux services web et l'interopérabilité des applications à travers le web. SOAP est un protocole simple et léger et qui repose entièrement sur des standards établis comme le HTTP et XML. Il est portable et donc indépendant de tous système d'exploitation et du type d'ordinateur. SOAP est une spécification non propriétaire (Figure II.8).

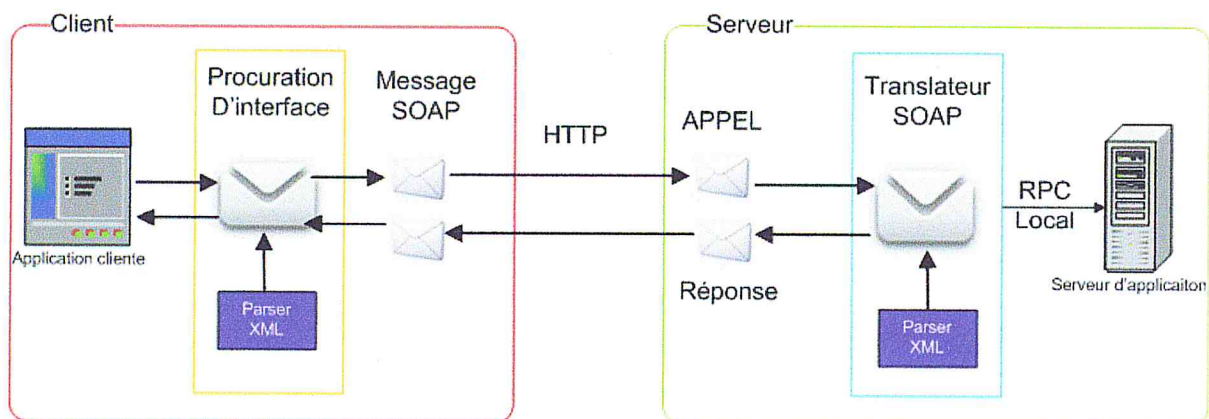


Figure II.8. Architecture SOAP. [21]

SOAP est bien plus populaire et utilisé que XML-RPC. C'est une recommandation du W3C. Une des volontés du W3C vis-à-vis de SOAP est de ne pas réinventer une nouvelle technologie. SOAP a été construit pour pouvoir être aisément porté sur toutes les plateformes et les technologies existantes.

7.3.1 Qu'est-ce que le SOAP ? [21]

Beaucoup de définitions normalisées de SOAP ont été proposées. Une particulièrement intéressante définit SOAP comme étant une spécification pour une omniprésence, basée sur XML et sur des infrastructures distribuées :

- **Spécification** car SOAP est un document qui définit le modèle de communication. L'idée de base est que si les deux parties ont créé des programmes de mêmes spécifications, ils seront en mesure d'interagir de façon transparente.
- **Omniprésente** car SOAP est défini à un niveau suffisamment élevé d'abstractions que tout système d'exploitation et combinaison de langages de programmation peuvent être utilisés pour créer des programmes compatibles SOAP.
- **Basé sur XML**, SOAP est construit sur XML, ce qui signifie que les documents SOAP sont des documents XML construits en fonction d'un cahier de charges plus strict.
- **Infrastructure distribuée**, SOAP ne précise pas quelles données peuvent être déplacées ou bien quels appels de fonctions peuvent avoir lieu sur elle. Les applications construites sur la spécification SOAP peuvent déplacer les données d'un ordinateur A à un ordinateur B et par la suite à une autre application écrite sur la même spécification.

7.3.2 Structure d'un message SOAP

La grammaire de SOAP est assez simple à comprendre. Elle procure un moyen d'accès aux objets par appel de méthodes à distance. Les deux plus fortes fonctionnalités de SOAP sont sa simplicité et le fait que tout le monde a accepté de l'utiliser. Un message SOAP est composé de deux parties obligatoires : l'enveloppe SOAP et le corps SOAP ; et une partie optionnelle : l'en-tête SOAP. On présente la structure d'un message dans la figure III.9 suivante :

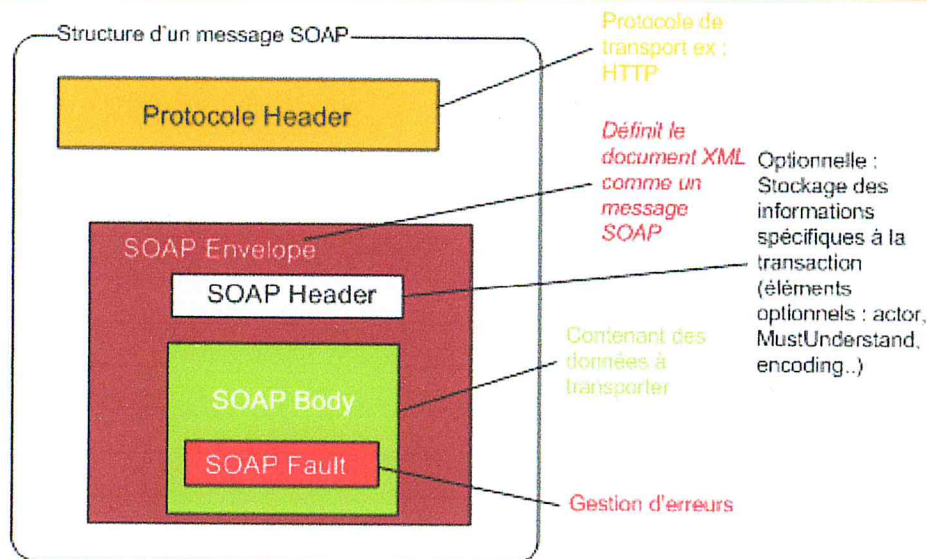


Figure II.9 Structure d'un message SOAP. [21]

- **SOAP envelop** (enveloppe) est l'élément de base du message SOAP. L'enveloppe contient la spécification des espaces de désignation (namespace) et du codage de données.
- **SOAP header** (entête) est une partie facultative qui permet d'ajouter des fonctionnalités à un message SOAP de manière décentralisée sans agrément entre les parties qui communiquent. C'est ici qu'il est indiqué si le message est mandataire ou optionnel. L'entête est utile surtout, quand le message doit être traité par plusieurs intermédiaires.
- **SOAP body** (corps) est un container pour les informations mandataires à l'intention du récepteur du message, il contient les méthodes et les paramètres qui seront exécutés par le destinataire final.
- **SOAP fault** (erreur) est un élément facultatif défini dans le corps SOAP et qui est utilisé pour reporter les erreurs.

8. Fonctionnement des services Web [12]

Le fonctionnement des services Web s'articule autour de trois acteurs principaux illustrés par le schéma suivant figure II.10 :

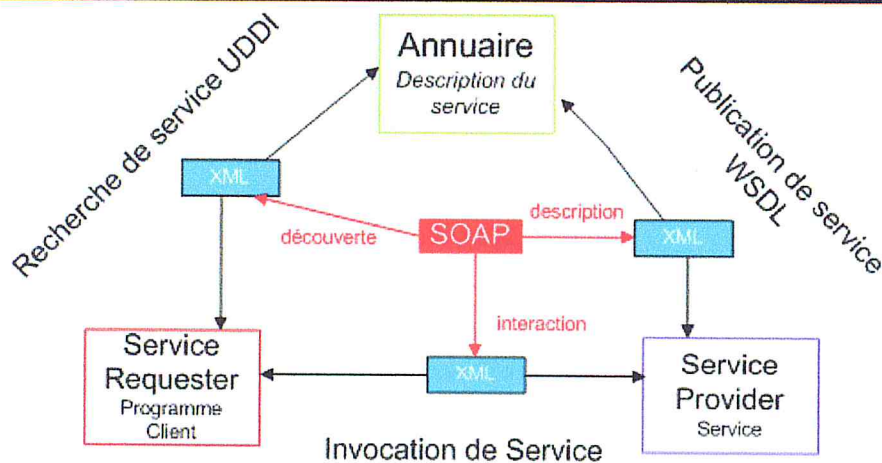


Figure II.10 Fonctionnement d'un service Web.

8.1 Service provider service

Le fournisseur de service met en application le service Web et le rend disponible sur Internet.

8.2 Service requester programme client

C'est n'importe quel consommateur du service Web. Le demandeur utilise un service Web existant en ouvrant une connexion réseau et en envoyant une demande en XML (REST, XML-RPC, SOAP).

8.3 Annuaire service registry

Le registre de service est un annuaire de services. Le registre fournit un endroit central où les programmeurs peuvent publier de nouveaux services ou en trouver. Les interactions entre ces trois acteurs suivent plusieurs étapes :

- **La publication du service** : le fournisseur diffuse les descriptions de ses services Web dans l'annuaire.
- **La recherche du service** : le client cherche un service particulier, il s'adresse à un annuaire qui va lui fournir les descriptions et les URL des services demandés afin de lui permettre de les invoquer.
- **L'invoication du service** : une fois que le client récupère l'URL et la description du service, il les utilise pour l'invoquer auprès du fournisseur de services.

9. Sécurité des Services Web

Les points importants à prendre en compte, en ce qui concerne les Services Web, sont :

- l'authenticité : le client et le serveur sont ceux qu'ils affirment être,

- la discrétion : les requêtes et les réponses ne sont pas écoutées par des personnes non autorisées,
- l'intégrité : ces requêtes et réponses ne sont pas altérées,
- la non-répudiation : le client et le serveur peuvent prouver, chacun pour sa partie en cas de contestation, que la transaction a réellement été effectuée

10. Synthèse : Comparaison entre CORBA, RMI, DCOM et web service

	Web Service	RMI	CORBA	DCOM
Transport Protocol	Http	JRMP	IIOP	ORPC
Data Binding	XML schema (allow customized data type)	Primitive, Serialized objects	IDL (primitive and structure)	MS IDL
Compliant prog. Langs.	Any (with XML parser, SOAP composition)	Java	Any (with IDL mapping standards)	Many (C++, Java, VB, etc.)
Interface Description	WSDL	Interface of server objects	IDL	MS IDL
Remote Call	By SOAP message	Get references of server objects	Get reference of server object	Get Pointer of server objects
Routine	Stub Proxy	Client: stub or proxy	Client: stub or proxy	Client: proxy

	DII	Server: skeleton	Server: skeleton	Server: stub
--	-----	------------------	------------------	--------------

Tableau II.1 comparaison entre RMI, CORBA, DCOM et service web [16].

11. Conclusion

Il est nécessaire de faire le point sur la technologie des services Web. Les services Web est un terme qui décrit un ensemble de protocoles standards utilisés pour établir un domaine d'intégration des applications. L'un des facteurs ayant contribué au succès des services Web est sans doute l'utilisation des standards Internet tels que XML et HTTP. En conséquence, tout système capable d'analyser du texte et de communiquer via un protocole de transport Internet standard peut communiquer avec un service Web. XML a engendré l'apparition de nouveaux protocoles tels que SOAP pour l'échange de messages, WSDL pour la description de services et UDDI pour la publication et la découverte de services. Ces protocoles reposent sur une architecture orientée services (SOA), et correspondent à des composants logiciels qui peuvent être combinés, grâce à un langage de composition, pour former de nouveaux services plus élaborés.

Notre choix s'est donc porté sur l'utilisation d'Architecture Orienté Service (SAO), grâce à sa robustesse, sa simplicité et sa facilité d'implémentation.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons un nouveau paradigme d'interaction appelé réalité augmenté qui est très présent dans le domaine de la maintenance où il contribue dans l'aide à l'intervention et répond à une demande forte à la fois dans le domaine de la recherche et de l'industrie.

chapitre III

1. Introduction

La Réalité Augmentée (short : RA) est un nouveau paradigme d'interaction Homme-Machine dont le but est de favoriser l'interaction de l'utilisateur avec les deux mondes (réel et virtuel), en tentant de conserver la continuité de l'interaction. Ainsi la RA vise à offrir à l'utilisateur la possibilité de bénéficier de moyens informatiques, tout en lui permettant de rester au contact de son environnement réel. La RA privilégie donc les moyens d'interaction naturels de l'utilisateur, par exemple ses outils habituels dans son environnement réel.

Nous nous intéresserons dans ce chapitre à définir et introduire les notions clés sur lesquelles nous allons nous appuyer pour élaborer notre étude sur la RA et son implication dans le domaine précis de la maintenance. Nous commencerons cette partie par les diverses définitions de la RA. Par la suite, nous passerons en revue les différents domaines d'applications associées à la RA. Nous mettrons également l'accent sur les applications proposées dans le domaine de la maintenance. Enfin, nous terminerons par une conclusion.

2. Réalité augmentée : Définitions

Avant d'aller plus loin, intéressons nous tout d'abord à la définition donnée par le petit Robert (2002).

Réalité n. f. bas lat. *realitas*->rien. Caractère de ce qui est réel, de ce qui ne constitue pas seulement un concept, mais une chose, un fait. Ce qui est réel, actuel, donnée comme tel à l'esprit.

Augmentée vr tr. Augmenter. Rendre plus grand, plus considérable, par addition d'une chose de même nature.

Selon Milgram [23], la RA est défini comme étant un environnement réel *augmenté* par des objets virtuels graphiques générés par ordinateur.

Azuma [24] dans son état de l'art sur la RA énonce : *Un système de réalité augmentée complète le monde réel avec des objets virtuels (générés par ordinateur) de telle sorte qu'ils semblent coexister dans le même espace que le monde réel.* Cette définition est orientée vers des systèmes qui augmentent la vision. Mais toujours selon l'auteur, la RA peut potentiellement s'appliquer à tous les sens tel que le toucher ou l'ouïe.

La réalité augmentée désigne donc les différentes méthodes qui permettent d'incruster de

façon réaliste des objets virtuels dans une séquence d'images. Ses applications sont multiples, elle est peut être utilisée dans les jeux de vidéo, cinéma, industries, médical, etc.

3. De la réalité virtuelle à la réalité augmentée

La RA est souvent comparée à la réalité virtuelle (short : RV). En effet, la RV est définie comme un environnement interactif généré au moyen d'un ordinateur, et dans lequel une personne est totalement immergée, à l'opposé de la RA dont l'essence même est de pouvoir maintenir l'utilisateur au contact de son environnement réel [25].

Cependant, de son côté, la communauté de synthèse d'images ne voit pas la RA comme une opposition à la RV mais comme une extension: il s'agit de réintroduire des éléments réels dans une scène virtuelle. De nos jours, on parle dans ce cas plutôt de Virtualité Augmentée.

E.Dubois [26] propose une synthèse des deux paradigmes en proposant un triangle de la RA qui complète celui de la RV (Figure III.1).

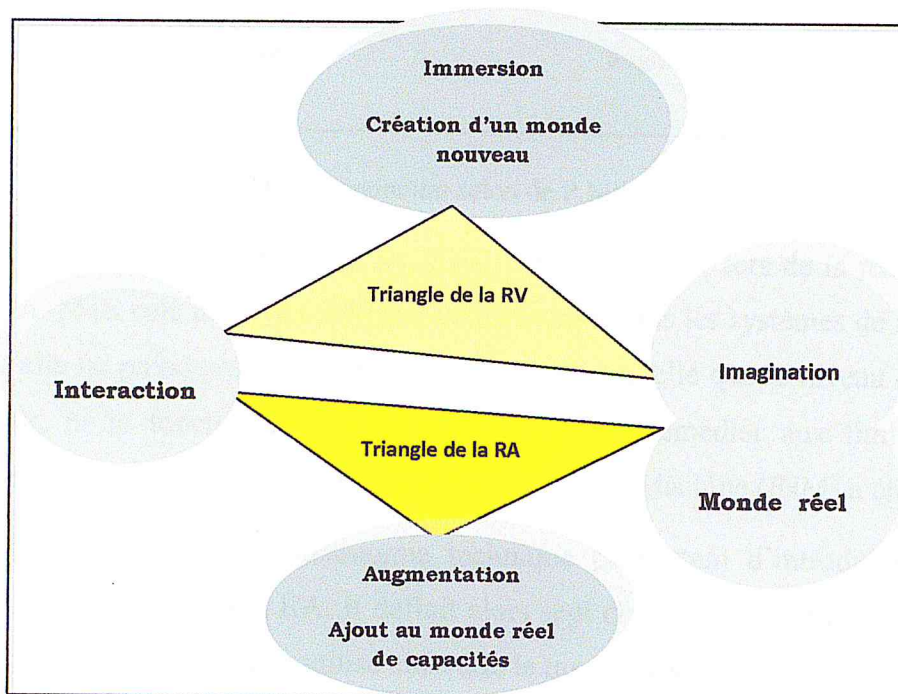


Figure III.1 Triangles de la Réalité Augmentée (RA) et de la Réalité Virtuelle (RV) [26]

4. Continuum réel virtuel

La définition de la RA n'est pas unique et dépend des auteurs et de la communauté scientifique.

- Les casques de RV à retour vidéo appelés également “Video see-through HMD” et composés de deux caméras permettant à l’opérateur une vision du monde réel.
- Les casques de RV semi-transparents communément appelés “Optical see-through HMD”. Ces casques permettent de voir directement le monde réel et de manière simultanée les augmentations virtuelles par le biais d’un système optique composé de prismes ou de miroirs semi réfléchissants.

5. Domaines d’application de la réalité augmentée

Divers domaines ont fait appel au concept de la réalité augmentée vu qu’elle apporte une importante valeur ajoutée en termes de réactivité et de flexibilité des acteurs mis en jeu. Nous citons quelques domaines :

5.1 Domaine militaire

Depuis plusieurs années, les militaires s’intéressent à l’utilisation de la RA, surtout dans le domaine aérien. A cet effet, plusieurs systèmes ont été réalisés et expérimentés. Citons, par exemple, le simulateur de jeu de guerre « SIMNET » [27], où l’utilisateur est équipé d’un casque HMD (Helmet Mounted Display) qui peut simuler à travers le casque une guerre en terrain réel. Dans ce cas, la scène réelle de la bataille peut être augmentée avec des informations pour guider les soldats afin de trouver les unités ennemies cachées.

Dans le même axe, Azuma et son équipe ont mis au point le projet «Interface Homme Machine pour la gestion et la simulation du trafic aérien» [28]. Le système présenté a pour but de réduire la centralisation du contrôle aérien. Ce qui permet aux pilotes une large liberté dans le choix et l’altération des plans de vols (Figure III.3).

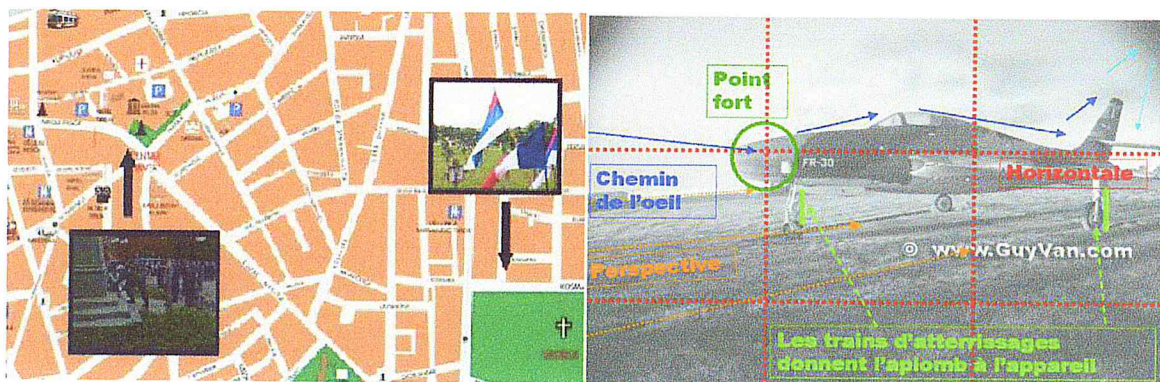


Figure III.3 Des solutions proposées au pilote à travers son casque [27].

5.2 Domaine médical

Les applications médicales basées sur la RA sont très nombreuses. Nous pouvons citer par exemple le système CASPER (Computer Assisted PERicardial puncture) [26] qui permet sans avoir à faire une intervention lourde, d'aider un chirurgien à effectuer une ponction d'un liquide pathologique situé à proximité du cœur. (Figure III.4).



Figure III.4 Organisation du bloc opératoire lors de l'utilisation de CASPER en phase de guidage[32].

5.3 Domaine de maintenance

On cite quelques projets de réalité augmentée réalisés dans le domaine de maintenance :

➤ Le projet Karma acronyme de « *Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance* » est un des premiers prototypes expérimentés par l'équipe de Feiner au Computer Science Département de l'université de Californie du Sud au début des années 1990 [29]. Le but principal de ce projet est de guider un opérateur pour des tâches de maintenance simples. Plutôt que de présenter l'information sur un écran d'ordinateur de manière textuelle et graphique, elle est directement présentée sous forme d'animations virtuelles superposées à la scène réelle.

Le prototype développé est la maintenance d'une imprimante laser. Elle a pour fonction deux tâches : le remplissage du bac à papier et le changement de la cartouche de toner. Grâce au casque de visualisation, les pièces à manipuler sont mises en évidence par leur contour en fil de fer. Le monde virtuel vient en surimpression de la vue du monde réel par le biais de deux écrans. Ces deux écrans sont pilotés par un ordinateur capable de repérer la position et l'axe de vue de l'utilisateur ainsi que la position de certains objets de l'entourage. Des objets en trois dimensions et en fil de fer sont synthétisés sur les deux écrans et fournissent une information virtuelle plaquée sur les objets réels (figure III.5).

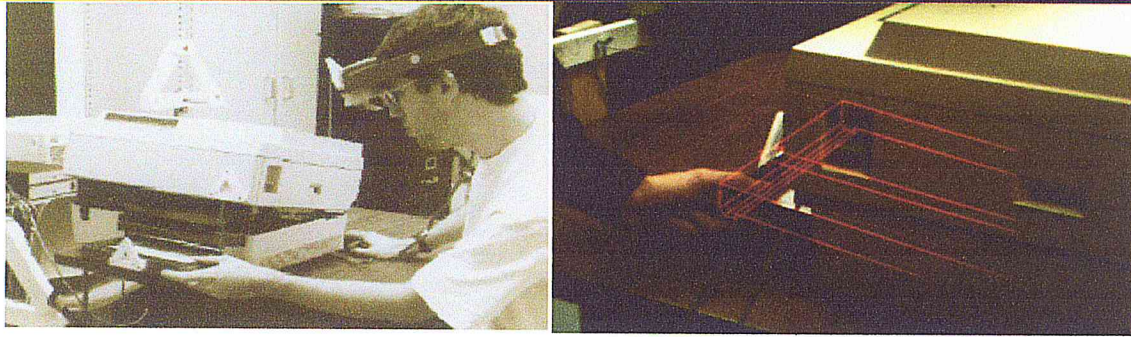


Figure III.5 Le système Karma (photo issue de Feiner [29]).

- Le système ARC (Augmented Reality for Construction) Ce projet initié en 1996 est un système d'aide à l'utilisateur pour réaliser les tâches d'assemblage d'une structure [30]. En portant un dispositif d'affichage, l'utilisateur est guidé étape par étape pour assembler correctement une structure par ajout de données textuelles ou graphiques Figure III.6 Un localisateur transmet les coordonnées et la position de l'utilisateur et de la structure au système informatique pour mettre à jour les données à afficher sur le dispositif de visualisation. Le système peut être étendu en ajoutant aussi des données sonores pour augmenter l'interaction de l'utilisateur et la machine.

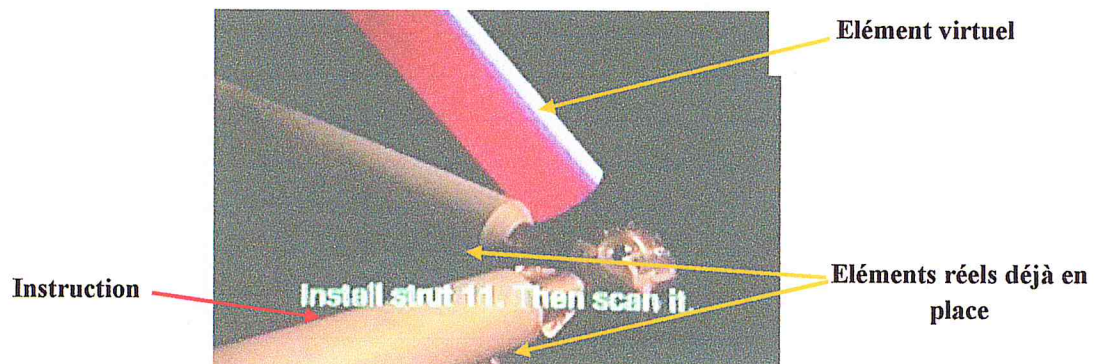


Figure III.6 Ce que voit l'utilisateur du système ARC à travers son casque de visualisation [30].

