



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة قاصدي مرباح – ورقلة-
Université Kasdi Merbah-Ouargla-

Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur
Département des Mathématiques et d'Informatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du

Diplôme d'ingénieur d'état en Informatique

Option : informatique industrielle

Normalisation et Optimisation de l'IHM du IP-BX open source Asterisk

Présenté par :

✎ AMIRAT Hanane

✎ CHRAA Oum Saad

Dirigé par :

Dr. Ahmed KORICHI

Session : juin 2010

Remerciements

Avant tout nous tenons nos remerciements à notre dieu tout puissant

De nos avoir donné la force et le courage pour terminer ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre encadreur monsieur Dr.Korichi Ahmed pour ses conseils précieux et pour toutes les commodités et aisances qu'il nous a apportées durant notre étude et réalisation de ce projet

Au terme de ce travail, nous voudrions adresser nos vifs remerciements à tous nos professeurs de département mathématique et informatique qui ont contribué à notre formation et plus vifs à monsieur Dr.A.Harrouz.

Nos remerciements s'adressent également à monsieur le président de jury et les membres des jurys pour l'honneur qu'ils nous font d'avoir assister à notre soutenance.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--------------------------|-----|
| Remerciements..... | I |
| Tables des matières..... | II |
| Table des figures..... | VII |
| Liste des tableaux..... | X |
| Résumé..... | 01 |

Chapitre I : Introduction

| | |
|----------------------------------|----|
| I.1 Introduction..... | 02 |
| I.2 Sujet. | 02 |
| I.3 Objectif. | 03 |
| I.4 Structure de la mémoire..... | 04 |

Chapitre II : La téléphonie sur IP et Asterisk

| | |
|--|----|
| II.1 Introduction..... | 07 |
| II.2 Le principe de VoIP..... | 07 |
| II.3 La téléphonie sur IP..... | 08 |
| II.3.1 Explications du synoptique..... | 09 |
| II.3.2 Les contraintes de transmission des signaux voix numériques..... | 10 |
| II.3.3 Les différents codecs et taux de compression..... | 11 |
| II.3.4 Les différents protocoles utilisés pour la téléphonie et Voix sur IP..... | 12 |
| II.3.4.1 Le protocole H323..... | 12 |
| II.3.4.1.1 Composition du protocole..... | 12 |
| II.3.4.1.2 Architecture et fonctionnalités du protocole H323..... | 13 |
| II.3.4.1.3 Avantages de protocole H323. | 14 |
| II.3.4.2 Le protocole SIP (Session Initiation Protocol)..... | 15 |
| II.3.4.2.1 Format de message SIP..... | 15 |
| II.3.4.2.2 L'architecture d' SIP | 16 |
| II.2.4.2.3 Fonctionnement..... | 18 |

| | |
|--|----|
| II.3.4.2.4 Les méthodes et les réponses SIP..... | 19 |
| II.3.4.2.4.1 Les méthodes SIP..... | 19 |
| II.3.4.2.4.2 Les réponses SIP..... | 20 |
| II.3.4.3 Le protocole IAX..... | 20 |
| II.3.4.4 Le protocole MGCP (Media Gateway Protocol)..... | 21 |
| II.3.4.4.1 Architecture et fonctionnement..... | 22 |
| II.3.4.4.1.1 Le Call Agent..... | 22 |
| II.3.4.4.1.2 Les passerelles multimédias..... | 22 |
| II.3.4.5 Le protocole RTP..... | 23 |
| II.3.4.6 Le protocole RTCP..... | 24 |
| II.3.5 Comparaison entre les protocoles H323 et SIP et MGCP..... | 24 |
| II.4 Les composants principaux d'un réseau ToIP..... | 26 |
| II.5 L'alimentation des postes IP..... | 28 |
| II.6 Avantages et inconvénient de la téléphonie sur IP..... | 29 |
| II.6.1 Avantages..... | 29 |
| II.6.1.1 Réduction des coûts..... | 29 |
| II.6.1.2 Standards ouverts et interopérabilité multi-fournisseurs..... | 29 |
| II.6.1.3 Choix d'un service opéré..... | 29 |
| II.6.1.4 Un réseau voix, vidéo et données (Triple Play)..... | 30 |
| II.6.1.5 Un service PABX distribué ou centralisé..... | 30 |
| II.6.1.6 Evolution vers un réseau de téléphonie sur IP..... | 31 |
| II.6.1.7 Intégration des services vidéo..... | 31 |
| II.6.2 Inconvénients..... | 31 |
| II.6.2.1 Fiabilité et qualité sonore..... | 31 |
| II.6.2.2 Technologie émergente et constante évolution des normes..... | 32 |
| II.6.2.3 Dépendance de l'infrastructure technologique et support administratif exigeant..... | 32 |
| II.7 Présentation d'Asterisk..... | 32 |
| II.7.1 Qu'est-ce que c'est Asterisk..... | 32 |
| II.7.2 Architecture Asterisk..... | 34 |
| II.7.3 Les API (Interface de programmation d'applications)..... | 34 |
| II.7.3.1 L' API Canal (Asterisk Channel API)..... | 34 |
| II.7.3.2 L' API application (Asterisk Application API)..... | 35 |

| | |
|--|----|
| II.7.3.3 L'API traducteur de Codec (Codec Translator API)..... | 35 |
| II.7.3.4 L'API de format de fichier (Asterisk File Format API) | 35 |
| II.7.4 Les fonctions essentielles d'Asterisk..... | 35 |
| II.7.4.1 La commutation de PBX (PBX Switching Core)..... | 35 |
| II.7.4.2 Lanceur d'applications (Application Launcher) | 35 |
| II.7.4.3 Traducteur de codec (Codec Translator) | 36 |
| II.7.4.4 Planificateur manager d'I/O (Scheduler & I/O Manager)..... | 36 |
| II.7.5 Les fonctionnalités d' Asterisk..... | 36 |
| II.8 Conclusion..... | 37 |

Chapitre III : Ergonomie des Interfaces Homme Machine

| | |
|--|----|
| III.1 Introduction..... | 39 |
| III.2 Historique des interfaces homme machine..... | 39 |
| III.3 Notions générales sur les Interfaces Homme Machine et l'ergonomie..... | 43 |
| III.3.1 Définitions de l'Interface Homme Machine..... | 43 |
| III.3.2 Interaction Homme Machine..... | 43 |
| III.3.3 Facteurs Humains et interfaces utilisateurs..... | 44 |
| III.3.4 Motivation des recherches en IHM..... | 44 |
| III.3.5 Les règles de schneiderman..... | 45 |
| III.3.6 Les perspectives de conception d'une IHM..... | 45 |
| III.3.6.1 Perspective fonctionnelle..... | 46 |
| III.3.6.2 Perspective esthétique..... | 46 |
| III.3.6.3 Perspective structurelle..... | 46 |
| III.3.7 Les risques d'une mauvaise interface..... | 46 |
| III.3.8 Définition d'ergonomie..... | 47 |
| III.3.9 L'objet d'ergonomie..... | 47 |
| III.4 Ergonomie des applications web..... | 47 |
| III.4.1 Définition d'une application web..... | 47 |
| III.4.2 L'ergonomie des applications informatiques..... | 48 |
| III.5 Etat de l'art : Conception ergonomique des applications web..... | 48 |
| III.5.1 Le processus de développement ergonomique..... | 49 |

| | |
|--|----|
| III.5.2 Processus de conception : Cycle de vie en O d'une application web..... | 51 |
| III.6 Conclusion..... | 54 |

Chapitre IV : Evaluation des IHMs

| | |
|--|----|
| IV.1 Introduction..... | 56 |
| IV.2 Principe de l'évaluation..... | 56 |
| IV.3 Objectifs de l'évaluation des IHMs..... | 57 |
| IV.4 Les méthodes d'évaluation ergonomique..... | 58 |
| IV.4.1 Evaluation avec utilisateur | 58 |
| IV.4.1.1 L'observation auprès d'utilisateurs..... | 59 |
| IV.4.1.2 Les rapports verbaux..... | 59 |
| IV.4.1.3 Les questionnaires..... | 60 |
| IV.4.2 Evaluation sans utilisateur..... | 61 |
| IV.4.2.1 Les méthodes centrées sur la tâche..... | 62 |
| IV.4.2.1.1 Goals,Operators,Methods, and Selection Rules (GOMS). | 62 |
| IV.4.2.1.2 Keystroke-Level Model (K.L.M)..... | 62 |
| IV.4.2.2 Les méthodes non centrées sur la tâche..... | 64 |
| IV.4.2.2.1 Heuristic évaluation..... | 64 |
| IV.4.2.2.2 Evaluation par recommandations ergonomiques..... | 64 |
| IV.4.3 Méthode de la Cognitive Walkthrough (C.W) | 65 |
| IV.5 La démarche méthodologique..... | 67 |
| IV.5.1 Etude de l'existant..... | 67 |
| IV.5.1.1 Environnement général..... | 67 |
| IV.5.1.1.1 Présentation et objectifs d'AsteriskNOW GUI..... | 67 |
| IV.5.1.1.2 Normes et environnement technique..... | 72 |
| IV.5.2 Approches utilisées pour l'évaluation d'Asterisk GUI..... | 72 |
| IV.5.2.1 Approche par recommandations ergonomique..... | 72 |
| IV.5.2.1.1 La grille d'évaluation..... | 73 |
| IV.5.2.2 Test avec les utilisateurs..... | 78 |
| IV.5.2.2.1 Questionnaire. | 78 |
| IV.6 Conclusion..... | 80 |

Chapitre V : Résultats et discussion

| | |
|---|-----|
| V.1 Introduction..... | 82 |
| V.2 Résultats et discussion de l'enquête..... | 82 |
| V.2.1 Résultats de l'enquête..... | 82 |
| V.2.2 Discussion des résultats. | 85 |
| V.2.2.1 Concernant le profil de l'utilisateur..... | 85 |
| V.2.2.2 Concernant la page d'accueil et les autres pages..... | 85 |
| V.2.2.3 Concernant la lisibilité..... | 85 |
| V.2.2.4 Concernant les remarques et les suggestions..... | 86 |
| V.2.2.5 Résultats du questionnaire de satisfaction..... | 86 |
| V.3 Résultats et discussion de l'évaluation par recommandations ergonomiques..... | 86 |
| V.4 Implémentation de solution..... | 90 |
| V.4.1 La plate forme matériels et logiciels..... | 90 |
| V.4.2 Présentation de solution..... | 97 |
| V.4.3 Présentation de code..... | 105 |
| V.5 Conclusion..... | 108 |

Chapitre VI : Conclusion

| | |
|------------------------|-----|
| VI.1 Conclusion..... | 110 |
| VI.2 Bilan..... | 110 |
| VI.3 Apport..... | 110 |
| VI.4 Perspectives..... | 111 |
| Bibliographie..... | 113 |
| Glossaire VoIP..... | 118 |
| Glossaire IHM..... | 123 |
| ANNEXES..... | 127 |

TABLE DES FIGURES

| N° Figure | Titre | Page |
|---------------------|---|------|
| Figure II.1 | Deux réseaux traditionnels d'entreprise..... | 08 |
| Figure II.2 | La solution VoIP..... | 08 |
| Figure II.3 | Passage du signal analogique au signal numérique..... | 08 |
| Figure II.4 | Exemple d'architecture de la ToIP..... | 10 |
| Figure II.5 | La pile protocolaire H323..... | 13 |
| Figure II.6 | Quelques terminaux H323..... | 13 |
| Figure II.7 | MCU matériel..... | 14 |
| Figure II.8 | Format générique d'un message SIP..... | 16 |
| Figure II.9 | Principales composants SIP..... | 16 |
| Figure II.10 | User Agent SIP..... | 17 |
| Figure II.11 | Le Registrar..... | 17 |
| Figure II.12 | Communication point à point..... | 18 |
| Figure II.13 | Communication diffusif..... | 19 |
| Figure II.14 | Le protocole IAX et UDP..... | 21 |
| Figure II.15 | L'architecture MGCP..... | 23 |
| Figure II.16 | Composants réseau ToIP | 26 |
| Figure II.17 | Modèles IP phone..... | 27 |
| Figure II.18 | Exemples des softphones..... | 28 |
| Figure II.19 | Synoptique de l'alimentation des IPPHONE..... | 28 |
| Figure II.20 | Le triple play(voix ,vidéo, données)..... | 30 |
| Figure II.21 | Exemple d'un PBX Asterisk..... | 33 |
| Figure II.22 | Architecture d'Asterisk..... | 34 |
| Figure III.1 | Ivan Sutherland à la console du TX-2..... | 40 |
| Figure III.2 | La souris inventée par Doug Engelbart..... | 40 |
| Figure III.3 | L'écran, le clavier et la souris du Xerox 8010..... | 41 |
| Figure III.4 | L'interface graphique du Star..... | 41 |

| | | |
|---------------------|---|-----|
| Figure III.5 | Le clavier du Star..... | 42 |
| Figure III.6 | Interaction Homme Machine..... | 44 |
| Figure III.7 | Les perspectives de conception d'une IHM..... | 46 |
| Figure III.8 | Cycle de vie en O d'une application web..... | 51 |
| Figure IV.1 | Schéma de principe de l'évaluation..... | 57 |
| Figure IV.2 | L'interface Home d'AsteriskNOW..... | 68 |
| Figure IV.3 | L'interface Users d'AsteriskNOW..... | 69 |
| Figure IV.4 | L'interface Conferencing d'AsteriskNOW..... | 69 |
| Figure IV.5 | L'interface Voicemail d'AsteriskNOW..... | 70 |
| Figure IV.6 | L'interface Service Providers d'AsteriskNOW..... | 84 |
| Figure IV.7 | L'interface Voice Menus d'AsteriskNOW..... | 71 |
| Figure IV.8 | L'interface Options d'AsteriskNOW..... | 71 |
| Figure V.1 | La connaissance de la téléphonie sur IP..... | 82 |
| Figure V.2 | La connaissance d'IPBX Asterisk..... | 83 |
| Figure V.3 | La fréquence d'utilisation des rubriques..... | 83 |
| Figure V.4 | L'adéquation de position des messages dans l'écran..... | 83 |
| Figure V.5 | La facilité de lecture et distinction des rubriques..... | 84 |
| Figure V.6 | La facilité de repérage de l'information et la navigation..... | 84 |
| Figure V.7 | Les remarques sur la taille d'une page écran..... | 84 |
| Figure V.8 | Problèmes identifiés par recommandations ergonomiques..... | 87 |
| Figure V.9 | l'interface principale de Vmware..... | 91 |
| Figure V.10 | l'interface principale d'Asterisknow..... | 91 |
| Figure V.11 | configuration d'X-lite..... | 92 |
| Figure V.12 | L'appel entre deux clients..... | 93 |
| Figure V.13 | l'interface principale de WinSCP..... | 95 |
| Figure V.14 | l'interface WinSCP des fichiers de configuration d'AsteriskNOW..... | 95 |
| Figure V.15 | l'interface principale de Dreamweaver 8..... | 96 |
| Figure V.16 | l'interface de code Home d'AsteriskNOW..... | 97 |
| Figure V.17 | l'interface de création page Home d'AsteriskNOW..... | 97 |
| Figure V.18 | La page de démarrage de serveur AsteriskNOW..... | 98 |
| Figure V.19 | La page d'accueil d'AsteriskNOW..... | 99 |
| Figure V.20 | La page d'identification d'AsteriskNOW..... | 100 |
| Figure V.21 | La page options d'AsteriskNOW..... | 101 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Figure V.22 | La page de changement de mot de passe..... | 101 |
| Figure V.23 | La page web Users d'AsteriskNOW..... | 102 |
| Figure V.24 | La page web de Conferencing d'AsteriskNOW..... | 103 |
| Figure V.25 | La page de configuration des messages vocales d'AsteriskNOW..... | 104 |
| Figure V.26 | La page de configuration des appels entrantes d'AsteriskNOW..... | 104 |

LISTE DES TABLEAUX

| N° Tableau | Titre | Page |
|---------------------|---|-------------|
| Tableau II.1 | Les codecs et taux de compression..... | 11 |
| Tableau II.2 | Comparaison entre H323, SIP, MGCP..... | 25 |
| Tableau IV.1 | Les avantages et les désavantages de méthode GOMS..... | 62 |
| Tableau IV.2 | Les avantages et les désavantages de méthode K.L.M..... | 63 |
| Tableau IV.3 | Fiche descriptive de GUI d'AsteriskNOW..... | 72 |
| Tableau IV.4 | La grille d'évaluation d'interface AsteriskNOW..... | 78 |
| Tableau V.1 | Résultat d'évaluation par recommandations ergonomiques..... | 90 |

Résumé :

Le développement rapide de l'Internet et l'utilisation croissante des réseaux fondés sur le protocole Internet (IP) pour les services de communications donne la naissance à des nouvelles technologies telles que la téléphonie sur IP. Une des solutions montantes de cette technologie vient du monde open source : Asterisk permet d'implémenter un IP-PBX logiciel. L'utilisation de cette solution passe de plus en plus par une interface homme machine qui est reconnu comme étant un facteur déterminant de succès ou d'échec du logiciel.

Parmi les objectifs de ce travail de fin d'études sont l'étude et la compréhension des concepts fondamentaux de la ToIP, Asterisk et le domaine d'IHM, et comme application pratique nous avons normalisé l'interface d'un IP-PBX et optimisé selon les besoins des utilisateurs tout en basant sur des recommandations d'évaluations ergonomiques et un sondage sous forme d'un questionnaire.

Mots clés: IP, ToIP, Asterisk, IP-PBX, IHM, évaluation, ergonomie.

ملخص :

التطور السريع للإنترنت وزيادة استخدام الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت من أجل خدمات الاتصالات أدى إلى ظهور تكنولوجيات جديدة مثل الاتصالات الصوتية عبر الإنترنت. واحدة من أبرز البرامج المستخدمة في هذه التكنولوجيات هو البرنامج المفتوح المصدر أستيريسك والذي يتمثل في برنامج IP-PBX؛ استعمال هذا البرنامج يتم عبر الواجهة بين الإنسان والآلة والتي بدورها تعتبر عاملا محددًا لنجاح أو فشل البرنامج.

من بين أهداف هذا العمل هو دراسة المفاهيم الأساسية لكل من الاتصالات الصوتية عبر الإنترنت، أستيريسك وكذلك مجال واجهات الإنسان آلة وكتطبيق عملي قمنا بضبط الواجهة وجعلها تتلاءم مع احتياجات المستعمل حسب توصيات التقييم الأروغونومي كما قمنا بدراسة استقصائية في شكل استبيان.

كلمات مفتاحية : IP، الاتصال عبر بروتوكول الإنترنت، أستيريسك، IP-PBX، الواجهة إنسان آلة، تقييم، أروغونومي.

Abstract:

The fast development of the Internet and the increasing use of the networks based on protocol Internet (IP) for the departments of communication give rise to new technologies such as telephony on IP. One of the rising solutions of this technology comes from the open world source :Asterisk makes it possible to implement a software IP-PBX. The use of this solution passes more and more by a man machine interface which is recognized as being a determining factor of success or failure of the software.

Among the objectives of this work of end of studies are the study and the comprehension of the fundamental concepts of ToIP, Asterisk and the domain of IHM, and as practical application we standardized the interface of a IP-PBX and optimized the needs of the users, all one basing on ergonomic recommendations of evaluations and a survey in the form of a questionnaire.

Key words: *IP, ToIP, Asterisk, IP-PBX, IHM, evaluation, ergonomics.*



Introduction

I.1 Introduction

Depuis quelques années, les communications à travers l'Internet connaissent un réel essor. Elles résultent de la convergence des technologies de la téléphonie et des réseaux informatiques, qui est à l'origine de la Voix sur IP (VoIP). La mutualisation de ces deux techniques permet de passer sur des technologies ouvertes et non propriétaires facilitant son implémentation et son interconnexion avec des solutions similaires.

Une des solutions montantes des technologies de téléphonie IP vient du monde d'open source : Asterisk. Ce logiciel est digne des meilleures solutions VoIP ; il permet d'implémenter sur une plateforme Linux un PABX logiciel. Bien que ses avantages comme serveur IPBX, ce logiciel libre souffre comme les autres logiciels open source d'une interface délaissée, mal pensée, peu attrayante, et donc une véritable source d'erreurs pour l'utilisateur.

Ce projet de fin d'étude s'inscrit dans la cadre de la convergence télécommunication et informatique.

Dans ce contexte, les objectifs de notre étude sont la normalisation et l'optimisation de l'IHM du IP-BX open source Asterisk, guidé non seulement par des aspects techniques mais aussi en tenant compte des facteurs sociaux, éthiques et ergonomiques et on s'adapte de plus en plus aux exigences utilisateurs dans leur contexte de travail, ainsi que la présentation des données qui ont besoin.

Donc cette interface devra répondre à des critères de flexibilité, d'ergonomie, et de performance.

I.2 Sujet

Nul ne peut nier que depuis l'invention du téléphone par le Canadien Graham Bell à la fin du XIXe siècle, le monde a connu une vraie révolution en matière de télécommunications. La fin du XIXe siècle a été marquée par l'invention du réseau mondial qui s'est développé sous le nom d'Internet, et dont le protocole IP (Internet

Protocol) est l'emblème. Depuis lors, le réseau IP n'a cessé de croître et d'obtenir les faveurs des acteurs des télécommunications. Avec les réseaux IP, la téléphonie connaît un nouvel élan. Elle se place à la jonction du monde des télécommunications et de celui des réseaux informatiques. Les professionnels ont rapidement compris l'intérêt d'une convergence vers un réseau entièrement IP.

Ce projet de Fin d'Etude (PFE) se situe dans le cadre de cette convergence télécommunication et informatique. Il traite plus particulièrement de domaine de la T-VoIP (la Voix et la Téléphonie sur IP) en local (in-building).

Pour communiquer en local et partager des lignes téléphoniques externes, les entreprises modernes s'équipent par des PBX (Private Branch eXchange). Un PBX ou PABX, autocommutateur téléphonique en français, est un appareil spécifique qui utilise une commutation de circuit pour permettre à plusieurs extensions (postes internes) de communiquer ensemble et de partager des lignes téléphoniques externes. Le plus souvent, ces mêmes entreprises modernes, se dotent d'un réseau informatique pour partager les ressources (données, imprimantes, Internet...).

Un IP-BX est un serveur « informatique » qui utilise la commutation par paquets, cette fois-ci, sur un réseau informatique local pour réaliser au moins les mêmes fonctions qu'un PBX classique. On parle alors de la T-VoIP (Téléphonie et Voix sur IP). Avec le Couplage Téléphonie Informatique (CTI) plusieurs autres fonctionnalités à très forte valeur ajoutée seront possibles.

En plus de but pédagogique, l'objectif de ce PFE est de démarrer une application open source pour optimiser (conception, adaptation et développement) un IP-BX. Nous visons l'amélioration de l'interface d'un serveur IP-BX open source guidée non seulement par des aspects technique mais aussi en tenant compte des facteurs sociaux, éthiques et ergonomiques.

I.3 Objectif

L'objectif de ce PFE est l'exploration, l'apprentissage, et l'analyse d'une solution IP-BX open source en vue d'une normalisation et optimisation de son interface utilisateur à l'aide d'une évaluation de cette IHM (Interface Homme Machine), cette

évaluation consiste à mesurer l'utilité et l'utilisabilité du système ; tout en découvrant les problèmes qui pourraient empêcher les utilisateurs d'accomplir leurs tâches.

Un aspect important est d'analyser les profils des utilisateurs du serveur IP-BX et d'élaborer une proposition qui puisse être adaptée à divers profils, typiquement via une configuration appropriée. Cette interface s'appuiera sur des composants existants développés par des chercheurs dans AsteriskNOW.

Vis-à-vis de nos objectifs, nous identifions les étapes de travail suivantes :

- ❖ **VoIP & T-VoIP** : L'objectif de cette étape consiste à déterminer les éléments d'analyse du contexte spécifique à cette étude ; les serveurs IP-BX. Les caractéristiques principales de ce domaine y sont développées, au regard de ce qui constitue la finalité de ce travail ; la normalisation et l'optimisation de l'IHM du IP-BX open source AsteriskNOW.
- ❖ **Domaine d'IHM** : Pour mieux maîtriser les méthodes de conception et de réalisation dans le domaine d'IHM, et en vue de les appliquer dans la phase de conception de l'interface souhaitée, cette étape sera consacrée essentiellement au domaine de l'IHM. Cette étape va permettre de mieux cerner le domaine des IHM pour atteindre l'objectif de ce travail.
- ❖ **Etude conceptuelle** : Sur la base des deux étapes précédentes, dans cette étape, on va proposer une conception d'une interface en utilisant les méthodes de conception retenues dans la phase précédente.
- ❖ **Implémentation** : Dans cette étape on va proposer une implémentation sur la base des résultats des étapes précédentes et une série d'expérimentation pour valider les modèles conceptuels retenus.

I.4 Structure de la mémoire

La structure en chapitres de ce mémoire, reflète notre démarche de recherche :

- ✚ Le deuxième chapitre cerner précisément le domaine de la voie sur IP et en

particulier la téléphonie sur IP, en mettant l'accent sur une description des principaux éléments du domaine et ses caractéristiques principales y sont développées, tout en explicitent le fonctionnement des serveurs IP-BX.

- ✚ Le troisième chapitre sera consacré essentiellement au domaine d'ergonomie des IHMs (interface homme machine) dans laquelle on présente l'historique des IHMs, les fondements de ce domaine, tout on concentrons notre attention sur les interfaces web, et on conclure par la conception ergonomique des applications web.
- ✚ Dans le quatrième chapitre, on présente quelques méthodes d'évaluations des IHM, en vue de les appliquer pour la réalisation de la nouvelle interface d'IP -BX visé.
- ✚ Le cinquième chapitre, sera consacré à la discussion des résultats obtenu de l'évaluation de l'interface actuelle, pour qu'on effectue des changements selon ces résultats dont le but de normaliser l'IHM de l'IP-BX open source Asterisk.
- ✚ Dans le dernier chapitre, nous conclurons cette étude par une synthèse de notre contribution et nous présentons le bilan de l'étude réalisée, l'apport de ce projet, et enfin on expose les perspectives envisagées pour notre travail.



La téléphonie sur IP et Asterisk

II.1 Introduction

Les organismes de normalisation ont tenté de transmettre les données de manière toujours plus efficace sur des réseaux conçus pour la téléphonie. A partir des années 90, il y a eu changement. C'est sur les réseaux de données, que l'on s'est évertué à convoyer la parole c'est par la VoIP.

La voix sur IP (ou VoIP Voice Over IP) est une technologie de communication vocale en pleine émergence. Elle fait partie d'un tournant dans le monde de la communication. En effet, la convergence du Triple Play (voix, données et vidéo) fait partie des enjeux principaux des acteurs de la télécommunication aujourd'hui. Ce fût en 1996 la naissance de la première version voix sur IP appelée H323. Issu de l'organisation de standardisation européenne ITU-T sur la base de la signalisation voix RNIS (voire Annexe), ce standard a maintenant donné suite à de nombreuses évolutions, quelque nouveaux standards prenant d'autres orientations technologiques.