5.4 Jeux et loisirs

Les jeux interactifs sont devenus de plus en plus des applications dominantes dans le domaine graphique. La réalité virtuelle s'est intéressée de prêt à ce domaine mais vu que l'utilisateur est complètement immergé dans le monde virtuel conçu, les jeux collaboratifs n'ont pas trouvé leur place. Le jeu Mah-jong [31] illustre bien les systèmes collaboratifs de réalité augmentée.

Les utilisateurs munis d'un casque semi transparent sont autour d'une table de jeu, sur laquelle chaque joueur doit déposer sa combinaison de «dominos» virtuels. Chacun d'entre

eux peut visualiser l'espace de jeu commun ainsi que ses propres combinaisons restantes qui sont cachées aux autres joueurs. La figure III.7 ci-dessous présente un jeu de Mah Jong.



Figure III.7 Le jeu Mah Jong [31].

6. Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons défini la RA, cité quelques taxonomies ainsi les différents domaines d'application s'y afférant notamment dans le domaine de la maintenance.

L'utilisation de la RA dans la maintenance des systèmes industriels s'avère plus que nécessaire. Elle offre plus de facilités aux techniciens lors de l'opération de maintenance ou maintenance assistée (à distance). L'intégration de la réalité augmentée dans la maintenance élimine plusieurs problèmes qui apparaissent pendant le travail du technicien. Parmi les avantages que constitue la réalité augmentée, on peut citer :

→ Un système de réalité augmentée pourra être utile à l'opérateur pour identifier les différentes composantes du matériel à maintenir, par une visualisation d'étiquettes portant les noms des pièces et pointant directement dessus, dans son champ de vision. L'effort de transposition est alors fortement diminué, les erreurs d'interprétation sont éliminées.

→ Dans le cas d'opérations délicates, nécessitant l'emploi des deux mains simultanément, un système de réalité augmentée pourra afficher à la demande de l'opérateur les différentes opérations par schémas, texte ou vidéo de la marche à suivre ou, les lui énoncer par un système de synthèse vocale.

→ Le niveau de formation des opérateurs, dans certains cas, est faible. Pour cela, une importante enveloppe financière est engagée par les entreprises pour des formations à haut niveau de leurs techniciens. Cependant, des risques de démissions et d'oublis d'information peuvent se présenter. La réalité augmentée assiste le technicien via des scénarios (procédures). Ce dernier n'est pas appelé à avoir un haut niveau d'expertise. En outre, le problème de mise à niveau devient un problème de mise à jour des scénarii.

- L'opérateur peut avoir des accidents de travail dus à une mauvaise manipulation, comme l'accès à des zones sensibles (électrifié, chaude,...). La réalité augmentée permet une assistance efficace tout au long de l'intervention, en garantissant la sécurité du technicien par une mise en garde contre les dangers potentiels pouvant être rencontrés.
- La réalisation de l'activité de maintenance est effectuée d'une façon intuitive par le technicien sans méthodologie et étude préalable de l'ergonomie. Dans ce sens, la réalité augmentée établit une étude préalable de l'ergonomie.
- Dans le cas d'une opération de maintenance, le technicien a toujours recours au support de documentation. Ce support, qui est sous forme manuscrite, présente un aspect encombrant au technicien durant sa tâche de maintenance. La réalité augmentée permet de résoudre ce problème en donnant accès à une documentation sous forme électronique de l'environnement de travail selon la panne.
- Dans le cas échéant où le technicien ne peut pas résoudre un problème de panne (à cause d'un manque d'informations,...), il peut contacter un expert qui le guidera à distance réduisant ainsi les coûts.

7. Conclusion

Si le concept de la RA est aujourd'hui de plus en plus couramment employé dans les domaines aussi divers que la médecine, les jeux, ou l'architecture, il n'en demeure pas moins que ce thème de recherche est très présent dans la maintenance où il contribue dans l'aide à l'intervention et répond à une demande forte à la fois dans le domaine de la recherche et de l'industrie. Il permet en particulier de faciliter l'accès aux informations nécessaires à l'opération d'une tâche pour un opérateur de maintenance et d'accroître la disponibilité des machines en optimisant le support technique. Le rôle et l'importance de la maintenance comme facteur déterminant de productivité et de compétitivité dans l'industrie, l'énergie et le transport n'est plus à démontrer.

L'objectif de notre travail est de concevoir et réaliser un système d'aide à la maintenance. A cet effet, notre approche s'est basée sur l'utilisation de plusieurs techniques : le paradigme de la réalité augmentée pour faciliter au technicien l'accès aux informations pertinentes, la technique de compression vidéo qui est le MJPEG et le module pour transférer la vidéo compressée qui est le service web.

Dans le chapitre suivant, nous présentons la conception de notre système.

chapitre IV

1. introduction

Les systèmes informatiques actuels sont de plus en plus complexes et exigeants néanmoins en matière de conduite. Cela oblige les concepteurs à s'intéresser à des méthodes diverses, afin de concevoir ces systèmes.

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'étude conceptuelle ainsi que la réalisation de notre système en utilisant pour plus de lisibilité le langage de modélisation UML (Unified Modeling Language) est devenu la référence en termes de modélisation objet. Ce type de modèle sera utilisé dans notre démarche de conception.

2. Présentation du projet

Lorsqu'un équipement tombe en panne ou nécessite des travaux de maintenance, un opérateur de maintenance (technicien) est chargé d'intervenir pour remettre l'équipement à son état de fonctionnement. Pour cela, le technicien a besoin d'une assistance permanente afin d'optimiser son intervention. Ainsi, l'opérateur doit utiliser la réalité augmentée comme outil d'assistance.

Après avoir effectué un diagnostic de la machine, le technicien effectue sa tâche de maintenance. Dans plusieurs cas, le technicien n'arrive pas à résoudre le problème. Pour cela, il fait appel à un ou plusieurs experts afin de proposer les procédures de maintenance adéquates. Pour cela, un dialogue à distance, via un réseau internet sans fil, sera engagé entre les deux acteurs (technicien et expert). Le technicien expose son problème et l'expert propose la solution correspondante.

La collaboration se fait de manière visuelle par l'échange de vidéo pour cela nous allons utiliser le CODEC MJPEG pour compresser la vidéo afin de mettre l'envoi plus rapide. Ainsi l'utilisation de service web pour la transmission de vidéo.

3. Recueil des besoins techniques

Les besoins techniques qui ont été adoptés pour la réalisation de ce projet :

3.1 Sécurité

Tout utilisateur connecté au système doit être identifié par un nom d'utilisateur et un mot de passe.

Les noms d'utilisateur ainsi que les mots de passe sont attribués par l'administrateur.

3.2 Environnement de développement

- Modélisation avec UML 2.0.
- Langage de programmation c#, Framework 3.5 et compact Framework 3.5.
- Utilisation de l'IDE Visual studio 2008 pro.
- Utilisation de serveur IIS.

3.3 Type d'équipements

Le technicien doit être équipé d'un PC portable ou bien d'un PC de poche.

L'expert doit avoir un ordinateur de bureau ou un PC portable.

Un ou plusieurs points d'accès wifi sont indispensables pour assurer la communication entre les deux acteurs.

4. Recueil des besoins fonctionnels

Pour bien répondre aux attentes des utilisateurs. Nous avons effectué plusieurs recherches et entretiens, ce qui nous a permis de mieux identifier les fonctionnalités que notre système doit fournir.

A l'issue de cette étude nous avons abouti au cahier de charge suivant :

Les interventions de maintenance se font entre des techniciens et des experts se situant dans des lieux distants. les techniciens sont munis de Tablettes PC, reliée à des bornes Wifi connectées à Internet et les experts sont munis des ordinateurs connectés eux aussi au réseau Internet.

Un technicien effectue une capture vidéo de l'endroit où la panne s'est produite, la vidéo est transférée en temps réel à l'expert. En consultant l'historique de la machine, ce dernier propose des scénarios (procédures) de maintenance. Ces scénarios sont insérés dans la vidéo sous forme d'augmentations (texte, objets 3D et enregistrements vocales) afin de permettre au technicien d'intervenir sur le lieu de la panne. Le technicien visualise la vidéo augmentée par des objets virtuels. Pour faciliter l'opération d'intervention, un dialogue via le chat, envoi de fichiers, édition vidéo, etc... est mis en place. A la fin de chaque réparation, un rapport d'intervention est généré et ensuite complété par les réparateurs.

5. Identification des acteurs

Par définition un acteur se situe à l'extérieur du système, il représente un rôle joué par une personne ou par une chose qui interagit avec le système.

Les acteurs se recrutent parmi les utilisateurs du système. Nous avons deux acteurs potentiels et un administrateur du système :

-Expert

-Technicien

-Administrateur

Expert : Il reçoit les demandes d'aides envoyées par les Techniciens. Il enrichie les scénarios de maintenance.

Technicien : il effectue la tache de maintenance pour se faire, il peut consulter la documentation, solliciter l'aide d'un expert à travers les demandes d'intervention.

Administrateur : il est chargé de la gestion des comptes de tous les utilisateurs du système.

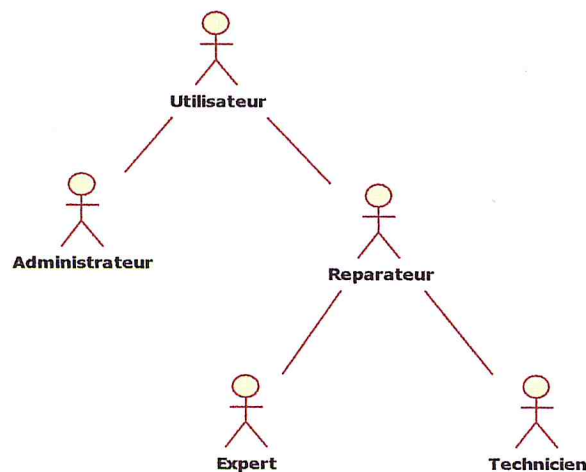


Figure IV.1 Hiérarchie des acteurs.

6. Modélisation du contexte

A partir des informations obtenues lors des étapes précédentes, nous allons modéliser le contexte de notre système. Ce dernier doit donc offrir les fonctionnalités suivantes :

Au niveau technicien :

- S'authentifier.

- Consulter l'historique des interventions.
- Consulter la documentation.
- Contacter un expert.
- Capturer la vidéo.
- Envoyer une vidéo à l'expert.
- Envoyer des messages texte à l'expert.
- Générer un rapport d'intervention.

Au niveau expert :

- S'authentifier.
- Consulter l'historique des interventions.
- Consulter la documentation.
- Augmenter vidéo reçue avec un outil du système.
- Envoyer vidéo augmentée au technicien.
- Envoyer des messages texte au technicien.
- Générer un rapport d'intervention.

Au niveau administrateur :

- S'authentifier.
- Gérer les utilisateurs.

7. Analyse des besoins fonctionnels

L'analyse des besoins fonctionnels a pour objectifs principale de compléter le recueil initial des besoins effectué pendant l'étude préliminaire nous allons expliquer comment utiliser à cet effet le concept central de cas d'utilisation proposé par UML.

Cette phase de conception permet de décrire les fonctionnalités du système et les contraintes sous lesquelles celui-ci doit être réalisé.

Donc ça consiste à regarder le système à construire de l'extérieur, du point de vu de l'utilisateur et les fonctionnalités qu'il en attend.

8. les Cas d'utilisations

Avant de passer à la schématisation des différents cas d'utilisations, le tableau descriptif ci-dessous récapitule les acteurs et actions des différents cas d'utilisation.

Cas d'utilisation	Acteur	Taches et actions réalisés par les différents acteurs et leurs interactions
Gestion d'authentification		
Authentifier	Utilisateur	Emet : demande d'authentification Reçoit : accès au profile
Déconnecter	Utilisateur	Emet : demande de déconnexion Reçoit : quitter le profile
Gestion des utilisateurs		
Gérer les utilisateurs	Administrateur	Emet : demande d'ajout ou de modification ou cherche un expert Reçoit : le message adéquat de chaque opération
Gestion des documentation		
Consulter rapports	Réparateur	Emet : demande d'affichage les détails Reçoit : liste des rapports
Gérer équipement	Expert	Emet : demande d'ajout ou, modification d'un équipement, composant, panne et scenario Reçoit : le message adéquat pour chaque opération
Dérouler le scenario augmenté	Technicien	Emet : demande de choisir un équipement et composant et une panne. Reçoit : affichage de demande.
Messagerie		
Envoyer message	Réparateur	Emet : demande d'envoi un email Reçoit : email envoyé avec succès
utiliser le module chat	Réparateur	Emet : demande d'envoi texte via chat box Reçoit : texte envoyé avec succès
L'envoi de vidéo		

Capturer vidéo	Technicien	Emet : demande de lancement web Cam ou caméra Reçoit : web Cam lancé avec succès
Envoi de vidéo capturé	technicien	Emet : demande de transférer vidéo à l'expert. Reçoit : vidéo transfert avec succès.
Edition vidéo		
Augmenter la scène vidéo	Expert	Emet : ajout d'un texte 3d et objets 3d Reçoit : texte et objets affiché avec succès
Gérer le taux de compression	Expert	Emet : demande d'augmenter ou diminuer le taux de compression Reçoit : vidéo compressé avec le taux déjà spécifier
Envoyer la vidéo augmentée	Expert	Emet : demande d'envoie la vidéo Reçoit : vidéo envoyée avec succès
Demande d'intervention		
Chercher un expert	Technicien	Emet : demande liste des experts disponible Reçoit : liste des experts affichée avec succès
Contacteur un expert	Technicien	Emet : demande de contacter un expert Reçoit : demande effectuer avec succès si l'expert accepte la demande

Tableau IV.1 les cas d'utilisations.

8.1 Diagramme de cas d'utilisation globale

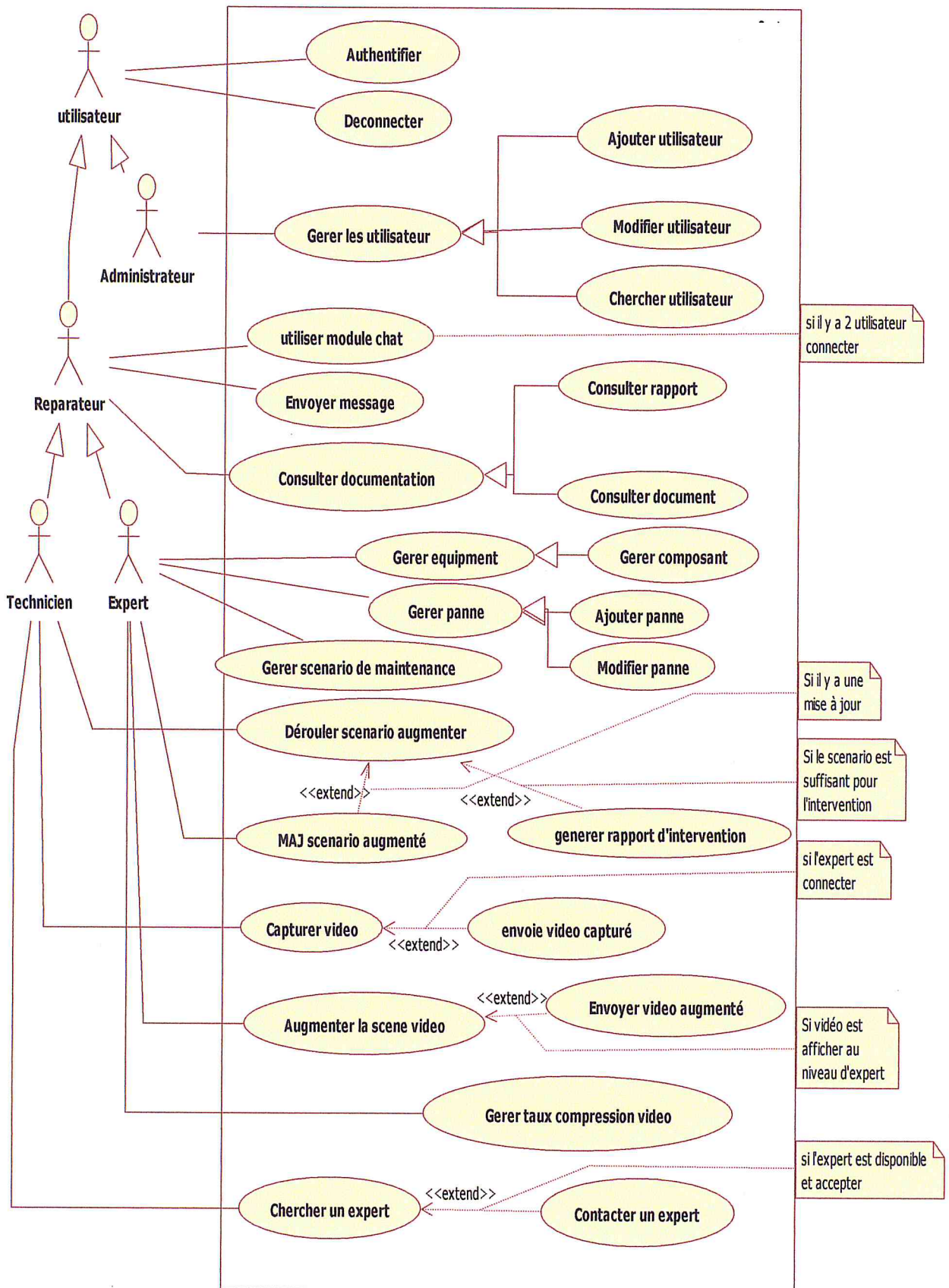


Figure IV.2 Diagramme de cas d'utilisation globale.

8.2 Description des cas d'utilisations

Dans ce qui suit nous allons donner plus de détails sur chaque cas d'utilisation qui décrit a priori l'intention de l'acteur lorsqu'il utilise le système.

La description d'un cas d'utilisation est organisée de la manière suivante :

- **Pré-condition** : les conditions indispensables pour le déclenchement correcte d'un cas d'utilisation.
- **Scenario nominal** : décrivant les activités d'un cas d'utilisation.
- **Exception** : décrit les exceptions qui peuvent apparaître au moment de l'exécution d'un cas d'utilisation.
- **Post conditions** : les résultats de l'exécution d'un cas d'utilisation.

8.2.1 Cas d'utilisation « gestion d'authentification »

8.2.1.1 Cas d'utilisation « authentifier »

Pré-condition

L'acteur doit être inscrit.

Scenario nominal

Introduire le nom d'utilisation et le mot de passe de l'expert et technicien.

Exception

L'application affiche un message d'erreur « veuillez entrer le nom et mot passe » ou bien « nom utilisateur et mot passe n'existe pas » lorsque le nom saisi n'existe pas et lorsque le mot passe est incorrecte.

Post conditions : utilisation les fonctionnalités de système.

8.2.1.2 Cas d'utilisation « déconnexion »

Pré-condition:

L'application doit être bien connectée au serveur, utilisateur déjà connecté.

Scenario nominal

L'utilisateur peut quitter sa session à tout moment et informer tous les utilisateurs connecté avec lui de son départ.

Exceptions:/

Post conditions : session fermé et quitter l'application.

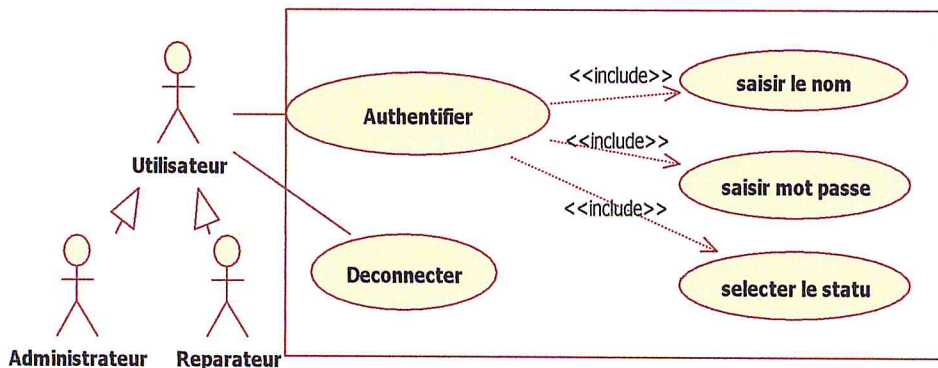


Figure IV.3 Diagramme de cas d'utilisation « gestion d'authentification ».

8.2.2 Cas d'utilisation « gérer les utilisateurs »

Pré-condition:

Administrateur connecté au système.

Scenario nominal

Pour qu'un utilisateur (technicien/expert) puisse se connecter au système, il doit être enregistré auparavant par un administrateur, en effet, l'administrateur lui fournit un nom d'utilisateur et un mot de passe. L'administrateur peut également faire la modification d'un utilisateur.

Exception : « Utilisateur n'existe pas » recherche d'un utilisateur qui n'existe pas.

Post conditions : utilisateur ajouté ou modifier avec succès.

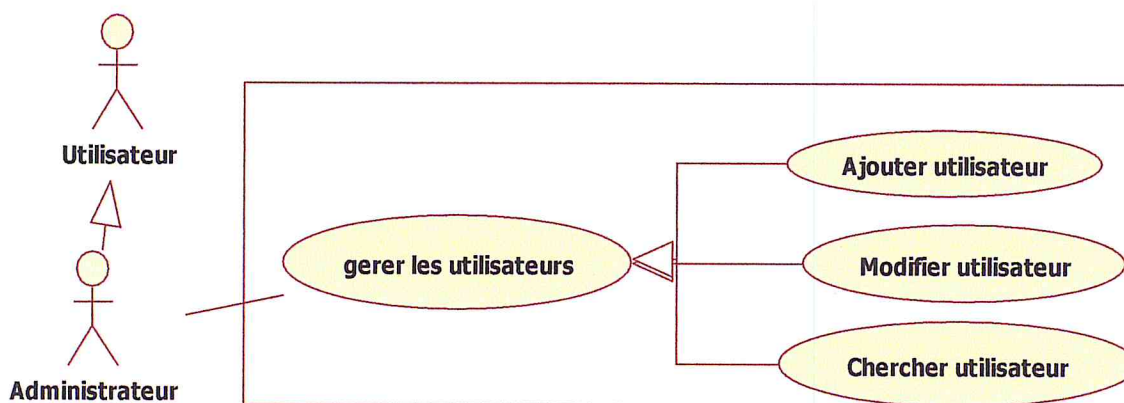


Figure IV.4 Diagramme de cas d'utilisation « gérer les utilisateurs ».

8.2.3 Cas d'utilisation « édition de vidéo »

8.2.3.1 Cas d'utilisation « Augmenter une vidéo »

Pré-condition:

Application ouverte, technicien connecté, expert connecté, la vidéo à éditer existe.

Scenario nominal

L'expert dispose d'un ensemble d'outils lui permettant d'éditer les vidéos envoyées par le technicien afin de leurs ajouter des augmentations (donner des explications sur la vidéo en lui superposant des objets).

Exceptions : /

Post conditions : après l'augmentation de la scène l'expert doit valider l'opération et l'envoyer au technicien.

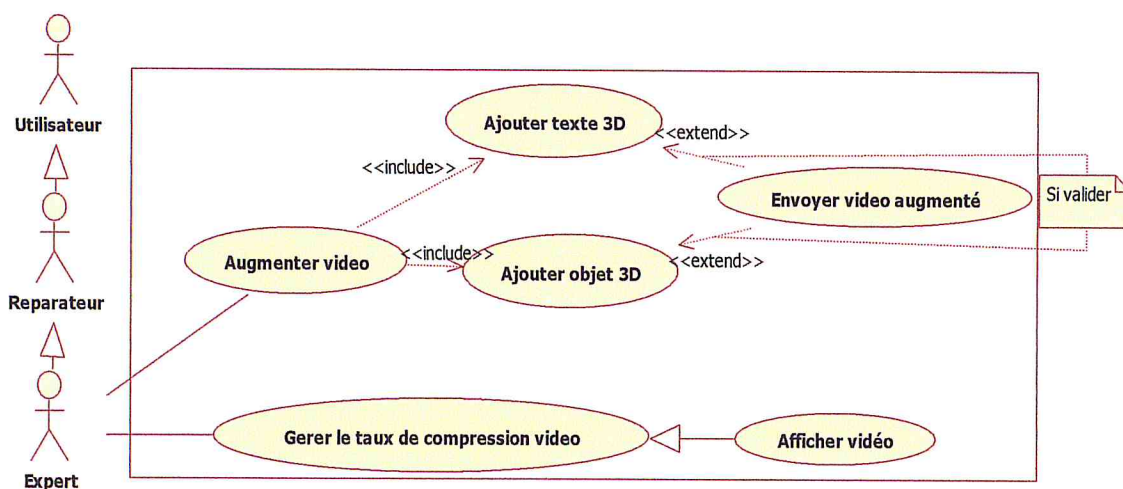


Figure IV.5 Diagramme de cas d'utilisation « Édition de vidéo ».

8.2.4 Cas d'utilisation « gestion des documentations »

8.2.4.1 Cas d'utilisation « Consulter rapport »

Pré-condition:

L'application doit être ouverte, expert connecté, technicien connecté.

Scenario nominal

L'expert ou le technicien peut consulter les rapports soit par thème ou bien par type de panne pour acquérir plus d'informations.

Exceptions:

Le système affiche un message d'erreur : «Rapport n'existe pas» lorsque le rapport demandé n'existe pas dans la base de données.

Post conditions : le réparateur doit toujours fermer les rapports déjà consulté.

8.2.4.2 Cas d'utilisation « Gérer la documentation »

Pré-condition

L'application doit être bien ouverte, expert connecté.

Scénario nominal

L'expert met à jour la liste des rapports des pannes et scénarios augmenté, ces derniers seront enregistrés dans le système, pour résoudre le même problème ultérieurement.

Exception : /

Post conditions : après la modification ou bien ajouter rapport, la validation obligatoire.

8.2.4.3 Cas d'utilisation « Générer un rapport d'intervention»

Pré-condition

L'application doit être ouverte, technicien connecté.

Scénario nominal

Le technicien peut générer un rapport d'intervention après chaque exécution d'un scénario de maintenance .ce rapport sera enregistrés dans le système, pour résoudre le même problème ultérieurement.

Exception : Il enregistre également un rapport après chaque intervention pour qu'il soit exploitable par la suite.

Post conditions : après l'ajouter rapport, la validation obligatoire.

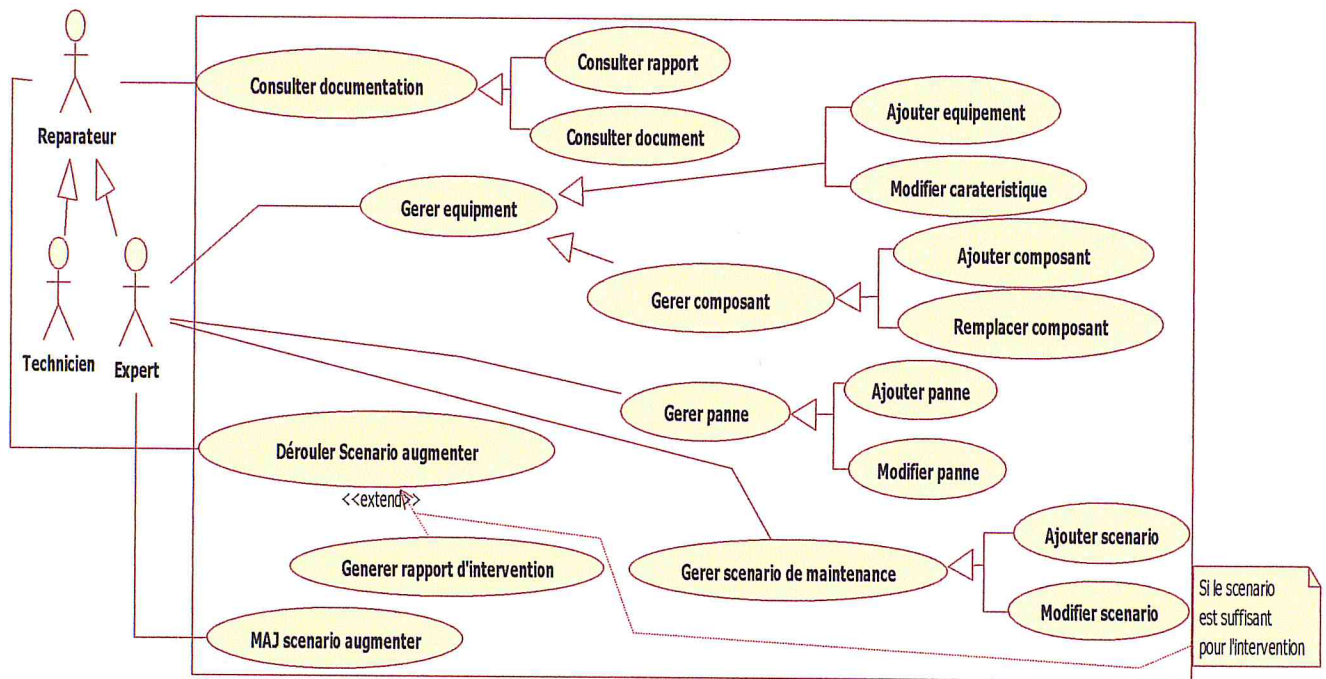


Figure IV.6 Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des documentations ».

8.2.5 Cas d'utilisation « Gérer messagerie »

8.2.5.1 Cas d'utilisation « Envoyer message » et « utiliser module chat »

Pré-condition

L'application doit être ouverte et bien connectée au serveur, Technicien et Expert sont connectés au système.

Scenario nominal

L'expert et le technicien disposent un outil de communication entre eux en utilisant l'envoi d'un message (mail) ou bien utiliser un module chat.

Exception : l'erreur d'envoi.

Post conditions : réception des données dans les deux côtés.

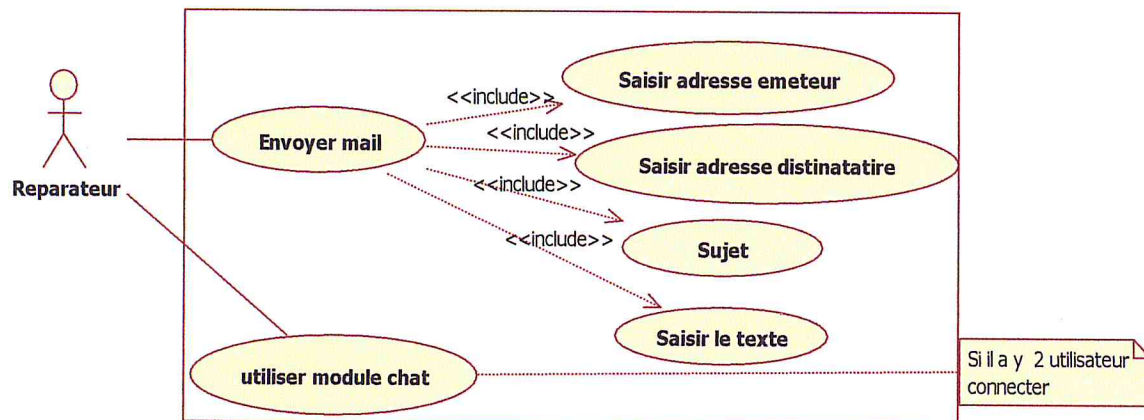


Figure IV.7 Diagramme de cas d'utilisation « Envoyer mail et utiliser module chat ».

8.2.6 Cas d'utilisation « envoie de vidéo »

Pré- condition

L'application doit être bien connectée au serveur, Technicien et Expert sont connectés au système.

Scenario nominal

Le technicien peut capturer la vidéo et envoyer à l'expert par l'utilisation du service web.

Exception : l'expert n'est pas connecter.

Post conditions : réception de vidéo au côté de l'expert.

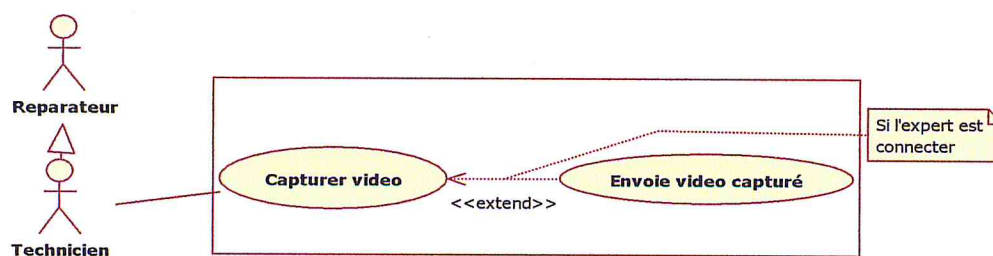


Figure IV.8 Diagramme de cas d'utilisation « Envoie de vidéo ».

8.2.7 Cas d'utilisation « Demande d'intervention »

8.2.7.1 Cas d'utilisation « contacter un expert »

Pré-condition

L'application doit être ouverte et bien connectée au serveur, le technicien est connecté au système.

Scenario nominal

Une fois le technicien connecté au système il obtient la liste des experts connectés et choisir un expert, Lorsqu'un un technicien ne trouve pas de solutions dans la liste des pannes les plus fréquentes enregistrée dans le système, le technicien peut contacter un expert pour aider à résoudre la panne.

Exception : /

Post conditions : liste des experts en ligne.

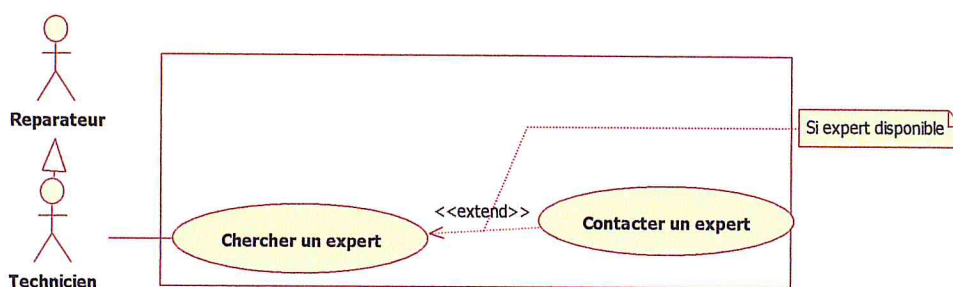


Figure IV.9 Diagramme de cas d'utilisation « Demande d'intervention ».

9. Les Diagrammes d'activité

9.1 Diagramme d'activité « gestion d'authentification »

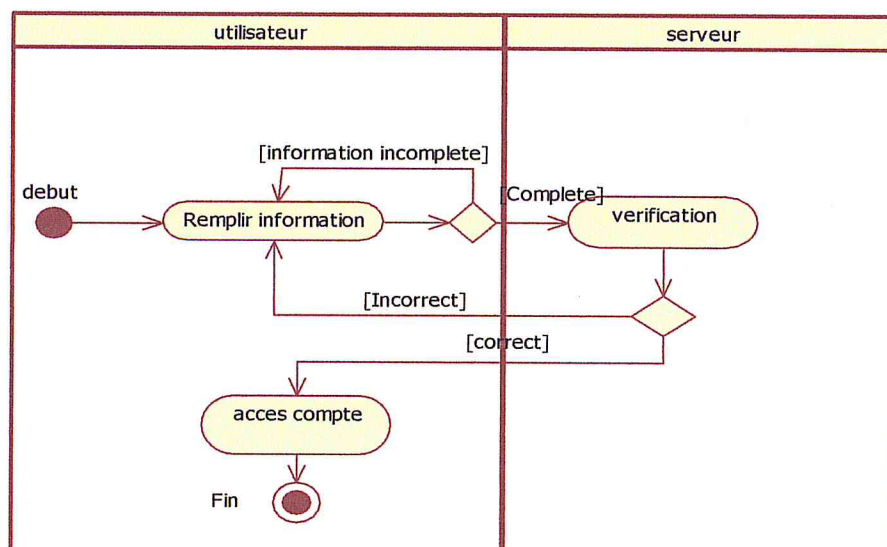


Figure IV.10 Diagramme d'activité « gestion d'authentification ».

Description :

But : accès au compte.

Pré-condition : application ouverte et l'acteur possède un compte.

Scénario : lorsque un acteur veut accéder à son compte il faut d'abord saisir le nom d'utilisateur et le mot de passe ainsi le statut. Le système vérifie les informations s'ils sont valides, l'acteur accède à son compte sinon le système demande de ressaisir les informations.

Tache	Nature
Remplir information	Manuel
Vérification	Auto
Accès compte	Auto

Tableau IV.2 « La nature des tâches de gestion d'authentification ».

9.2 Diagramme d'activité « gestion des utilisateurs »

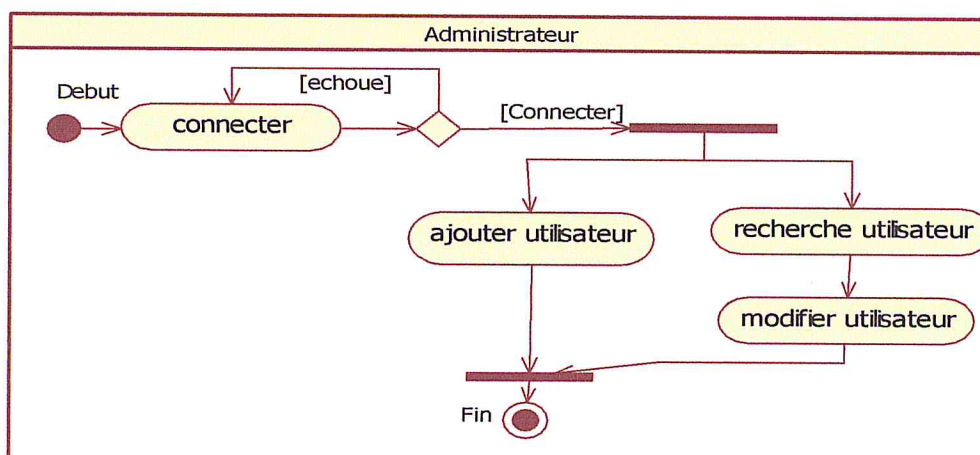


Figure IV.11 Diagramme d'activité « gestion des utilisateurs ».

Description :

But : ajouter un utilisateur ou modifier les informations d'un utilisateur

Pré-condition : application ouverte et administrateur connecté.

Scénario : lorsque un administrateur veut modifier ou ajouter un utilisateur il doit authentifier au compte administrateur. Si l'opération est d'ajouter un utilisateur l'administrateur doit remplir les informations de ce nouveau utilisateur. Si l'opération est de modifier les informations d'un utilisateur existant il doit tout d'abord chercher l'utilisateur et afficher ces informations et après modifier les champs qu'il veut modifier.

Tache	Nature
Connecter	informatisé
Ajouter utilisateur	Manuel
Rechercher utilisateur	Manuel
Modifier utilisateur	Manuel

Tableau IV.3 « La nature des taches de gestion d'utilisation ».

9.3 Diagramme d'activité « gestion des rapports »

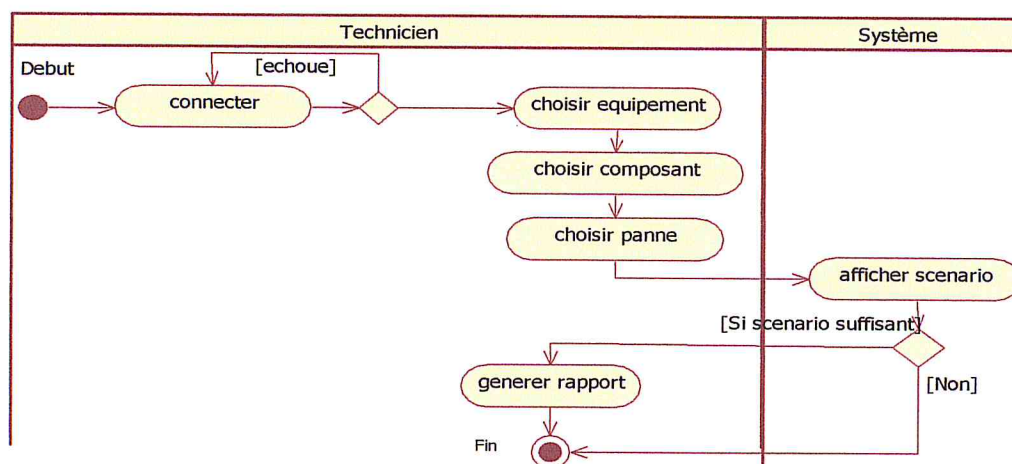


Figure IV.12 Diagramme d'activité « gestion des rapports ».

Description :

But : consulter un rapport ou générer un rapport

Pré-condition : réparateur connecté

Scénario :

Si un réparateur veut consulter un rapport il faut d'abord connecter au système et choisir l'équipement qu'il veut consulter ces rapport, après il choisit un composant et la panne après le système affiche le scénario correspondant a la panne choisi si le scénario est suffisant pour une opération de maintenance et si le réparateur est un technicien donc il peut générer un rapport de maintenance.

Tache	Nature
Connecter	informatisé
Choisir équipement	Manuel
Choisir composant	manuel
Choisir panne	Manuel
Affiché scénario	Auto
Générer rapport	Auto

Tableau IV.4 « La nature des taches de gestion des rapports».

9.4 Diagramme d'activité « messagerie »

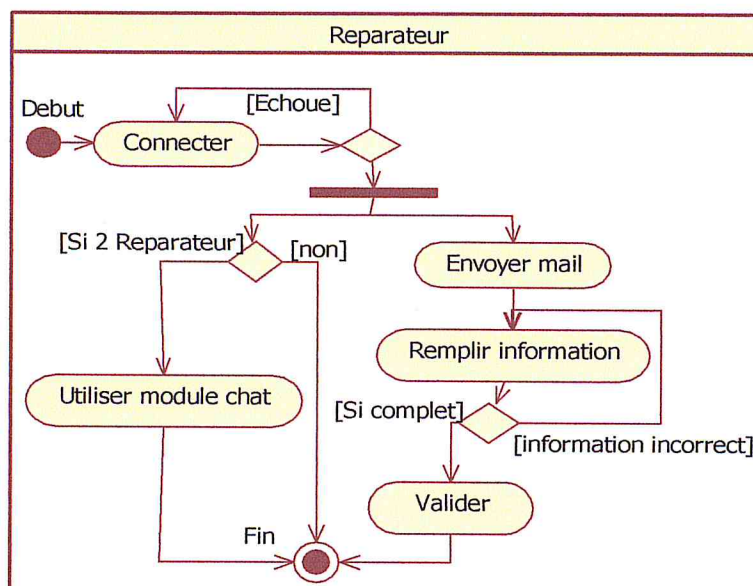


Figure IV.13 Diagramme d'activité « messagerie ».

Description :

But : échange des messages entre les acteurs.

Pré-condition : application ouverte et bien connecté au serveur, réparateur connecté

Scénario :

Si un réparateur veut échanger des messages avec autre réparateur, il faut d'abord accéder au son compte. il existe deux type d'échanges messages soit par Email ou bien par l'utilisation du chat .si le type de messages est un email donc le réparateur remplit les champs obligatoire mais si le type est l'utilisation du chat dans ce cas il faut que au moins deux réparateurs sont enligne et connecté entre eux.

Tache	Nature
Connecter	informatisé
Envoyer mail	Workflow
Utiliser module chat	Workflow
Remplir information	Manuel
Valider	Manuel

Tableau IV.5 « La nature des taches d'un messagerie».

9.5 Diagramme d'activité « édition de vidéo »

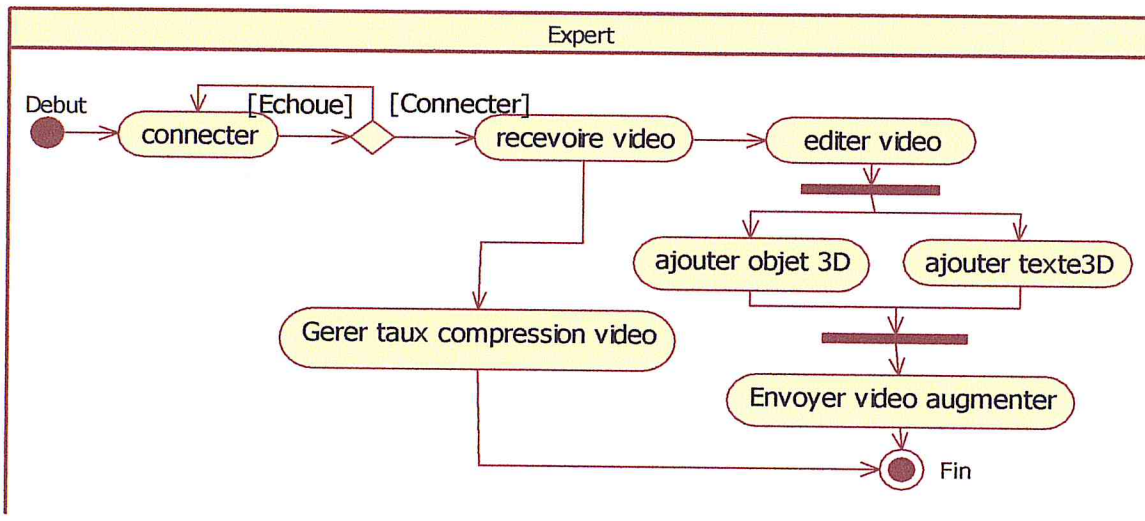


Figure IV.14 Diagramme d'activité « édition de vidéo ».

Description :

But : éditer une vidéo

Pré-condition : l'application bien connectée au serveur, technicien connecté et expert connecté

Scénario : lorsqu'un expert veut éditer une vidéo il faut qu'il soit connecté, au moment où l'expert reçoit la vidéo de la part d'un technicien il peut l'éditer. L'édition du vidéo se fait en deux manière soit éditer la qualité du vidéo ou augmenter la vidéo. En cas d'édition la qualité du vidéo l'expert peut changer le taux de compression (la compression du vidéo se fait au coté de technicien).en cas d'augmentation l'expert peut ajouter à la scène vidéo des objets virtuels pour bien aider le technicien à maintenir un équipement. A la fin l'expert envoie la vidéo augmenté au technicien.

Tache	Nature
Connecter	informatisé
Recevoir vidéo	Workflow
Editer vidéo	Manuel
Ajouter objet 3D	Manuel
Ajouter texte 3D	Manuel
Envoyer vidéo	Workflow
Gérer compression vidéo	Manuel

Tableau IV.6 « La nature des taches d'un édition de vidéo ».

9.6 Diagramme d'activité « envoi de vidéo »

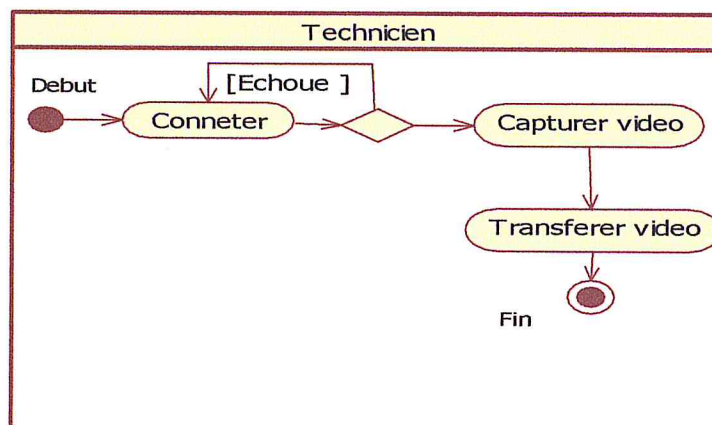


Figure IV.15 Diagramme d'activité « envoi de vidéo ».

Description :

But : envoi du vidéo

Pré-condition : application ouverte et bien connecté au serveur, technicien connecté.

Scénario : en cas ou le technicien n'a pas pu résoudre un une panne il connecte au système pour obtenir une aide d'un expert par une communication visuelle. Donc il connecte au système, il démarre la capture de la vidéo et l'envoi à l'expert destiné.

Tache	Nature
Connecter	Auto
Capture vidéo	Manuel
Transférer vidéo	Workflow

Tableau IV.7 « La nature des taches d'un envoi de vidéo ».