Dans ce chapitre, on va présenter quelques notions de bases de la téléphonie sur IP, tel que les principaux protocoles utilisés leurs architectures et fonctionnements, une comparaison entre ces protocoles, les contraintes de transmission des signaux voix, les codecs, ainsi les éléments d'un réseau ToIP. Ensuite, on va présenter les avantages et les inconvénients de cette technologie. On conclura a la fin par une brève présentation d'Asterisk, son architecture, ses fonctionnalités, ainsi les API (Application Programming Interface) .

II.2 Le principe de VoIP

La Voix sur IP est une technologie qui permet d'acheminer, en temps réel, grâce au protocole IP, des paquets de données correspondant à des échantillons de voix numérisée.

Pour être plus précis et néanmoins schématique, le signal numérique obtenu par numérisation de la voix est découpé en paquets qui sont transmis sur un réseau IP vers une application qui se chargera de la transformation inverse (des paquets vers la voix). Au lieu de disposer à la fois d'un réseau informatique et d'un réseau téléphonique commuté (RTC) (voire Annexe), l'entreprise peut donc, grâce à la VoIP, tout fusionner sur un même réseau.

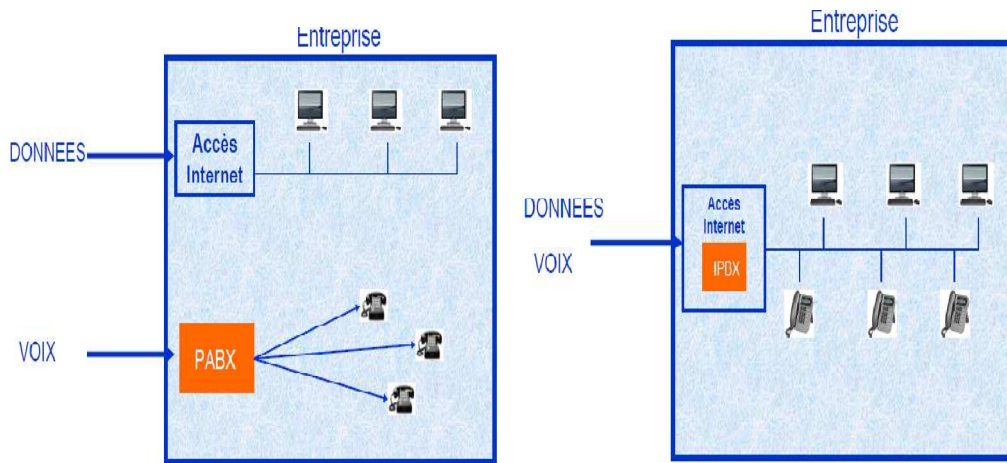


Figure II.1: Deux réseaux traditionnels d'entreprise. **Figure II.2:** La solution VoIP.

II.3 La téléphonie sur IP

La téléphonie sur IP est un service de téléphonie fourni sur un réseau de télécommunications ouvert au public ou privé utilisant principalement le protocole de réseau IP. Cette technologie permet d'utiliser une infrastructure existante de réseau IP pour raccorder des terminaux IP que l'on nomme IP-Phone, ainsi que des logiciels sur PC raccordés sur le même réseau IP que l'on nomme SoftPhone.

La téléphonie sur IP est une transmission de la voix en mode paquets au format TCP/UDP. Pour comprendre le traitement complexe de la voix analogique (signaux électriques) en signaux binaires, voici un synoptique explicatif :

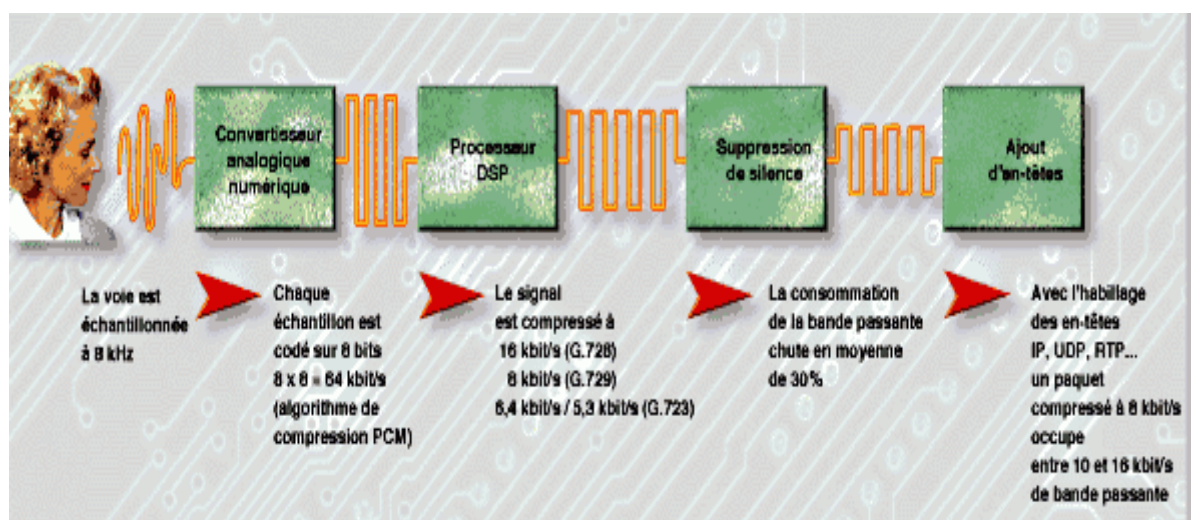


Figure II.3: Passage du signal analogique au signal numérique.

II.3.1 Explications du synoptique

La bande voix qui est un signal électrique analogique utilisant une bande de fréquence de 300 à 3400 Hz, elle est d'abord échantillonné numériquement par un convertisseur puis codé sur 8 bits, puis compressé par les fameux codecs (il s'agit de processeurs DSP) selon une certaine norme de compression variable selon les codecs utilisés, puis ensuite on peut éventuellement supprimer les pauses de silences observés lors d'une conversation, pour être ensuite habillé RTP,UDP et enfin en IP. Une fois que la voix est transformée en paquets IP, ces petits paquets IP identifiés et numérotés peuvent transités sur n'importe quel réseau IP (ADSL, Ethernet, Internet, satellite, routeurs, switches, PC, Wifi, etc...) La téléphonie sur IP peut donc :

- 1) Se rajouter en complément sur un réseau téléphonique traditionnel existant avec une passerelle.
- 2) S'utiliser en full-IP pour une nouvelle infrastructure (nouvel immeuble par exemple avec uniquement du câblage catégorie 5 ou 6)
- 3) S'utiliser en multi-sites full-IP avec l'aide d'un opérateur adéquat et parfois des serveurs centralisés
- 4) S'utiliser sur un ordinateur relié au réseau internet à destination d'un autre ordinateur relié lui aussi au réseau internet, mais en utilisant absolument le même logiciel (les communications seront donc gratuites de PC à PC).

Cette technologie est proposé par de multiples constructeurs avec parfois des solutions clés en mains ou des intégrateurs spécialisés dans ce domaine.

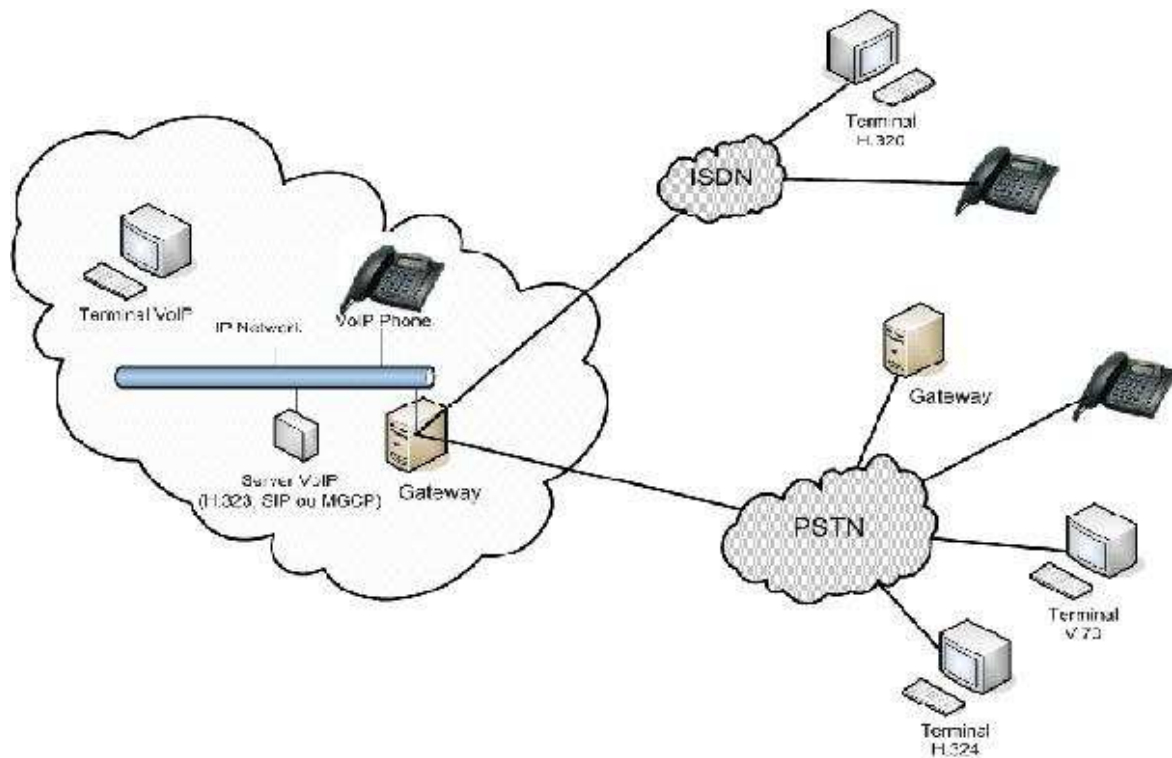


Figure II.4: Exemple d'architecture de la ToIP.

II.3.2 Les contraintes de transmission des signaux voix numériques

1) **Optimisation de la bande passante** : Pour un bon partage de la bande passante, il faut connaître l'ensemble des flux pouvant avoir une influence importante sur le transport de la voix.

2) **Délai de transmission** : c'est le temps de transfert des paquets, il comprend le codage, le passage en file d'attente d'émission, la propagation dans le réseau, la bufférisation en réception et le décodage. Le délai de transmission optimal est de 150 ms (UIT-T G114). Les délais parfois tolérables sont entre 150 et 400 ms.

3) **Le phénomène d'écho (réverbération du signal)** : C'est le délai entre l'émission du signal et la réception de ce même signal en réverbération. Cette réverbération est causée par les composants électroniques des parties analogiques. Un écho < 50 ms n'est pas perceptible. Plus il est décalé dans le temps plus il est insupportable.

4) **La gigue ou Jitter (variation de l'écart initial entre deux paquets émis)** : Correspond à

des écarts de délais de transmission entre des paquets consécutifs. Nécessite la mise en place de buffers en réception qui lissent ces écarts pour retrouver le rythme de l'émission. Effet néfaste des buffers de réception ==> augmentation du délai de transmission.

5) La gestion de la qualité de service des réseaux IP :

De transport d'un bout à l'autre. Elle peut-être une solution propriétaire (Qos constructeur), DiffServ, RSVP ou MPLS. Rappelons enfin que le mode de fonctionnement de l'acheminement sur l'internet est du type Best Effort : chaque équipement constituant le réseau (en particulier les routeurs) fait de son mieux pour acheminer les informations.

En conclusion, le transport de la téléphonie sur l'IP ne doit souffrir d'aucun retard de transmission, ni d'altérations (attention aux firewall), ni de perte de paquets [25].

II.3.3 Les différents codecs et taux de compression

Les codecs sont des chipsets qui font office de codeurs/décodeurs. Certains terminaux IP-Phone n'acceptent qu'une partie ou même un seul codec, tout dépend du modèle de terminal et du constructeur [27].

Les principaux taux de compression de la voix sont les codecs officiels suivants :

| Méthode de compression | Débit en KBits/s |
|------------------------|------------------|
| G.711 PCM | 64 |
| G.726 AD PCM | 32 |
| G.728 LD CELP | 16 |
| G.729 CS ACELP | 8 |
| G.729 x 2 Encodings | 8 |
| G.729 x 3 Encodings | 8 |
| G.729a CS ACELP | 8 |
| G.723.1 MPMLQ | 6,3 |
| G.723.1 ACELP | 5,3 |

Tableau II.1: Les codecs et taux de compression.

II.3.4 Les différents protocoles utilisés pour la téléphonie et Voix sur IP

Les premières technologies de VoIP imaginées étaient propriétaires et donc très différentes les unes des autres. Mais un système qui est censé de mettre les gens et les systèmes en relation exige une certaine dose de standardisation. C'est pourquoi sont apparus des protocoles standards, comme le H323 ou le SIP [3].

Les principaux protocoles utilisés pour l'établissement de connexions en Voix sur IP sont :

II.3.4.1 Le protocole H323

Le protocole H323 est le plus connu et se base sur les travaux de la série H.320 sur la visioconférence sur RNIS. C'est une norme stabilisée avec de très nombreux produits sur le marché (terminaux, gatekeeper, gateway, logiciels).

II.3.4.1.1 Composition du protocole

Le protocole H.323 ressemble plus à une association de différents protocoles qui peuvent être regroupés en 3 catégories :

- ✚ **la signalisation** : les messages de signalisation sont ceux que l'on envoie pour demander d'être mis en relation avec une autre personne, qui indiquent que la ligne est occupée, que le téléphone sonne.
- ✚ **la négociation de codecs** : la négociation est utilisée pour se mettre d'accord sur la façon de coder les informations qu'on va s'échanger.
- ✚ **le transport de l'information** : le transport de l'information s'appuie sur le protocole RTP qui transporte la voix, la vidéo ou les données numérisées par les codecs.

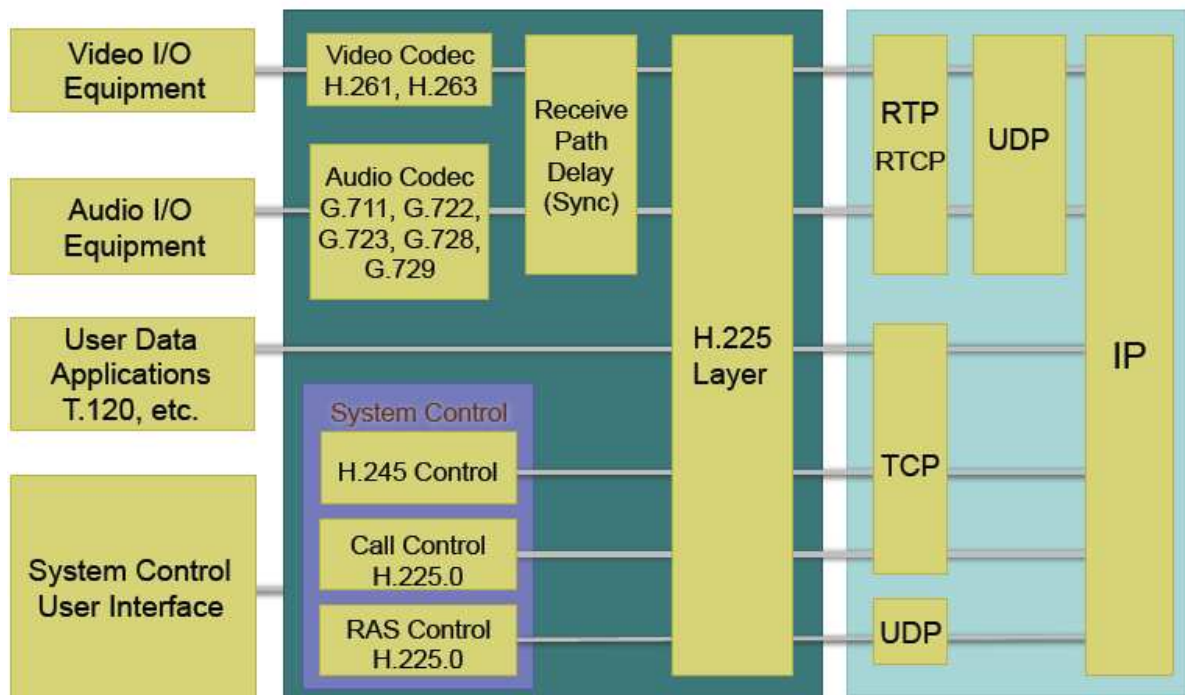


Figure II.5:La pile protocolaire H323.

II.3.4.1.2 Architecture et fonctionnalités du protocole H323

Le protocole H323 s'articule autour d'une architecture particulière qui concentre les fonctionnalités autour d'entités. Cette architecture est généralement composée des quatre catégories d'entités suivantes :

- ❖ **Terminal (au minimum deux)**: est un matériel physique ou logiciel (généralement un téléphone IP ou un Softphone) supportant des communications audio, vidéo ou de données. Il participe en temps réel à une communication avec un autre terminal H323, un Gateway ou un MCU.



Figure II.6: Quelques terminaux H323 [8].

- ❖ **Gatekeeper** : ou garde-barrière, Un Gatekeeper réalise la traduction d'adresse (numéro de téléphone - adresse IP) et la gestion des autorisations. Ce dernier point permet de donner ou non la permission d'effectuer un appel, de limiter la bande passante si besoin et de gérer le trafic sur le LAN. Il permet également de gérer les téléphones classiques et la signalisation permettant de router les appels afin d'offrir des services supplémentaires. Il peut enfin offrir des services d'annuaire.
- ❖ **Gateway, ou passerelle** : c'est un équipement qui permet de faire la conversion entre un réseau H323 et un autre réseau ayant un protocole normalisé par l'UIT-T (par exemple de H225 à H221). La Gateway peut également faire la conversion entre les codecs utilisés. Il peut y avoir autant de passerelles différentes que nécessaire, suivant la nature des réseaux non IP à interconnecter.
- ❖ **Multipoint Control Unit** : c'est un logiciel informatique ou une machine servant à établir simultanément plusieurs communications (mettant en jeu plus de deux interlocuteurs), parfois appelée « pont multipoint ». Généralement c'est un équipement permettant la gestion des conférences. Les MCU ont des capacités de traitement du signal (diffusion, enregistrement, mixage,...) afin de :
 - ✚ Permettre la conférence en mixant les flux audio.
 - ✚ Diffuser des messages réseau comme la tonalité, le bip de mise en attente.
 - ✚ Réaliser des fonctions élémentaires de messagerie vocale.



Figure II.7:MCU matériel.

II.3.4.1.3 Avantages de protocole H323

- ❖ **Codec standards** : H.323 établit des standards pour la compression et la décompression des flux audio et vidéo. Ceci assure que des équipements provenant

de fabricants différents ont une base commune de dialogue.

- ❖ **Interopérabilité** : Les utilisateurs veulent pouvoir dialoguer sans avoir à se soucier de la compatibilité du terminal destinataire. En plus d'assurer que le destinataire est en mesure de décompresser l'information, H.323 établit des méthodes communes d'établissement et de contrôle d'appel.
- ❖ **Indépendance vis à vis du réseau** : H.323 est conçu pour fonctionner sur tout type d'architecture réseau. Comme les technologies évoluent et les techniques de gestion de la bande passante s'améliorent, les solutions basées sur H.323 seront capables de bénéficier de ces améliorations futures.
- ❖ **Indépendance vis à vis des plates-formes et des applications** : H.323 n'est lié à aucun équipement ou système d'exploitation.
- ❖ **Support multipoint** : H.323 supporte des conférences entre trois points terminaux ou plus sans nécessiter la présence d'une unité de contrôle spécialisée.
- ❖ **Gestion de la bande passante** : Le trafic audio et vidéo est un grand consommateur de ressources réseau. Afin d'éviter que ces flux ne congestionnent pas le réseau, H.323 permet une gestion de la bande passante à disposition. En particulier, le gestionnaire du réseau peut limiter le nombre simultané de connexions H.323 sur son réseau ou limiter la largeur de bande à disposition de chaque connexion. De telles limites permettent de garantir que le trafic important ne soit pas interrompu.
- ❖ **Support multicast** : H.323 supporte le multicast dans les conférences multipoint. L'envoi multicast chaque paquet vers un sous-ensemble des destinataires sans réplication, permettant une utilisation optimale du réseau [31].

II.3.4.2 Le protocole SIP (Session Initiation Protocol)

Le protocole SIP est natif du monde internet (HTTP) et est un concurrent direct de l'H323. A l'heure actuelle, il est moins riche que H.323 au niveau des services offerts, mais il suscite actuellement un très grand intérêt dans la communauté internet et télécom.

II.3.4.2.1 Format de message SIP

Voici la structure d'un message SIP :



Figure II.8: Format générique d'un message SIP.

La première partie est soit une ligne de requête, s'il s'agit d'une requête, soit une ligne d'état, s'il s'agit d'une réponse. La seconde partie rassemble les en-têtes du message. Enfin, vient le corps du message [3].

II.3.4.2.2 L'architecture d' SIP

Contrairement à H.323, largement fondé sur une architecture physique, le protocole SIP s'appuie sur une architecture purement logicielle.

L'architecture de SIP s'articule principalement autour des cinq entités suivantes :

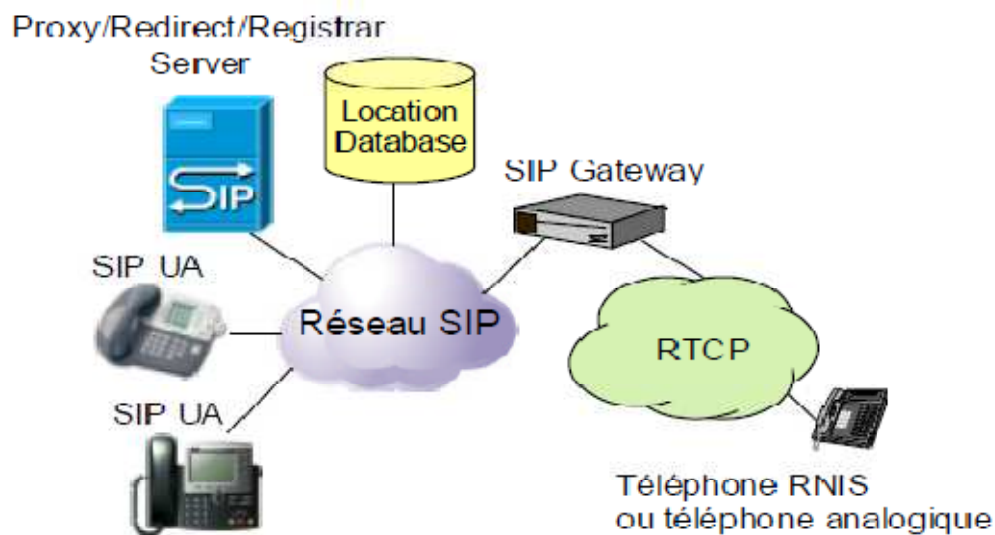


Figure II.9: Principales composants SIP.

L'UA (User Agent) : Il représente l'agent de la partie appelée et appelante et peut être une application de type serveur qui contacte l'utilisateur lorsqu'une requête SIP est reçue. Et elle renvoie une réponse au nom de l'utilisateur ou bien une application de type client qui initie les requêtes.



Figure II.10:User Agent SIP [26].

Le serveur de redirection ou RS (Redirect Server) : Il réalise simplement une association (mapping) d'adresses vers une ou plusieurs nouvelles adresses. Lorsqu'un client appelle un terminal mobile - redirection vers le serveur proxy le plus proche ou en mode multicast - le message émis est redirigé vers toutes les sorties auxquelles sont reliés les destinataires. Notons qu'un serveur de redirection est consulté par l'UAC comme un simple serveur et ne peut émettre de requêtes contrairement au serveur proxy.

Le serveur de localisation ou LS (Location Server) : Il fournit la position courante des utilisateurs dont la communication traverse les serveurs de redirection et proxy auxquels il est rattaché. Cette fonction est assurée par le service de localisation.

Le RG (Registrar) : C'est un serveur qui accepte les requêtes *Registre* et offre également un service de localisation comme le serveur de localisation. Chaque proxy ou serveur de redirection est généralement relié à un Registrar.

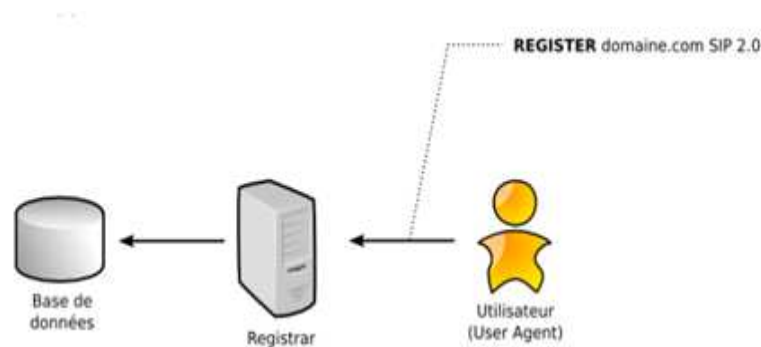


Figure II.11:Le Registrar.

Proxy SIP : Le serveur proxy, parfois appelé serveur mandataire, sert d'intermédiaire entre deux User Agents sans qu'ils connaissent leur emplacement respectif (adresse IP).

En effet, l'association URI-Adresse IP a été stockée préalablement dans une base de données par un Registrar. Le Proxy peut donc interroger cette base de données pour diriger les messages vers le destinataire. Ce serveur peut conserver des états de l'avancement des

sessions pour lesquelles il intervient, dans ce cas c'est un proxy statefull. Dans le cas inverse, il est nommé stateless.

En bref, le serveur proxy remplit les différentes fonctions suivantes :

- Localiser un correspondant.
- Réaliser éventuellement certains traitements sur les requêtes.
- Initialiser, maintenir et terminer une session vers un correspondant.

II.2.4.2.3 Fonctionnement

Le protocole SIP intervient aux différentes phases de l'appel :

- ✚ Localisation du terminal correspondant.
- ✚ Analyse du profil et des ressources du destinataire.
- ✚ Négociation du type de média (voix, vidéo, données...) et des paramètres de communication.
- ✚ Disponibilité du correspondant, détermine si le poste appelé souhaite communiquer, et autorise l'appelant à le contacter.
- ✚ Etablissement et suivi de l'appel, avertit les parties appelant et appelé de la demande d'ouverture de session, gestion du transfert et de la fermeture des appels.
- ✚ Gestion de fonctions évoluées : cryptage, retour d'erreurs.

Avec SIP, les utilisateurs qui ouvrent une session peuvent communiquer en mode point à point, en mode diffusif ou dans un mode combinant ceux-ci. Le protocole SIP permet donc l'ouverture de sessions en mode :

Point-à-point : Communication entre 2 machines, on parle d'unicast.



Figure II.12: Communication point à point.

Diffusif : Plusieurs utilisateurs en multicast, via une unité de contrôle M.C.U (Multipoint Control Unit).