9.7 Diagramme d'activité « contacter un expert »

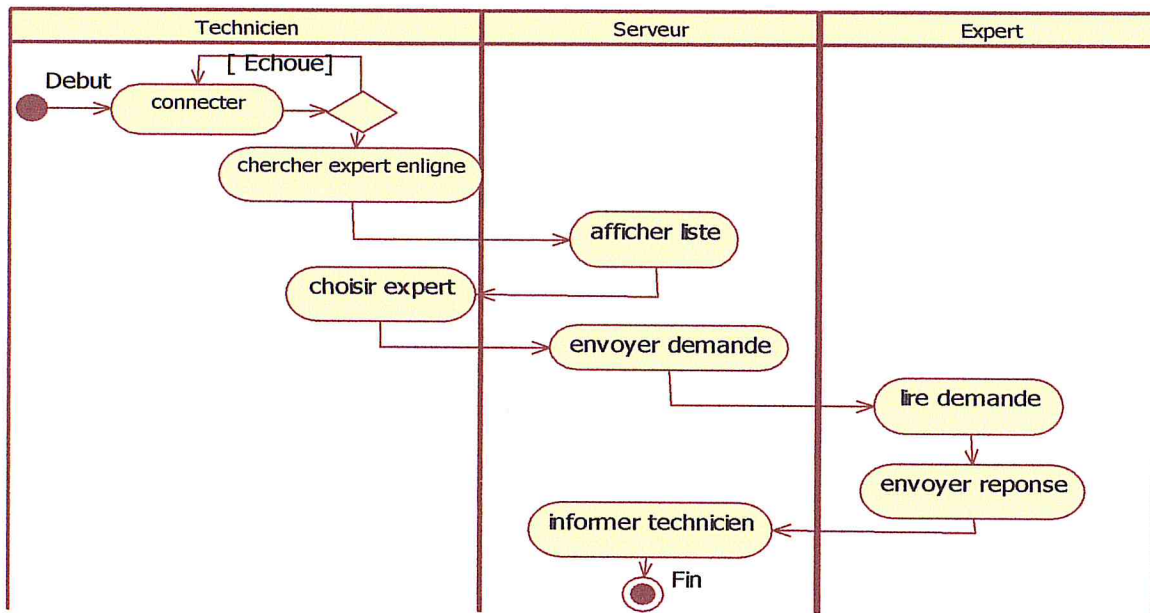


Figure IV.16 Diagramme d'activité « demande d'intervention ».

Description :

But : contacter un expert pour une intervention visuelle

Pré-condition : application ouverte et bien connecté au serveur, technicien connecté et au moins un expert connecté et en ligne.

Scénario : lors d'une intervention directe (visuelle) le technicien doit chercher un expert pour l'aider à résoudre une panne donc il faut connecter d'abord. après il lance une recherche d'un expert en ligne, le système affiche une liste contenant tous les experts qui sont en ligne. Parmi les experts en ligne le technicien doit choisir un expert, lorsque le choix est confirmé le système envoie une demande à l'expert choisi. L'expert lit la demande et il a le choix d'accepter ou refuser donc le système informe le technicien la réponse de l'expert.

Tache	Nature
Connecter	informatisé
Chercher un expert en ligne	Manuel
Afficher liste experts	informatisé
Choisir un expert	Manuel
Envoyer demande	auto
Lire demande	Manuel
Envoyer demande	auto
Informé expert	auto

Tableau IV.8 « La nature des tâches d'une demande d'intervention ».

10. Diagramme de classe

10.1 Description des classes

A ce niveau nous spécifions les attributs et les opérations de chaque classe de notre diagramme global.

Pour une meilleure compréhension, voilà la signification des abréviations utilisés dans les tableaux au-dessous :

Classe Utilisateur		
Cette classe regroupe les utilisateurs ayant une relation avec les processus d'études, Avec User_name comme identifiant.		
Attribut	Type	Désignation
User_name	Chaîne de caractères	Le nom de l'utilisateur pour l'authentification
Mot passe	Chaîne de caractères	Le mot de passe de l'utilisateur pour l'authentification
Nom	Chaîne de caractère	Nom de l'utilisateur
Prénom	Chaîne de caractère	Prénom de l'utilisateur
Date naiss	Date	Date de naissance
Fonction	Chaîne de caractère	Fonction de l'utilisateur
Type	Chaîne de caractère	Type de l'utilisateur
Email	Chaîne de caractère	Email de l'utilisateur
State	Chaîne de caractère	Etat de l'utilisateur s'il est actif ou inactif
Opérations		Signification
Ajouter ()		Ajouter un nouvel utilisateur
Modifier ()		Modifier les informations d'un utilisateur
Chercher ()		Chercher un utilisateur

Tableau IV.9 Description de la classe utilisateur.

Classe documentation		
Cette class contient tous les rapports que l'expert a rédigé après chaque intervention et utilise Num comme identifiant		
Attribut	Type	Désignation
Num	entier	L'identifiant du rapport
Date	Date	Date de rapport
Description	Chaîne de caractère	Le problème et les solutions
Nom	Chaîne de caractère	Le technicien qui a rédigé le rapport

Opérations	Signification
Ajouter ()	Créer un nouveau rapport
Modifier ()	Modifier un rapport

Tableau IV.10 Description de la classe rapport.

Classe panne		
Cette class contient l'ensemble des pannes déjà régler. le id_panne est l'identifiant de cette class		
Attribut	Type	Désignation
Id_Panne	entier	Identifiant de panne
Désignation	Chaine de caractère	Description de la panne
Opérations		Signification
Ajouter ()		Ajouter une nouvelle panne
Modifier ()		Modifier une panne

Tableau IV.11 Description de la classe panne.

Classe Composant		
Cette classe regroupe l'ensemble des composants d'un équipement quelconque.		
Attribut	Type	Désignation
Id_Comp	entier	Identifiant d'un composant
Désignation	Chaine de caractère	Description de composant
Opérations		Signification
Ajouter ()		Ajouter un sous équipement pour un équipement
Remplacer ()		Remplacer un composant d'un équipement

Tableau IV.12 Description de la classe composant.

Classe équipement		
Cette classe regroupe l'ensemble des équipements.		
Attribut	Type	Désignation
Id_Equip	entier	Identifiant d'un équipement
Désignation	Chaine de caractère	Description d'équipement
Domaine	Chaine de caractère	Le domaine de l'équipement
Opérations		Signification
Ajouter ()		Ajouter un équipement
Modifier ()		Modifier un équipement

Tableau IV.13 Description de la classe équipement.

Classe virtuel Object		
Cette class contient l'ensemble des objets virtuels utilisé lors une intervention		
Attribut	Type	Désignation
Id_object	entier	Identifiant de l'objet
Désignation	Chaine de	Description de l'objet

	caractère	
Path	Chaîne de caractère	Le chemin d'un objet
Rotation x	float	Rotation par rapport l'axe x
Rotation y	Float	Rotation par rapport l'axe y
Rotation z	Float	Rotation par rapport l'axe z
Translation x	Float	translation par rapport l'axe x
Translation y	Float	translation par rapport l'axe y
Translation z	Float	translation par rapport l'axe z
Zoom	Float	zoom
Texture		
Couleur	Color	Couleur de l'objet
Opérations		Signification
Ajouter ()		Ajouter un objet virtuel
Charger ()		Charger un objet virtuel
Afficher ()		Afficher un objet virtuel
Envoyer ()		Envoyer un objet virtuel

Tableau IV.14 Description de la classe objet virtuel.

Classe marqueur		
Cette class contient les marqueurs déjà défini		
Attribut	Type	Désignation
Id_marquer	entier	Identifiant du marqueur
Désignation	Chaîne de caractère	Description du marqueur
Opérations		Signification
Ajouter ()		Ajouter un marqueur
Supprimer ()		Supprimer un marqueur

Tableau IV.15 Description de la classe marqueur.

Classe scénario		
Cette classe regroupe l'ensemble des scénarios de maintenance pour une panne d'un équipement.		
Attribut	Type	Désignation
Id_Scenario	entier	Identifiant d'un scénario
Nom_scenario	Chaîne de caractère	Nom du scénario
Description_scenario	Chaîne de caractère	Description du scénario
Opérations		Signification
Ajouter_scen ()		Ajouter scénario
Modifier_scen ()		Modifier scénario
Afficher_scenario()		Affiche le scénario

Tableau IV.16 Description de la classe scénario.

Classe Vidéo		
Cette classe regroupe l'ensemble des images ou une séquence des images sauvegardées après une opération de maintenance via échange vidéo.		
Attribut	Type	Désignation

Id image	entier	Identifiant de l'image
Compress	entier	Taux de compression
Opérations		Signification
Capturer ()		Capturer une image ou vidéo
Envoyer ()		Envoyer une image ou vidéo
Compresser (taux)		Compresser l'image ou vidéo

Tableau IV.17 Description de la classe vidéo.

Classe par héritage
<u>Class administrateur</u> Classe qui hérite de la classe « Utilisateur », elle contient l'administrateur du system.
<u>réparateur :</u> Classe qui hérite de classe « utilisateur », elle regroupe tous les Techniciens et les experts.
<u>Technicien :</u> Classe qui hérite de la classe « réparateur », elle regroupe tous les techniciens.
<u>Expert :</u> Classe qui hérite de la classe «réparateur», elle regroupe tous les experts.
<u>Objet3D :</u> Classe qui hérite de la classe «Objet Virtuel», elle regroupe tous les objets 3D
<u>Texte3D :</u> Classe qui hérite de la classe «Objet Virtuel», elle regroupe tous les objets en format textuel
<u>Rapport :</u> Classe qui hérite de la classe « Documentation », elle regroupe tous les rapports
<u>Document :</u> Classe qui hérite de la classe « Documentation »,
<u>Vidéo :</u> Classe hérite de la classe « Donnée »,
<u>Texte :</u> Classe hérite de la classe « Donnée »,

Tableau IV.18 Classe par héritage.

10.2 Diagramme de classe global :

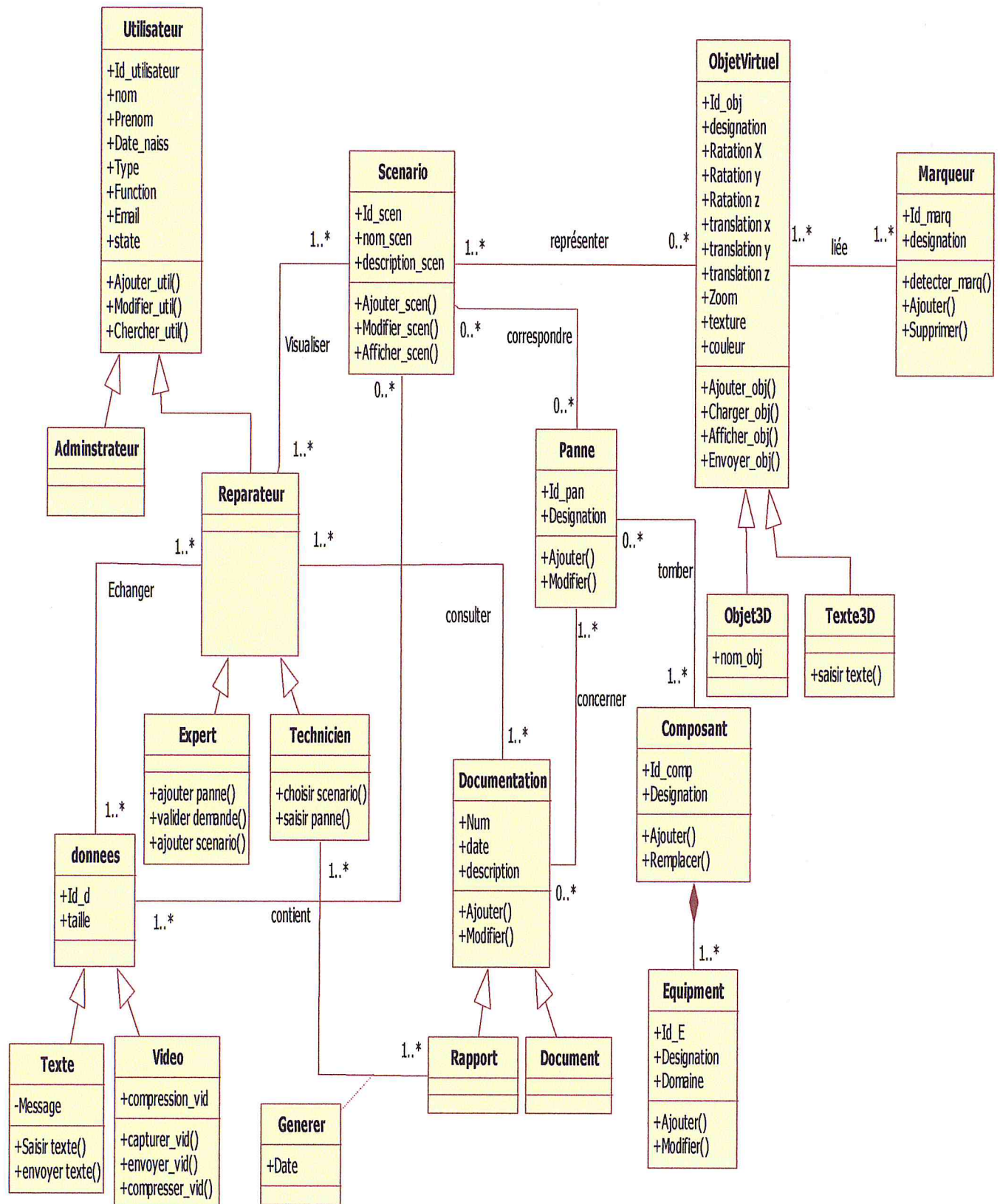


Figure IV.17 Diagramme de classe globale.

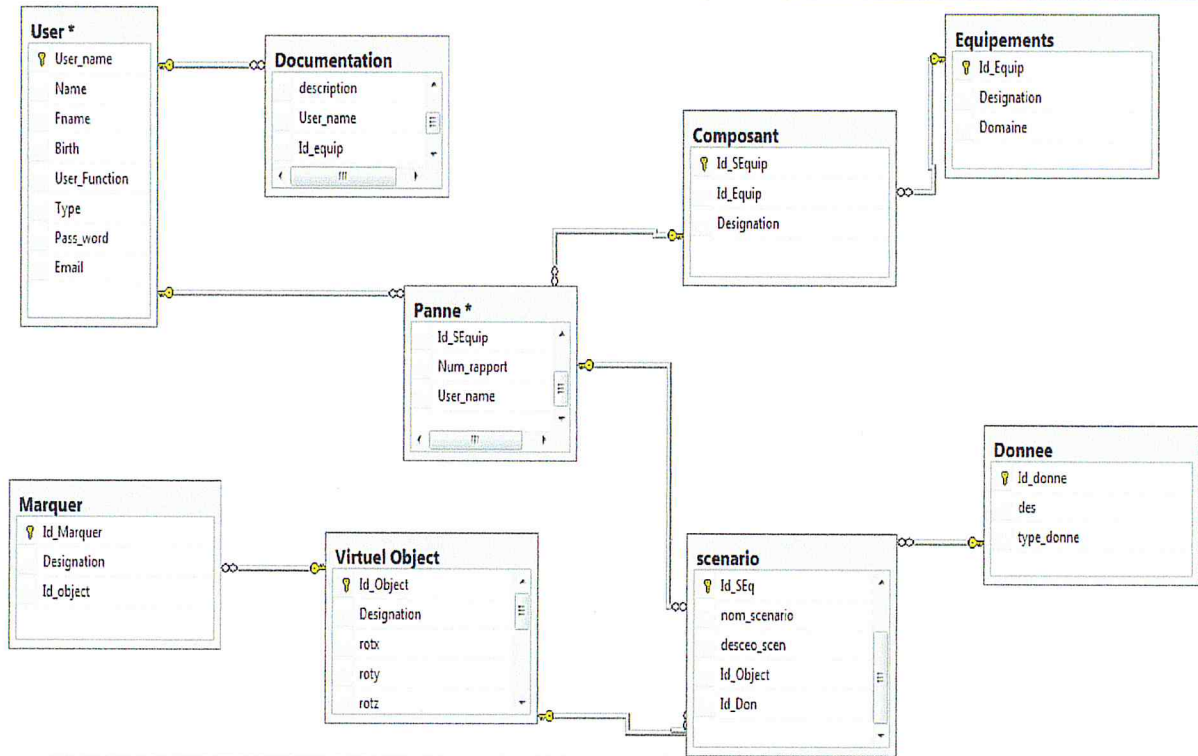


Schéma de base de données.

11. Les Diagrammes de séquence

11.1 Diagramme de séquence « Authentifier »

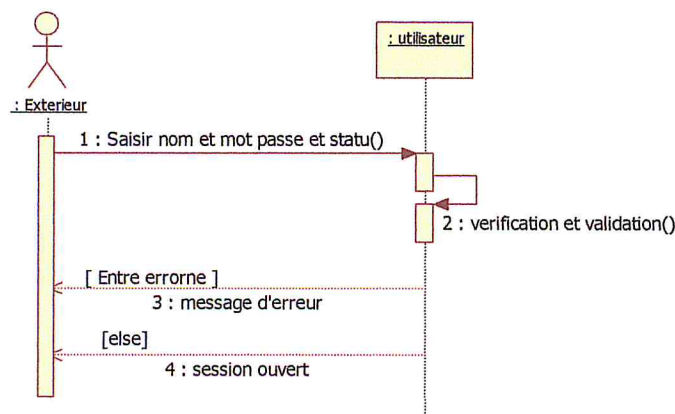


Figure IV.18 Diagramme de séquence « authentifier ».

Le scénario :

Pour qu'un utilisateur puisse interagir avec le système et bénéficier de ses fonctionnalités, il doit :

- 1-saisir nom d'utilisateur, mot de passe et statut
- 2-le système vérifié les informations déjà saisi par l'utilisateur

3-le système affiche un message d'erreur en cas d'erreurs sur les informations

4-sinon le system ouvert la session correspondante a l'utilisateur.

11.2 Diagramme de séquence « Déconnecter »

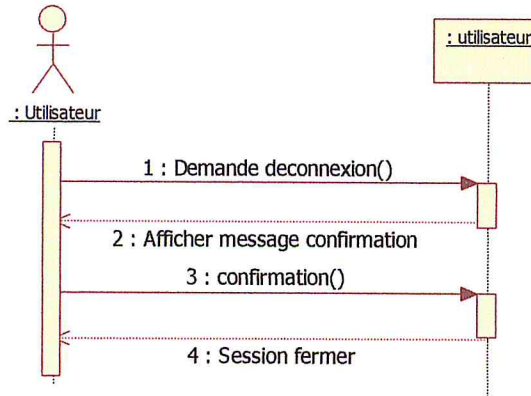


Figure IV.19 Diagramme de séquence « Déconnecter ».

Le Scénario :

L'utilisateur a la possibilité de se déconnecter du système :

1-l'utilisateur demande au système de fermer sa session

2-le système affiche un message de confirmation.

3-l'utilisateur confirme la demande

4-le système fermé la session.

11.3 Diagramme de séquence « Ajouter utilisateur »

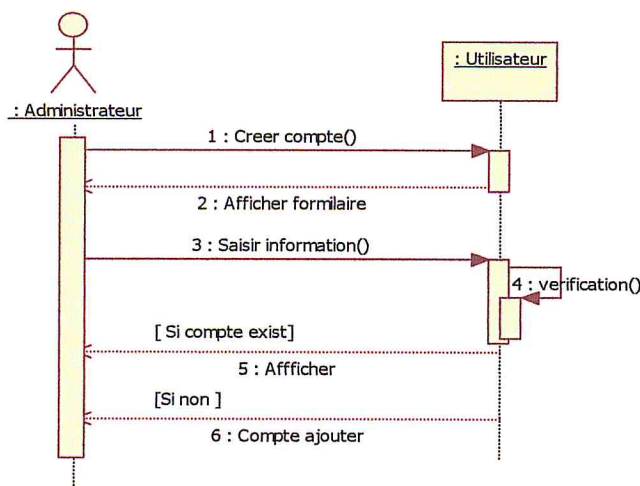


Figure IV.20 diagramme de séquence « ajouter utilisateur ».

Le scénario :

- 1-l'administrateur demande au système de créer un nouveau compte.
- 2-le système affiche le formulaire.
- 3-l'administrateur saisis les informations du nouveau utilisateur.
- 4-le système vérifier les informations saisi par l'administrateur.
- 5-le système affiche message d'erreur si l'utilisateur existe déjà.
- 6-le système ajoute un nouvel utilisateur si l'utilisateur n'existe pas.

11.4 Diagramme de séquence « chercher un expert »

Un technicien peut à tout moment à partir de son interface demander l'aide d'un expert donné, afin de demander un dialogue avec lui, pour ce faire, il lui suffit de choisir un expert connecté. et ce dernier a le choix d'accepter la demande ou refuser.

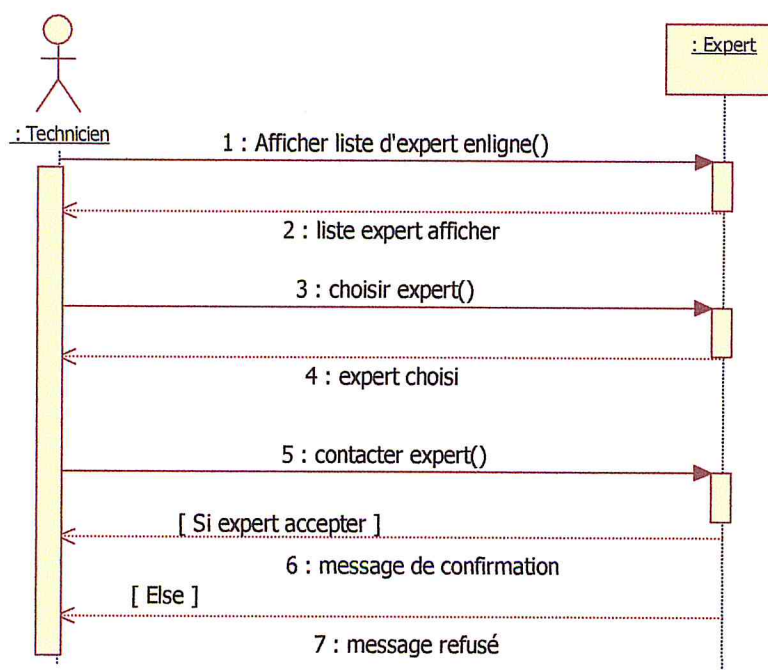


Figure IV.21 Diagramme de séquence « Chercher un expert ».

Le scénario :

- 1- le technicien demande d'afficher liste des experts qui sont en ligne
- 2- la liste des experts qui sont en ligne affiché
- 3- le technicien choisit un expert parmi les experts qui sont en ligne
- 4- expert choisi.

5- le technicien contacte l'expert choisi

6- si l'expert accepte, le système affiche le message d'acceptation

7- dans le cas contraire, le système aussi affiche un message de refus.

11.5 Diagramme de séquence « Consulter rapport »

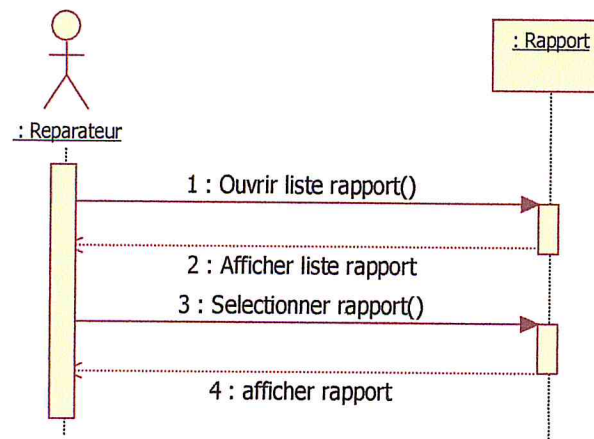


Figure IV.22 Diagramme de séquence « Consulter rapport ».

Le scénario :

Le technicien ainsi que l'expert peuvent télécharger des rapports existant dans le système, le but de cette opération est d'éviter au technicien de contacter un expert si le problème a été déjà traité :

- 1- le réparateur ouvrir la liste des rapports
- 2- liste affiché
- 3- le réparateur sélectionne le rapport
- 4- rapport affiché

11.6 Diagramme de séquence « génère rapport »

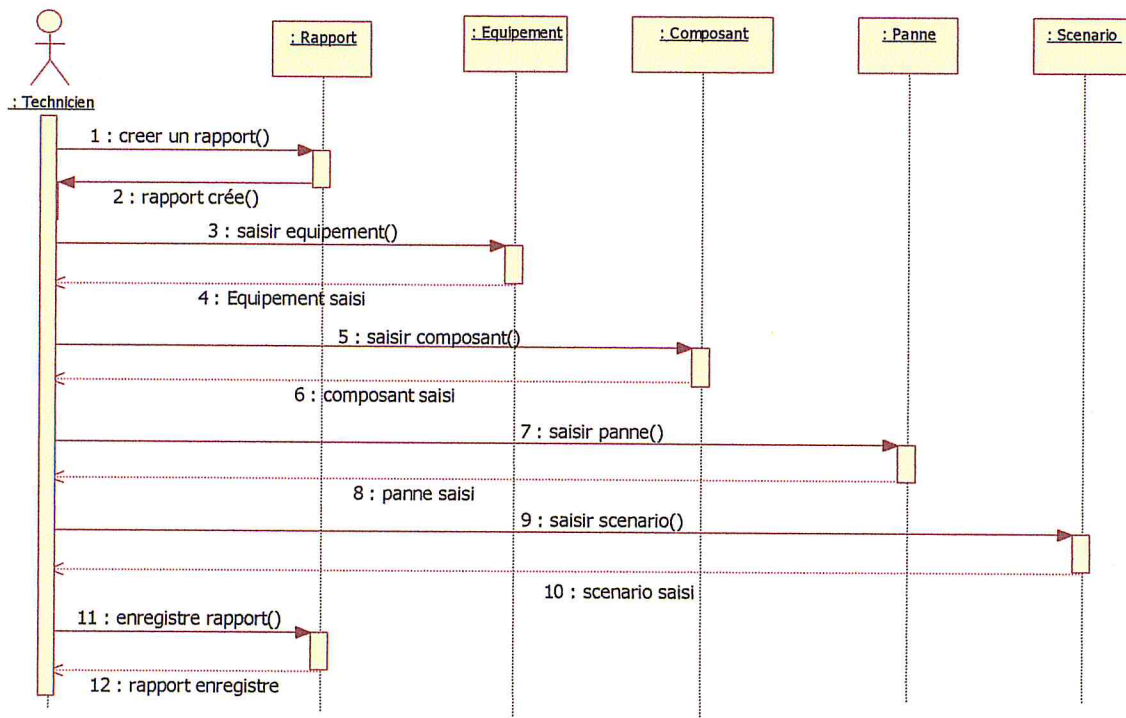


Figure IV.23 Diagramme de séquence « génère rapport ».

Le scénario :

- 1- Le technicien crée un rapport
- 2- rapport crée.
- 3- le technicien saisit le nom d'équipement
- 4- équipement saisis
- 5- le technicien saisit le nom de composant
- 6- composant saisis
- 7- le technicien saisit la panne
- 8- panne saisis
- 9- le technicien saisit le scénario
- 10- scénario saisis
- 11- le technicien enregistre le rapport
- 12- rapport enregistré

11.7 Diagramme de séquence « Augmenter vidéo »

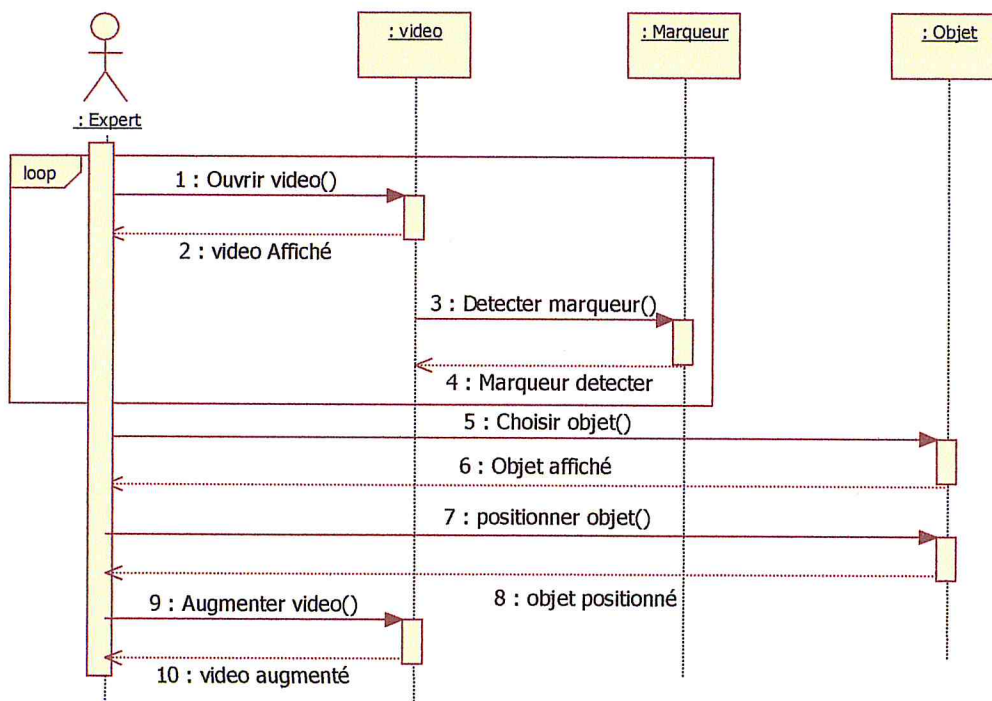


Figure IV.24 Diagramme de séquence « augmenter vidéo ».

Le scénario :

- 1- l'expert demande la vidéo
- 2- vidéo affiché
- 3- l'expert détecte le marqueur
- 4- marqueur détecté
- 5- l'expert choisit un objet
- 6- objet choisis
- 7- l'expert positionne l'objet dans la scène
- 8- objet positionné
- 9- l'expert valide vidéo
- 10- vidéo augmenté

11.8 Diagramme de séquence « Gérer le taux de compression vidéo »

L'expert peut gérer le taux de compression flux vidéo, le but de cette opération est d'observer la vidéo en performance ou bien en qualité.

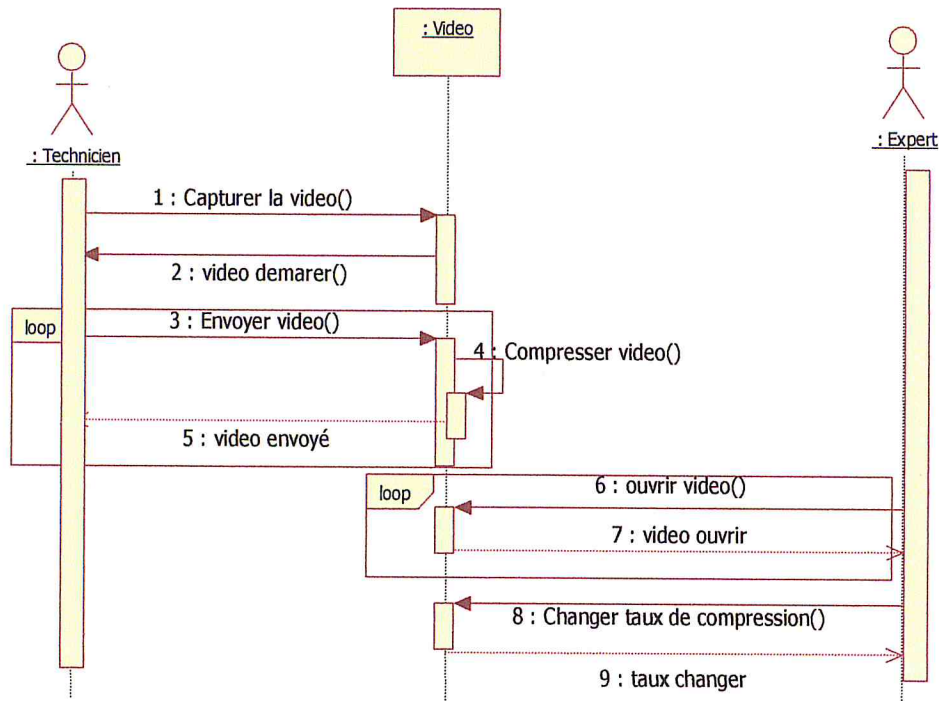


Figure IV.25 Diagramme de séquence « Gérer taux de compression flux vidéo ».

Le scénario :

- 1- le technicien capture une vidéo
- 2- vidéo capturé
- 3- le technicien envoie la vidéo
- 4- vidéo envoyé
- 5- le système compresse la vidéo par un taux par défaut
- 6- l'expert obtenir la vidéo
- 7- vidéo affiché
- 8- l'expert change le taux de compression
- 9- vidéo compressé

11.9 Diagramme de séquence « ajouter panne »

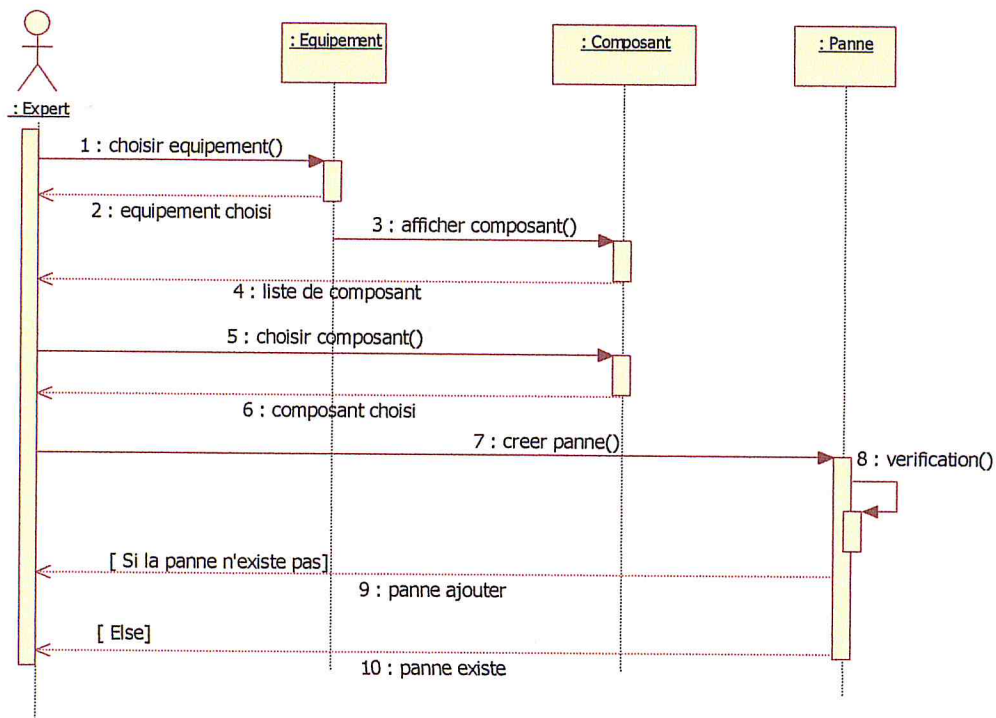


Figure IV.26 Diagramme de séquence « ajouter panne ».

Le scénario :

- 1- l'expert choisit un équipement.
- 2- équipement choisis
- 3- l'équipement affiche ces composants.
- 4- liste composant est affiché
- 5- l'expert choisit composant
- 6- composant choisis
- 7- l'expert créer une panne
- 8- le système vérifie si la panne existe déjà
- 9- si la panne n'existe pas, panne ajouté
- 10- panne existe dans le cas contraire

11.10 Diagramme de séquence « ajouter équipement »

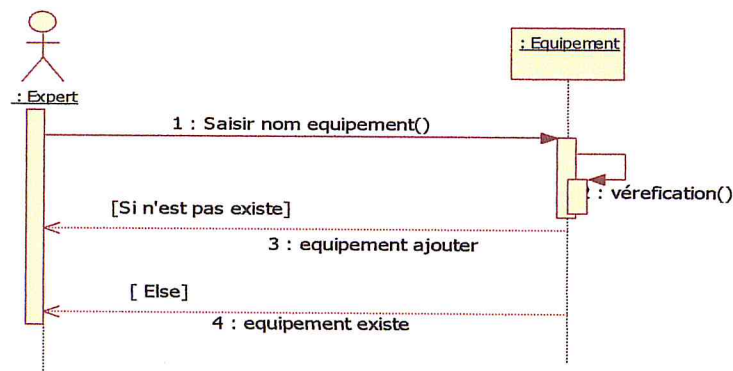


Figure IV.27 Diagramme de séquence « ajouter équipement ».

Le scénario :

- 1- l'expert saisir nom d'équipement
- 2- le système vérifie le nom d'équipement
- 3- équipement ajouté si le nom d'équipement n'existe pas
- 4- équipement existe si le nom d'équipement existe

11.11 Diagramme de séquence « Dérouler scénario »

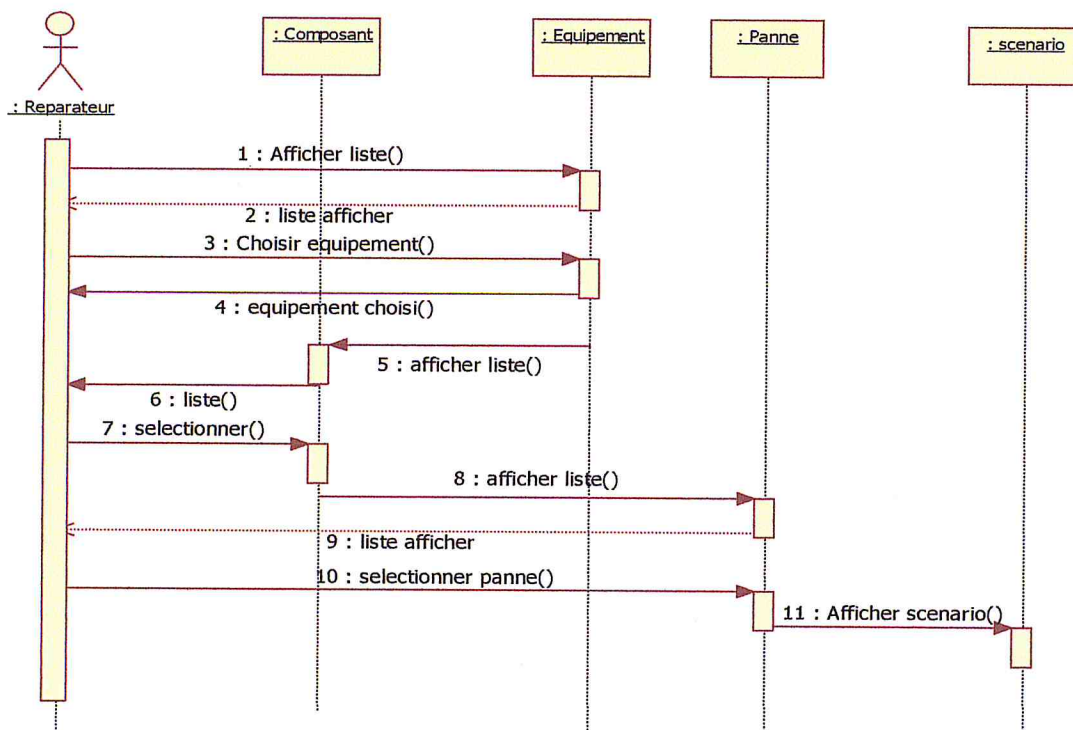


Figure IV.28 Diagramme de séquence « Dérouler scénario ».

Le scénario :

- 1-un réparateur demande d'affiche liste des équipements
- 2- liste équipement affiché
- 3- le réparateur choisit un équipement
- 4- équipement choisi
- 5- le système affiche liste de composant d'un équipement choisi
- 6- le réparateur choisit un composant
- 7- composant choisi
- 8- le système affiche liste des pannes pour le composant choisi
- 9- le réparateur sélectionne une panne
- 10- panne choisi
- 11- le système affiche le scénario de la panne
- 12- scénario affiché

12. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons établi les éléments nécessaires pour la conception de notre système. Ainsi, nous avons commencé par une étude préliminaire des besoins de notre application et ensuite nous avons décrit le comportement des acteurs du système en utilisant les outils de modélisations UML.

La suite de cette démarche consiste en l'implémentation des différentes classes et association pour aboutir à l'application désirée.

chapitre V

1. Introduction

Après l'étude conceptuelle de notre application d'aide à la maintenance basé sur la compression et transfert vidéo dans un environnement d'e-maintenance basé sur la réalité augmenté, nous entamons dans ce chapitre, la réalisation de notre application.

Cette partie met en évidence les différentes techniques comme le choix du langage de programmation, Framework et tous ce qui est outil logiciel et le choix des outils matériels que nous avons utilisé pour mettre en œuvre cette application.

Afin de valider notre prototype, nous présentons des exemples de scénarii de e-maintenance utilisant la collaboration visuelle (compression et transfert vidéo) entre un technicien et un expert et la réalité augmentée.

2. Le pré-requis techniques

Pour la réalisation et le test de notre solution, deux parties essentielles doivent être prises en considération:

2.1 Partie logicielle

Elle est constituée d'un ensemble d'outils logiciels permettant le développement et la mise en marche de notre système.

Pour la réalisation de notre système, nous avons opté pour les outils de la plateforme DotNET (.NET) de Microsoft. En effet, nous avons utilisé le kit Framework 3.5 et Compact Framework 3.5 qui offrent une très riche bibliothèque de classes pour bâtir des applications. Le Framework.NET intègre également un environnement d'exécution appelé la « Common Language Runtime » (CLR).

La CLR offre de nombreuses fonctionnalités pour gérer le déploiement, la configuration des applications. La CLR permet d'optimiser les performances grâce à des mécanismes de cache et elle permet de contrôler la fiabilité et la sécurité des applications. La plateforme .NET expose un nombre considérable de technologies tel que les langages de programmations (C#, VB, C++...), .NET Remoting, les services web ... etc.

Par ailleurs, notre choix du langage de programmation s'est porté sur Visual C# ; ce langage présente des avantages indéniables pour les applications graphiques et réparties.

2.1.1 Environnement de développement

Qu'est-ce que C# ?

Le langage star de la nouvelle version de Visual Studio et de l'architecture .NET est C#, un langage dérivé du C++. Il reprend certaines caractéristiques des langages apparus ces dernières années et en particulier de Java (qui reprenait déjà à son compte des concepts introduits par Smalltalk quinze ans plus tôt). C# peut être utilisé pour créer, avec une facilité incomparable, des applications Windows et Web. C# devient le langage de préférence d'ASP.NET qui permet de créer des pages Web dynamiques avec programmation côté serveur.

C# s'inscrit parfaitement dans la lignée $C \rightarrow C++ \rightarrow C\#$:

- le langage C++ a ajouté les techniques de programmation orientée objet au langage C (mais la réutilisabilité promise par C++ ne l'a jamais été qu'au niveau source) ;
- le langage C# ajoute au C++ les techniques de construction de programmes sur base de composants prêts à l'emploi avec propriétés et événements, rendant ainsi le développement de programmes nettement plus aisé. La notion de briques logicielles aisément réutilisables devient réalité.

2.1.2 Caractéristique c# par rapport c++

- orientation objet prononcée : tout doit être incorporé dans des classes ;
- types précisément conformes à l'architecture .NET et vésications de type plus élaborées,
- Unicode pour le code des caractères : les programmeurs C++ qui connaissent la lourdeur de l'interfaçage avec des modules Unicode (difficile aujourd'hui d'imaginer autre chose) apprécieront ;
- libération automatique des objets (garbage collection) ;
- les pointeurs ne disparaissent pas mais ne sont plus réservés qu'à des cas bien particuliers d'optimisation ;
- remplacement des pointeurs (sur tableaux, sur objets, etc.) par des références qui offrent des possibilités semblables mais avec bien plus de sûreté mais sans perte de performance;
- disparition du passage d'argument par adresse au profit du passage par référence ;

- manipulation des tableaux de manière fort différente et avec plus de sécurité, ce qui est particulièrement heureux ;
- passage de tableaux en arguments ainsi que renvoi de tableau nettement simplifié;
- nouvelle manière d'écrire des boucles avec l'instruction foreach qui permet de balayer aisément tableaux et collections ;
- introduction des propriétés, des indexeurs et des attributs ; disparition de l'héritage multiple mais possibilité pour une classe d'implémenter plusieurs interfaces.

2.1.3 C# & le Framework .Net

C# est le langage principal de .NET Framework et son utilisation comporte les avantages suivants:

- Les types de données de C# correspondent exactement au CLR (Common Language Runtime) sans couche intermédiaire et C# peut présenter ainsi un petit avantage de performance;
- dans la documentation Microsoft, beaucoup d'exemples sont donnés en C# uniquement ;
- C# a une syntaxe plus stricte et plus sûre, et exclut l'utilisation de typage implicite ;
- C# a des fonctions de documentation de type XML intégrées dans le langage ;
- C# a une syntaxe plus familière pour les programmeurs C, C++, Java et Perl.

2.1.4 L'environnement Visual Studio .Net

Visual Studio .Net est un environnement de développement riche en outils contenant toutes les fonctionnalités nécessaires à la création de projets C#, VB.Net, C++.Net, J#, JScript.

2.2 Partie matérielle

Elle est constituée d'un ensemble de ressources destinées à la mise en marche de notre application distribuée.

Les outils matériels dont nous devons disposer pour notre système sont :

- Ordinateur(s) de bureau (Desktop) / Ordinateur(s) portable(s) doté(s) d'un système d'exploitation contenant le Framework 3.5 ou plus, 512 Mo de RAM et équipé(s) d'une carte Wifi.
- une tablette PC ou un PC de poche (PDA).

- une WEBCAM de résolution 640 x 480 afin de capturer le flux vidéo.
- Les marqueurs. Pour cela nous avons établie un ensemble de marqueurs et ceci en fonction de l'équipement à maintenir, du nombre de pannes sur chaque équipement et de la nature des scénarios de maintenance établies. La figure V.1 montre les marqueurs utilisés collés sur les équipements à maintenir.

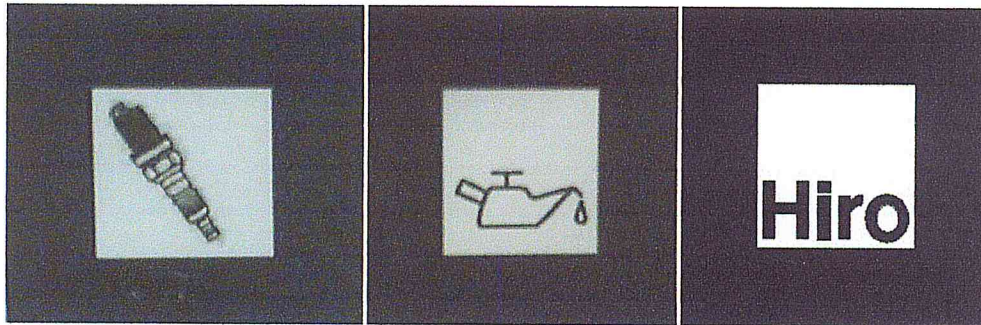


Figure V.1 Ensemble des marqueurs utilisés.

3. Services Web

3.1 Rappel

Un Web Service est un composant implémenté dans n'importe quel langage, déployé sur n'importe quelle plate-forme et enveloppé dans une couche de standards dérivés du XML. Il doit pouvoir être découvert et invoqué dynamiquement par d'autres services.

Cette nouvelle technologie, initiée par IBM et Microsoft, puis en partie normalisée sous l'égide du W3C (World Wide Web Consortium), est maintenant acceptée par l'ensemble des acteurs de l'industrie informatique sans exception. C'est surtout ce point qui fait des Web Services une technologie révolutionnaire.

Les aspects purement technologiques n'ont eux rien de fondamentalement novateurs. Au contraire, l'architecture des Web Services s'est imposée (tout comme le langage XML) grâce à sa simplicité, à sa lisibilité et à ses fondations normalisées.

Le concept des Web Service s'articule actuellement autour des trois acronymes suivants :

- SOAP (Simple Object Access Protocol) est un protocole d'échange inter-application indépendant de toute plate-forme, basé sur le langage XML. Un appel de service SOAP est un flux ASCII encadré dans des balises XML et transporté dans le protocole HTTP.
- WSDL (Web Services Description Language) donne la description au format XML des Web Services en précisant les méthodes pouvant être invoquées, leur signature et le point

d'accès (URL, port, etc..). C'est, en quelque sorte, l'équivalent du langage IDL pour la programmation distribuée CORBA.

- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) normalise une solution d'annuaire distribué de Web Services, permettant à la fois la publication et l'exploration.

UDDI se comporte lui-même comme un Web service dont les méthodes sont appelées via le protocole SOAP.