Figure II.13: Communication diffusif.

Combinatoire : Plusieurs utilisateurs pleinement interconnectés en multicast via un réseau à maillage complet de connexions.

II.3.4.2.4 Les méthodes et les réponses SIP

II.3.4.2.4.1 Les méthodes SIP

SIP n'utilise que six méthodes fondamentales pour formuler ses requêtes. Cela indique très nettement la volonté de simplicité de ses concepteurs.

Ces méthodes sont détaillées dans la RFC 3261. Elles doivent être supportées par tous les terminaux et serveurs sollicités.

- ✚ **La méthode INVITE :** est utilisée afin d'établir une session entre UAs. Elle contient les informations sur l'appelant et l'appelé et sur le type de flux qui seront échangés (voix, vidéo, etc.). Lorsqu'un UA ayant émis la méthode SIP INVITE reçoit une réponse finale à l'invitation (i.e., 200 OK), il confirme la réception de cette réponse par une méthode **ACK**. Une réponse telle que « busy » ou « answer » est considérée comme finale alors qu'une réponse telle que « ringing » signifiant que l'appelé est alerté, est une réponse provisoire.
- ✚ **La méthode BYE :** permet la libération d'une session préalablement établie. Elle correspond au message RELEASE des protocoles ISUP et Q.931. Un message BYE peut être émis par l'appelant ou l'appelé.
- ✚ **La méthode REGISTER :** est utilisée par un UA afin d'indiquer au Registrar la correspondance entre son adresse SIP et son adresse de contact (adresse IP).
- ✚ **La méthode CANCEL :** est utilisée pour demander l'abandon d'un appel en cours mais n'a aucun effet sur un appel déjà accepté. En effet, seule la méthode BYE peut terminer un appel établi.

- ✚ **La méthode OPTIONS** : est utilisée afin d'interroger les capacités et l'état d'un User agent ou d'un serveur. La réponse contient ses capacités (e.g., type de média étant supporté, méthodes supportées, langue supportée) ou le fait que l'UA soit indisponible.

II.3.4.2.4.2 Les réponses SIP

Après avoir reçu et interprété une requête SIP, le destinataire de cette requête retourne une réponse SIP. Il existe six classes de réponses :

- ✚ **Classe 1xx** : Information, la requête a été reçue, et elle est en cours de traitement.
- ✚ **Classe 2xx** : Succès, la requête a été reçue, comprise et acceptée.
- ✚ **Classe 3xx** : Redirection, l'appel requiert d'autres traitements avant de pouvoir déterminer s'il peut être réalisé.
- ✚ **Classe 4xx** : Erreur requête client, la requête ne peut pas être interprétée ou servie par le serveur. La requête doit être modifiée avant d'être renvoyée.
- ✚ **Classe 5xx** : Erreur serveur, le serveur échoue dans le traitement d'une requête apparemment valide.
- ✚ **Classe 6xx** : Echec global, la requête ne peut être traitée par aucun serveur.

II.3.4.3 Le protocole IAX

Le protocole IAX (**I**nter-**A**sterisk **eX**change) est un protocole de voix sur IP issu du projet de PABX open source Asterisk. Il permet non seulement l'interconnexion entre les serveurs Asterisk, mais également la communication entre un client et un serveur Asterisk [33].

Pour être convaincante dans un contexte où la concurrence entre les protocoles H.323 et SIP est déjà importante, la philosophie proposée par IAX diffère sur deux points importants :

- ✚ Traversée transparente des passerelles NAT et des pare-feu. Contrairement aux protocoles SIP et H.323, qui n'assurent que la fonction de signalisation et se combinent généralement à RTP pour la fonctionnalité de transport des flux, le protocole IAX est à la fois un protocole de transport et un protocole de signalisation. IAX2 utilise un port UDP unique qui est le port 4569 (IAX1 utilisait le port 5036) pour la signalisation et les données et ceci marque l'une des grandes différences avec le protocole SIP [3].
- ✚ Utilisation réduite de la bande passante. Si H.323 et SIP sont prévus pour le multimédia en général, IAX a été conçu spécifiquement pour le problème du transport et de la

signalisation de la voix, en écartant les considérations plus générales des applications multimédias. Le protocole IAX répond ainsi à des objectifs simples et bien délimités.

Bien qu'il n'exclue pas a priori le traitement de flux vidéo, la protocole IAX s'intéresse avant tout aux flux audio et optimise les paramètres des flux en tenant compte des contraintes et des spécificités de ces flux audio.

IAX est donc un protocole puissant, qui propose des solutions efficaces aux deux problèmes importants rencontrés par H.323 et SIP et permet les communications entre serveurs Asterisk. Il souffre toutefois de l'inconvénient de ne pas être normalisé. De plus, il n'optimise que le traitement des flux téléphoniques, alors que H.323 comme SIP sont plus généralistes et peuvent s'appliquer au transfert de la vidéo.

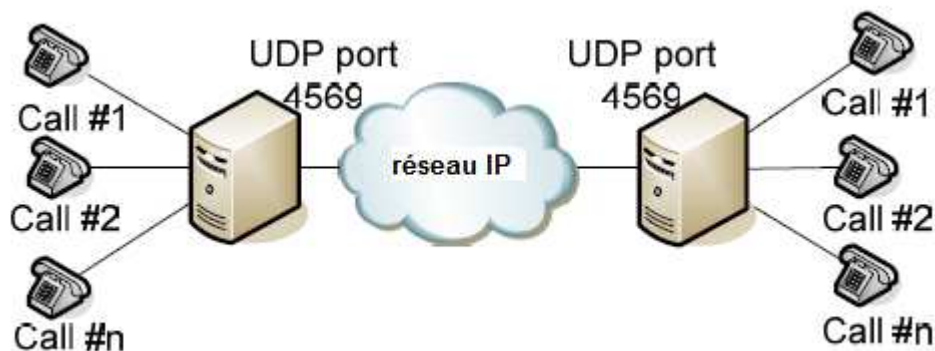


Figure II.14: Le protocole IAX et UDP.

Le protocole IAX supporte les authentifications de type PKI et le trunking. Quand on utilise le trunking avec IAX2, seule la bande passante réellement utilisée est allouée. IAX trunking permet à plusieurs flots de données vocales de partager un seul "trunk" avec un autre serveur, réduisant ainsi les congestions induites par le trafic IP. IAX envoie toujours les signaux DTMF en ligne, ce qui élimine les confusions que l'on trouvait avec SIP [5].

Le succès grandissant de IAX2 n'est cependant pas vraiment une menace pour SIP de la manière que SIP l'a été pour H323. SIP est bien installé, mais nul ne doute qu'IAX2 va s'imposer comme une véritable alternative [5].

II.3.4.4 Le protocole MGCP (Media Gateway Protocol)

Le protocole MGCP (Media Gateway Control Protocol) est complémentaire à H.323 ou SIP et traite des problèmes d'interconnexion avec le monde téléphonique (SS7, RI). Dans une première approche, la passerelle qui fait le lien entre le réseau téléphonique et le réseau de

Voix sur IP est mise de côté et toute l'information est intégrée dans un contrôleur de passerelle. Ainsi, les services proposés sont indépendants de la passerelle utilisée et de son constructeur [23].

II.3.4.4.1 Architecture et fonctionnement

Pour communiquer entre deux réseaux de nature différente, il est nécessaire d'utiliser une passerelle. Cette entité prend en charge à la fois la signalisation pour l'établissement, la gestion et la terminaison de la communication, mais aussi la conversion des signaux pour l'adaptation des flux. MGCP sépare ces deux aspects en entités distinctes, l'une pour contrôler les appels, l'autre pour appliquer le contrôle ordonné par la première entité.

MGCP fonctionne selon une architecture centralisée permettant de faire communiquer et de contrôler les différentes entités des réseaux distincts.

MGCP fait éclater le modèle architectural proposé avec H.323 en décomposant le rôle des passerelles et en externalisant toute leur intelligence sur une entité centrale.

Pour réaliser cette distinction, MGCP définit les entités suivantes :

- Le Call Agent, qui sert à piloter et administrer les passerelles de manière centralisée.
- Les passerelles, qui maintiennent la connectivité entre réseaux de nature différente.

II.3.4.4.1.1 Le Call Agent

Le Call Agent a pour fonction de contrôler les passerelles et de concentrer toute l'intelligence ainsi que la prise de décision dans le réseau. Une entité logique, pouvant être localisée n'importe où dans le réseau, le Call Agent est spécifiquement responsable de l'établissement, de la maintenance et de la terminaison des appels établis entre des terminaux appartenant à des réseaux de nature différente.

Fondamentalement, MGCP repose sur un modèle maître-esclave, et il n'est pas dans son objectif de fournir des mécanismes de communication entre les agents de contrôle, qui sont des entités de même nature, auxquelles le modèle maître-esclave ne convient pas.

II.3.4.4.1.2 Les passerelles multimédias

Par rapport aux passerelles initialement prévues dans le protocole H.323, les passerelles multimédias sont simplement dépourvues de la fonctionnalité de traitement des appels.

Elles s'en remettent pour cela au Call Agent. Néanmoins, elles conservent intact leur emplacement physique, à la frontière entre les deux réseaux de nature distincte, alors que le Call Agent peut être situé n'importe où, comme l'illustre la figure :

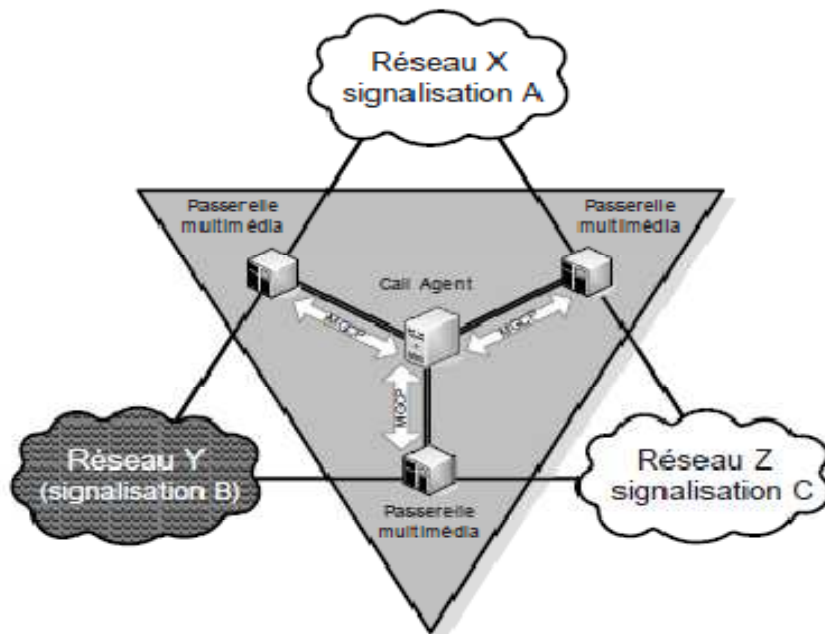


Figure II.15: L'architecture MGCP.

X, Y ou Z représentent des réseaux quelconques (RNIS, ATM, IP, RTC, etc)(Voire annexe).

Sur chacun de ces réseaux, le protocole de signalisation intra-réseau de son choix peut être utilisé, par exemple SIP ou H.323 dans un réseau IP, ou SS7 dans un réseau RTC. MGCP ne peut s'appliquer au sein de ces réseaux, mais seulement à leur périphérie afin d'assurer la gestion et le traitement des communications inter-réseau.

Le rôle de la passerelle multimédia est donc réduit à l'acheminement cohérent des données, ce qui implique qu'elle accomplisse les tâches suivantes :

- Conversion du signal ;
- Adaptation au support ;
- Compression des données ;
- Conversion de la signalisation ;
- Multiplexage et la mise en paquets [3].

II.3.4.5 Le protocole RTP

Le protocole RTP (**R**eal **T**ime **T**ransport **P**rotocol) est un protocole de communication qui accorde des fonctions temporelles en tant que service pour des applications multimédia comme VoIP pour la téléphonie sur Internet ou la diffusion de contenus vidéo en direct [34].

Le but de RTP est de fournir un moyen uniforme de transmettre sur IP des données soumises à des contraintes de temps réel (audio, vidéo, etc.). RTP permet :

- ✚ Traversée transparente des passerelles NAT et des pare-feu. Contrairement aux autres protocoles
- ✚ D'identifier le type de l'information transportée,
- ✚ D'ajouter des marqueurs temporels permettant d'indiquer l'instant d'émission du paquet. L'application destinataire peut alors synchroniser les flux et mesurer les délais et la gigue.
- ✚ D'inclure des numéros de séquence à l'information transportée afin de détecter l'occurrence de paquets perdus et de délivrer les paquets en séquence à l'application destinataire.

Mais, RTP n'a pas été conçu pour effectuer des réservations de ressources ou contrôler la qualité de service et ne garantit pas la livraison du paquet à l'arrivée.

II.3.4.6 Le protocole RTCP

Le protocole RTCP (**R**eal **T**ime **C**ontrol **P**rotocol) est basé sur des transmissions périodiques de paquets de contrôle par tous les participants dans une session [35]. C'est un protocole de contrôle des flux RTP, permettant de véhiculer des informations basiques sur les participants d'une session, et sur la qualité de service.

II.3.5 Comparaison entre les protocoles H323 et SIP et MGCP

| Protocoles Les critères | H323 | SIP | MGCP |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Inspiration | Téléphonie | http | |
| Nbr d'échanges pour établir la connexion | 6 à 7 aller-retour | 1 à 5 aller-retour | 3 à 4 aller-retour |
| Complexité | Elevée | Faible | Elevée |

| | | | |
|--|---|---|--|
| Adaptabilité / Modularité Protocolaires | Faible | Elevée | Modérée |
| Implémentation nouveaux services | NON | OUI | NON |
| Adaptation Internet | NON | OUI | NON |
| Protocoles de transport | TCP | TCP ou UDP | TCP ou UDP |
| Coût | Elevé | Faible | Modéré |
| Avantages | <ul style="list-style-type: none"> -Maturité du protocole : actuellement version 4 -Beaucoup de constructeurs utilisent H323 -Peut supporter autre chose que IP | <ul style="list-style-type: none"> -Simple à mettre en œuvre, messages écrits en clair -Interopérabilité très bonne -Très bonne possibilité de gestion | <ul style="list-style-type: none"> -Permet d'utiliser des téléphones « idiots » -Indépendant des protocoles de signalisation supérieurs (H323,SIP) |
| Inconvénients | <ul style="list-style-type: none"> -Protocole très complexe -Difficultés avec les FireWall -Support des fonctions avancées de la téléphonie. H450.x très peu utilisé. -Pas dans l'esprit « Internet » | <ul style="list-style-type: none"> -Pas encore de grande référence -Service supplémentaire de téléphonie inexistant -En pleine maturation | <ul style="list-style-type: none"> -Pas encore de grande référence -Service supplémentaire de téléphonie inexistant -En pleine maturation |

Tableau II.2: Comparaison entre H323,SIP,MGCP [31].

II.4 Les composants principaux d'un réseau ToIP

Les différents éléments pouvant composés un réseau de téléphonie sur IP sont :

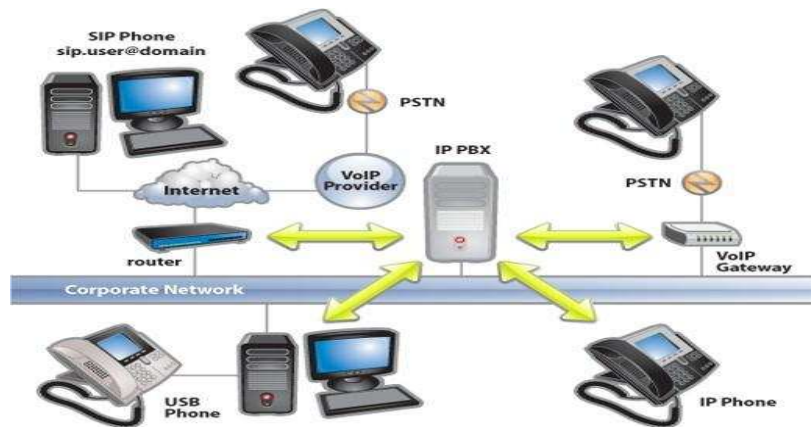


Figure II.16: Composants réseau ToIP.

- + **Le PABX-IP :** c'est lui qui assure la commutation des appels et leurs autorisations, il peut servir aussi de routeur ou de switch dans certains modèles, ainsi que de serveur DHCP. Il peut posséder des interfaces de type analogiques (fax), numériques (postes, RNIS). Il peut se gérer par le protocole IP en intranet ou par un logiciel serveur spécialisé que ce soit en interne ou depuis l'extérieur. Il peut s'interconnecter avec d'autres PABX-IP ou PABX non IP de la même marque (réseau homogène) ou d'autres PABX d'autres marques (réseau hétérogène).
- + **Le serveur de communications :** il gère les autorisations d'appels entre les terminaux IP ou Softphones et les différentes signalisations du réseau. Il peut posséder des interfaces réseaux opérateurs (RTC ou RNIS), sinon les appels externes passeront par la passerelle dédiée à cela (Gateway).
- + **La passerelle (Gateway) :** c'est un élément de routage équipé de cartes d'interfaces analogiques et/ou numériques pour s'interconnecter avec soit d'autres PABX soit des opérateurs de télécommunications local, national ou international. Plusieurs passerelles peuvent faire partie d'un seul et même réseau, ou l'on peut également avoir une passerelle par réseau local (LAN).

La passerelle peut également assurer l'interface de postes analogiques classiques qui pourront utiliser toutes les ressources du réseau téléphonique IP (appels internes et externes, entrants et sortants).

- ✚ **Le routeur** : il assure la commutation des paquets d'un réseau vers un autre réseau.
- ✚ **Le switch** : il assure la distribution et commutation de dizaines de port Ethernet à 10/100 voire 1000 Mbits/s. Suivant les modèles, il peut intégrer la télé-alimentation des ports Ethernet à la norme 802.3af pour l'alimentation des IP-phones ou des bornes WIFI en 48V.
- ✚ **Le Gatekeeper** : il effectue les translations d'adresses (identifiant H323 et adresse IP du référencement du terminal) et gère la bande passante et les droits d'accès. C'est le point de passage obligé pour tous les équipements de sa zone d'action.
- ✚ **L'IP-Phone** : c'est un terminal téléphonique fonctionnant sur le réseau LAN IP à 10/100 avec une norme soit propriétaire, soit SIP, ou même H.323. Il peut y avoir plusieurs codecs pour l'audio et il peut disposer d'un écran monochrome ou couleur, et d'une ou plusieurs touches soit programmables, soit préprogrammées. Il est en général doté d'un hub passif à un seul port pour pouvoir alimenter le PC de l'utilisateur (l'IP-Phone se raccorde sur la seule prise Ethernet mural et le PC se raccorde derrière l'IP-Phone) [28].



Figure II.17: Modèles IP phone.

- ✚ **Le MCU** : un élément optionnel et gère les conférences audio-vidéo.
- ✚ **Le Softphone** : un softphone (anglicisme) est un type de logiciel utilisé pour faire de la téléphonie par Internet depuis un ordinateur plutôt qu'un téléphone. Les communications peuvent se faire au moyen d'un microphone et d'un casque ou de haut-parleurs reliés à la carte son, mais il existe aussi un type de périphérique dédié à cette tâche, semblable à un téléphone et se branchant sur un port USB [36].



Figure II.18: Exemples des softphones [36].

II.5 L'alimentation des postes IP

Un poste IP (ou IP Phone) a besoin d'une alimentation externe de 48Volts ou d'une télé alimentation par le port Ethernet. Il y a deux solutions pour se passer d'un petit transformateur 220V~/48VDC pouvant être facilement oublié et débranché avec une fausse manipulation. Ces deux solutions ont été normalisés par un document officiel de IEEE Computer Society (norme : **802.3af**) et elles sont décrites ci-dessous:

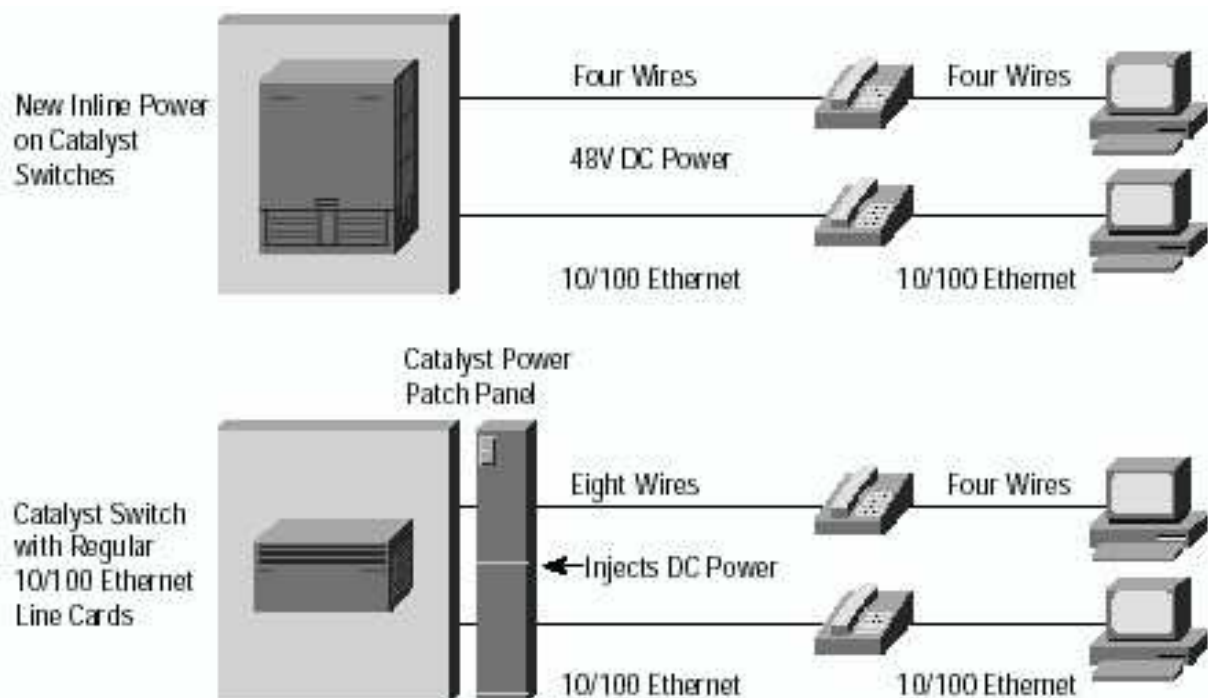


Figure II.19 : Synoptique de l'alimentation des IPPHONE.

Si on n'a pas un switch qui assure la télé alimentation ou un power patch panel, il est obligatoire de disposer d'un transformateur externe par téléphone IP (IP-Phone). Il est à noter

qu'en cas de panne secteur, il n'y a plus de téléphone et aucun appel d'urgences n'est donc possible.

II.6 Avantages et inconvénient de la téléphonie sur IP

II.6.1 Avantages

La VoIP offre de nombreuses nouvelles possibilités aux opérateurs et utilisateurs qui bénéficient d'un réseau basé sur IP. Les avantages les plus marqués sont les suivants.

II.6.1.1 Réduction des coûts

En déplaçant le trafic voix RTC vers le réseau privé WAN/IP les entreprises peuvent réduire sensiblement certains coûts de communications. Réductions importantes mises en évidence pour des communications internationales, ces réductions deviennent encore plus intéressantes dans la mutualisation voix/données du réseau IP inter-sites (WAN). Dans ce dernier cas, le gain est directement proportionnel au nombre de sites distants.

II.6.1.2 Standards ouverts et interopérabilité multi-fournisseurs

Trop souvent par le passé, les utilisateurs étaient prisonniers d'un choix technologique antérieur. La VoIP a maintenant prouvé tant au niveau des réseaux opérateurs que des réseaux d'entreprises que les choix et les évolutions deviennent moins dépendants de l'existant.

Contrairement à nos convictions du début, nous savons maintenant que le monde VoIP ne sera pas uniquement H323, mais un usage multi-protocoles selon les besoins de services nécessaires. Par exemple, H323 fonctionne en mode "peer to peer" alors que MGCP fonctionne en mode centralisé. Ces différences de conception offrent immédiatement une différence dans l'exploitation des terminaisons considérées.

II.6.1.3 Choix d'un service opéré

Les services opérateurs ouvrent les alternatives VoIP. Non seulement l'entreprise peut opérer son réseau privé VoIP en extension du réseau RTC opérateur, mais l'opérateur lui-même ouvre de nouveaux services de transport VoIP qui simplifient le nombre d'accès locaux à un site et réduit les coûts induits. Le plus souvent les entreprises opérant des réseaux multi-sites louent une

liaison privée pour la voix et une pour la donnée, en conservant les connexions RTC d'accès local. Les nouvelles offres VoIP opérateurs permettent outre les accès RTC locaux, de souscrire uniquement le média VoIP inter-sites.

II.6.1.4 Un réseau voix, vidéo et données (Triple Play)

En positionnant la voix comme une application supplémentaire du réseau IP, les entreprises ne vont pas uniquement substituer un transport opérateur RTC à un transport IP, mais simplifier la gestion des trois réseaux (voix, données et vidéo) par ce seul transport.

Une simplification de gestion, mais également une mutualisation des efforts financiers vers un seul outil. Concentrer cet effort permet de bénéficier d'un réseau de meilleure qualité, plus facilement évolutif et plus disponible, pourvu que la bande passante du réseau concentrant la voix, la vidéo et les données soit dimensionnée en conséquence.

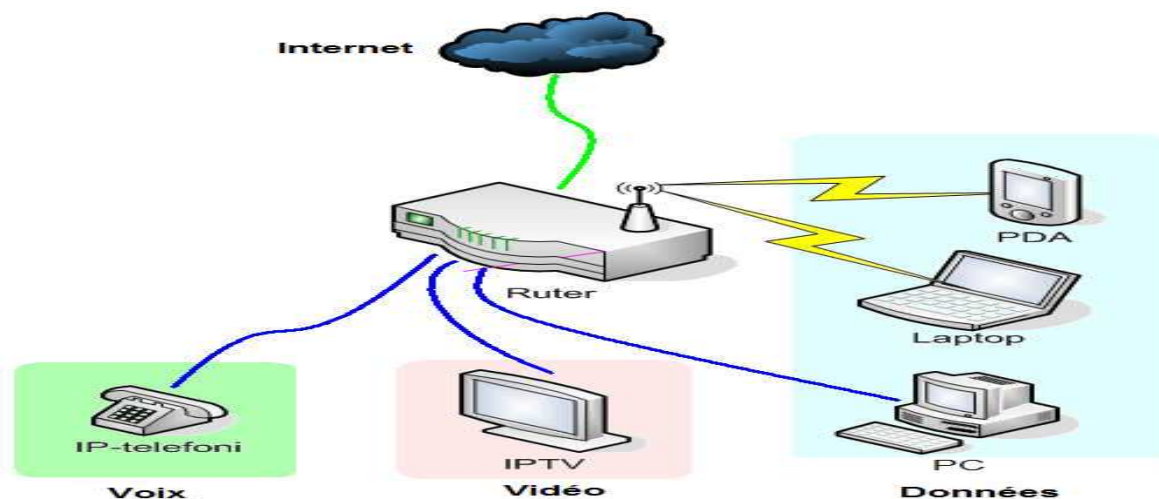


Figure II.20: Le triple play(voix ,vidéo, données)

II.6.1.5 Un service PABX distribué ou centralisé

Les PABX en réseau bénéficient de services centralisés tel que la messagerie vocale, la taxation, etc... Cette même centralisation continue à être assurée sur un réseau VoIP sans limitation du nombre de canaux. A l'inverse, un certain nombre de services sont parfois souhaités dans un mode de décentralisation. C'est le cas du centre d'appels où le besoin est une centralisation du numéro d'appel (ex : numéro vert), et une décentralisation des agents du centre d'appel. Difficile à effectuer en téléphonie traditionnelle sans l'utilisation d'un réseau IP pour le déport de la gestion des ACD distants. Il est ainsi très facile de constituer un centre

d'appel (multi canaux/multi-médias) virtuel qui possède une centralisation de supervision et d'informations.