Un avantage significatif des Web services, relativement aux autres solutions d'architecture distribuée, est son support des pare-feux (firewalls) : l'utilisation du protocole HTTP sur le port 80, généralement ouvert, leur permet de passer sans encombre ces barrières de l'entreprise. Cette facilité engendre d'autres soucis de sécurité, l'utilisation par défaut de ces caractéristiques est trop permissive et nécessite une prise en compte de la sécurité au niveau des protocoles.

3.2 Outils de création des Services Web

Différents éditeurs proposent des outils pour créer des Services Web. Citons en quelques uns :

- ✓ Apache AXIS (Apache eXtensible Interaction System) : outil "Open Source", pouvant être téléchargé librement,
- ✓ Java Web Services Developer Pack, fourni par SUN,
- ✓ Microsoft Plate-forme .NET (par exemple Visual Studio 2005 ou 2008),
- ✓ BEA Plate-forme Web Logic,
- ✓ IBM Web Sphere,
- ✓ SOAP: Lite, plate-forme utilisant le langage PER.

Dans notre travail, nous avons utilisé Visual Studio 2008 de Microsoft.NET. Ce choix s'est imposé à cause de l'utilisation de langage c#.

4. Choix de serveur web

De nos jours, il existe plusieurs serveurs web qui permettent d'héberger des services web, ces serveurs se distinguent les uns des autres par les fonctionnalités qu'ils offrent aux utilisateurs. Pour notre cas nous nous intéressons au serveur web IIS.

4.1 IIS (Internet Information Services)

IIS est une suite logicielle installée dans les versions pro de Windows permettant d'héberger un site internet ou un service web.

IIS est l'un des serveurs Web les plus utilisés, c'est une application qui répond aux requêtes d'un navigateur. Il fonctionne à l'aide du protocole HTTP. IIS offre un nombre considérable d'innovations et de technologies qui le rendent plus fiable, évolutif, sécurisé, facile à gérer et adapté à un développement évolué.

5. ArToolkit :

ARToolKit est une bibliothèque de suivi informatique pour la création d'applications de réalité augmentée. Pour ce faire, il utilise les capacités de poursuite vidéo qui calculent la position de la caméra réelle et l'orientation par rapport au carré des marqueurs physiques en temps réel. Une fois que la position de la caméra réelle est connue une caméra virtuelle peut être placée au même point 3D et l'infographie modèle dessinée exactement superposées sur le marqueur réel. Donc ARToolKit résout les deux problèmes clés en réalité augmentée, le suivi des points de vue et l'interaction objet virtuel.

La librairie utilisé dans Visual studio C# s'appel NyArtoolkit. Il suffit d'ajouter la librairie comme référence dans le projet pour utiliser les différentes fonctions d'ARToolKit.

6. SharpGL

Pour dessiner les objets virtuels 2D et 3D et l'insérer dans la scène augmentée nous avons abordé la programmation SharpGL en C# au travers de l'utilisation de l'OpenGL.

L'interface regroupe environ 250 fonctions différentes qui peuvent être utilisées pour afficher des scènes tridimensionnelles complexes à partir de simples primitives géométriques.

Du fait de son ouverture, de sa souplesse d'utilisation et de sa disponibilité sur toutes les plateformes, elle est utilisée par la majorité des applications scientifiques, industrielles ou artistiques 3D et certaines applications 2D vectorielles. Cette bibliothèque est également utilisée dans l'industrie du jeu vidéo.

7. MJPEG

Le codec MJPEG (Motion-JPEG) est un code est une application successive d'un codec JPEG. Le JPEG est codec utilisé pour compresser les images fixe.

Les étapes de la compression JPEG sont les suivantes :

- **Rééchantillonnage de la chrominance**, car l'oeil ne peut discerner de différences de chrominance au sein d'un carré de 2x2 points
- **Découpage de l'image en blocs de 8x8 points**, puis l'application de la fonction DCT (*Discrete Cosinus Transform*, transformation discrète en cosinus) qui décompose l'image en somme de fréquences
- **Quantification** de chaque bloc, c'est-à-dire qu'il applique un coefficient de perte (qui permet de déterminer le ratio taille/qualité) "annulera" ou diminuera des valeurs de hautes fréquences, afin d'atténuer les détails en parcourant le bloc intelligemment avec un codage RLE (en zig-zag pour enlever un maximum de valeurs nulles).
- **Encodage de l'image** puis compression avec la méthode d'Huffman

8. SQL Server

Pour le stockage de données, nous avons choisi le système de gestion de base de données (SGBD) SQL Server. La base de données SQL Server est intégrée comme un élément de base dans Visual studio 2008.

9. Les principales interfaces de l'application :

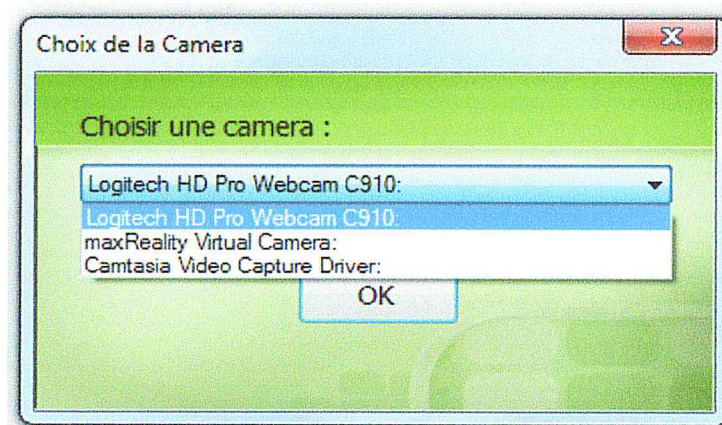


Figure V.2 Fenêtre choix de Camera.

Lorsqu'on lance l'application, la première fenêtre qu'on va voir c'est la fenêtre choix de caméra. Cette fenêtre apparaît juste lorsque l'ordinateur contient plus qu'une Web Cam. Après la sélection de camera, la 2eme fenêtre apparaît : c'est fenêtre d'accueil (Figure V.3).

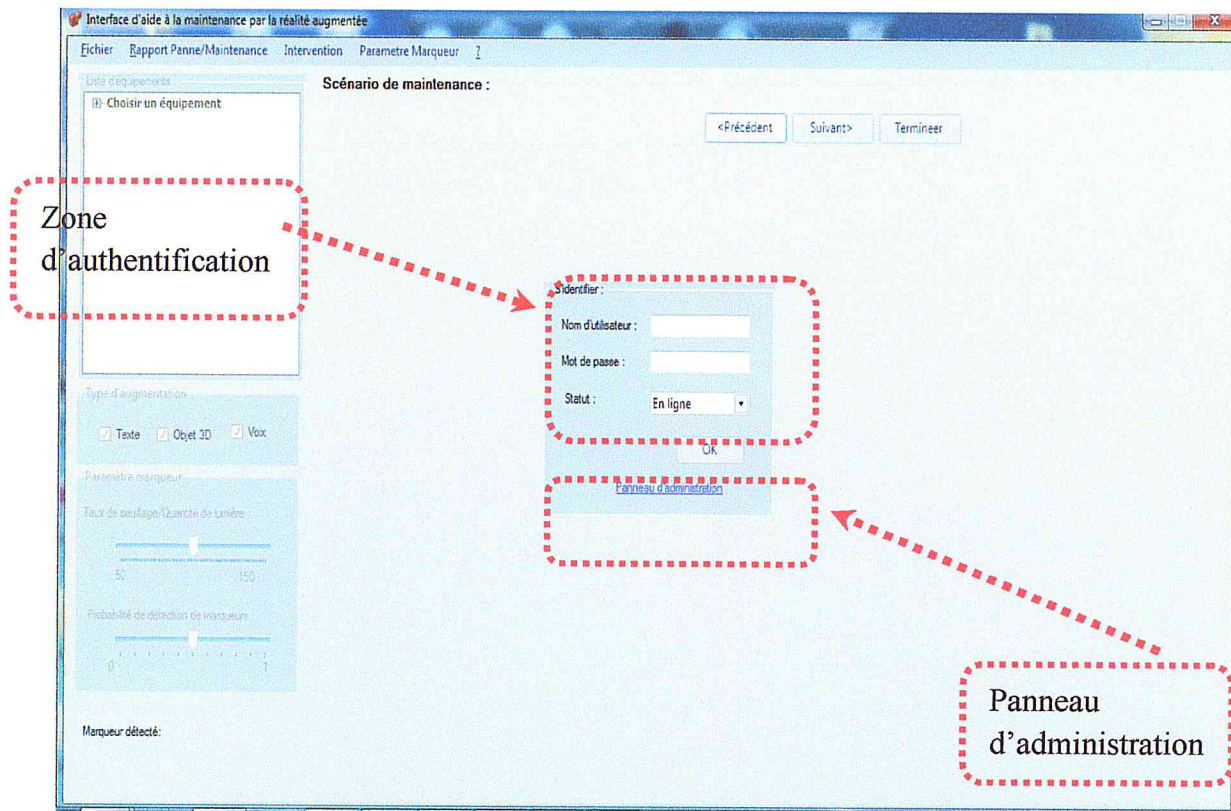


Figure V.3 Fenêtre d'accueil.

Dans cette fenêtre, nous trouvons la zone d'authentification où un utilisateur déjà enregistré peut accéder à son compte.

Si cet utilisateur est l'administrateur, il peut alors accéder à la session administrateur par une clique sur « Panneau d'administration ». Le panneau d'administration est montré par la figure V.4.

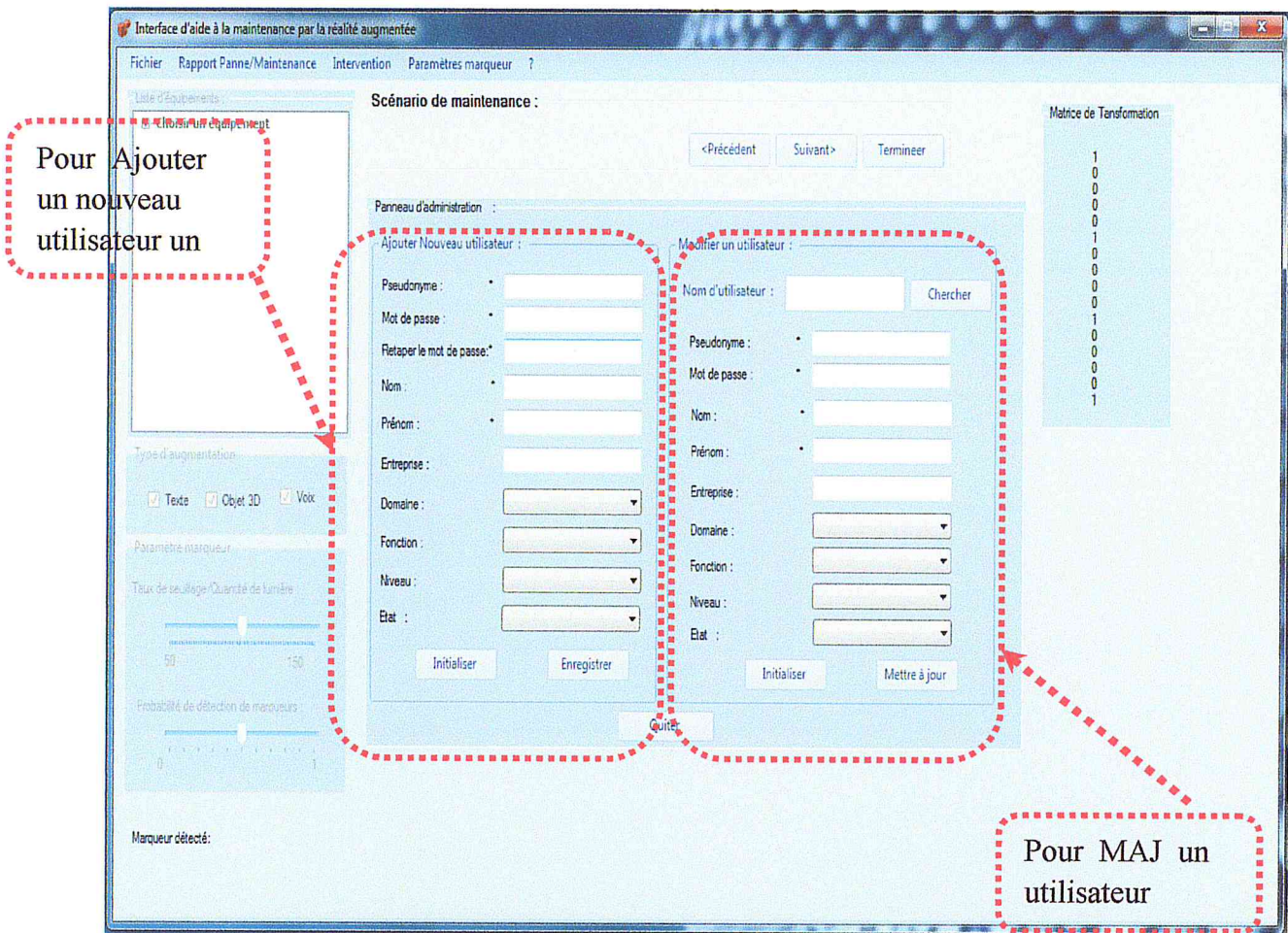


Figure V.4 Session administrateur.

Nous distinguons deux zones dans cette fenêtre :

La première zone pour ajouter un nouvel utilisateur. Si l'utilisateur existe déjà dans la base de données, un message d'erreur s'affiche. Si l'utilisateur n'existe pas dans la base l'ajout se fait avec succès.

La deuxième zone a pour but de mettre à jour un utilisateur qui existe déjà dans la base de données.

Nb : on ne fait pas la suppression des utilisateurs car le but de faire des bases de données est pour garder l'information et garder la trace. Par exemple si un utilisateur quitte l'entreprise on fait une mise à jour et on change l'état de « Actif » à l'état « Inactif ».

Si cet utilisateur est un réparateur (technicien ou un expert), ce dernier saisit le nom d'utilisateur et le mot de passe et même le statut de son profil (En ligne, Occupé, Absent ou Hors ligne). Si tous les informations sont correctes, il accède à sa session. La figure V.5 illustre l'exemple d'un technicien.

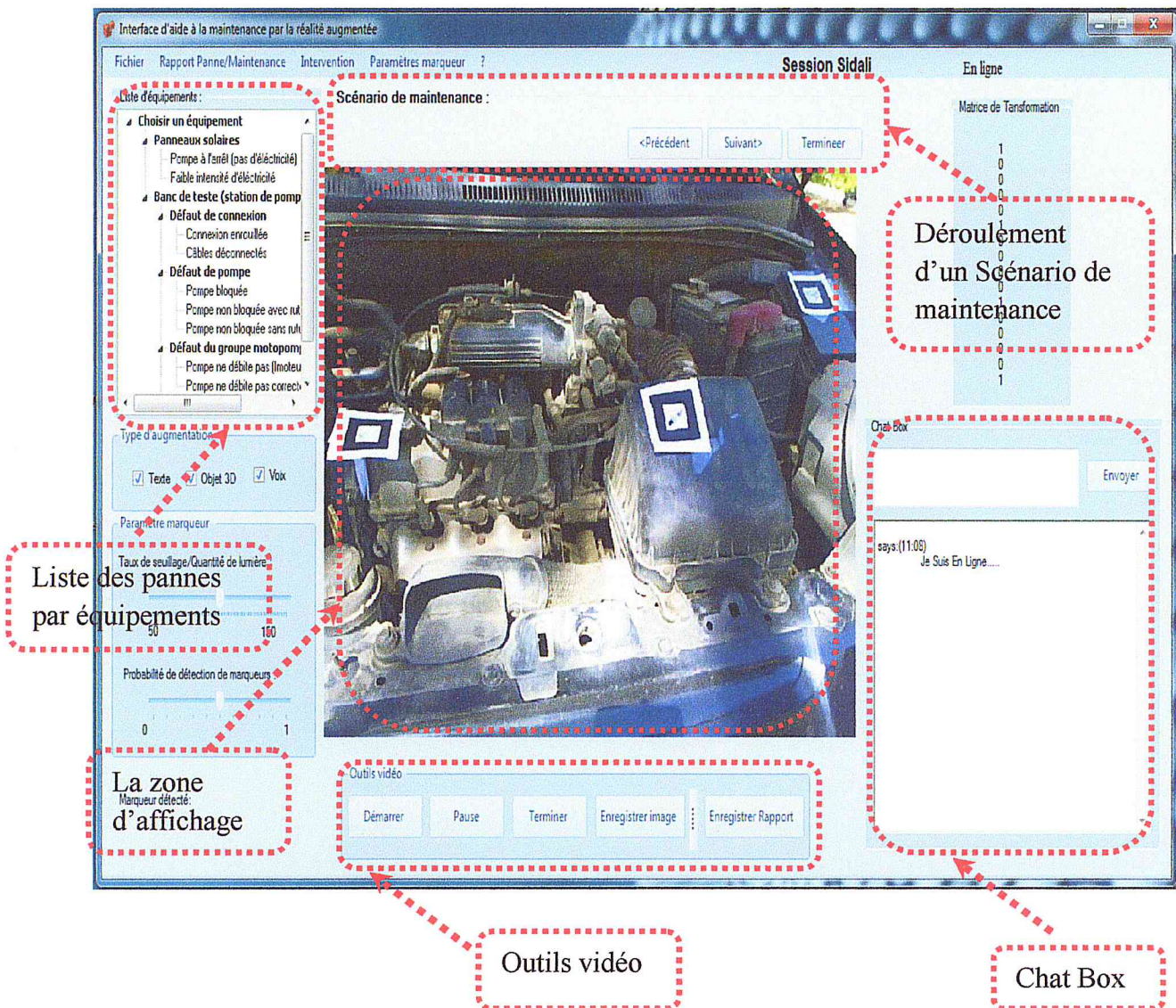


Figure V.5 Session Technicien

Lorsqu'un technicien accède à sa session il peut maintenir une panne par le déroulement d'un scénario de maintenance. Il suffit d'abord de choisir un équipement et la panne à partir de la liste des équipements et de dérouler le scénario de maintenance (voire l'exemple 1). Il peut aussi consulter les anciens rapports de maintenance ou chercher un expert en ligne à partir de la barre d'outils. Il peut aussi démarrer une Web Cam ou une camera pour l'utiliser soit lorsqu'il déroule un scénario de maintenance ou bien dans une collaboration avec un expert.

L'exemple 1 explique le cas où un technicien accède à sa session et déroule un scénario de maintenance.

Exemple1 :

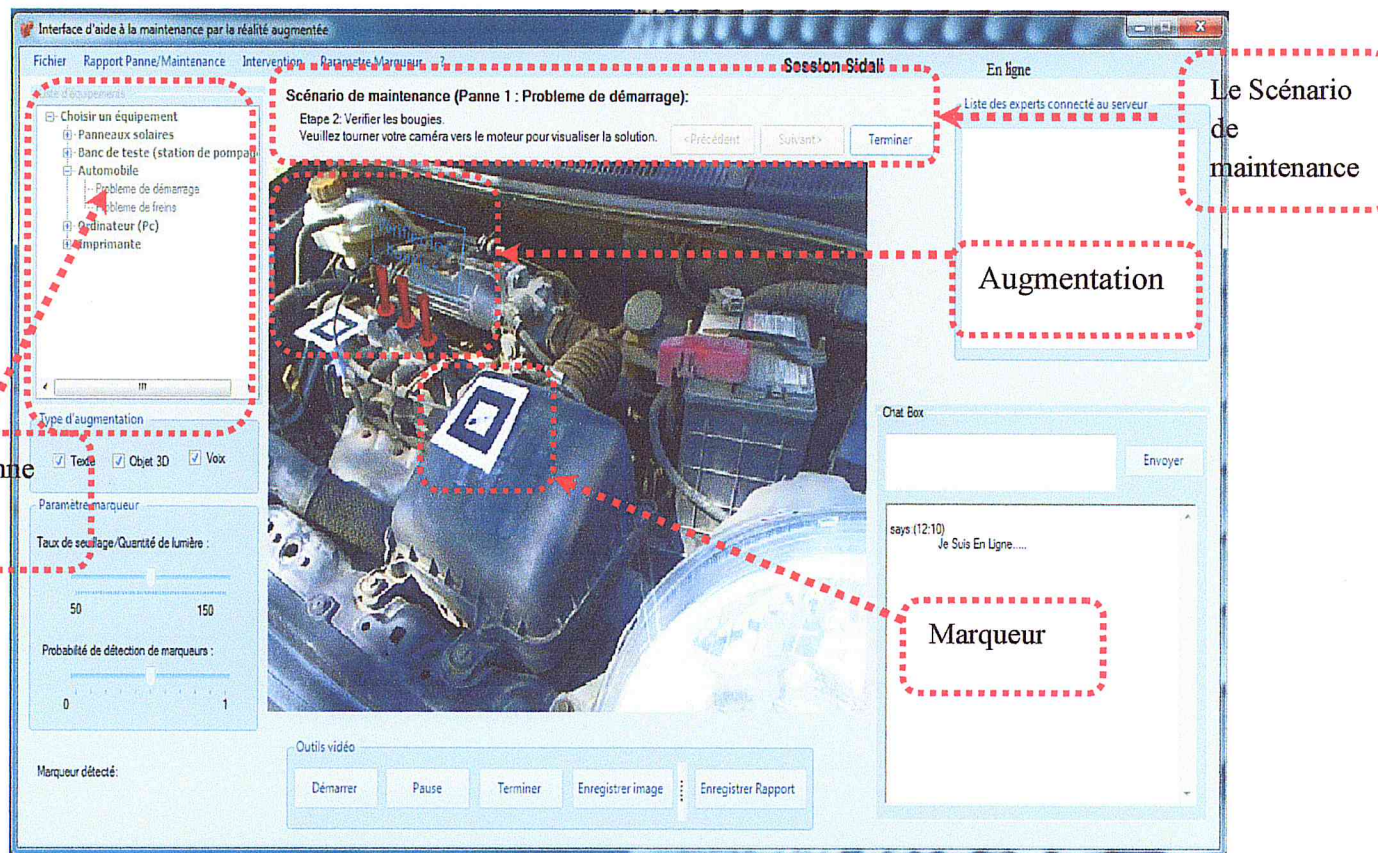


Figure V.6 Déroulement d'un scénario

Le technicien accède à sa session, il choisie dans la liste des équipements l'équipement qu'il veut maintenir (Automobile dans notre cas) et la composante si cet équipement possède plusieurs composantes. La panne invoquée concerne le problème de démarrage. Il déroule ensuite les différentes étapes de scénario de maintenance par une clique sur l'un des boutons « suivant » ou « précédent »

NB : souvent le scénario de maintenance contient des augmentations (objet virtuels ou texte 3D). Le technicien doit donc lancer la caméra et poser les marqueurs pour que l'augmentation soit affichée dans la scène vidéo.

Lorsque le technicien termine le déroulement d'un scénario de maintenance « fin des étapes du scénario » il clique sur « terminer ». L'application affiche alors un message « Voulez vous sauvegarder un rapport panne/maintenance » (Figure V.7).



Figure V.7 Message.

Si le technicien clique sur « Oui » le rapport est généré de manière automatique. Ce rapport contient toutes les informations concernant les techniciens, l'équipement, la panne et la date de maintenance (voir la figure V.8).