Il convient pour en assurer une bonne utilisation de dimensionner convenablement le lien réseau. L'utilisation de la VoIP met en commun un média qui peut à la fois offrir à un moment précis une bande passante maximum à la donnée, et dans une autre période une bande passante maximum à la voix, garantissant toujours la priorité à celle-ci.

II.6.1.6 Evolution vers un réseau de téléphonie sur IP

La téléphonie sur IP repose totalement sur un transport VoIP. La mise en œuvre de la VoIP offre là une première brique de migration vers la téléphonie sur IP.

II.6.1.7 Intégration des services vidéo

La VoIP intègre une gestion de la voix mais également une gestion de la vidéo. Si nous excluons la configuration des "multicast" sur les composants du réseau, le réseau VoIP peut accueillir des applications vidéo de type vidéo conférence, vidéo surveillance, E-Learning, vidéo on demande,..., pour l'ensemble des utilisateurs à un coût d'infrastructure réseau supplémentaire minime [32].

II.6.2 Inconvénients

Vendeurs et critiques présentent souvent une image très « rose » des centres de relations IP et de ses bénéfices. Néanmoins, même si les bénéfices peuvent être significatifs, les gestionnaires des centres de relations clientèle demeurent préoccupés par la rentabilité, l'interopérabilité et la qualité sonore des différentes solutions IP.

En effet, lorsqu'on parle de téléphonie IP, quelques problèmes restent à régler. Les principaux inconvénients de la téléphonie IP sont les suivants :

II.6.2.1 Fiabilité et qualité sonore

Un des problèmes les plus importants de la téléphonie sur IP est la qualité de la retransmission qui n'est pas encore optimale. En effet, des désagréments tels que la qualité de la reproduction de la voix du correspondant ainsi que le délai entre le moment où l'un des interlocuteurs parle et le moment où l'autre entend peuvent être extrêmement problématiques dans le milieu professionnel. De plus, il se peut que des morceaux de la conversation manquent (des paquets perdus pendant le transfert) sans être en mesure de savoir si des

paquets ont été perdus et à quel moment.

II.6.2.2 Technologie émergente et constante évolution des normes

La technologie IP n'est pas encore mature : des nouveaux standards de téléphonie IP sont annoncés presque à chaque mois. Cependant, même si des gros progrès ont été faits et qu'elle est à présent utilisable, la téléphonie sur IP demeure une technologie émergente sujette à de nombreuses évolutions qui risquent d'avoir des impacts à chaque fois sur le code CRC.

II.6.2.3 Dépendance de l'infrastructure technologique et support administratif exigeant

Les centres de relations IP peuvent être particulièrement vulnérables en cas d'improductivité de l'infrastructure. Par exemple, si la base de données n'est pas disponible, les centres ne peuvent tout simplement pas recevoir d'appels. La convergence de la voix et des données dans un seul système signifie que la stabilité du système devient plus importante que jamais et l'organisation doit être préparée à travailler avec efficacité ou à encourir les conséquences. Cette nouvelle technologie étant difficile à intégrer, le choix du partenaire devient déterminant afin de permettre la maîtrise de l'installation après l'intégration.

Il devient important pour toute organisation, avant de s'y lancer, de considérer certains éléments selon leurs besoins spécifiques et d'éviter de le faire pour être à la mode. Il faut prendre en considération que la qualité sonore sera différente (un peu comme quand les cellulaires numériques sont arrivés) et que cette technologie dépend d'Internet (légers délais à prévoir, pannes, etc.) [24].

II.7 Présentation d'Asterisk

II.7.1 Qu'est-ce que c'est Asterisk

Asterisk est un PBX logiciel libre, Créé à l'origine par Mark Spencer de la société Digium et supporte plusieurs plate-formes (Linux, Windows, MacOS,...) , sous licence GPL(**G**eneral **P**ublic **L**icence).Asterisk a tout d'abord été développé sur GNU/LINUX pour x/86. Il tourne également sous GNU/LINUX pour PPC équipé d'OpenBSD, FreeBSD et le Mac OS X Jaguar. Il donne la naissance à plusieurs projets comme :AsteriskNOW , Tribox , Callweaver , Freeswitch et d'autres.

Ce logiciel fournit donc toutes les fonctionnalités attendues d'un PABX mais aussi la voix sur IP et n'a besoin d'aucun matériel supplémentaire pour l'assurer dans l'interconnexion avec les équipements de téléphonie numériques et analogiques.

Asterisk peut également jouer le rôle de passerelle avec les réseaux publics (RTC, RNIS, GSM, etc.) avec l'aide d'une large gamme de dispositifs matériels adaptés. Les cartes sont principalement éditées par le contributeur d'Asterisk l'entreprise Digium mais il existent d'autres fournisseurs comme BroadTel, Eicon, VoiceTRONIX, AtCom...

Les principaux protocoles standardisés de la VoIP (SIP, H323, MGCP) sont implémentés dans Asterisk sans que cela soit nécessaire l'ajout de cartes ou de programmes additionnels. Asterisk dispose aussi d'un autre protocole VoIP : IAX pour Inter Asterisk eXchange. Ce protocole a été développé par la communauté open source d'Asterisk. Il permet l'interconnexion de plusieurs Asterisk et aussi une meilleure traversée des NAT en tant que protocole de transport de voix.

Asterisk est composé d'un noyau central de commutation, de quatre API (Application Programming Interface) de chargement modulaire des applications téléphoniques, des interfaces matérielles, de traitement des formats de fichier, et des codecs. Il assure la commutation transparente entre toutes les interfaces supportées, permettant à cette commutation de relier entre eux une diversité de systèmes téléphoniques en un unique réseau commuté.

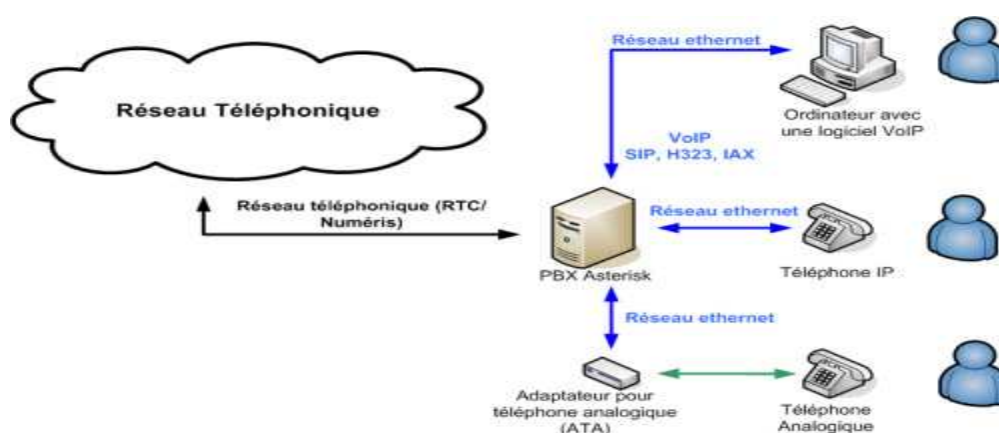


Figure II.21: Exemple d'un PBX Asterisk.

II.7.2 Architecture Asterisk

Asterisk est soigneusement conçu pour une flexibilité maximale. Les APIs spécifiques sont définies autour d'un système PBX central. Ce noyau avancé manipule l'interconnexion interne du PBX proprement soustrait des protocoles spécifiques, des codecs et des interfaces matérielles des applications de téléphonie. Cela permet à Asterisk d'utiliser n'importe quel matériel approprié et technologie disponible (maintenant ou à l'avenir) pour exécuter ces fonctions essentielles, en connectant le matériel et les applications.

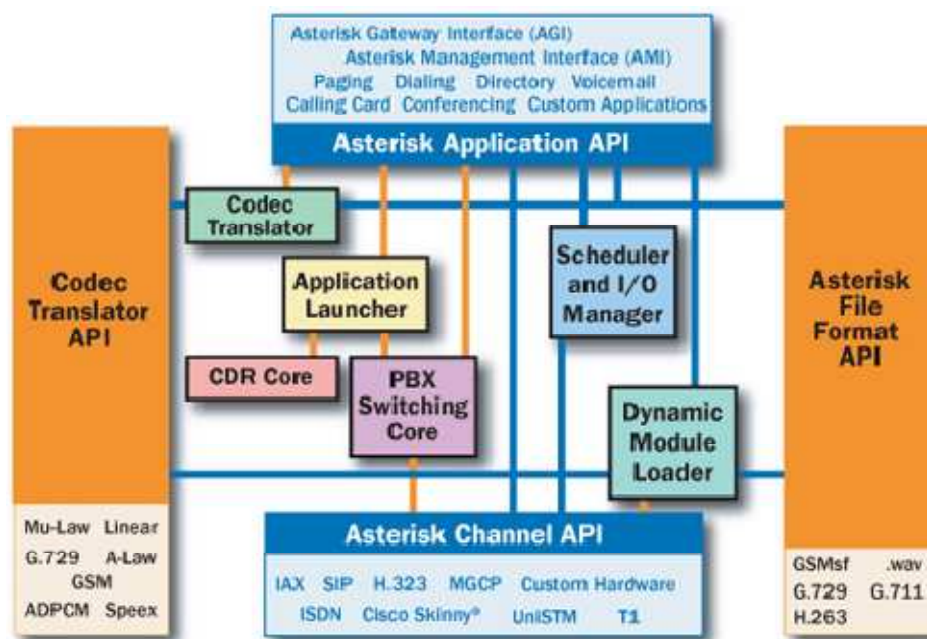


Figure II.22: Architecture d'Asterisk.

II.7.3 Les API (Interface de programmation d'applications)

Quatre API (Interface de programmation d'applications) sont définies pour les modules chargeables (dynamiquement), facilitant l'abstraction du matériel et du protocole. En utilisant ce système de modules chargeables, le noyau d'Asterisk s'affranchit des détails de connexion d'un appelant, des codecs utilisés, etc...

II.7.3.1 L' API Canal (Asterisk Channel API)

Cette API gère le type de raccordement sur lequel arrive un appelant, que ce soit une connexion VoIP, un RNIS, un PRI, une signalisation de bit dérobé, ou une autre technologie.

Des modules dynamiques sont chargés pour gérer les détails de la couche basse de ces connexions.

II.7.3.2 L'API application (Asterisk Application API)

L'API application autorise différents modules de tâches à être lancé pour exécuter diverses fonctions, communication, audio-conférence ,pagination, liste d'Annuaire, messagerie vocale, transmission de données intégrée, et n'importe quelle autre tâche qu'un système PBX standard exécute actuellement ou exécuterait dans l'avenir, sont mises en œuvre par ces modules distincts.

II.7.3.3 L'API traducteur de Codec (Codec Translator API)

Charge les modules de codec pour supporter divers formats de codage et de décodage audio tels que le GSM, la Mu-Law, l'A-Law, et même le MP3.

II.7.3.4 L'API de format de fichier (Asterisk File Format API)

Elle permet la lecture et l'écriture de divers formats de fichiers pour le stockage de données dans la file system. En utilisant ces APIs Asterisk réalise une abstraction complète entre ces fonctions noyau de serveur PBX et les diverses technologies existantes(ou en développement)dans le domaine de la téléphonie.

II.7.4 Les fonctions essentielles d'Asterisk

II.7.4.1 La commutation de PBX (PBX Switching Core)

L'essence d'Asterisk, naturellement, est un système de commutation de central téléphonique privé, reliant ensemble les appels entre divers utilisateurs et des tâches automatisées. Le noyau de commutation relie d'une manière transparente des appels arrivant sur de diverses interfaces de matériel et de logiciel.

II.7.4.2 Lanceur d'applications (Application Launcher)

Lance les applications qui assurent des services pour des usages, tels que la messagerie vocale, la lecture de messages et le listage de répertoires (annuaires).

II.7.4.3 Traducteur de codec (Codec Translator)

Utilise des modules de codec pour le codage et le décodage de divers formats de compression audio utilisés dans l'industrie de la téléphonie. Un certain nombre de codecs est disponible pour palier aux divers besoins et pour arriver au meilleur équilibre entre la qualité audio et l'utilisation de la bande passante.

II.7.4.4 Planificateur manager d'I/O (Scheduler & I/O Manager)

Ils traitent la planification des tâches de bas niveau et la gestion du système pour une performance optimale dans toutes les conditions de charge.

II.7.5 Les fonctionnalités d' Asterisk

Les solutions téléphoniques de base d'Asterisk propose une gamme riche et souple de fonctionnalités, ils offrent à la fois les fonctionnalités classiques d'un PBX et des d'autres innovantes et émergentes notamment les suivantes :

- ✚ Authentification des utilisateurs appelants.
- ✚ Serveur vocal, ou standard d'accueil téléphonique automatisé, aussi appelé IVR (Interactive Voice Response). Cette fonction permet de demander à l'appelant le service qu'il souhaite utiliser et d'effectuer le routage correspondant.
- ✚ Numérotation abrégée pour définir des raccourcis.
- ✚ Transfert d'appel.
- ✚ Filtrage des appels.
- ✚ Messagerie vocale (Répondeur vocal interactif).
- ✚ Notification et écoute par e-mail des messages laissés sur répondeur (*voicemail*).
- ✚ Gestion des conférences et Double appel.
- ✚ Mise en attente.
- ✚ Journalisation des appels et Facturation détaillée.
- ✚ Enregistrement des appels

II.8 Conclusion

Actuellement, il est évident que la téléphonie IP va continuer de se développer dans les prochaines années. Le marché de la téléphonie IP est très jeune mais se développe à une vitesse fulgurante. C'est aujourd'hui que les entreprises doivent investir dans la téléphonie IP si elles veulent y jouer un rôle majeur.

Le fait est qu'IP est maintenant un protocole très répandu, qui a fait ses preuves et que beaucoup d'entreprises disposent avantage de la téléphonie IP, car elle demande un investissement relativement faible pour son déploiement. La téléphonie IP ouvre la voie de la convergence voix/données et celle de l'explosion de nouveaux services tels que les CTI.

Maintenant que la normalisation a atteint une certaine maturité, il n'est plus dangereux de miser sur le standard H323 qui a été accepté par l'ensemble de la communauté.

La téléphonie IP est une bonne solution en matière d'intégration, de fiabilité, d'évolutivité et de coût. Elle fera partie intégrante des Intranets d'entreprises dans les années à venir et apparaîtra aussi dans la téléphonie publique pour permettre des communications à bas coût.

Enfin, le développement de cette technologie représente-t-il un risque ou une opportunité pour les opérateurs traditionnels ? La réponse n'est pas tranchée. D'un côté, une stagnation des communications classiques; d'un autre côté l'utilisation massive d'Internet va augmenter le trafic et développer de nouveaux services que pourront développer les opérateurs. Bientôt nous téléphonerons tous sur IP...

On peut ainsi vraisemblablement penser que le protocole IP deviendra un jour un standard unique permettant l'interopérabilité des réseaux mondialisés. C'est pourquoi l'intégration de la voix sur IP n'est qu'une étape vers EoIP : Everything over IP.



Ergonomie des Interfaces Homme Machine

III.1 Introduction

Au début de l'informatique, les ordinateurs étaient réservés à des utilisateurs élitistes qui étaient des ingénieurs et des informaticiens. La complexité des systèmes ne facilitait pas l'utilisation de l'outil informatique. Aujourd'hui, les ordinateurs sont utilisés par une variété de gens d'utiliser l'informatique dans diverses applications.

Bien que l'accroissement sans cesse des capacités des ordinateurs en terme de vitesse et de stockage, l'interaction de l'utilisateur avec la machine n'était pas prise en compte dans le processus de développement des logiciels.

Il est donc très important de donner une place à l'utilisateur et de lui faciliter l'interaction avec la machine.

Un logiciel facilement utilisable nous permet de réaliser rapidement la tâche prévue, sans perte de temps et avec moins de stress. Le succès d'un produit n'est pas uniquement lié à sa technicité, c'est généralement la facilité d'utilisation.

L'objectif du concepteur d'une interface est de fournir une représentation la plus proche possible de la représentation mentale de l'utilisateur.

Dans ce chapitre, on va présenter une brève historique et quelques notions générales sur les interfaces homme machine, ainsi que l'ergonomie. On conclura à la fin par la conception ergonomique des applications web.

III.2 Historique des interfaces homme machine

Anciennes générations des ordinateurs (1945-1960)

Au début de l'informatique, l'interface Homme machine était quasiment inexistante, l'usage est réservé à une catégorie de gens (experts). La syntaxe des langages utilisés pour communiquer avec la machine était difficile à apprendre pour la plupart des utilisateurs. L'accès à la machine n'était pas non plus facile à cause de dispositifs matériels limités (Cartes perforées, tableaux de bord avec voyants, imprimante).

Les années 60

Le début de l'histoire de l'interaction homme-machine est marqué par les travaux d'Ivan Sutherland sur SketchPad au début des années 1960. SketchPad est le premier

ystème qui à utiliser un écran cathodique et un crayon optique pour permettre l'édition graphique de dessin techniques. De nombreux concepts fondamentaux des interfaces graphiques ont pour origine SketchPad : désignation directe des objets à l'écran, retour d'information immédiat sous forme de lignes, zoom avant et arrière sur le dessin , etc.



Figure III.1: Ivan Sutherland à la console du TX-2, travaillant sur SketchPad (MIT).

En 1964, Doug Engelbart invente la souris, car il veut pouvoir facilement désigner des objets à l'écran. Elle s'est imposée comme le périphérique incontournable des interfaces graphiques.

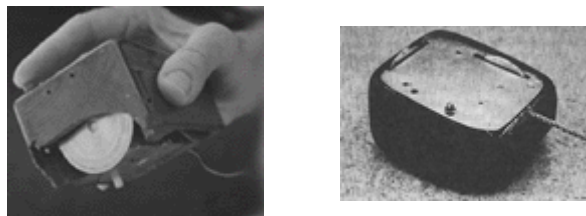


Figure III.2: La souris inventée par Doug Engelbart.

✚ Les années 80

En 1981 Xerox présente le « Xerox 8010 Information System ». Il est considéré comme l'un des premiers ordinateurs personnels et des interfaces graphiques.

Le matériel se compose d'un processeur microcodé d'une puissance inférieure à un MIPS, de 385 Ko de mémoire, d'un disque de 10 à 40 Mo, d'un lecteur de disquettes 8 pouces et d'une connexion Ethernet. Les périphériques d'interaction sont un écran noir

et blanc de 17 pouces, une souris à deux boutons et un clavier spécial. Le logiciel est programmé par une variante évoluée de Pascal.



Figure III.3: L'écran, le clavier et la souris du Xerox 8010, connu sous le nom de Star.

Le Star est une machine destinée à être connectée à un réseau local Ethernet. L'interface permet de naviguer parmi les ressources présentes sur le réseau (imprimantes, serveurs de fichiers, etc.), et de créer son propre environnement en déplaçant les icônes de ces ressources sur le bureau. Le Star est la première machine à offrir des fenêtres qui se superposent et à utiliser la métaphore du bureau.



Figure III.4: L'interface graphique du Star.

L'interface est conçue pour utiliser un nombre minimal de commandes, dont les principales sont accessibles directement par des touches de fonction du clavier : copier, déplacer, détruire, changer les propriétés.



Figure III.5: Le clavier du Star, pavés de touches de fonctions disposés de part et d'autre du clavier alphabétique.

Tous les concepts des interfaces modernes sont présents dans le Star. Pourtant le Star est un échec commercial : système trop cher, cible marketing mal évaluée.

Le Macintosh d'Apple, trois ans plus tard, était le réel point de départ du marché de l'informatique personnelle. Il s'est largement inspiré du Star. Apple invente la barre de menus et les boîtes modales, laisse de côté l'aspect réseau, et conserve le concept d'application qui était familier aux utilisateurs de l'Apple.

✚ De 90 à ce jour

En 1990, Tim Berners-Lee crée un navigateur « browser » et un éditeur de pages Web. Il invente le langage HTML de description des pages et le protocole HTTP de communication entre navigateur et serveur Web.

L'avènement de l'informatique en réseau a suscité un autre mouvement : en 1991, Mark Weiser présente sa vision de l'informatique du 21e siècle, qu'il appelle **Ubiquitous Computing**, ou UbiComp, selon laquelle la multiplication des ordinateurs et des écrans de toutes tailles permet l'accès à l'information en ligne en tout lieu et en toute circonstance. Mark Weiser développe dans les années 1990 des prototypes de

systèmes Ubicomp avec des ordinateurs de trois tailles (badge, bloc-note et tableau) capables de communiquer entre eux pour fournir un réel environnement interactif.

Les caractéristiques des interfaces à cette époque sont les suivantes :

- 1 Apparition des interfaces graphiques
- 2 Pas de syntaxe, donc erreurs limitées.
- 3 Visibilité des objets d'intérêts.
- 4 Feedback rapide sur les actions.
- 5 Actions réversibles.
- 6 Manipulation directe.
- 7 L'utilisation d'icônes et de fenêtres et l'idée de WYSIWYG (What You See Is What You Get) [37].

III.3 Notions générales sur les Interfaces Homme Machine et l'ergonomie

III.3.1 Définitions de l'Interface Homme Machine

Pour les ergonomes et les psychologues

L'interaction Homme-Machine désigne l'ensemble des phénomènes physiques et cognitifs qui interviennent dans la réalisation de tâches informatisées.

Pour les informaticiens concernés par la technologie de l'interaction

Une interface est un assemblage de composants logiciels et matériels qui permet l'accomplissement de tâches avec le concours de l'ordinateur.

III.3.2 Interaction Homme Machine

C'est un domaine en pleine évolution qui se situe entre deux disciplines principales : les sciences cognitives et les techniques informatiques.

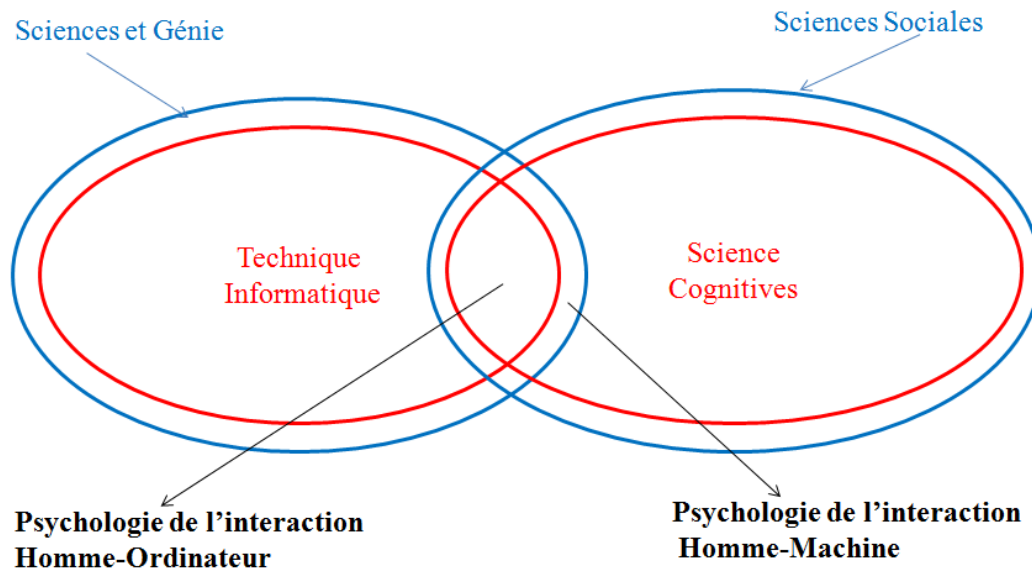


Figure III.6: Interaction Homme Machine.

III.3.3 Facteurs humains et interfaces utilisateurs

Les problèmes posés par l'interaction homme machine nécessitent l'analyse et l'évaluation des facteurs humains.

Ce type de préoccupations conduit à l'apparition d'une nouvelle discipline qui est consacré à l'étude des paramètres qui influent sur la convivialité de l'IHM, représentés par des variables liées aux caractéristiques de l'homme, de la machine et de leur interaction.

Les facteurs psychologiques (satisfaction du travail, motivation, performance, relations sociales, ...) sont ajoutés aux nouveaux facteurs issus des sciences cognitives (résolution de problème, représentation mentale, apprentissage, ...)

III.3.4 Motivation des recherches en IHM

Il existe plusieurs motivations des recherches en IHM :

- ✚ Tendances vers les utilisateurs
- ✚ Inadéquation des méthodes traditionnelles
- ✚ Émergence de nouveaux systèmes d'exploitations basés sur les IUG
(Machintosh, Windows, OS/2, ...)

- ✚ Les informaticiens ne sont pas conscients des implications des facteurs humains
- ✚ Les systèmes coûtent de plus en plus chers et sont de moins en moins satisfaisants pour les utilisateurs.
- ✚ Les méthodes traditionnelles omettent les utilisateurs dans la conception des systèmes.

III.3.5 Les règles de schneiderman

- ✚ **Cohérence** (la plus facile à identifier et à identifier). Séquences d'actions cohérentes
- ✚ **Abréviations** : permettre l'utilisation des abréviations (commandes, clés de fonctions, commandes cachées, ...)
- ✚ **Feedback informatifs** : à chaque action usager devrait correspondre un feedback du système informant l'utilisateur.
- ✚ **Complétude du dialogue** : les séquences de dialogue logiciel-usager devraient être organisées en groupe avec un début, un milieu et une fin.
- ✚ **Traitement simple des erreurs** : minimum de chance de faire une erreur grave. L'utilisateur doit pouvoir détecter et traiter l'erreur.
- ✚ **Réversibilité des actions** : s'assurer qu'une action puisse être réversible. Ceci rassure l'utilisateur, car il sait que toute erreur peut être facilement corrigée.
- ✚ **Contrôlabilité du système** : l'utilisateur doit avoir la sensation que c'est lui qui contrôle le système et non l'inverse.
- ✚ **Réduction de la charge mentale à court terme** : découpage de l'info délivrée à l'utilisateur quand celle ci est volumineuse. Une durée d'apprentissage suffisante pour l'assimilation des codes, des séquences d'actions, ...