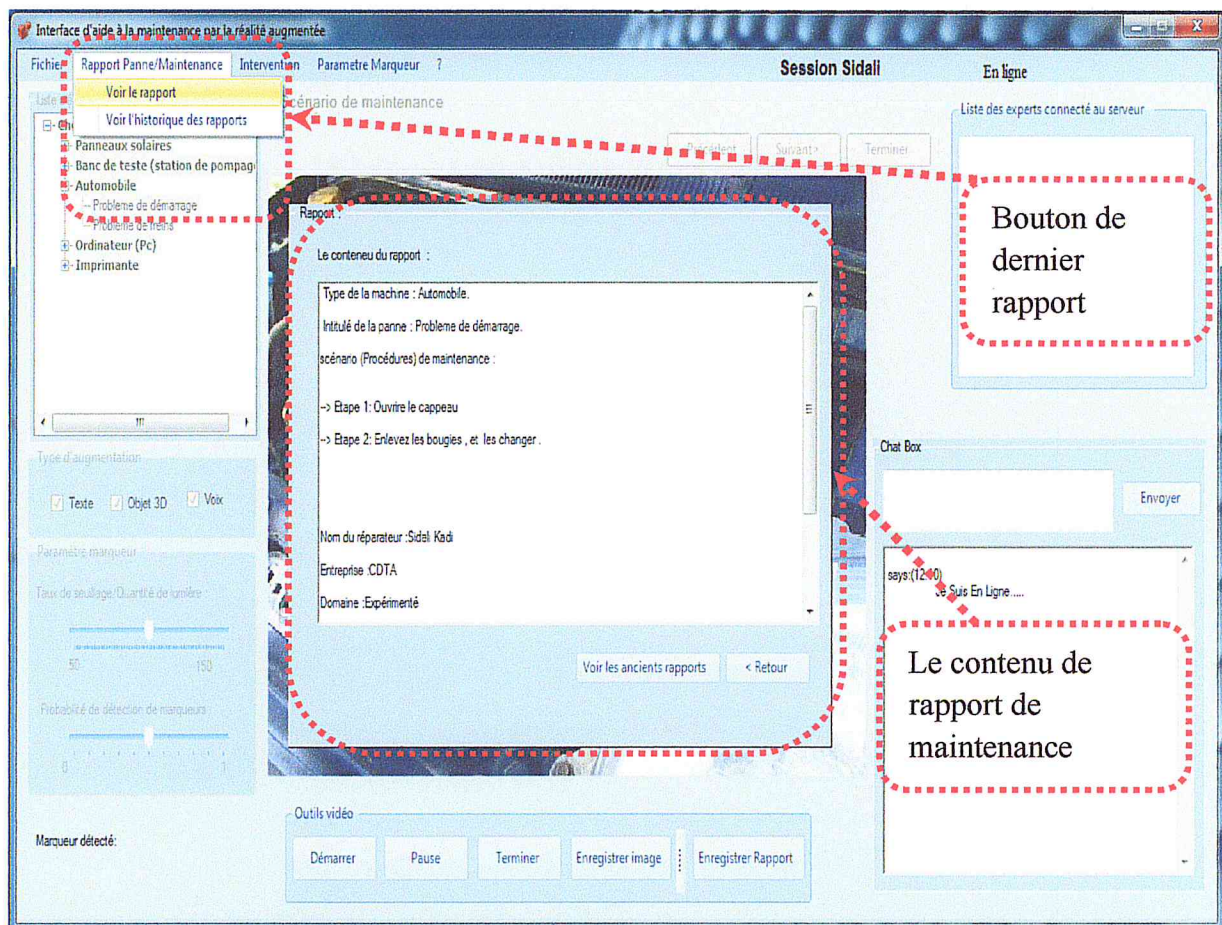


Figure V.8 Rapport de maintenance.

Si le scénario de maintenance n'est pas suffisant pour maintenir la panne ou la panne n'existe pas dans la liste des pannes donc le technicien doit demander une intervention à distance d'un expert pour l'aider à maintenir la panne. Nous allons va expliquer ce cas dans l'exemple 2.

Exemple 2 :

Comme nous avons déjà cité, si le technicien n'arrive pas à maintenir une panne il peut demander l'intervention d'un expert distant afin de l'aider à maintenir l'équipement. Nous avons choisis dans cet exemple la maintenance d'un ordinateur. Le problème posé est le problème de démarrage. Cette panne n'existe pas dans notre base de données. Le technicien lance une recherche pour trouver un expert en ligne barre d'outils → intervention → chercher un expert en ligne. (Voir la figure V.9).

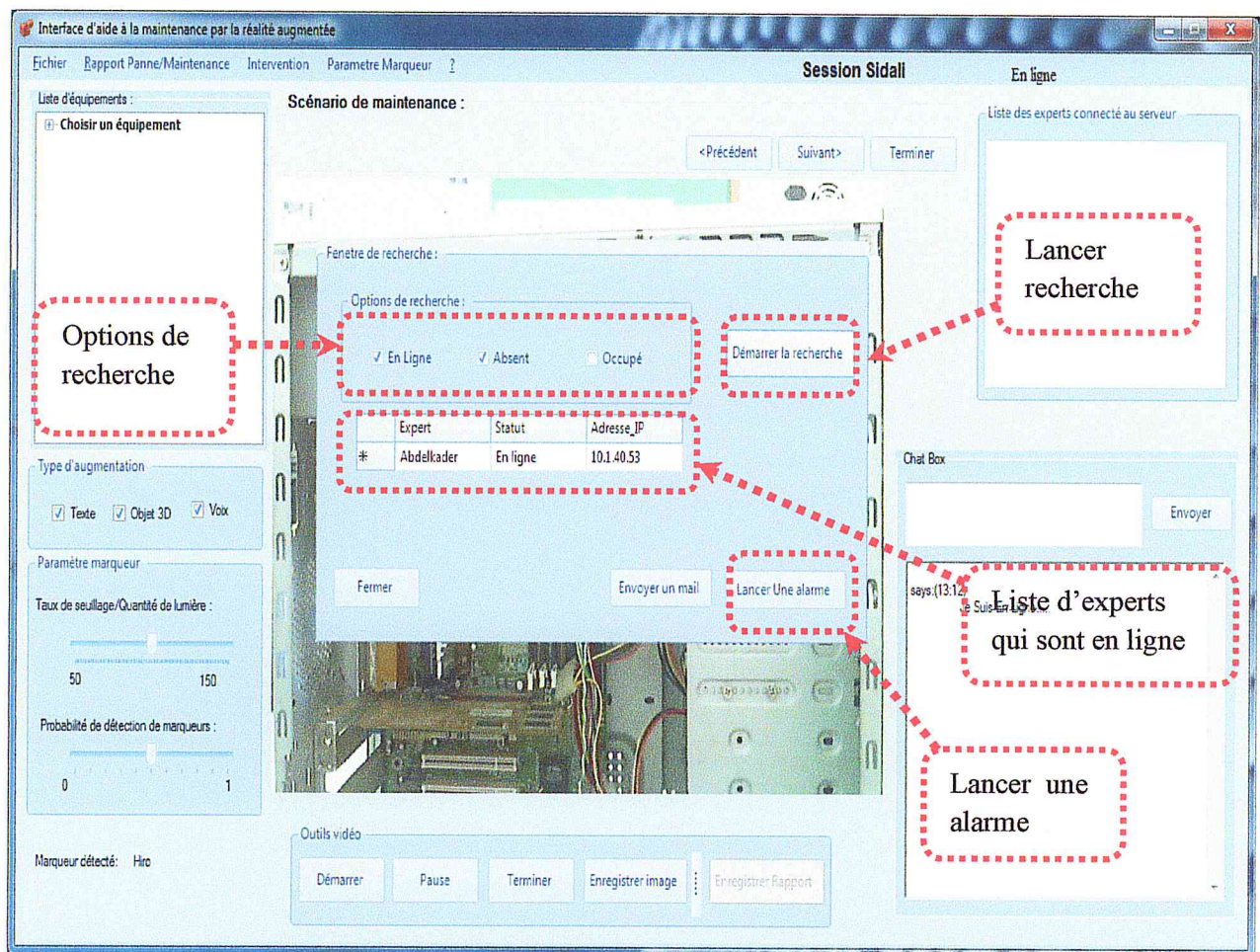


Figure V.9 Chercher un expert en ligne

Après le résultat de recherche, nous distinguons deux cas :

Le premier cas : aucun utilisateur n'est en ligne. Dans ce cas, le technicien peut envoyer un email à partir leur compte (voir la figure V.10).

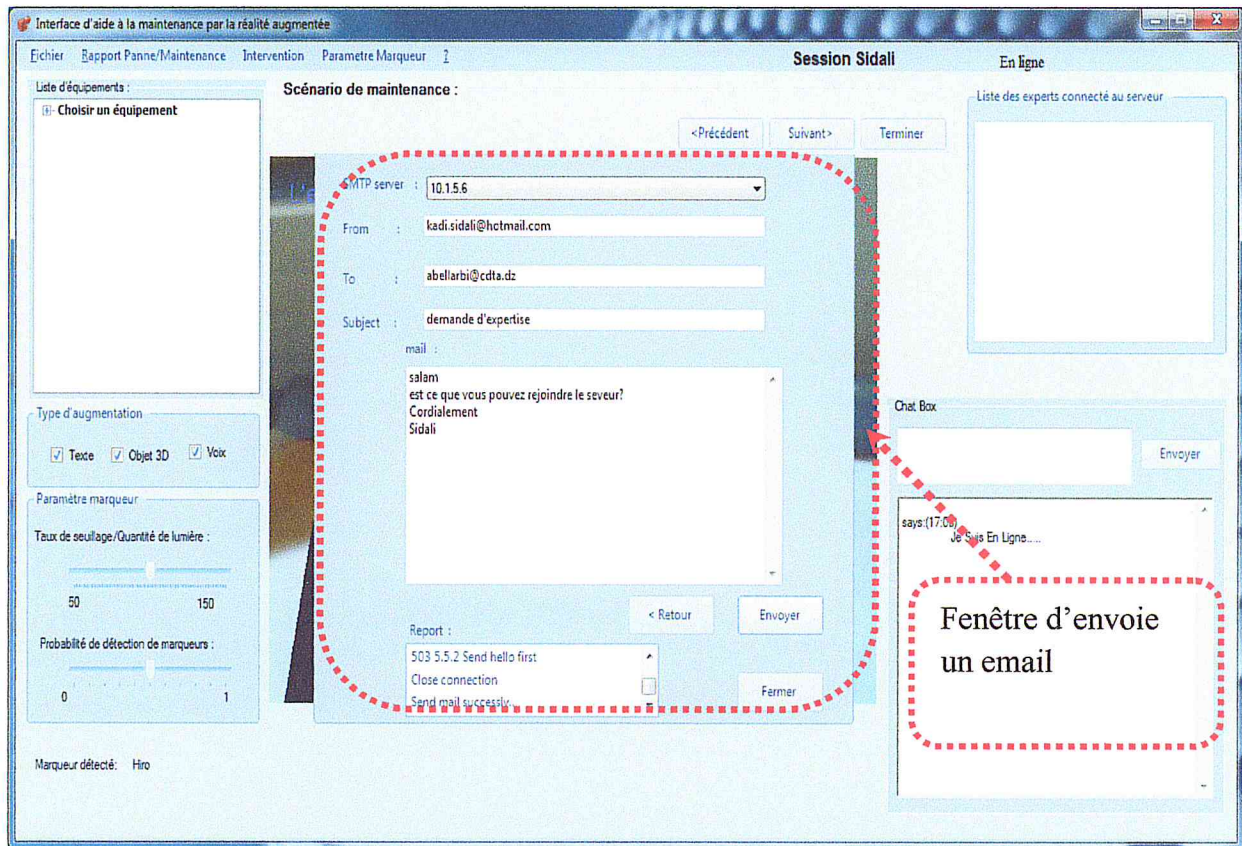


Figure V.10 Fenêtre d'envoi un email.

Le deuxième cas : il existe au moins un expert. Dans ce cas le technicien doit choisir un expert parmi les experts qui sont en ligne et lancer une alarme.

L'expert reçoit une demande d'intervention (voir la figure V.11).



Figure V.11 Notification demande d'expertise.

L'expert a le choix d'accepter la demande ou refuser et dans les deux cas un autre message de notification va être envoyé au technicien. Nous prenons le cas où l'expert a accepté la demande donc la notification est « Votre demande a été acceptée ».

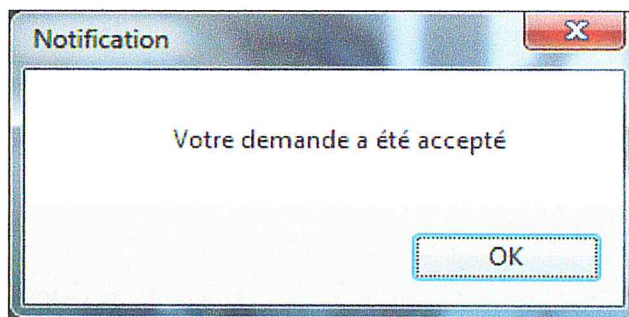


Figure V.12 Demande d'intervention acceptée par un expert.

Maintenant l'expert peut recevoir la vidéo de la part de l'expert s'il clique sur le bouton « Lancer vidéo directe ».

L'expert peut gérer le taux de compression de la vidéo malgré que la compression se fait au coté technicien grâce au service web. Le technicien a deux choix : Soit il choisit la qualité donc l'envoi de la vidéo reste lent sinon la performance donc l'envoi de la vidéo est rapide. (voir la figure V.13).

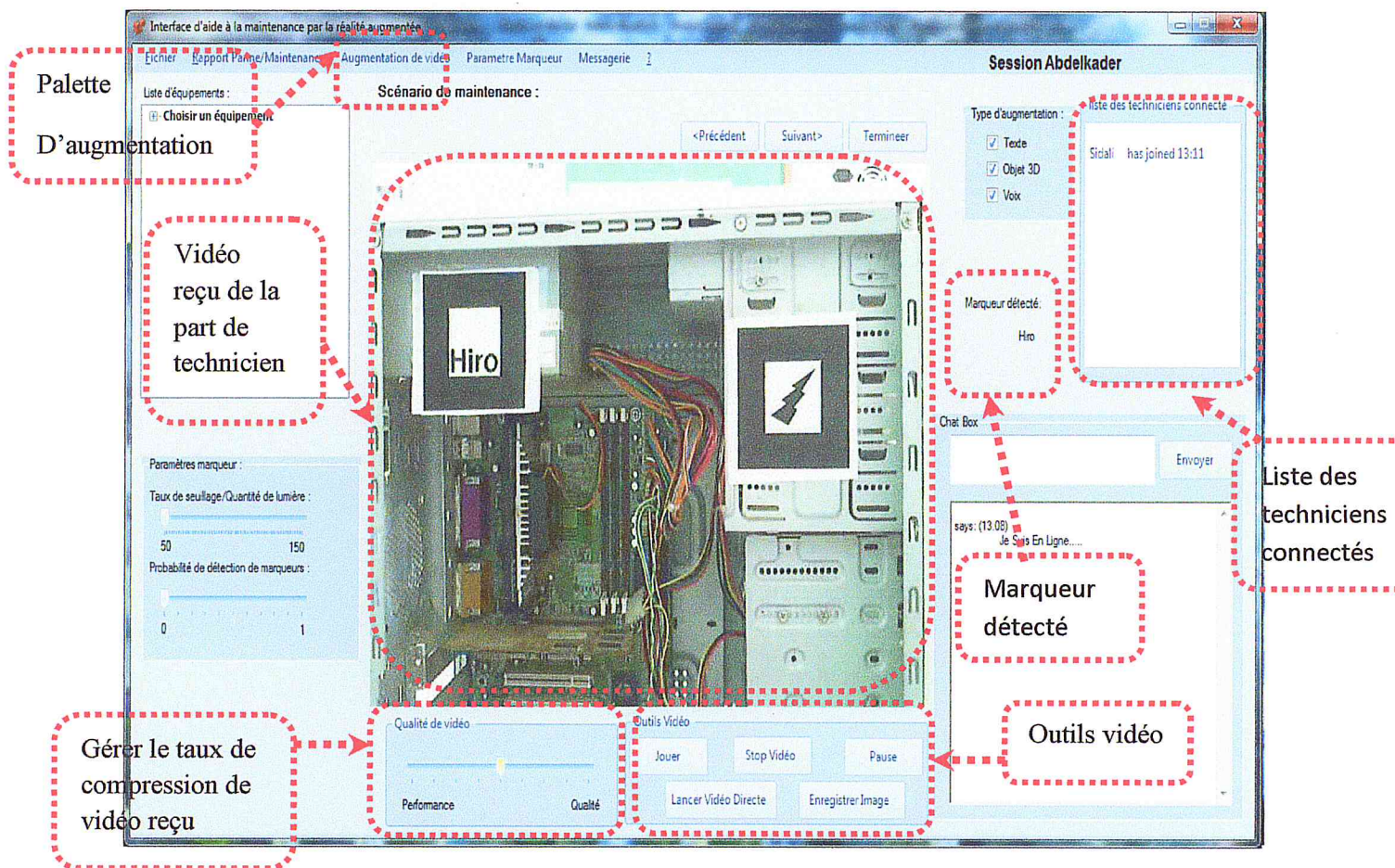


Figure V.13 Session expert.

Dés que l'expert reçoit la vidéo, la collaboration débute par l'échange des messages par l'utilisation de la fenêtre « chat box ».

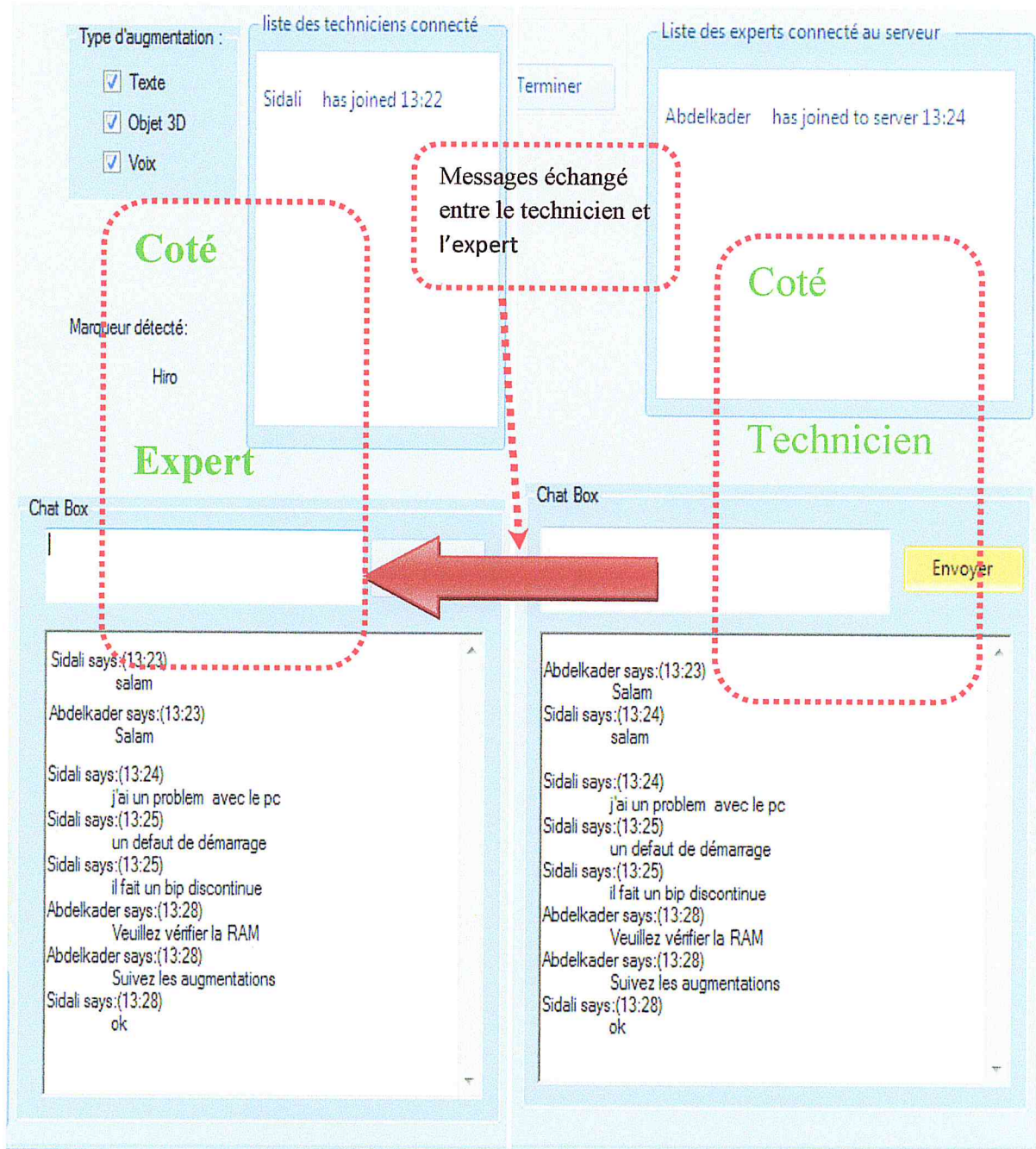


Figure V.14 Échange message entre un technicien et l'expert.

Dés que l'expert comprend le problème, et que le dialogue est bien établi entre le technicien et l'expert ce dernier envoie la vidéo afin d'aider le technicien à maintenir la machine. Les figures V.15 et V.16 montrent respectivement l'envoi et la réception de l'augmentation de l'expert vers le technicien

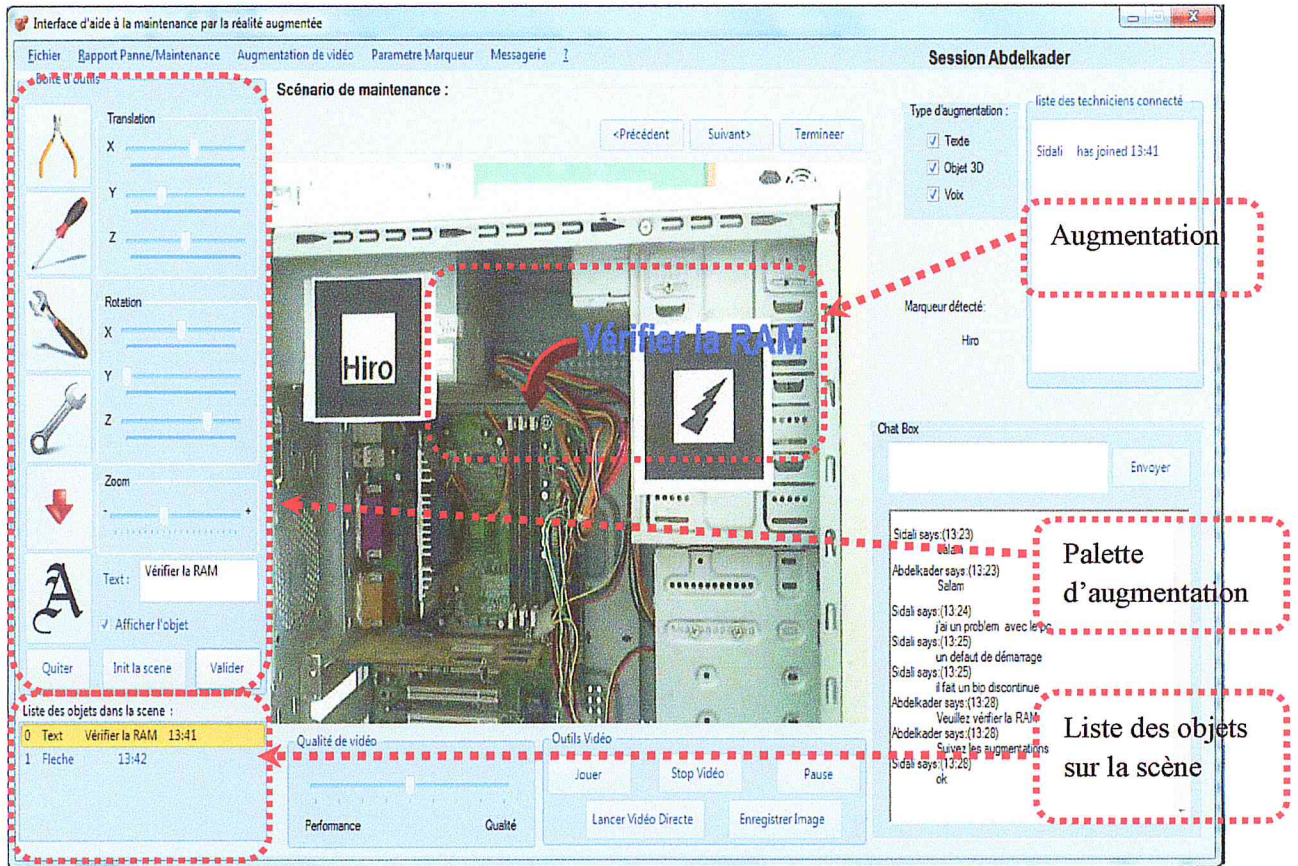


Figure V.15 Augmentation chez l'expert.