III.3.6 Les perspectives de conception d'une IHM

La conception d'une interface utilisateur doit être effectuée suivant différentes

perspectives, chacune d'elles ayant une influence sur la qualité de la conception globale

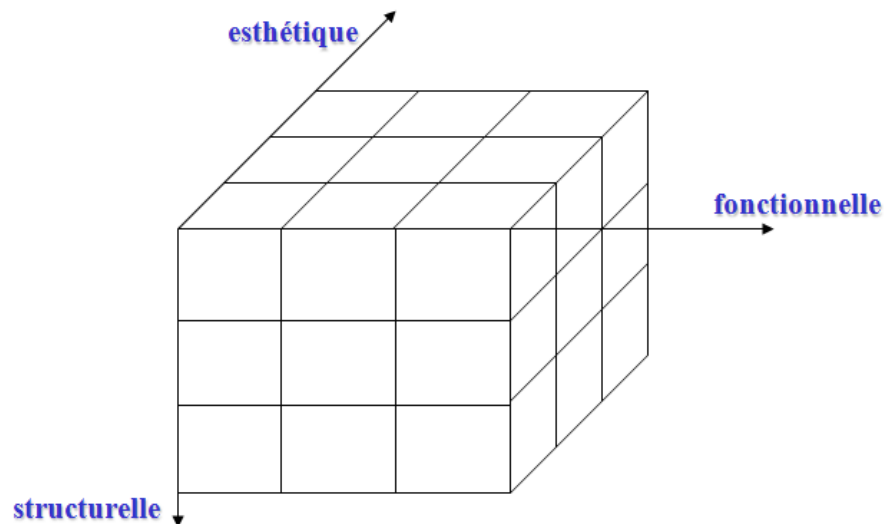


Figure III.7: Les perspectives de conception d'une IHM.

III.3.6.1 Perspective fonctionnelle

Elle vise à s'assurer que le système répondra aux objectifs pour lesquels il a été conçu et développé.

III.3.6.2 Perspective esthétique

Elle vise à s'assurer que le système est plaisant dans son apparence et conforme à toute notion reconnue de la conception artistique (apparence visuelle de l'interface).

III.3.6.3 Perspective structurelle

Elle vise à s'assurer que le système est conçu de sorte à en faciliter la maintenance et éventuellement l'extension [1].

III.3.7 Les risques d'une mauvaise interface

- rejet des utilisateurs (technopathie).
- coût d'apprentissage (formation).

- utilisation incomplète (manque à gagner).
- coût de maintenance.
- perte de productivité et de crédibilité ! [9].

III.3.8 Définition d'ergonomie

L'ergonomie (ou Human Factors) est la discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les humains et les autres composantes d'un système, et la profession qui applique les principes théoriques, les données et les méthodes en vue d'optimiser le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes. IEA (International Ergonomics Association) en 2000 [29].

L'ergonome informatique s'intéresse à deux points :

- La structure interne de l'application.
- Son apparence, c'est à dire la façon de représenter la structure sous-jacente.

L'ergonome doit définir les informations qui interviennent dans chaque phase du dialogue et juger de leur utilité en fonction du contexte [7].

III.3.9 L'objet d'ergonomie

L'ergonomie peut avoir comme objectif d'assurance d'une meilleure adaptation du travail à l'homme implique (dans la mesure du possible) de considérer tous les aspects du travail : physiologiques, psychologiques, facteurs sociaux, facteurs objectifs et subjectifs. Cette adaptation du travail à l'homme aura pour résultat la satisfaction des opérateurs, leur confort, leur santé, mais aussi l'efficacité de leurs conduites opératoires.

III.4 Ergonomie des applications web

III.4.1 Définition d'une application web

C'est une application construite avec les technologies du web, mais répondant à un besoin 'métier'. C'est donc une application qui aurait existé quelle que soit la technologie, qui aurait peut être été réalisée en mode terminal 3270 il y a 20 ans, en mode client-serveur il y a 10 ans, et que l'on choisit aujourd'hui de réaliser en mode web.

L'application web, si elle est le plus souvent déployée sur un Intranet, est très différente d'un site Intranet. Elle n'a pas une finalité de communication interne, ni de portail, elle vise à être l'outil de travail de tout ou partie des métiers de l'entreprise.

III.4.2 L'ergonomie des applications informatiques

L'ergonomie des applications informatique se situe à deux niveaux :

Un premier niveau que l'on pourrait appeler "l'ergonomie de surface" de l'application. Pour utilisé une métaphore, on pourrait dire que l'ergonomie de surface constitue la partie visible de l'application. Il s'agit autrement dit de ce que voit l'utilisateur de l'interface :

- Structuration des éléments dans les fenêtres/pages (disposition de ces éléments, densité d'affichage,...).
- Aspects graphiques (objets graphiques tels que boutons, logos, etc., et ligne graphique).
- Typographie.
- Réactions du système, etc.

Un second niveau que l'on pourrait appeler " l'ergonomie profonde " ; pour reprendre notre métaphore, l'ergonomie profonde constitue la partie immergée d'application :

- Les fonctionnalités offertes à l'utilisateur.
- La structure de l'outil, autrement dit la répartition des fonctionnalités en modules, menus...
- Les enchaînements d'écran qui traduisent la succession des tâches et sous tâches que l'utilisateur à effectuer.

L'ergonomie logicielle se situe du côté de l'ergonomie cognitive. Son objectif est d'améliorer l'interaction homme-ordinateur; faire en sorte que toute application informatique livrée aux utilisateurs soit : utile, utilisable.

III.5 Etat de l'art : Conception ergonomique des applications web

Lors de la conception d'une nouvelle application Web, les mêmes questions reviennent fréquemment : comment indiquer qu'un champ est obligatoire dans un formulaire ? Comment afficher les résultats d'une recherche ? Quels sont les éléments

qui doivent figurer sur la page d'identification d'une application ? Quelles sont les polices de caractère qu'il faut utiliser dans un formulaire etc.

Les recommandations présentées ci-après, bien qu'elles traitent des points précis, restent générales à l'ensemble des applications Web et ne sont donc pas spécifiques à une application particulière. Les principes énumérés ci-dessous n'offrent de réponses qu'aux questions génériques et/ou récurrentes. C'est d'ailleurs en s'appuyant sur les principes énoncés dans cette partie et sur les spécificités du projet que seront élaborées les règles d'ergonomie de notre projet Web (Asterisk GUI).

La méthodologie ergonomique de conception consiste à voir le système en intégrant l'utilisateur comme une composante à part entière du système.

Cette conception du système est tout à fait justifiée. En effet, une application peut offrir toutes les fonctionnalités nécessaires à accomplir un travail, mais le travail est en réalité effectué par l'utilisateur, pas par l'application en elle-même. On ne peut donc pas considérer tous les utilisateurs comme égaux et, donc, aptes à utiliser une application selon ses spécifications informatiques, il faut concevoir cette application selon les caractéristiques de l'utilisateur et aussi les tâches qu'il doit effectuer.

III.5.1 Le processus de développement ergonomique

Actuellement, beaucoup d'ouvrages traitent ce qu'il faut faire ou ne pas faire lorsqu'on conçoit une application web. Certains traitent des aspects typographiques, des astuces de présentation, d'autres, de l'écriture des textes, des polices de caractères à utiliser, des graphiques ou des séquences multimédias à réaliser.

Le processus de développement ergonomique d'une application web doit comprendre les étapes suivantes :

- Phase d'analyse.
- Phase de conception et prototypage.
- Phase de production.
- Phase d'évaluation.

1 La phase d'analyse

La démarche de conception ergonomique des applications web implique de réaliser en amont, durant la phase d'analyse :

- ✚ L'identification des objectifs et du contexte du projet d'application web.
- ✚ L'analyse des besoins.
- ✚ L'analyse de la tâche et, le cas échéant, sa modélisation.

On doit identifier plus précisément :

- Quels sont les objectifs et les utilisateurs d'application?
- Quels sont les tâches et actions qu'ils peuvent vouloir accomplir avec l'application web?
- Dans quel contexte vont-ils utiliser cette application web?

2 La phase de conception et prototypage

Durant la phase de conception, les choix importants sont effectués au niveau de :

- ✚ L'architecture de l'information de l'application.
- ✚ La conception générale et détaillée d'application.
- ✚ Des maquettes ou prototypes sont élaborés pour tester et valider les choix de conception.

Précisément, on produira durant cette phase :

- Les spécifications détaillées de conception.
- Les spécifications techniques et la description détaillée du contenu de l'application.
- Un échéancier de production de l'application.
- Un ou plusieurs prototypes ou visuels.

3 La phase de production

À l'étape de production, l'application est construite conformément aux spécifications définies antérieurement et en tenant compte des résultats des tests effectués sur les prototypes auprès des utilisateurs. On doit s'assurer que les règles et principes de conception sont bien suivis.

Au terme de cette étape, l'application doit être quasiment prête pour la mise en ligne et les aspects techniques doivent avoir été testés et validés.

4 La phase d'évaluation

La phase d'évaluation constitue la quatrième phase mais elle intervient en réalité dans les trois premières phases. Elle consiste en la réalisation d'évaluations tout au long du cycle de développement de l'application web, depuis les tests de maquette aux tests utilisateurs finaux. Ces évaluations peuvent prendre diverses formes et impliquer ou non des utilisateurs (futurs ou actuels) d'application.

III.5.2 Processus de conception : Cycle de vie en O d'une application web

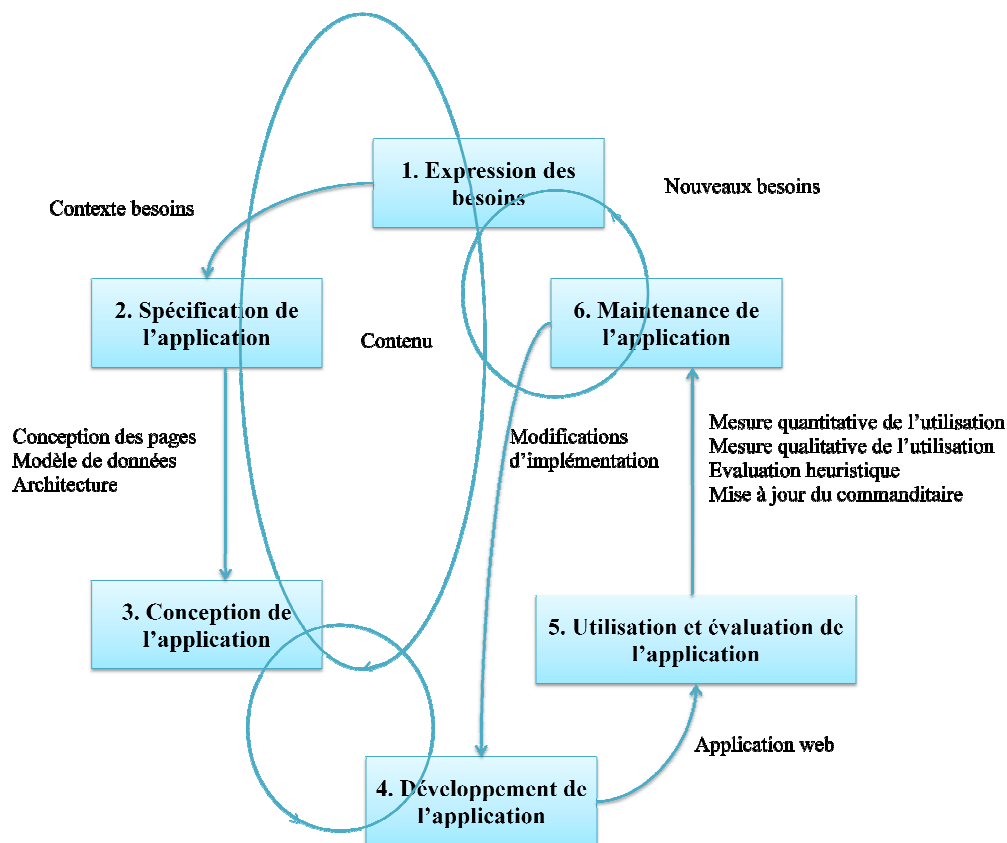


Figure III.8 : Cycle de vie en O d'une application web.

Le processus de conception itératif pour le web est composé de six phases suivantes

1 Expression des besoins (Analyse des besoins)

Cette phase identifie les principaux buts des commanditaires, le contexte d'utilisation

et les besoins. Elle comprend la collecte du contenu qui sera utilisé plus tard.

2 Spécification de l'application (Modélisation conceptuelle)

Cette phase produit des spécifications à partir du contexte d'utilisation et des besoins recueillis dans la phase précédente. On construit des modèles détaillés pour formaliser les besoins, comme, par exemple, les tâches utilisateur avec l'architecture de l'application.

3 La conception

Cette phase consiste à affiner les spécifications d'après leur contenu. A la fin, on prépare une carte de navigation et un modèle de page. On produit une spécification détaillée qui guidera l'implémentation de l'interface web.

4 Développement de l'application (Implémentation)

Cette phase correspond à la construction physique de l'application web, à la production des pages HTML. A la fin, toutes les pages ont un contenu, des liens et des éléments graphiques incorporés, et l'application est livrée.

5 Utilisation et évaluation de l'application

Cette phase est destinée à évaluer des prototypes avancés avec des utilisateurs finaux. On vérifie si le produit des phases précédentes respecte les besoins et le contexte d'utilisation identifiés dans la première phase. L'évaluation de l'utilisabilité, par des tests utilisateurs ou par l'inspection de règles ergonomiques, est l'activité principale de cette phase.

6 Maintenance de l'application

Cette phase peut durer longtemps puisque c'est ici qu'on est chargé de recueillir de nouvelles informations et les modifications de planning qui ont été demandées au cours de la phase d'utilisation et d'évaluation.

Ce processus cyclique ne prend pas en compte les activités de prototypage qui sont habituellement le cœur du processus de conception des applications web. C'est pourquoi deux flèches ont été ajoutées au milieu de la boucle.

Dans la Figure IV.23, la flèche de gauche (intitulée « Contenu ») représente le raccourci possible dans la phase de spécification. En effet, au début de la conception de l'application Web, le concepteur peut commencer immédiatement la conception pour pouvoir discuter avec les commanditaires à partir d'informations précises.

La flèche de droite (intitulée « Modifications d'implémentation ») représente un raccourci possible pour que le développement soit plus rapide et pour tenir compte de l'utilisation et des évaluations de manière plus centrale. En effet, le développeur de l'application web peut modifier directement l'application après une évaluation, sans repasser par les trois premières phases du processus de conception.

III.6 Conclusion

La prise en compte de l'ergonomie dans la conception du logiciel est un facteur important de qualité, car elle vise à rendre compatible le système, son utilisateur et le travail qu'il doit réaliser.

L'ergonomie des interfaces homme-machine tient une place assez ambiguë dans le monde du développement logiciel : tout le monde reconnaît l'importance d'une interface « conviviale » ou « intuitive », mais sur la plupart des projets très peu de moyens sont réellement mise en œuvre. Il est vrai que l'ergonomie est un métier à part entière, et que l'implication d'un spécialiste peut se révéler trop coûteuse pour bien des équipes. Il revient alors souvent aux développeurs, aux architectes, ou encore aux clients eux-mêmes de concevoir l'interface des logiciels et le résultat n'est pas toujours heureux.



Evaluation des IHMs

IV.1 Introduction

L'évaluation d'une IHM (**I**nterface **H**omme **M**achine) est un enjeu important depuis quelques années ,cette évaluation consiste à mesurer l'utilité et l'utilisabilité du système tout en découvrant les problèmes qui pourraient empêcher les utilisateurs d'accomplir leurs tâches.

De nombreuses techniques permettent de réaliser cette évaluation. Les différences entre les techniques concernent leur centre d'intérêt, la personne responsable pour l'évaluation, la présence d'utilisateurs,...

Cette partie d'évaluation ergonomique concerne notamment les interfaces utilisateurs accessible via les navigateurs web, on étudie notre cas Asterisk GUI (**G**raphical **U**ser **I**nterface).

Nous avons d'abord présenté le principe et l'objectif de l'évaluation des IHMs, les différentes techniques d'évaluation ergonomique. Ensuite, dans la démarche méthodologique, nous concentrerons notre attention sur deux méthodes d'évaluation : la méthode d'évaluation par recommandation ergonomiques afin d'établir une grille d'évaluation et le questionnaire.

IV.2 Principe de l'évaluation

L'évaluation d'une interface homme-machine consiste à comparer un modèle de l'objet évalué à un modèle de référence. L'évaluation porte sur un système, constitué d'un utilisateur et d'une application interactive, engagés dans une tâche au sein d'un certain environnement. Nous regroupons ces trois composants sous le terme contexte d'utilisation. C'est pourquoi une évaluation complète de l'interaction homme-machine au sein d'un système vise l'utilisateur et la manière dont il agit ainsi que l'application et la manière dont elle fonctionne.

Au départ de l'évaluation, un ou plusieurs objectifs sont formulés, sous forme de questions relatives à la qualité ergonomique de l'application. Ces objectifs déterminent un modèle du système à évaluer, sous forme de dimensions pertinentes d'analyse. Les dimensions choisies sont contraintes par les objectifs mais aussi par le contexte, à savoir les caractéristiques de la population et les exigences des tâches [4]. Le choix de ces dimensions détermine ce qui permettra de porter un jugement sur l'interface concernée.

Ainsi des objectifs tels qu'étudier la satisfaction de l'utilisateur, vérifier le code en fonction de règles ergonomiques établies ou s'assurer des temps de téléchargement des pages permettront de mettre en évidence certains aspects du système, et non le système en entier. C'est pourquoi seul un modèle ou une abstraction du système sera évalué.

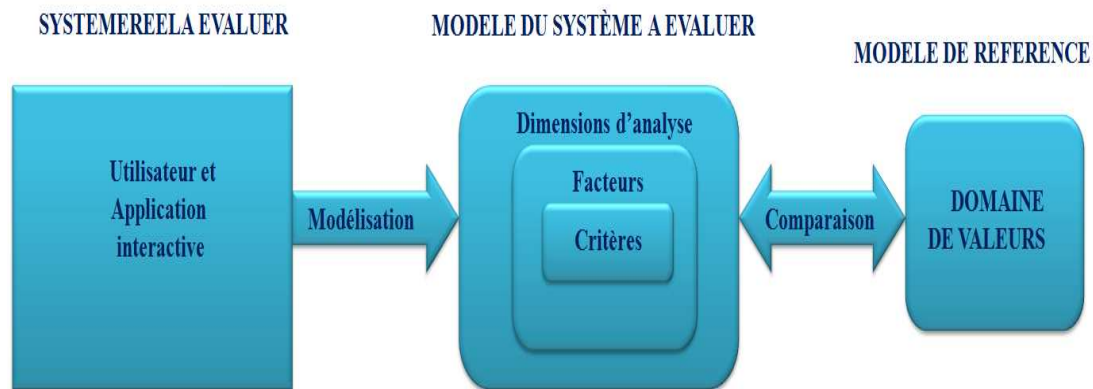


Figure IV.1 : Schéma de principe de l'évaluation.

Une interface homme-machine est évaluée en fonction de son utilité qui détermine si le produit permet à l'utilisateur d'atteindre ses objectifs de travail ainsi l'utilisabilité qui concerne la qualité de l'interaction homme-machine (la facilité d'apprentissage et d'utilisation) [4].

IV.3 Objectifs de l'évaluation des IHMs

Les objectifs de l'évaluation d'une interface homme-machine sont représentés sous forme de questions aux quelles l'ergonome doit répondre à l'issue de l'analyse.

Ces questions peuvent être regroupées en quatre classes principales d'objectif qui sont :

1. L'analyse de l'utilisation d'un dispositif en situation de travail.
2. La sélection d'alternatives de conception.
3. La détection et la correction des défauts d'une IHM.
4. L'évaluation comparative de différents logiciels.

Par ailleurs, on résume les objectifs d'évaluation des interfaces en deux principaux objectifs :

- ✚ Aider l'utilisateur à reformuler ses requêtes (traduire sa demande et interpréter la question).
- ✚ Augmenter le taux de rappel, une fois la requête est lancée : il s'agit de diminuer le nombre de documents qui, bien que pertinents par rapport à la question posée, ne sont

pas sortis. Ceci est effectué tout en prenant compte du profil de l'utilisateur et de l'enrichissement de la requête par les relations [11].

IV.4 Les méthodes d'évaluation ergonomique

Plusieurs auteurs se sont lancés dans une classification des méthodes d'évaluation des interfaces homme-machine en général. Nous basons dans notre étude à la classification de Lewis et Rieman. Cette méthode est fréquemment référencée et utilisée car elle englobe un nombre important de méthodes d'évaluation, structurée sur des base de définitions claires et précises.

La classification de Lewis et Rieman

Lewis et Rieman classifient les techniques d'évaluation en deux groupes : les techniques avec utilisateur et celles sans utilisateur [26].

IV.4.1 Evaluation avec utilisateurs

Comme le système conçu par le processus de design doit permettre aux utilisateurs de réaliser leur tâche, la non implication des utilisateurs dans ce processus de design est impensable.

Peu importe la qualité de l'analyse effectuée lors de la conception d'une interface, l'expérience a montré que de nombreux défauts d'utilisabilité n'apparaîtront qu'à l'occasion des tests effectués avec des utilisateurs. Le profil de ces utilisateurs doit être semblable à ceux des utilisateurs finaux du système [8].

Supposons un logiciel d'architecture destiné à la production de plan de construction. Les utilisateurs participant aux tests d'évaluation de l'interface devront bien entendu être des architectes eux-mêmes.

L'évaluation avec utilisateur est probablement la meilleure méthode pour trouver les problèmes d'utilisabilité causés par une interface. Un utilisateur est placé devant une interface et doit essayer d'accomplir une ou plusieurs tâches que le système est censé supporter. Comme dit précédemment, les utilisateurs qui participeront aux tests doivent être choisis de manière appropriée [12].

Trois techniques de tests où les utilisateurs interviennent peuvent être envisagées : l'observation auprès d'utilisateurs , les rapports verbaux , les questionnaires.

IV.4.1.1 L'observation auprès d'utilisateurs

Le test réalisé en situation réelle d'utilisation ou dans un laboratoire d'utilisabilité, est dirigé par un expert qui prend note des problèmes d'utilisabilité rencontrés par l'utilisateur test.

Les données sont collectées et enregistrées au vol, avec un expert en utilisabilité notant ses propres remarques ou les enregistrant, par exemple, sur cassettes vidéo.

Pour être optimales, de telles techniques requièrent l'implication de tous les intervenants, à savoir les utilisateurs, les experts en utilisabilité et les concepteurs du système.

Cette technique ne peut être utilisée que lorsque le système est dans un état avancé du développement. Il est nécessaire de disposer d'une interface réalisée ou d'un prototype fonctionnel [13].

Avantage

- ✚ L'avantage de cette méthode est l'observation auprès d'utilisateurs, accomplie avec un nombre suffisant d'utilisateurs, ce qui donne habituellement de bons résultats en termes de problèmes d'utilisabilité trouvés.

Désavantages

- ✚ Un premier inconvénient de cette technique est le temps requis. En effet, pour trouver un nombre satisfaisant de problèmes d'utilisabilité, de nombreux tests doivent être conduits.
- ✚ De plus, effectuer un seul test prend déjà un temps considérable. Ainsi, un test d'une heure enregistré sur cassettes vidéo nécessite une analyse par un expert en utilisabilité d'environ 10h. Pour une seule tâche réalisée par l'utilisateur!

IV.4.1.2 Les rapports verbaux

Le principe de cette méthode est simple: l'expert en utilisabilité demande à l'utilisateur d'accomplir une tâche ; l'utilisateur doit dire à haute voix ce qu'il pense lors de son interaction avec le système, les questions qui lui viennent à l'esprit, les informations qu'il lit,...

Comme l'observation auprès d'utilisateurs, la méthode des rapports verbaux permet de collecter des informations concernant l'évaluation de l'interface [8].

Durant le test, l'évaluateur doit noter tous les éléments trouvés par l'utilisateur comme déroutant dans l'exécution de sa tâche ; et si possible, leur origine.

L'évaluateur ne doit pas garder une attitude passive durant le test. Il doit forcer l'utilisateur à lui donner un flux continu d'informations en lui posant certaines questions comme "A quoi pensez-vous maintenant ?", "Pourquoi avez-vous choisi ce bouton ?".

Cette méthode convient pour évaluer l'interface à tous les stades de son développement : du prototype papier à l'interface terminée [14].

Avantages

- ✚ Cette approche est largement utilisée dans la conception logicielle : elle apporte des informations valables et situe précisément où les utilisateurs éprouvent des difficultés dans l'interface.
- ✚ En effet, comme l'évaluateur observe l'utilisateur durant son interaction avec le système, il peut noter non seulement les moments de confusion et les événements imprévus mais aussi pourquoi ils se sont produits.
- ✚ Enfin, la connaissance du domaine de l'évaluation des IHMs requise pour être capable d'utiliser cette méthode est relativement faible.

Désavantages

- ✚ L'analyse de rapport de rapports verbaux est difficile étant donné que les résultats dépendent de l'interprétation des remarques des utilisateurs et de la faculté de l'utilisateur à verbaliser ses pensées.
- ✚ Le fait que les réponses des utilisateurs puissent être influencées par la manière dont l'évaluateur leur pose les questions est un second désavantage de cette méthode.

IV.4.1.3 Les questionnaires

Les questionnaires sont des listes écrites de questions distribuées aux utilisateurs afin qu'ils y répondent après un test de l'interface.

Le but des questionnaires est de collecter des informations sur les impressions, sur le niveau de satisfaction des utilisateurs après usage du système. C'est donc une méthode a posteriori. Le questionnaire peut être utilisé de manière complémentaire aux autres méthodes d'évaluation, après que les utilisateurs aient testé le produit fini.

Directement après que les utilisateurs aient testé le système, il leur est demandé de déterminer leur niveau de satisfaction [15].

Avantage

- ✚ En plus d'être la moins chère, cette méthode est également la plus aisément utilisée à grande échelle. En effet, une fois réalisé, le questionnaire peut accompagner chaque test réalisé sur le système.

Désavantages

- ✚ Bien que cette méthode permette de collecter l'information de manière peu coûteuse, la difficulté réside dans la rédaction de bonnes questions ainsi que dans l'interprétation des réponses des utilisateurs.
- ✚ Cette méthode est souvent utilisée pour collecter les feedback des utilisateurs ayant acquis le système et corriger ainsi les problèmes dans les versions futures.

IV.4.2 Evaluation sans utilisateur

La méthode d'évaluation avec utilisateur n'est pas toujours possible, et ce, pour trois raisons:

- ✚ Les utilisateurs n'ont que très peu de temps à consacrer aux tests. Le système qui leur est proposé à ce moment doit déjà comporter le moins d'erreurs possibles.
- ✚ Pour que les tests soient efficaces, il faut qu'ils soient réalisés par le plus grand nombre d'utilisateurs possible, chaque utilisateur trouvant un sous-ensemble de problèmes.
- ✚ La méthode coûte cher en termes de temps nécessaire à l'analyse de chaque test d'utilisateur.

La méthode d'évaluation sans utilisateur comprend deux types de méthodes distinctes les méthodes centrées sur la tâche et les méthodes non centrées sur la tâche [16].

IV.4.2.1 Les méthodes centrées sur la tâche

IV.4.2.1.1 Goals, Operators, Methods, and Selection Rules (GOMS)

L'acronyme GOMS signifie **G**oals, **O**perators, **M**ethods, and **S**election Rules.

Les "Goals" sont les buts que l'utilisateur tente d'accomplir, habituellement spécifiés de manière hiérarchique. La tâche se décompose en buts, sous-buts et sous-buts élémentaires.

Les "Operators" représentent l'ensemble des opérations de niveau atomique avec lesquelles l'utilisateur compose une solution pour atteindre un but.

Les "Methods" représentent des séquences d'"Operators", regroupés afin d'accomplir un but élémentaire.

Les Selection Rules sont utilisées afin de décider quelle méthode est à utiliser pour atteindre un but lorsque plusieurs méthodes sont applicables [17].

GOMS mesure la performance (i.e le temps de réalisation de la tâche, des utilisateurs experts du système). Le temps de réalisation de la tâche est obtenu en additionnant le temps de réalisation de chaque étape nécessaire à la réalisation la tâche. GOMS est un modèle prédictif à utiliser très tôt dans le cycle de développement [2].

| Avantages | Désavantages |
|---|---|
| Ne nécessite pas d'interface aboutie ou de maquette : elle donne des prédictions. | Etablit seulement des prédictions sur le temps d'exécution de tâches effectuées sans erreurs. Elle ne permet pas de considérer un utilisateur novice. |
| Evalue la complexité et l'efficacité des tâches de l'interface. | Elle est lourde à mettre en œuvre pour des tâches importantes. |
| Elle est facilement comprise et utilisée par les concepteurs | |

Tableau IV.1 : Les avantages et les désavantages de méthode GOMS [6].

IV.4.2.1.2 Keystroke-Level Model (K.L.M)

KLM est l'acronyme pour "Keystroke-Level Model". KLM est l'ancêtre de GOMS.

Etant centrée sur la tâche, cette méthode force l'évaluateur à se concentrer sur la séquence d'actions accomplies par l'utilisateur.

Le but est de calculer le temps nécessaire. Pour le prédire, l'évaluateur additionne le temps requis pour réaliser chaque étape physique pour accomplir la tâche.

Au contraire de GOMS, cette méthode ne prend pas en considération le temps consacré par l'utilisateur au choix des actions et à leur évaluation(i.e les règles de sélection du modèle GOMS). L'évaluateur doit avoir accès aux données concernant les temps de prédiction de chaque étape physique. Ces données sont constituées en mesurant le temps moyen d'accomplissement de chaque étape ou manipulation, à partir d'observations directes d'utilisateurs [18].

Des temps d'exécution de tâche excessivement élevé en comparaison avec une tâche de complexité similaire peuvent révéler un problème.

KLM est recommandée pour les procédures utilisées à grande échelle. Gagner un peu de temps pour une procédure exécutée des milliers de fois en vaut la peine [8].

KLM est un modèle prédictif à utiliser très tôt dans le cycle de développement [2].

| Avantages | Désavantages |
|---|---|
| Cette méthode peut facilement être utilisée par un évaluateur novice. | KLM est lourde à employer : une tâche de quelques minutes doit être traduite en centaines d'étapes physiques. |
| Ne considérant que les étapes physiques, KLM peut être réalisée presque automatiquement | Comme dit précédemment, KLM considère uniquement les étapes physiques. Les étapes mentales ne sont pas prises en compte |

Tableau IV.2 : Les avantages et les désavantages de méthode K.L.M.

IV.4.2.2 Les méthodes non centrées sur la tâche

IV.4.2.2.1 Evaluation heuristique

L'évaluation heuristique est une méthode d'évaluation où les éléments de l'interface sont examinés en fonction d'une liste d'heuristiques d'utilisabilité : cette liste peut correspondre à tout ou partie de la liste des 10 heuristiques d'utilisabilité de Nielsen ou à tout ou partie de la liste des 8 critères de design [19].

Par opposition aux recommandations ergonomiques qui regroupent généralement des centaines de règles, l'évaluation heuristique contient un petit nombre de principes.

Les problèmes trouvés par cette technique correspondent à des violations de ces heuristiques.

L'utilisation de l'évaluation heuristique peut se faire dès que la présentation de l'interface est réalisée [2].

Avantages

- ✚ Cette méthode nécessite peu d'apprentissage de la part de l'évaluateur.
- ✚ Elle procure généralement de bons résultats.
- ✚ Le faible nombre de principes à respecter en fait une méthode légère et rapide.
- ✚ Comme elle n'est pas centrée sur la tâche, elle peut être utilisée très tôt dans le processus de conception.

Désavantages

- ✚ Cette méthode n'offre pas beaucoup de guidance sur la manière de réaliser l'évaluation. L'évaluateur doit décider par lui-même comment mener l'évaluation.

IV.4.2.2.2 Evaluation par recommandations ergonomiques

Les guides de recommandations ergonomiques rassemblent généralement des centaines de recommandations ergonomiques.

L'évaluation consiste en l'examen systématique de l'adéquation de l'interface à ces listes de recommandations ergonomiques [20].

Les problèmes résultent de la non-conformité des caractéristiques de l'interface à ces principes.

La constitution de tels guides provient de l'expérience et la connaissance des experts en utilisabilité. La propre connaissance de l'évaluateur l'aide à appliquer ces recommandations durant une évaluation.

Elle peut être utilisée dès qu'une version même statique de l'interface est réalisée [2].

Avantages

- ✚ Comme l'évaluation heuristique, cette méthode se positionne très tôt dans le cycle de vie.
- ✚ Dès qu'une maquette ou un prototype est disponible, elle peut être évaluée. Aucune tâche n'est requise.

Désavantages

- ✚ Au vu de l'importance de l'expérience de l'évaluateur pour l'usage de cette méthode, les guides de recommandations ergonomiques ne sont pas vraiment accessibles à l'évaluateur novice.
- ✚ De plus, le passage en revue de centaines de recommandations pour chaque caractéristique de l'interface n'offre pas une méthode rapide et agréable.
- ✚ Parce que l'émergence de nouvelles recommandations ergonomiques est toujours postérieure à l'apparition d'une nouvelle technologie, cette méthode n'est pas adaptée à évaluer des interfaces qui utilisent ces nouvelles technologies.

IV.4.3 Méthode de la Cognitive Walkthrough (C.W)

La méthode d'évaluation dite Cognitive Walkthrough est une méthode d'évaluation d'interface centrée sur une tâche, elle vise donc à mettre en évidence les problèmes d'utilisabilité rencontrés par un utilisateur pendant l'accomplissement d'une tâche donnée [10].

Pour réaliser une évaluation par la méthode de "Cognitive Walkthrough", l'analyste doit procéder en trois phases [21].

Phase I : dans laquelle, on Définit un scénario d'utilisation de l'interface à évaluer, ce scénario est une description de la façon dont une personne utiliserait le système pour réaliser la tâche.

Phase II : (Jeu de questions/réponses) Consiste à poser systématiquement un ensemble de questions pour chaque action à entreprendre pour réaliser un sous but.

Phase III : (Analyse des réponses) on analyse les réponses aux questions posées à la phase 2 pour découvrir les problèmes d'utilisabilité rencontrés dans l'usage de l'interface.

Puisque la méthode Cognitive Walkthrough n'oblige pas de disposer de l'interface finale, mais peut déjà être utilisée à partir d'une maquette (ou d'un simple dessin) de cette interface, cette méthode peut donc être utilisée très tôt dans le cycle de vie de l'IHM (y compris dès la phase de design).

Avantages

- ✚ Sans recours à l'intervention des utilisateurs, et Pragmatique.
- ✚ Elle peut s'utiliser différents stades d'évolution des IHMs (maquette papier, interface statique, interface finale).
- ✚ Elle est constructive quand elle est utilisée dès l'étape de design de l'IHM car elle conduit à construire une IHM ergonomique.
- ✚ Elle force à prendre en compte les éléments essentiels de la conception d'une IHM:
 - analyse et structuration de la tâche.
 - connaissance du profil de l'utilisateur.
 - critères d'utilité et d'utilisabilité.
- ✚ Parfaitement adaptable à l'usage d'un logiciel d'aide à l'application de la méthode.

Désavantages

- ✚ Sa lourdeur mais celle-ci peut-être réduite si l'on réserve son usage aux tâches principales les plus fréquemment effectuées et qu'elle est supportée par un logiciel spécialisé.

- ✚ La qualité des évaluations obtenues est dépendante de la compétence de l'analyste et essentiellement de sa capacité à se mettre à la place de l'utilisateur.

IV.5 La démarche méthodologique

L'évaluation de l'utilisation d'un outil informatique est réalisée par deux grands types de méthodes : d'une part, l'application de critères d'utilisabilité ou de critères ergonomiques, qui permettent de diagnostiquer en quoi l'utilisation va s'être améliorée par une amélioration de l'outil ; d'autre part, l'analyse des protocoles d'interaction, qui permet d'interpréter, pour une part, le comportement de l'utilisateur.

Dans cette section, nous précisons le choix des méthodes particulières d'évaluation.

Notre choix porte en premier lieu sur l'évaluation par recommandation ergonomique. Cette technique consiste à inspecter de manière systématique, en utilisant un grille d'évaluation ergonomique contenant l'ensemble des règles ergonomiques recommandées, une interface et essayer de détecter les problèmes ergonomiques de celle-ci, en vue d'y remédier au sein d'un processus de conception itérative. Puis le test d'utilisabilité en utilisant les questionnaires [30].

IV.5.1 Etude de l'existant

IV.5.1.1 Environnement général

IV.5.1.1.1 Présentation et objectifs d'AsteriskNOW GUI

La société Digium a lancé le projet de GUI d'Asterisk, Coïncidant avec le dégel de l'Asterisk 1.4.

Le GUI (Graphical User Interface) d'Asterisk est l'interface, qui vient avec la distribution d'AsteriskNOW ou peut être ajoutée à une installation existante d'Asterisk, permet aux utilisateurs à se connecter à Asterisk par l'intermédiaire d'un navigateur web. Ceci rend la configuration et l'implémentation, l'apprentissage d'Asterisk plus facile.

Le GUI déjà inclus avec AsteriskNOW a été créé en utilisant plusieurs nouvelles technologies, cette interface a été construite en utilisant un cadre (Framework) flexible et extensible qui a placé autant de la logique d'affichage et de validation comme possible sur l'ordinateur de client. Il a également pris en compte la nécessité de préserver les fichiers de configuration (config files) tout en fournissant des moyens automatisés pour les éditer.

La page d'accueil de GUI est « cfgbasic.html ». Toutes autres pages sont chargées dans le cadre (iframe) contenue dans cette page qui charge la page « home.html » par défaut.

Les éléments de GUI

Le GUI standard qui vient avec AsteriskNOW (ou peut être téléchargé par l'intermédiaire de SVN) a un ensemble standard d'éléments qui représentent les nécessités typique pour un petit bureau. Les éléments de menu sont actuellement :

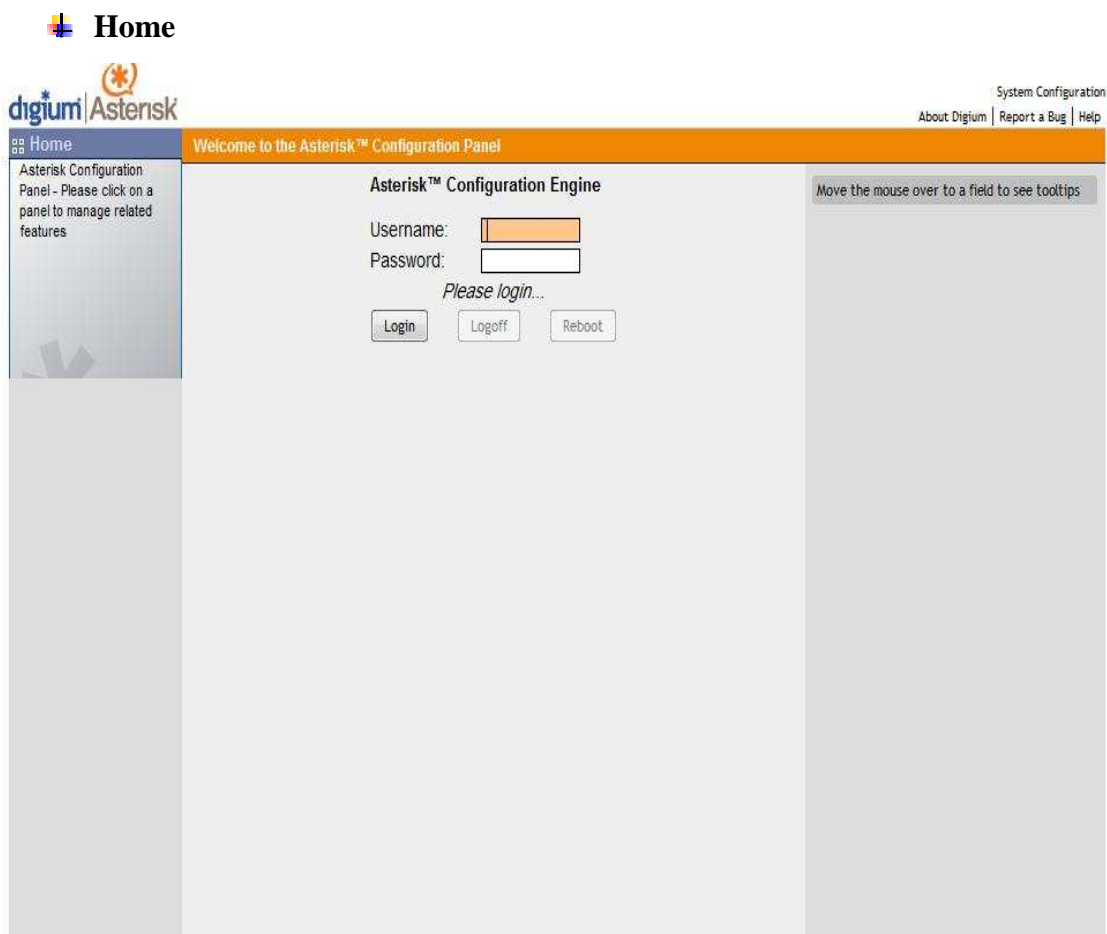


Figure IV.2: L'interface Home d'AsteriskNOW.

Users

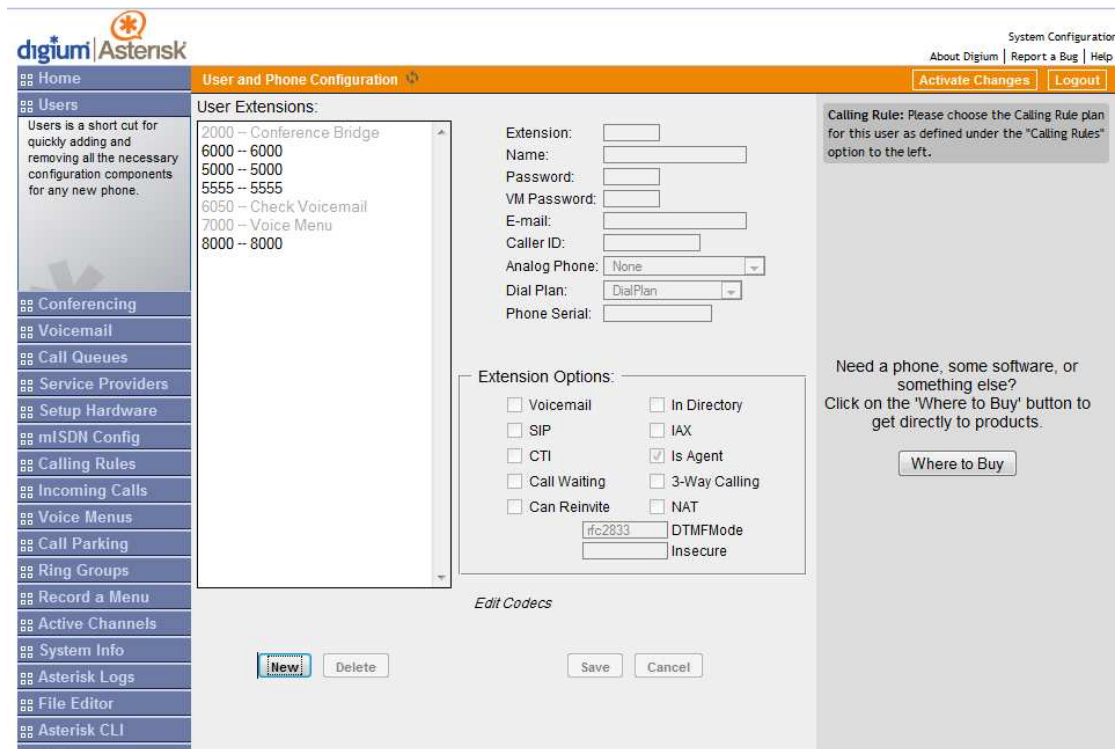


Figure IV.3:L'interface Users d'AsteriskNOW.

Conferencing

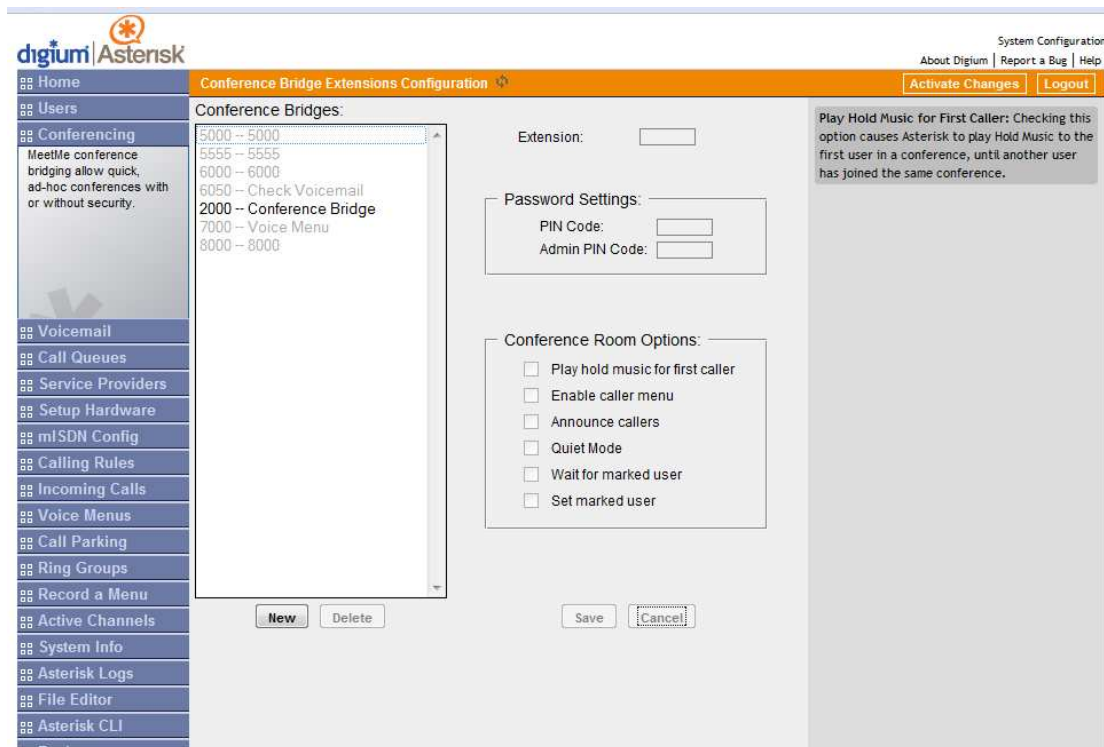


Figure IV.4:L'interface Conferencing d'AsteriskNOW.

Voicemail

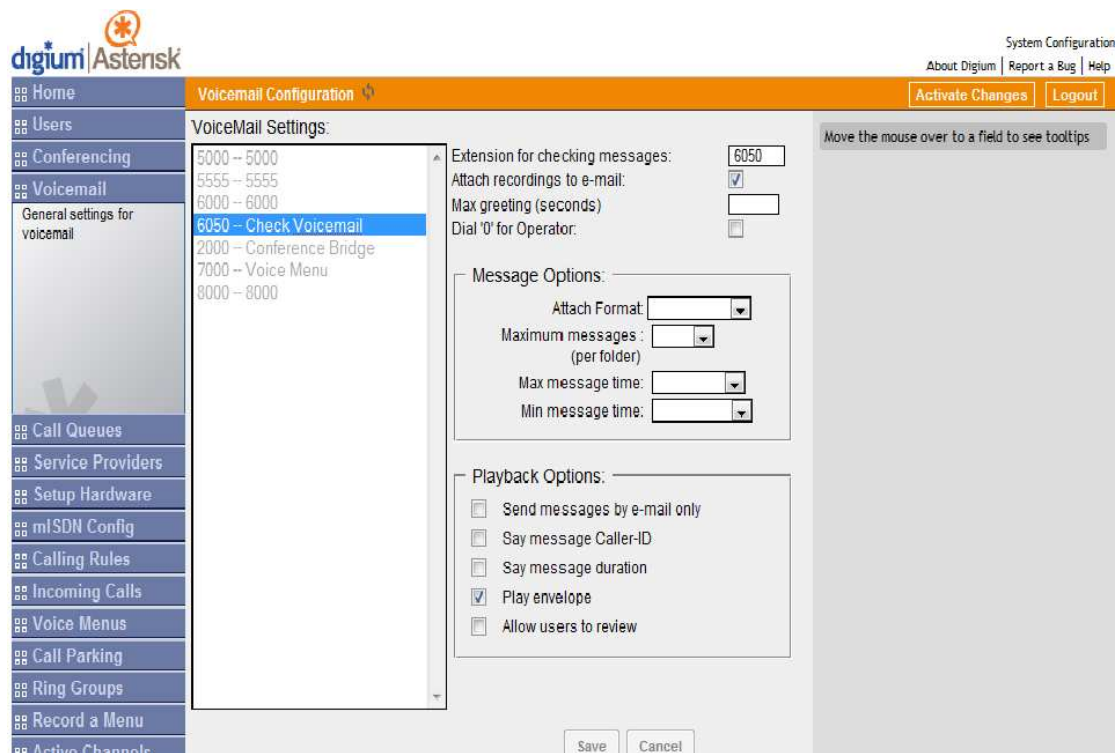


Figure IV.5:L'interface Voicemail d'AsteriskNOW.

Service Providers

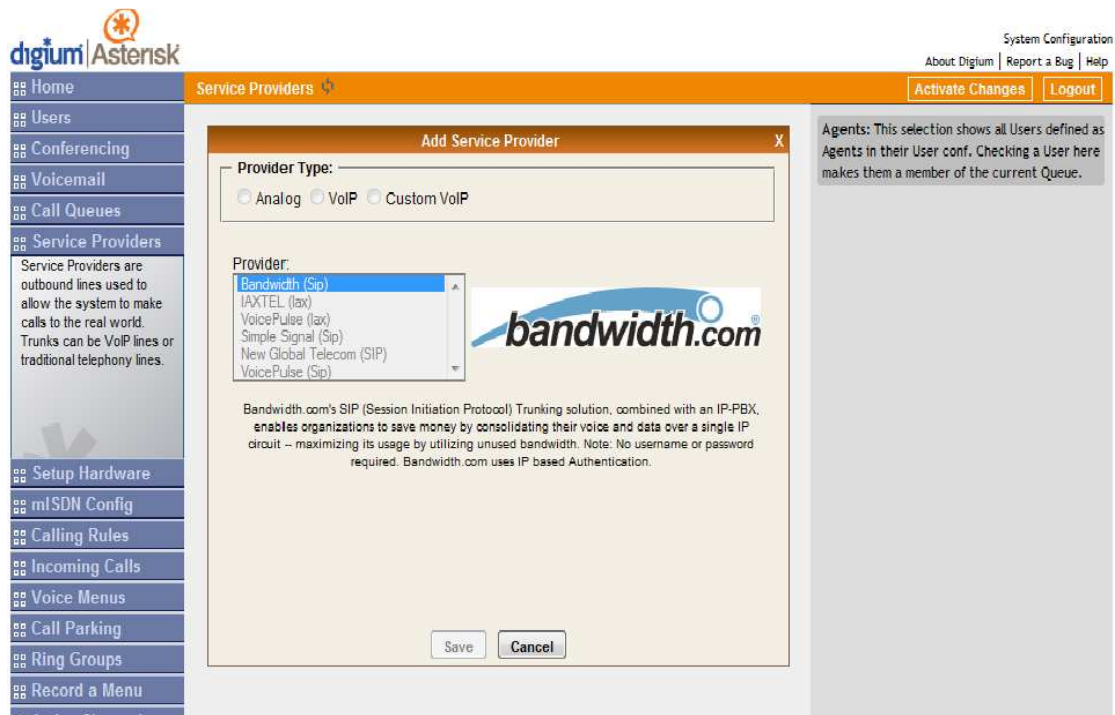


Figure IV.6:L'interface Service Providers d'AsteriskNOW.

Voice Menu

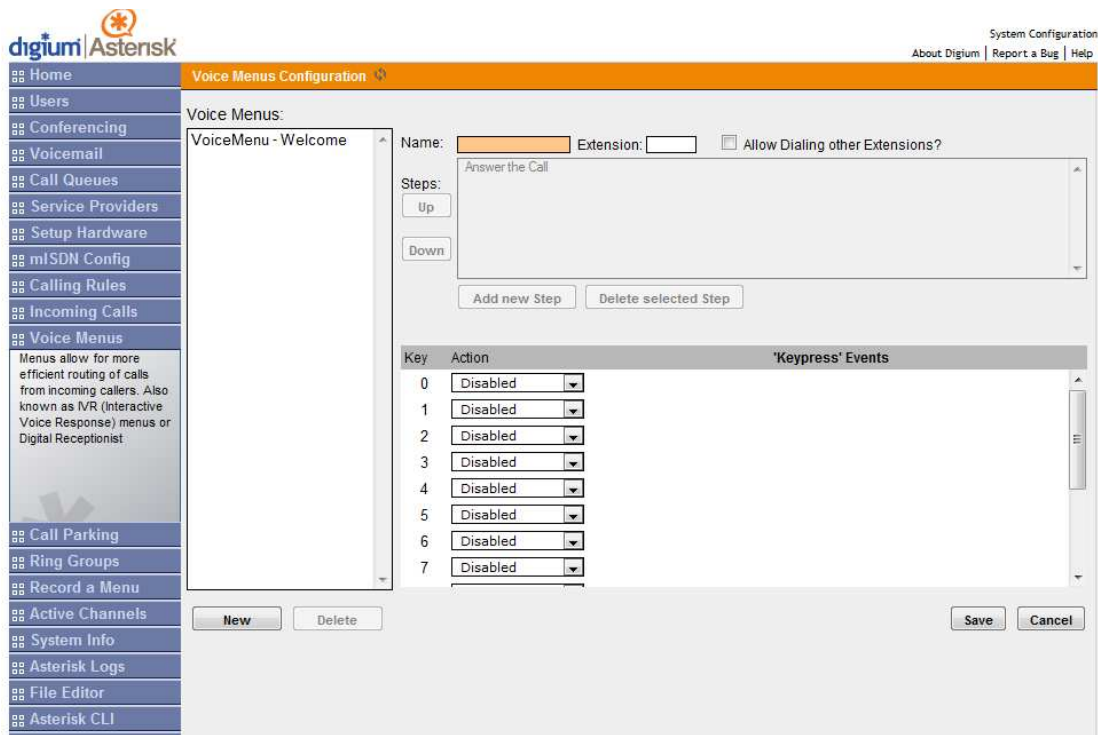


Figure IV.7:L'interface Voice Menus d'AsteriskNOW.