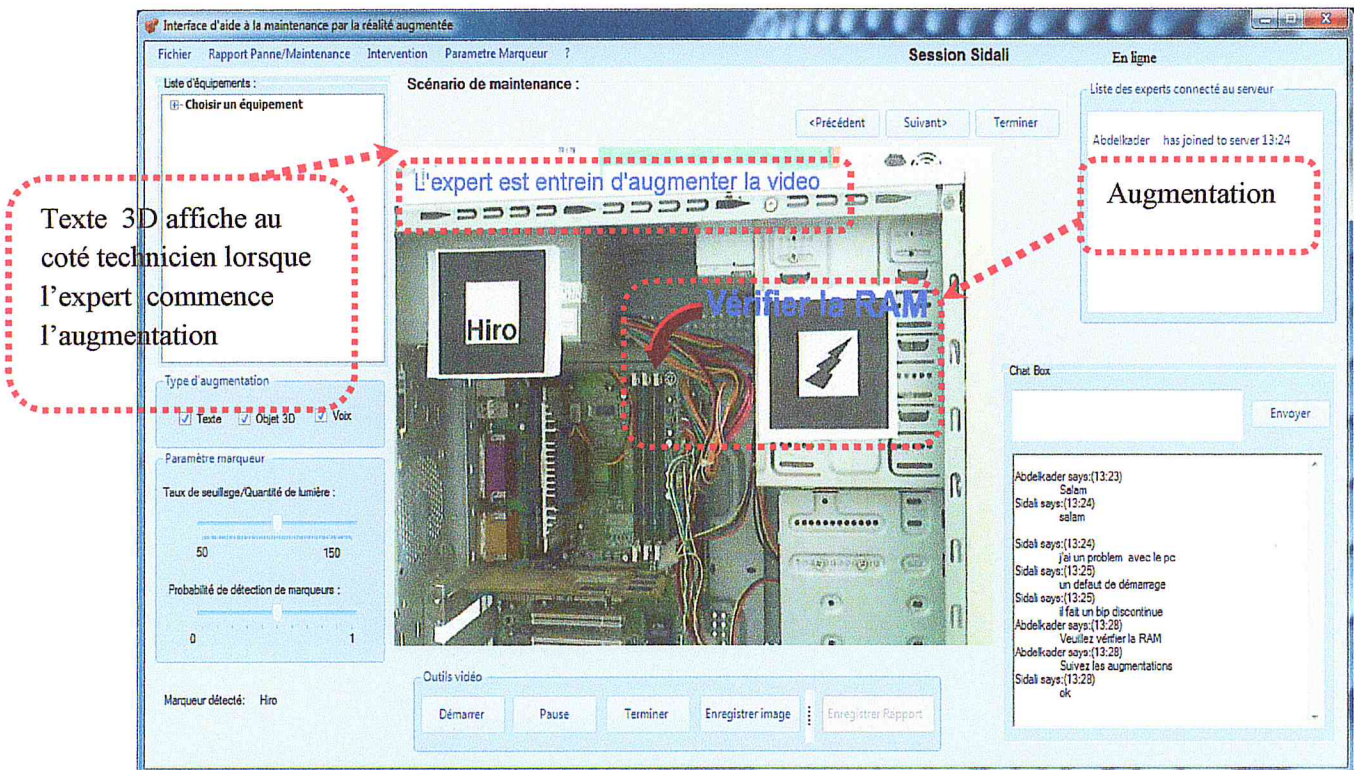


Figure V.16 Augmentation chez le technicien.

Si la solution proposée par l'expert n'est pas suffisante, l'expert continue son intervention jusqu'à maintenir l'équipement.

Si la solution est suffisante, la collaboration se termine et le technicien enregistre un rapport de maintenance qui contient toutes les informations concernant l'équipement, la panne et le scénario de maintenance et même les informations propre au technicien (voir la figure V.17).

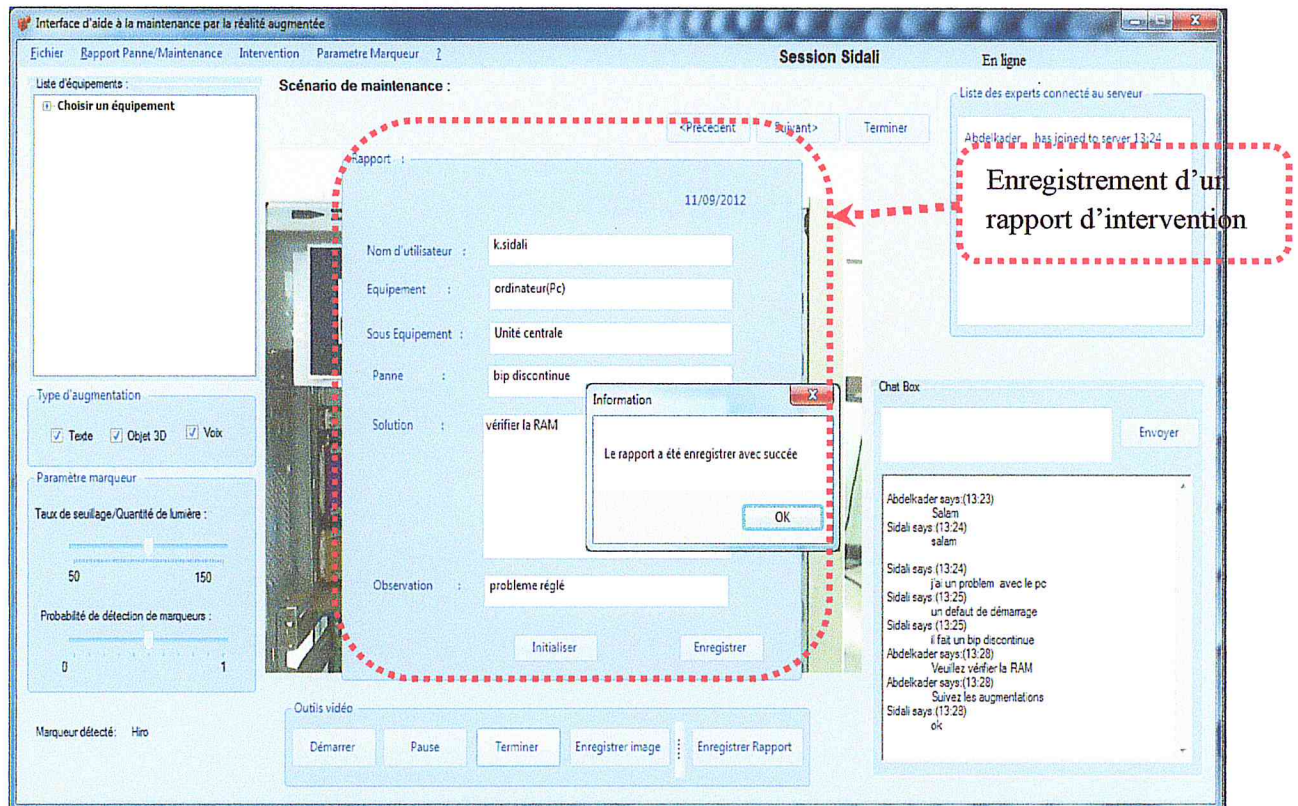


Figure V.17 Enregistrement d'un rapport après une collaboration une intervention d'expert.

Après l'enregistrement du rapport de maintenance, le technicien peut le consulter à tout moment pour voir le contenu (Figure V.18).

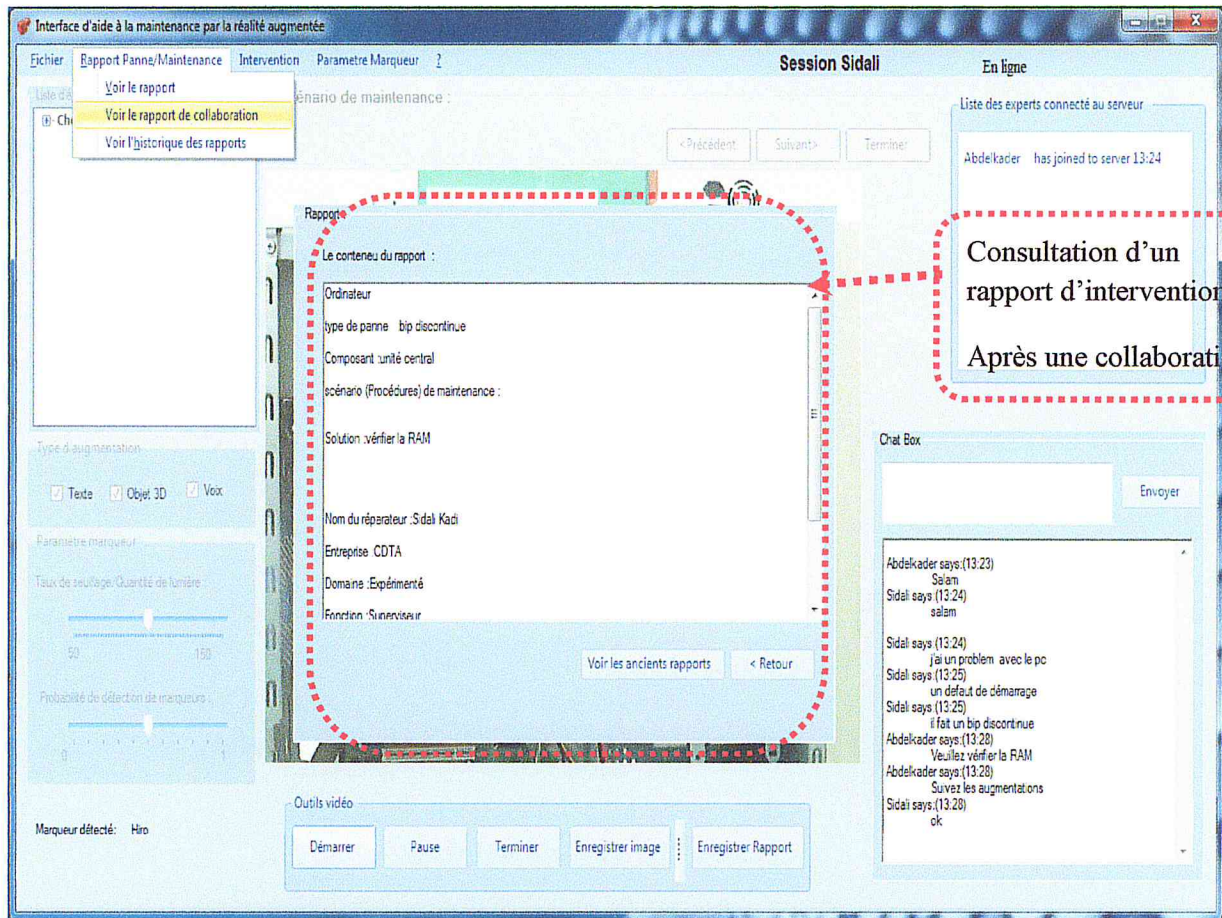


Figure V.18 Consulter le rapport de collaboration.

Donc la collaboration se termine dans cette étape.

L'expert peut ajouter ou modifier la liste des équipements et des pannes afin d'enrichir la documentation de la base de données (Figure V.19).

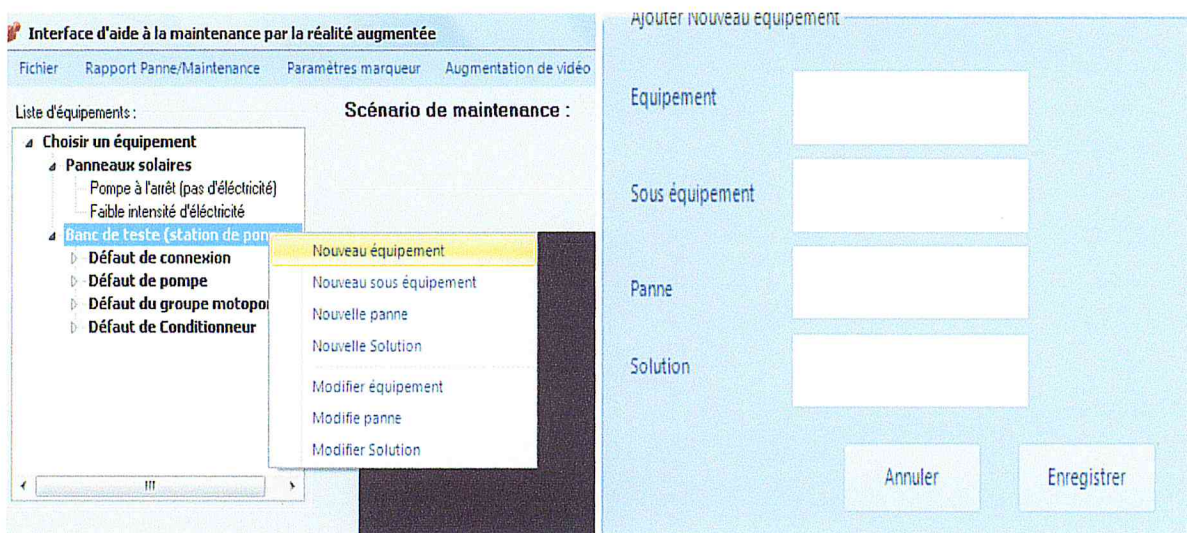


Figure V.19 L'ajout ou la modification de la documentation.

Exemple 3 :

Un technicien doit maintenir une panne produite dans une automobile. Il utilise l'application d'aide à la maintenance. (Voir figures V.20 et V.21).

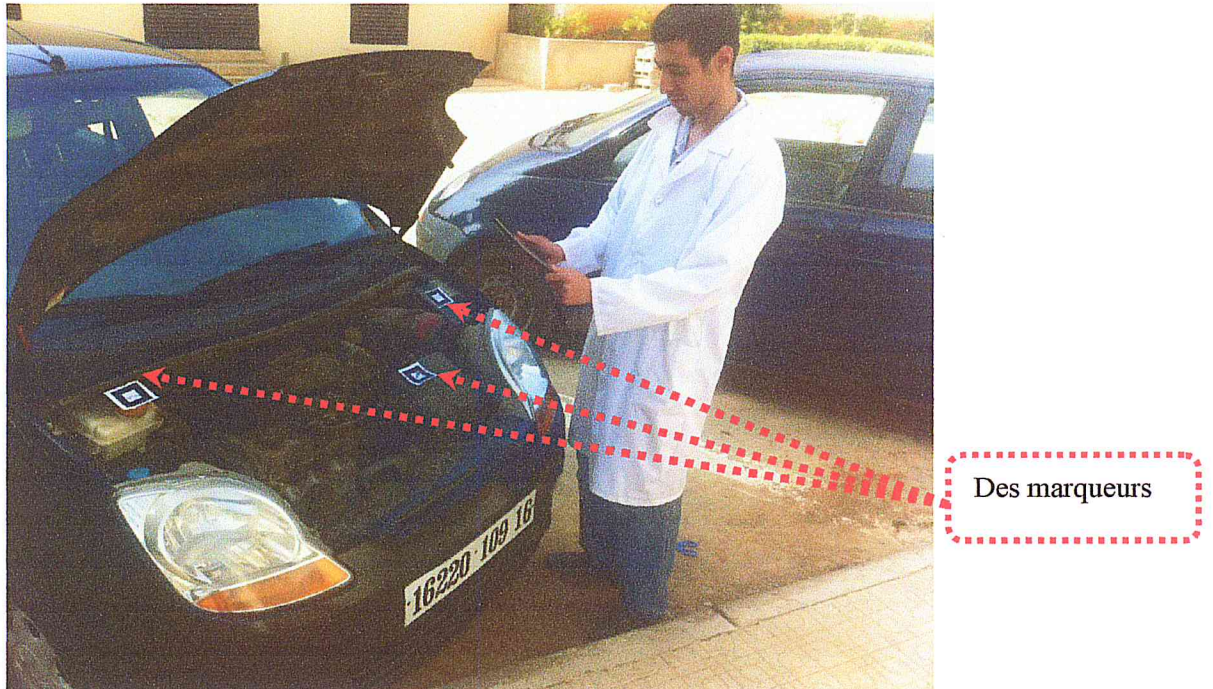


Figure V.20 Technicien utilisant les marqueurs pour la maintenance d'une voiture (1)



Figure V.21 Technicien utilisant la tablette PC pour la maintenance d'une voiture (2)

10. Conclusion

Nous avons présenté à travers ce chapitre notre application d'aide à la maintenance basée sur la compression et transfert vidéo ainsi que sur le paradigme de la réalité augmenté.

Nous avons dans un premier temps présenté les technologies utilisées ainsi que l'environnement de développement de notre système.

Nous avons par la suite exposé le fonctionnement de notre application par une illustration de plusieurs scénarii de maintenance sur différents équipements.

Nous pouvons ainsi conclure que la mise en application de notre application présente des résultats satisfaisants car elle apporte une simplicité considérable dans l'exécution des tâches de maintenance.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les travaux présentés dans ce mémoire de master ont portés sur la mise en place d'une plateforme de e-maintenance basée sur le concept de la réalité augmentée.

L'objectif est donc de réaliser une plateforme de maintenance en se basant sur trois principes. La compression d'images capturées par un technicien pour permettre la transmission de vidéo assez rapide, l'utilisation du protocole de communication qui facilite la transmission en utilisant la notion de web services et le concept de la réalité augmentée. Cette dernière a été développée avec des techniques de vision par ordinateur et de librairie NyArtoolkit qui calcule la position de la caméra par rapport à un repère fixe (lié à l'objet virtuel).

Nous avons tout d'abord présenté dans le chapitre 1 les différentes techniques de compression qui existent dans la littérature. Nous nous sommes intéressés à un Codec appelé « MJPEG ». Ce dernier est une application successive d'un codec « JPEG » qui est le codec le plus utilisé surtout en cas d'échanges des images via internet grâce à la qualité et la taille de l'image compressé par JPEG.

Nous avons décrits dans le chapitre 2, les différents protocoles de communication. Nous nous sommes particulièrement intéressés au service web comme protocole de communication car il garantit la transmission en cas des proxys ou des par feu.

Nous avons dans le chapitre 3 introduit un nouveau paradigme d'interaction, la réalité augmentée. Nous avons pu conclure que l'utilisation de la réalité augmentée dans le domaine de la maintenance des systèmes industriels s'avère plus que nécessaire. Elle offre plus de facilités aux techniciens lors de l'opération de maintenance ou maintenance assistée (à distance). L'intégration de la réalité augmentée dans la maintenance élimine plusieurs problèmes qui apparaissent pendant le travail du technicien.

Nous avons exposé dans le chapitre 4, l'étape de conception de notre système d'aide à la maintenance.

Afin de valider notre prototype, nous avons présenté à travers le dernier chapitre notre application d'aide à la maintenance basée sur la compression et transfert vidéo ainsi que sur le paradigme de la réalité augmenté. Des exemples de scénarii de e-maintenance sur des différents équipements utilisant la collaboration visuelle (compression et transfert vidéo) entre un technicien et un expert et la réalité augmentée ont été donnés.

Les résultats obtenus qui nous ont servi de valider nos expérimentations s'avèrent satisfaisants. Outre les améliorations à apporter à notre système, quelques perspectives sont envisageables à moyen et long terme :

- ✓ Elimination des marqueurs et trouver un autre repère plus simple pour augmenter la scène vidéo.
- ✓ Réalisation d'une gestion des sessions qui permette de gérer les interventions de telle sorte que :
 - Plusieurs techniciens ou plusieurs experts puissent collaborer sur une même tâche.
 - L'expert peut mettre une intervention en attente et rejoindre à une intervention urgente.
- ✓ Intégration de Windows Communication Foundation (WCF), le nouveau protocole de communication qui est plus performant par rapport aux services web.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Azoug seif Eddine**, “ *la compression JPEG d’image fixes*”, Projet fin d’étude, faculté des sciences de l’ingénieur département électronique université Ferhat Abbas, Sétif, 2011.
- [2] **Ouchraa salma, Badri hicham, Drissi elmeliani zakaria**, “ *Compression JPEG*”, Projet fin d’étude, faculté des sciences université Med5 Rabat Maroc 2010.
- [3] **On Net Surveillance System Inc (ONSSI)**, “ *MJPEG vs MPEG4 understanding the differences advantages and disaadvantages of each compression technique*”, article, NY USA.
- [4] http://www.unil.ch/webdav/site/guichet/users/fducrest/public/La_compression_video.pdf: université Lausanne.
- [5] www.agix.fr/pdf/camtrace/h264vsmjpeg.pdf
- [6] **Paul kenji cahier** “ *technique de compression video des standard MPEG*”, travail d’étude université de nice sophia antipolis 2003-2004.
- [7] cynode.projet.enoch.net/resource/xml/doc/memoire/generatedhtml/memoire_g1107.html.
- [8] http://www.dee.ufma.br/~dlopes/course/CORBA/CORBA_presentation_pdf.pdf
- [9] **Cédric Teyssié - Patrice Torguet** “ *cours réseau M1 Informatique*” Université Paul Sabatier - 2006-2007.
- [10] http://www.emse.fr/~corbel/COURS/corba_architecture.html
- [11] **M. Dumas, M.-C. Fauvet Queensl** “ *Les services Web*” rapport technique University of Technology, Brisbane (Australie) 2007.
- [12]: <http://alain-defrance.developpez.com/articles/Java/J2SE/micro-rmi>.
- [13] :www.microsoft.com.
- [14] **Y. Durand-Poudret**, “ *Urbanisation des SI* “, NFE107 Fiche de lecture Université Paul Cézanne (Aix-Marseille III) 2010.
- [15] **Barry Douglas K**, “ *The Savvy Manager’s Guide to Web Services and Service-Oriented Architectures*”. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2003.
- [16] **David Booth, Hugo Haas, Francis McCabe, Eric Newcomer, Michael Champion, Chris Ferris, and David Orchard**. “ *Web services architecture*”. Technical report, W3C, Web Services Architecture Working Group, February 2004.

- [17] **O'Sullivan Justin, Edmond David, and Ter Hofstede Arthur.** “*What's in a service?*” *Distrib. Parallel Databases*, 12(2-3): pp.117–133, 2002.
- [18] **Sanjiva Weerawarana, Francisco Curbera, Frank Leymann, Tony Storey, and Donald Ferguson.** “*Web Services Platform Architecture: SOAP, WSDL, WS-Policy, WS-Addressing*”, *S-BPEL, WS-Reliable Messaging and More*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA, 2005.
- [19] **X. Fournier-Morel, P. Grojean, G. Plouin, C. Rognon,** “*SOA le guide de l'architecte*”, Edition Dunod, 2006.
- [20] **M. Paolucci, K. Sycara, T. Nishimura and N. Srinivasan,** “*Using DAML-S for P2P Discovery*”, In the Proc of International Conference on Web Services (ICWS). Las Vegas, Nevada, USA, pp 203-207, 2003.
- [21] **Riadh BEN HALIMA,** “*Conception, implantation et expérimentation d'une architecture en bus pour l'auto-réparation des applications distribuées à base de services web*”, thèse doctorat en sciences en Informatique, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier et la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion – Sfax, 2009.
- [22] **Mohamed GHARZOULI,** « *Composition des Web Services Sémantiques dans les systèmes Peer-to-Peer* » thèse doctorat en sciences en Informatique, université mentouri costantine 2011.
- [23] **Milgram P., Kishino F.,** “*A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*”, *Transactions on Information Systems*, E77-D (12), pp 1321-1329, 1994.
- [24] **R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, et B. MacIntyre,** “*Recent advances in augmented reality*”, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(1) : pp 34–47, 2001.
- [25] **R T Azuma,** “*A Survey of Augmented Reality*”, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. Earlier version appeared in Course Notes #9: Developing Advanced Virtual Reality Applications, ACM SIGGRAPH '95, pp.1-38.
- [26] **Dubois E.,** “*Chirurgie Augmentée, un cas de réalité augmentée; conception et réalisation centrées sur l'utilisateur*”, thèse de doctorat université Joseph Fourier, Grenoble I, Juillet 2001.
- [27] **Urban E.C.,** “*the Information Warrior*”, *IEEE Spectrum* 32, vol 11, pp.66-70, 1995.

[28] **Azuma R.T.** “*A Survey of Augmented Reality*”. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments (Special Issue on Augmented Reality), pp 355-385, 1997.

[29] **Feiner, S., MacIntyre, B., Seligmann, D.**, “*Knowledge-Based Augmented Reality*”, Communication de l’ACM N° 7, pp.53-61, 1993.

[30] **Webster A., Feiner S., MacIntyre B., Massie W., Krueger. T.**, “*Augmented reality in architectural construction, inspection and renovation*”, In Proceedings of the Third Congress on Computing in Civil Engineering (ASCE), Anaheim, USA, June 17-19, pp 913-919, 1996. Available from Internet: <http://www.cs.columbia.edu/graphics/publications/asce.pdf>.

[31] **Szalavari, Z., Eckstein, E., Gervautz, M.**, “*Collaborative Gaming in Augmented Reality*”, Acte du symposium Virtual Reality Software and Technology, pp. 195-204, 1998.