Options

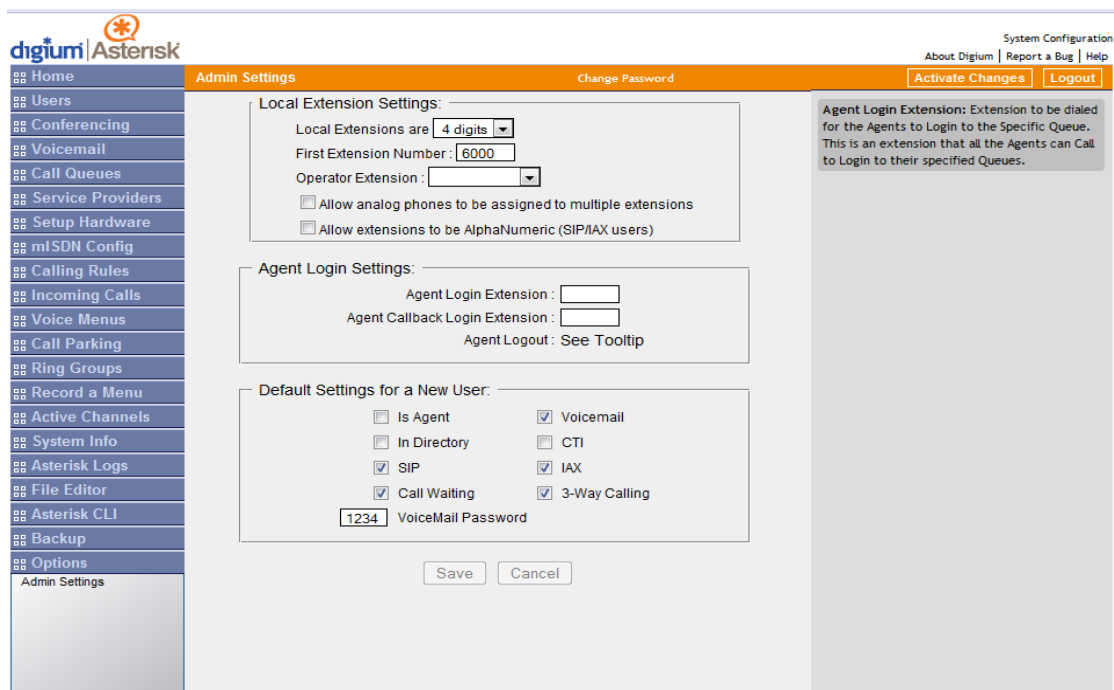


Figure IV.8:L'interface Options d'AsteriskNOW.

IV.5.1.1.2 Normes et environnement technique

Le serveur Asterisk est accessible par l'intermédiaire d'une interface web. Il est utilisable à partir de tout ordinateur de type PC muni du système d'exploitation Windows 95 (ou supérieur) ou alors une distribution LINUX, d'un navigateur web, et une connexion à l'internet.

Remarque : Le GUI d'AsteriskNOW fonctionne actuellement avec le navigateur Mozilla Firefox et non pas avec Microsoft Internet Explorer. La raison de ceci est située de la manière que ces navigateurs implémentent le langage JavaScript, utilisée intensivement avec le GUI d'AsteriskNOW.

Fiche descriptive

| | |
|--------------------|---|
| Nom | Asterisk GUI |
| URL | L'adresse IP de serveur Asterisk exemple : 192.168.2.1 |
| Volumétrie | Environ 40 pages html De 1 Mo d'espace sur le disque dure |
| Technologie | L'interface utilisateur est développé en plusieurs langages (JavaScript, Ajax, HTML,CSS). |
| Copyright | La société Digium .Inc |

Tableau IV.3 : Fiche descriptive de GUI d'AsteriskNOW.

IV.5.2 Approches utilisées pour l'évaluation d'Asterisk GUI

IV.5.2.1 Approche par recommandations ergonomique

L'une des méthodes utilisées lors de l'évaluation ergonomique des interfaces web est l'évaluation par recommandations ergonomiques. Le principe est simple, il s'agit de faire passer en revue les recommandations ergonomiques des applications web, sur les différentes pages de l'interface utilisateur d'Asterisk, on élaborant une grille d'évaluation, et de vérifier si l'application respecte chacun d'eux.

Donc, on va étudier, d'après les recommandations ergonomiques des applications web, les différentes pages de l'interface utilisateur d'Asterisk, puis élaborer une grille d'évaluation de cette interface contenant 101 principes ergonomiques.

IV.5.2.1.1 La grille d'évaluation

Avant de réaliser l'étude avec les utilisateurs, nous avons entrepris une évaluation par inspection de l'interface d'AsteriskNOW, en utilisant la grille d'évaluation ergonomique des recommandations des applications web. Une telle évaluation est recommandée comme faisant partie des mesures pour détecter d'éventuels problèmes d'ergonomie et d'utilisabilité de l'interface graphique et éventuellement suggérer des changements d'interface.

| Catégorie de principe | Principe de conception ergonomique | Suggestion |
|--|---|-----------------------|
| Généralité sur le système de navigation | Système de navigation autonome ne pas dépendre des boutons <Page suivante> et <Page précédente> du navigateur | Principe respecté |
| | Une barre de navigation identique sur toutes les pages. | Principe respecté |
| | Mis en évidence visuellement l'élément actif dans la barre de navigation | Principe respecté |
| | Eviter un lien actif qui pointe sur la page courante. | Principe respecté |
| | Lien vers la page d'accueil dans tous les pages de l'application | Principe respecté |
| Les liens | Un lien doit être clairement reconnaissable. | Principe non respecté |
| | Différencier Les liens textuels du texte normal. | Principe non respecté |
| | Ne pas mettre de liens trop proches les uns des autres. | Principe non respecté |
| | Liens inactifs plus « discrets » que liens actifs. | Principe respecté |
| | Liens graphiques (images) avec donner un léger relief (ombre grise) à ces images. | Principe non respecté |
| | Lien signifie son contexte. | Principe respecté |
| | Lien mène à l'extérieur s'ouvrir dans une nouvelle fenêtre du navigateur. | Principe non respecté |
| | Pour faire un lien textuel, sélectionner un mot | Principe |

| | | |
|---|--|-----------------------|
| | ou un groupe de mots pertinents. | respecté |
| | Les liens graphiques doublés par un texte court. | Principe non respecté |
| | L'intitulé du lien doit être quasiment identique au titre de la page à laquelle il renvoie. | Principe respecté |
| | Comportement homogène des liens | Principe respecté |
| | Un même lien a même effet, même effet donc même lien. | Principe respecté |
| | Les liens pour des actions de navigation, et es boutons d'action pour les actions. | Principe non respecté |
| | Eviter la répétition des liens ayant le même effet dans la même page | Principe respecté |
| La taille des pages | Taille pages par défaut en 800x600 avec possibilité de redimensionnement | Principe respecté |
| L'homogénéité | Garder l'homogénéité dans la présentation des pages de l'application. | Principe respecté |
| La disposition des éléments/ informations dans la page | système de navigation dans une surface minimale. | Principe respecté |
| | Les outils de navigation et informations critiques en haut de page | Principe respecté |
| Les listes et tableaux | En-têtes de colonne centrés par rapport à la largeur de la colonne. | Principe non respecté |
| | Contenu colonnes cadré à gauche s'il s'agit de texte et à droite s'il s'agit de valeurs numériques. | Principe non respecté |
| | Adopter un interlignage suffisant entre les lignes des tableaux | Principe respecté |
| | Possibilité de circulation à double sens, principe des vases communicants, les éléments d'un tableau vers un autre | Principe respecté |
| | L'ascenseur vertical à droite apparaître que s'il est utile | Principe respecté |
| | Eviter les tableaux de grande largeur | Principe respecté |
| Les aspects typographiques | Eviter d'écrire en italique. | Principe non respecté |
| | Eviter le soulignement hormis pour les liens. | Principe respecté |
| | Ecrire tous les éléments textuels en minuscules avec une majuscule à l'initiale. | Principe non respecté |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------------|
| | Les formats de police doivent être spécifiés. Titre de page (Arial, gras, 16 pts, couleur à déterminer). | Principe non respecté |
| | Chemin de navigation (Arial, 11 pts, couleur à déterminer). | Principe non respecté |
| | Libellé de rubrique (Arial, gras, 14 pts, couleur à déterminer). | Principe non respecté |
| | Intitulés de champs de formulaire (Arial, gras, 12 pts, noir). | Principe non respecté |
| | Contenu de champs de formulaire (Arial ou autre, normal, 12 pts, noir). | Principe non respecté |
| | Commentaires de champs de formulaire (Arial, normal, 11 pts, noir ou gris) | Principe non respecté |
| | Eviter plus de quatre types de polices différentes dans la même page. | Principe respecté |
| | Taille polices proportionnelle au niveau de l' hiérarchie d'information. | Principe non respecté |
| | Les polices sérif pour les corps de texte et sans sérifs pour les titres, sous-titres. | Principe non respecté |
| | Aligner textes à gauche. | Principe respecté |
| | L' espace entre les caractères doit être d'au moins un pixel. | Principe respecté |
| Les couleurs | Préférer un fond clair à un fond sombre | Principe respecté |
| | Rester « sobre » dans la couleur de fond. | Principe respecté |
| | Limiter le nombre de couleurs à 7 (+ ou - 2). | Principe respecté |
| | Respecter la signification des couleurs attribuée par l'utilisateur. | Principe non respecté |
| Les pictogrammes | Employer les pictogrammes pour les objets souvent utilisés. | Principe non respecté |
| La gestion des droits | Affichez que les fonctionnalités autorisées de chaque utilisateur | Principe respecté |
| Aspects qualitatifs | Le titre de page ne peut pas être un lien. | Principe respecté |
| Le vocabulaire | Utiliser le vocabulaire de domaine | Principe |

| | | |
|---|---|-----------------------|
| | | respecté |
| | Utiliser des termes explicites et non ambigus, compréhensible. | Principe respecté |
| | Eviter d'utiliser des abréviations. | Principe respecté |
| | Désigner toujours un même objet ou une même action par le même libellé. | Principe respecté |
| Les boutons | Réserver les liens pour des actions de navigation et des boutons d'action pour les actions. | Principe non respecté |
| | Bien choisir le libellé des boutons d'action | Principe respecté |
| | Boutons provisoirement inaccessibles | Principe respecté |
| | Grouper les boutons de même nature fonctionnelle et les distinguer par un écart important. | Principe respecté |
| | La touche « Entrée » du clavier doit être active. | Principe respecté |
| Aspects quantitatifs | La page d'accueil devrait contenir sur un seul écran. | Principe respecté |
| | Le contenu proprement dit d'une page doit représenter au moins 50% de l'espace disponible, l'idéal étant 80%. | Principe respecté |
| | Les ascenseurs verticaux disparaître automatiquement en cas d'inutilités. | Principe respecté |
| La déconnexion | Un lien « Déconnexion » pour quitter l'application. situé en haut à droite des pages | Principe non respecté |
| La page d'identification | Le logo | Principe non respecté |
| | Le nom de l'application (précédé d'un pictogramme symbolisant l'accès restreint) | Principe non respecté |
| | Son numéro de version | Principe non respecté |
| | Précisions de configuration requise | Principe non respecté |
| | Un lien vers le formulaire de demande d'assistance | Principe respecté |
| | Présenter les grandes fonctions de l'application | Principe non respecté |
| La saisie s'effectuant sur une seul page | Validation de saisie puis un retour système doit fournir | Principe respecté |
| | Respect d'une chronologie de saisie | Principe |

| | | |
|---|--|-----------------------|
| | | respecté |
| | Les contrôles de cohérence | Principe respecté |
| La saisie répartie sur plusieurs pages (onglets) | La languette de l'onglet courant est matérialisée par une couleur différente | Principe non respecté |
| Les champs de saisie et les champs d'affichage | Un certain ordre pour les champs de saisie et d'affichage | Principe respecté |
| | Les libellés de champs verticalement alignés à droite et suivis de « : » | Principe non respecté |
| | Les champs alignés à gauche | Principe respecté |
| | La longueur des champs adaptée au nombre de caractères | Principe respecté |
| | Le libellé doit plutôt être un nom | Principe respecté |
| | Ne pas forcer la saisie en minuscules ou en majuscules. | Principe respecté |
| | Pré formatage des données pour les champs de formats particuliers | Principe respecté |
| | Une aide à la saisie sous forme de liste pour certains champs. | Principe respecté |
| | Permettre un positionnement direct par la frappe du premier caractère pour listes longues. | Principe respecté |
| | Les champs obligatoires identifiés | Principe non respecté |
| La sélection d'un nombre limité d'options | Positionner le curseur dans le premier champ de saisie. | Principe non respecté |
| | Utiliser des boutons d'option pour des choix exclusifs. | Principe respecté |
| | Un des boutons d'option doit être sélectionné par défaut | Principe respecté |
| | Ecrire le libellé à droite du bouton d'option. | Principe non respecté |
| | Afficher les cases à cocher pertinentes dans le contexte courant, griser la case et le libellé non utilisable. | Principe respecté |
| Les données saisies par sélection dans une | Ecrire le libellé à droite de la case à cocher | Principe non respecté |
| | La sélection et désélection d'un élément simple. | Principe respecté |
| | Mettre en évidence l'élément sélectionné de façon immédiate. | Principe respecté |

| | | |
|---|--|-----------------------|
| liste déroulante | En principe, la sélection ne doit pas entraîner une action | Principe respecté |
| | Affichage des éléments dans un ordre logique ou la fréquence d'utilisation. | Principe respecté |
| | Ne pas permettre au curseur de « boucler » sur la liste | Principe respecté |
| | Positionnement direct par la frappe du premier caractère de l'élément voulu | Principe respecté |
| | L'initiale des éléments en majuscules | Principe respecté |
| Les boutons de formulaire | Les boutons de validation centrés et au dessous des champs. | Principe non respecté |
| Les pages de recherche et pages de résultats | Le mode de recherche par date | Principe respecté |
| | Les critères de recherche et ces résultats sur une seule et même page ou deux pages différentes. | Principe respecté |
| L'impression | Pour l'impression, plusieurs possibilités : La copie d'écran La version imprimable | Principe non respecté |
| Les messages | Affichée dans un espace entre titre page et corps en cas message sur page courante | Principe respecté |
| | Identifié par une couleur et un pictogramme spécifique en début de message (à gauche) | Principe non respecté |

Tableau IV.4: La grille d'évaluation de l'interface AsteriskNOW.

IV.5.2.2 Test avec les utilisateurs

Dans cette approche, on va décrire les tests d'utilisabilité qui ont été faits sur l'interface utilisateur d'Asterisk, à l'aide d'un questionnaire de satisfaction afin de recueillir les évaluations subjectives des utilisateurs ainsi que les points forts et les points faibles qu'ils percevraient.

IV.5.2.2.1 Questionnaire

Le questionnaire mené est basée sur la réponse à des questions distribué auprès de 20 personnes.

Objectifs

L'objectif de questionnaire est :

- ✚ Quantifier les profils, usages et attentes de nos utilisateurs.
- ✚ Identifier les habitudes de manipulation d'application.
- ✚ Obtenir des indices de satisfaction, des besoins d'information représentatifs.
- ✚ Identifier les attentes des utilisateurs en matière de contenu informationnel et en matière de visibilité de l'interface web.

Ces études quantitatives permettent de détecter les spécificités d'utilisations et d'attentes par cibles afin de faciliter ensuite leur exploitation, manipulation, apprentissage d'Asterisk. Ces questionnaires ne doivent pas être axés sur l'évaluation de l'ergonomie d'interface utilisateur d'Asterisk seulement, mais sur l'adéquation aux besoins des utilisateurs.

Le questionnaire d'aide à l'évaluation se trouve en annexe.

IV.6 Conclusion

La constitution d'un état de l'art des méthodes et modèle de conception ainsi que des outils et méthodes d'évaluation de l'ergonomie des applications web s'avère indispensable pour préciser d'une part l'importance de l'intégration de l'utilisateur dans le projet de conception des interfaces web et d'autre part, l'apport de notre travail en matière d'évaluation de l'interface étudié.

Cette classification des méthodes permet de connaître leurs particularités, avantages et limites.

La normalisation dans le domaine de l'ergonomie des interfaces informatique définit les conditions de la mise en œuvre d'un processus centré sur l'opérateur humain c'est la conception centrée utilisateur.

L'évaluation de l'utilisation d'une interface informatique est réalisée par deux grands types de méthodes : les approches empiriques tels que les tests utilisateurs et les tests d'acceptabilité auprès de populations d'échantillon (les questionnaires) et les approches analytiques tels que les heuristiques et l'analyse d'audience.



Résultats et discussion

V.1 Introduction

Après avoir achevé la partie théorique de l'application, il s'agit de présenter la partie réalisation et mise en œuvre de notre travail.

Pour cela, nous discutons en premier lieu les résultats de notre démarche méthodologique d'évaluation d'Asterisk GUI (Graphical User Interface), en suite on présente la plate forme matériels et logiciel nécessaire dans le cycle de construction de notre la nouvelle interface, on conclure ce chapitre par la présentation de notre solution.

V.2 Résultats et discussion de l'enquête

V.2.1 Résultats de l'enquête

L'enquête menée est basée sur la réponse à un questionnaire distribué auprès de 20 enquêtés.

Ce questionnaire se veut résolument ouvert pour rassembler un maximum d'information. Cette méthodologie a donc nécessité des questions ouvertes et pertinentes pour le sujet qui nous concerne. Un traitement manuel a donc été nécessaire pour faire apparaître les tendances générales.

Interprétation des résultats de l'enquête

🚦 Connaissez-vous la téléphonie sur IP (Internet Protocol)?

| | | |
|-------|-----|------|
| 1 | Oui | 80% |
| 2 | Non | 20% |
| Total | | 100% |

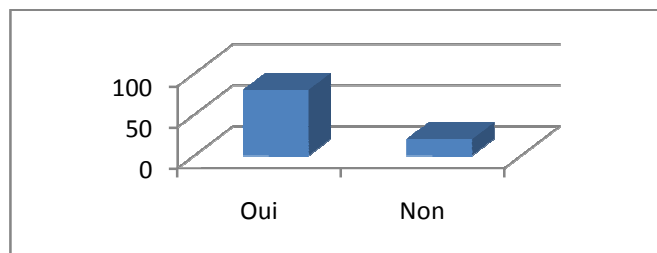


Figure V.1:La connaissance de la téléphonie sur IP.

✚ Aviez-vous déjà connaître l'IPBX Asterisk?

| | | |
|-------|-----|------|
| 1 | Oui | 50 % |
| 2 | Non | 50% |
| Total | | 100% |

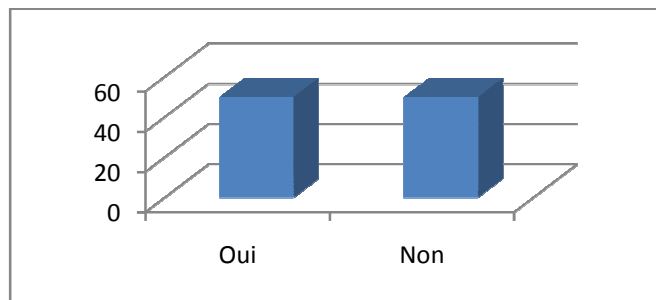


Figure V.2: La connaissance de IPBX Asterisk.

✚ Ordonnez les 20 rubriques suivantes selon votre fréquence d'utilisation

| | |
|---|----------------|
| 1 | Users |
| 2 | Conferencing |
| 3 | File editor |
| 4 | Voice mail |
| 5 | Asterisk Cli |
| 6 | Calling rules |
| 7 | Incoming calls |

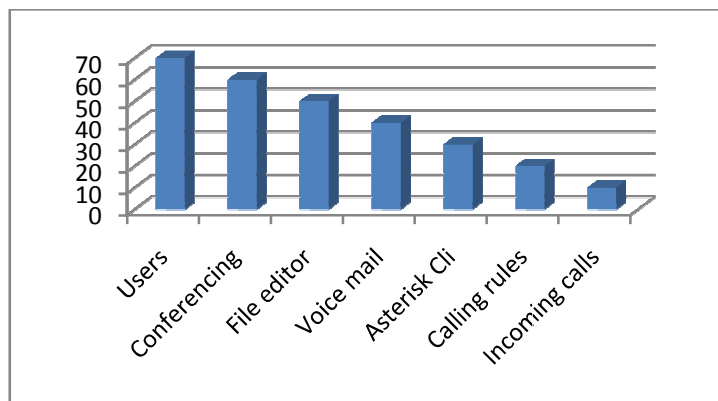


Figure V.3: La fréquence d'utilisation des rubriques.

✚ La position des messages dans écran est adéquate ?

| | | |
|-------|-----|------|
| 1 | Oui | 30% |
| 2 | Non | 70% |
| Total | | 100% |

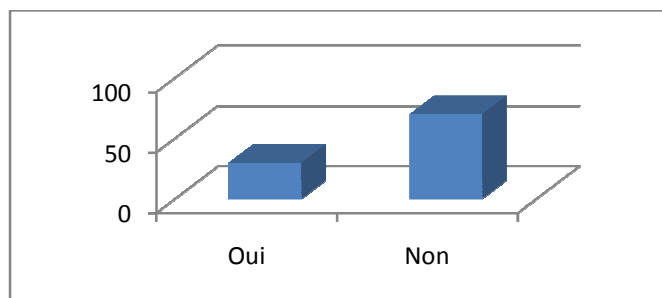


Figure V.4: L'adéquation de position des messages dans l'écran.

✚ La taille et la couleur des polices facilitent la lecture et la distinction des différentes rubriques.

| | | |
|-------|-----------|------|
| 1 | Oui | 40% |
| 2 | Non | 20% |
| 3 | Sans avis | 40% |
| Total | | 100% |

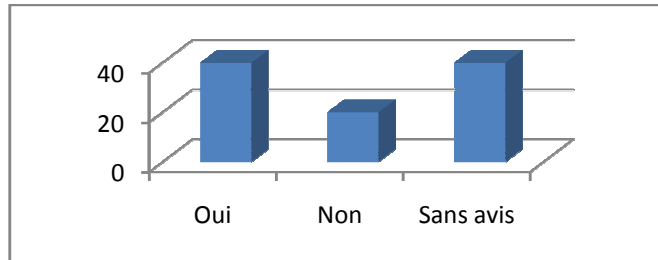


Figure V.5: La facilité de lecture et distinction des rubriques.

✚ La mise en page facilite le repérage de l'information et la navigation

| | | |
|-------|-----------|------|
| 1 | Oui | 60% |
| 2 | Non | 30% |
| 3 | Sans avis | 10% |
| Total | | 100% |

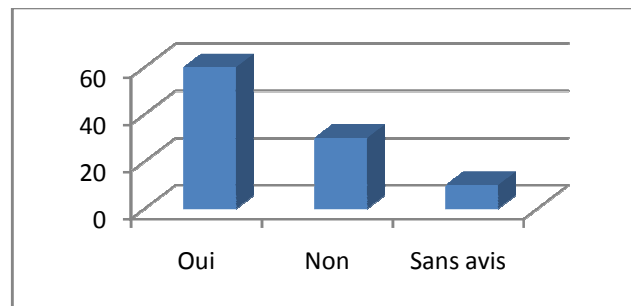


Figure V.6: La facilité de repérage de l'information et la navigation.

La taille d'une page écran est :

| | | |
|-------|---------------|------|
| 1 | Très long | 30% |
| 2 | Satisfaisante | 70% |
| 3 | Très réduite | 0% |
| Total | | 100% |

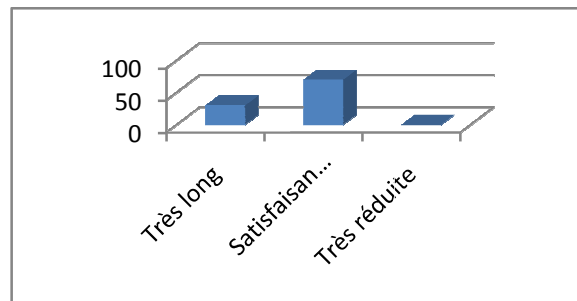


Figure V.7: Les remarques sur la taille d'une page écran.

V.2.2 Discussion des résultats

V.2.2.1 Concernant le profil de l'utilisateur

- Une grande partie (80%) connaît la Voix IP.
- La moitié des sondés (50%) connaît déjà Asterisk IPBX ,et ils utilise l'IPBX trixbox, callweaver et d'autres.
- Les rubriques les plus convoitées sont « Users», «Conferencing» et «file editor » « cli» « voicemail» « voicemenu » leur contenu est très utile pour les étudiants sondés.

V.2.2.2 Concernant la page d'accueil et les autres pages

- 60% des sondés souhaitent y améliore l'affichage (ex : centrer le contenu des les pages) et graphisme de la page d'accueil, offre une petite description des services offert par ce logiciel.
- Plus de la moitié sondés voient que la position des messages inadéquats (à coté de logo).
- Les liens actuels pointant vers des ressources extérieures semblent de qualité et correspondre aux besoins des utilisateurs. Toutefois, il serait plus rigoureux d'établir une grille d'évaluation des sites extérieurs qui pourraient être accessible depuis l'interface.

V.2.2.3 Concernant la lisibilité

- 40% des enquêtés trouvent que les couleurs des polices facilitent la lecture, 20% ne sont pas de cet avis et 40% sont sans avis.
- 70% des enquêtés trouvent que la taille des polices facilite la lecture et la distinction des différentes rubriques, 20% ne sont pas de cet avis et 10% sont sans avis.
- 60% des enquêtés trouvent que la mise en page facilite le repérage de l'information et la navigation, 10% ne sont pas de cet avis et 30% sont sans avis.
- 30% des enquêtés trouvent que la taille d'une page écran est trop longue, 70% trouvent qu'elle est suffisante.

V.2.2.4 Concernant les remarques et les suggestions

- Un certain nombre de suggestions ont été avancées : Profiter de l'espace libre, amélioration du graphisme, changement de la barre de navigation, une petite description de l'ensemble des services offerts par ce logiciel
- Toutefois, plusieurs questions ont été soulevées concernant les publicités offertes vue non attirante.

V.2.2.5 Résultats du questionnaire de satisfaction

Un questionnaire de satisfaction a été rempli par les utilisateurs après une petite manipulation. Cette section décrit les résultats obtenus à l'aide de cette partie de questionnaire. Pour chacune des questions, les utilisateurs pouvaient la plus part de temps répondre selon la grille suivante :

- 1) Très insatisfait 3) Plutôt satisfait
2) Plutôt insatisfait 4) Très satisfait

- Plus de moitié, trouvent que la manipulation de l'interface plutôt facile.
- Tout les sondés juge que le graphisme est moyen, et la grande partie des étudiants considère l'interface actuelle plutôt satisfaisante.

Les critères de satisfaction ou d'insatisfaction peuvent être intéressants quand les questions permettent d'approfondir le sujet.

Mais ces mesures subjectives rendent difficile l'interprétation des résultats, car entre ces critères et la performance, il peut y avoir un écart marginal qui doit être pris en considération et expliqué.

V.3 Résultats et discussion de l'évaluation par recommandations ergonomiques

Les résultats de l'évaluation par recommandations ergonomiques se trouvent dans le tableau V.1.

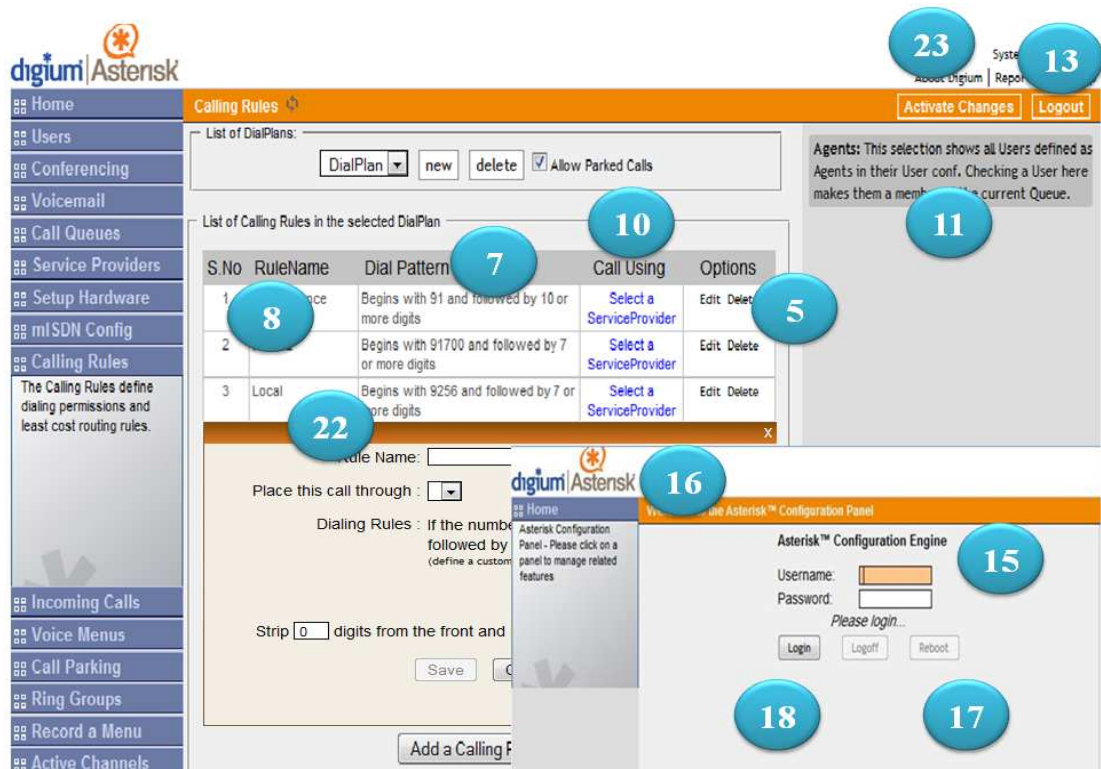
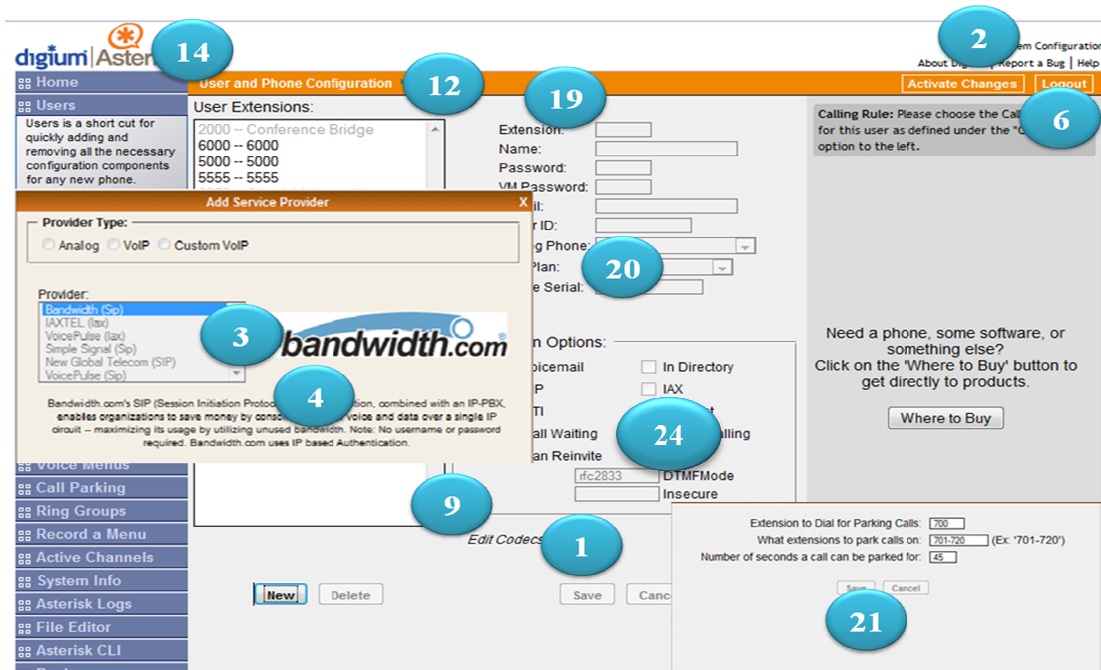


Figure V.8: Problèmes identifiés par recommandations ergonomiques.

Table d'évaluation par recommandations ergonomiques

| # | Objet | Problème | Solution |
|----|----------------------------|--|--|
| 1 | Lien | les liens non clairement reconnaissables. | Faire différencier par une autre couleur |
| 2 | | liens trop proches les uns des autres. | Reserve un espace suffisant |
| 3 | | Absence d'un relief pour liens graphiques (images) | Liens graphiques avec relief |
| 4 | | liens graphiques non accompagnée par un texte court. | Ajouter un texte court |
| 5 | | les liens de navigation pour des actions. | Remplace liens par des buttons d'action |
| 6 | | les boutons d'action pour la navigation. | La navigation s'effectue par des liens |
| 7 | Les listes et tableaux | en-têtes de colonne non centrés | Centrer les en-têtes de colonne |
| 8 | | contenu colonnes non cadré à gauche pour les chiffres | Cadrer gauche à contenu colonnes. |
| 9 | Les aspects typographiques | Eviter d'écrire en italique. | N'écrire pas en italique |
| 10 | | Ecrire les éléments textuels en majuscule. | Que le premier lettre en majuscule |
| 11 | | Format police | Les formats de police doivent être spécifiés |
| 12 | | Taille polices non proportionnelle au niveau de l' hiérarchie d'information. | Taille polices proportionnelle au niveau d'hiérarchie. |
| 13 | La déconnexion | lien « Déconnexion »pour | Place le lien en haut |

| | | | |
|----|-----------------------------------|--|---|
| | | quitter l'application est remplacée par un bouton situé en haut à droite des pages | à droite des pages |
| 14 | La page d'identification | le logo non cliquable | Un logo cliquable |
| 15 | | Absence du nom de l'application précédé d'un pictogramme symbolisant l'accès restreint | L'ajout du pictogramme symbolise l'accès restreint |
| 16 | | numéro de version n'existe pas dans la page | Ajout de n° version |
| 17 | | Pas de précisions de la configuration requise | Précise la configuration requise |
| 18 | | les grandes fonctions de l'application non présentées | Présenter les grands fonctions d'Asterisk |
| 19 | Les pages de formulaire de saisie | Les libellés de champs non alignés à droite et suivis de « : » | Aligner les libellés à droite suivi par « : » |
| 20 | | Les champs obligatoires non identifiés | Identifier les champs obligatoires par des " *" |
| 21 | | Les boutons de validation centrés et au dessous des champs. | Centrer les boutons de validation au dessous des champs |
| 22 | Les fenêtres | Absence de titre des fenêtres | Intituler les fenêtres |
| 23 | | Liens qui amène a l'extérieur ne s'ouvre pas dans une nouvelle fenêtre de navigateur | Liens qui amène a l'extérieur s'ouvre dans une nouvelle fenêtre de navigateur |

| | | | |
|----|--|--------------------------------|-----------------------------|
| 24 | | Les champs non aligné à gauche | Aligner les champs à gauche |
|----|--|--------------------------------|-----------------------------|

Tableau V.1 : Résultat d'évaluation par recommandations ergonomiques.

V.4 Implémentation de solution

V.4.1 La plate forme matériels et logiciels

Pour lancer une session de formation VoIP basées sur ce matériel, à moins d'envisager un kit de formation par groupe comme suit

Matériels nécessaires

- Deux micro-ordinateur équipé de :
 - ✚ Micro processeur Pentium IV 2.80 GHZ
 - ✚ Mémoire vive 1G
 - ✚ Disque dur 8 G
 - ✚ Microphone et écouteur (casque)

Logiciels nécessaires

- ✚ **VMware** La machine virtuelle VMware doit être installé sur le pc.

- Téléchargement depuis :

<http://www.vmware.com/products>

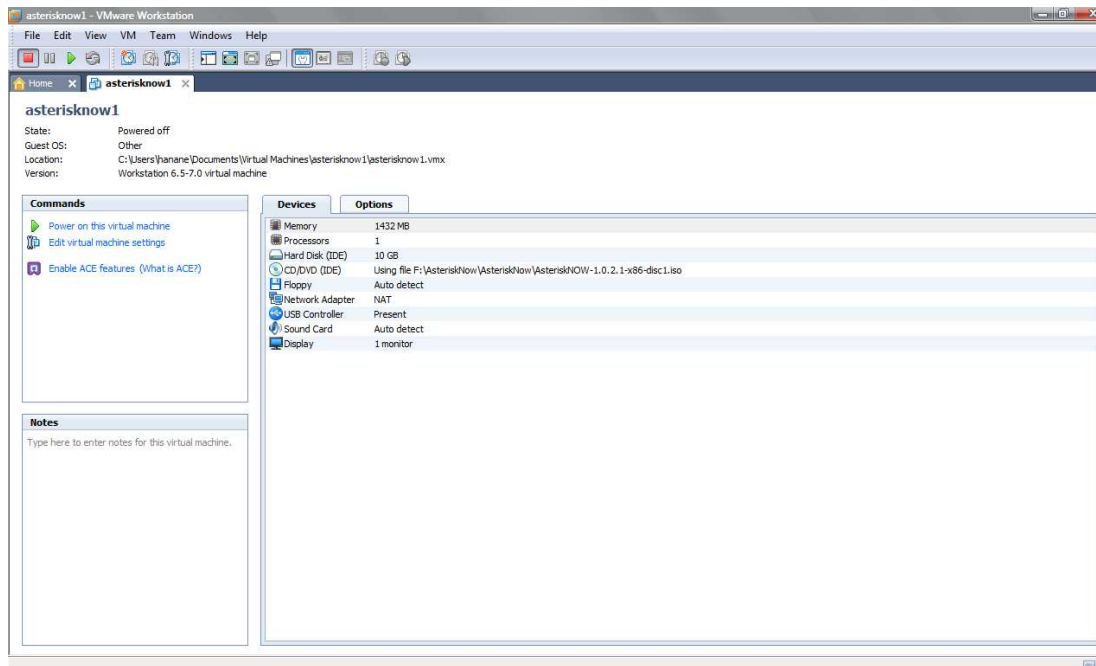


Figure V.9: l'interface principale de VMware.

✚ L'image ISO d'AsteriskNOW doit être installé sous VMware.

Après le démarrage de l'AsteriskNOW, la page suivante informera que L'adresse IP de votre boîte a obtenus.

➤ Téléchargement depuis :

<http://www.asterisknow.org/download>

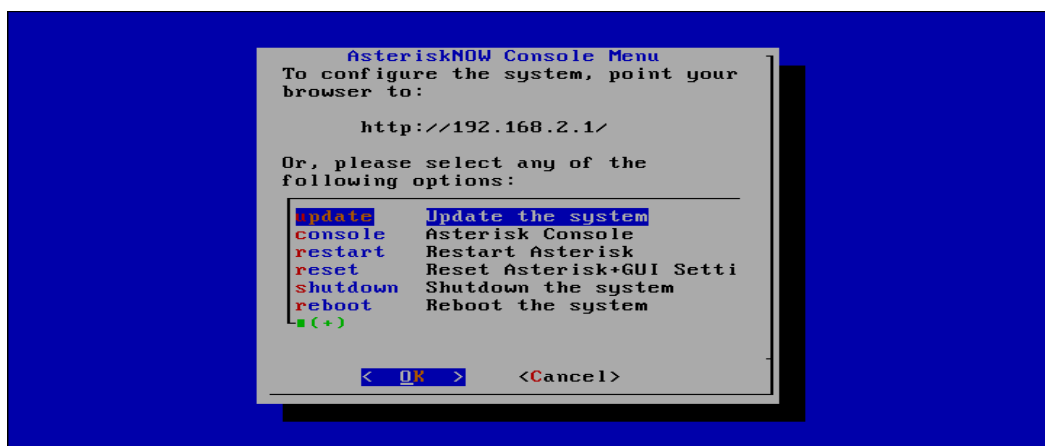


Figure V.10 : l'interface principale d'Asterisknow.

La console permet de mettre à jour l'AsteriskNOW, redémarrer et arrêter le système. Utilisation de la console, vous pouvez aussi exploiter une interface de ligne de commande (l'astérisque CLI>).

🚩 **Soft phones :** X-Lite, Il existe différentes versions de X-lite qui fonctionne sous différents systèmes d'exploitation (Windows, Linux, MAC OS). Dans ce qui suit, nous exposons l'exemple de configuration X-lite sous Windows.

Pour le mettre en place avec la passerelle Asterisk, cliquer droit sur l'interface X-lite choisi SIP Account Settings puis Proprieties. On renseigne les champs Display Name, User name et Password qui permettent au client de s'identifier sur le serveur.

Les champs Autorisations username est défini sur le Serveur Asterisk et on rentre l'adresse IP du serveur dans le champ Domain (on notera que l'adresse IP du proxy est la même que celle du serveur).

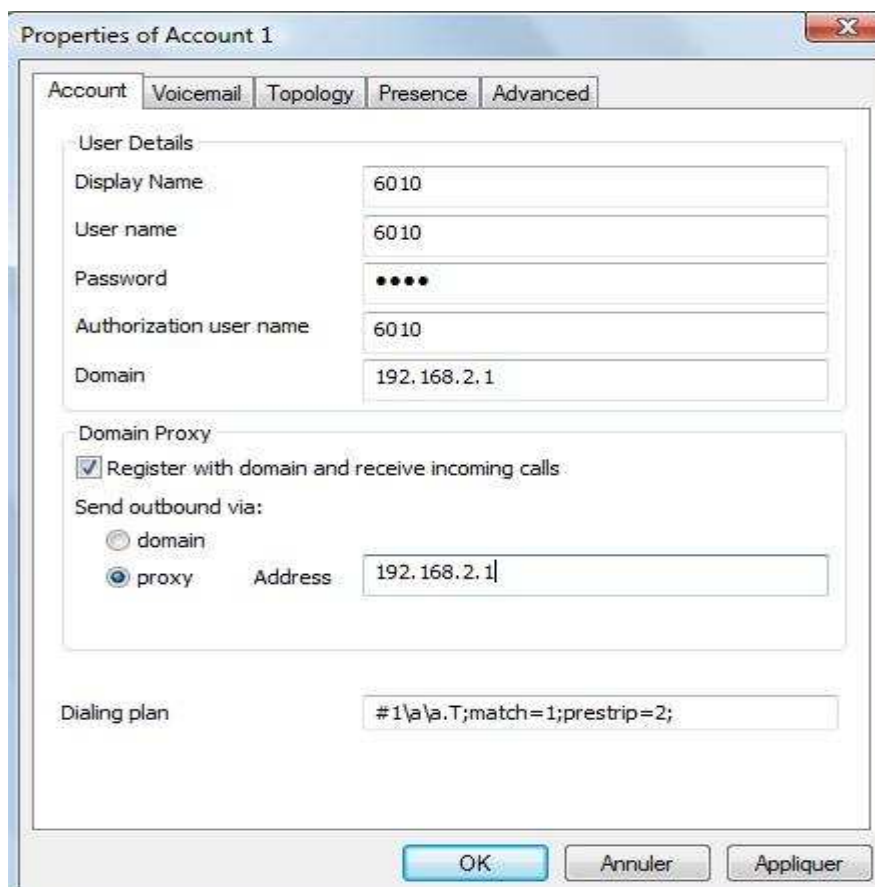


Figure V.11: configuration d'X-lite.

Si la configuration a été introduit correctement et se concorde avec les paramètres SIP de notre fichier sip.conf. On aura un message « **Your username is :** » dans la fenêtre de x-lite. Ceci implique que l'authentification via Asterisk pour l'utilisateur est réussie.

➤ Téléchargement depuis :

<http://www.xten.com/>



Figure V.12 : L'appel entre deux clients.

🌈 **WinSCP** : client SFTP graphique pour Windows permettre la copie sécurisée de fichiers entre un serveur Asterisk et un ordinateur distant cela donne la permission d'extraire, modifier, ajouter, supprimer des fichiers de configuration.

➤ Téléchargement depuis:

<http://winscp.net/eng/download.php>

Tout d'abord on va entrer le nom de hôte, le nom d'utilisateur (par défaut root) ainsi le mot de passe. Ce dernier est obtenu après quelque étapes.

Étape 1 : Entrer a la ligne de commandes AsteriskNOW CLI a partir de console on appuie sur les touches ALT+F9.

Étape 2 : Modifier le mot de passe d'utilisateur.

```
*CLI> ! passwd root
```

- ✓ Entrer un nouveau mot de passe d'UNIX.
- ✓ Puis retaper le nouveau mot de passe d'UNIX.

Étape 3 : Modifier la configuration de serveur SSH.

```
*CLI> ! vi /etc/ssh/sshd_config
```

- ✓ Chercher dans la fenêtre qui apparaît, la ligne qui contient PermitRootLogin et mettre le YES.

Étape 4 : Redémarrer votre serveur de SSH.

```
*CLI> !service sshd restart
```

Maintenant, vous pouvez ouvrir une session à AsteriskNOW d'un client de SSH pour accéder à votre AsteriskNOW.

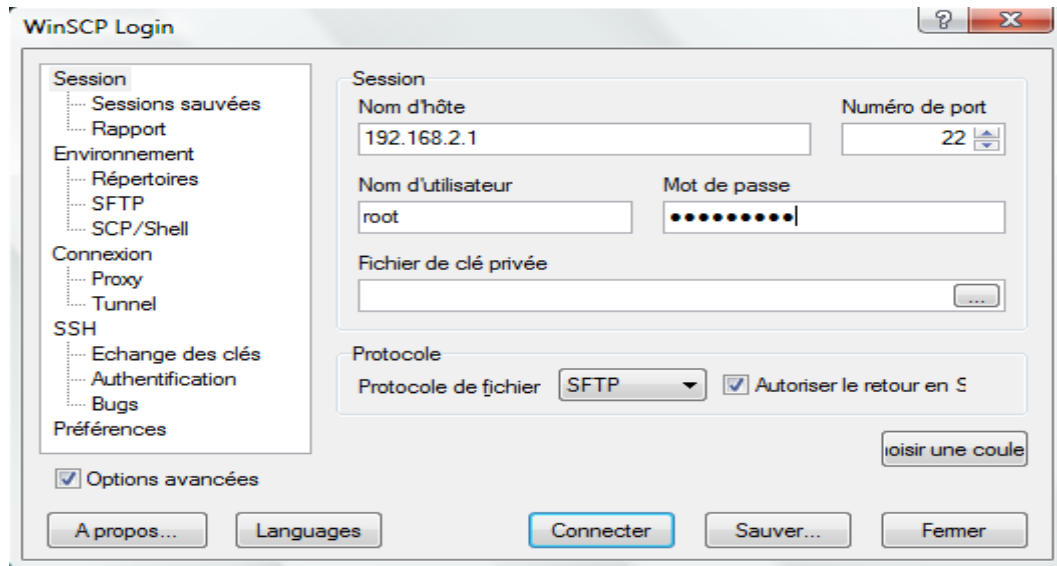


Figure V.13 : l'interface principale de WinSCP.

Après le chargement des informations requises on peut entrer aux fichiers de configurations comme illustre la figure suivante.

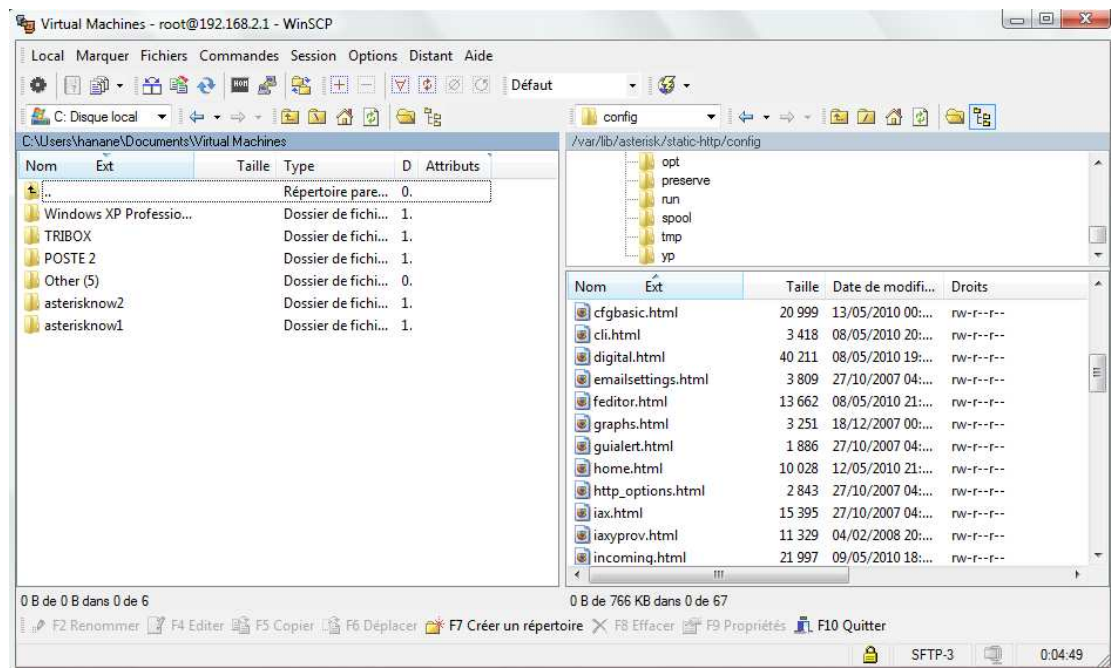


Figure V.14 : l'interface WinSCP des fichiers de configuration d'AsteriskNOW.

🔧 **Dreamweaver** : Macromedia Dreamweaver MX 8 est un éditeur HTML professionnel destiné à la conception, au codage et au développement de sites, de pages et d'applications Web. Quel que soit l'environnement de travail

utilisé (codage manuel HTML ou environnement d'édition visuel), Dreamweaver propose des outils qui vous aideront à créer des applications Web.

Dans notre travail on utilise cet éditeur HTML pour le développement de l'interface AsteriskNOW.

➤ Téléchargement depuis:

<http://www.adobe.com/downloads/>

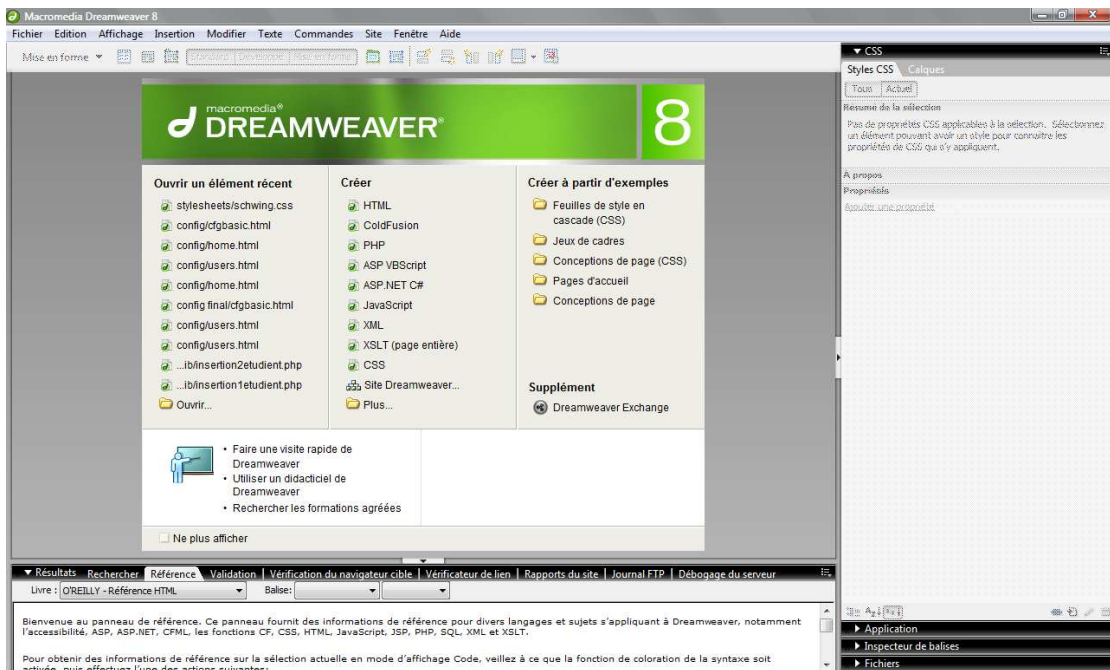


Figure V.15 : L'interface principale de Dreamweaver 8.

Dans Dreamweaver, vous pouvez afficher votre page dans les deux modes suivants : mode Création (affichage du document comme il apparaît dans un navigateur) ou mode Code (affichage du code HTML). Vous pouvez également afficher ces deux modes Code et Design simultanément à l'écran.

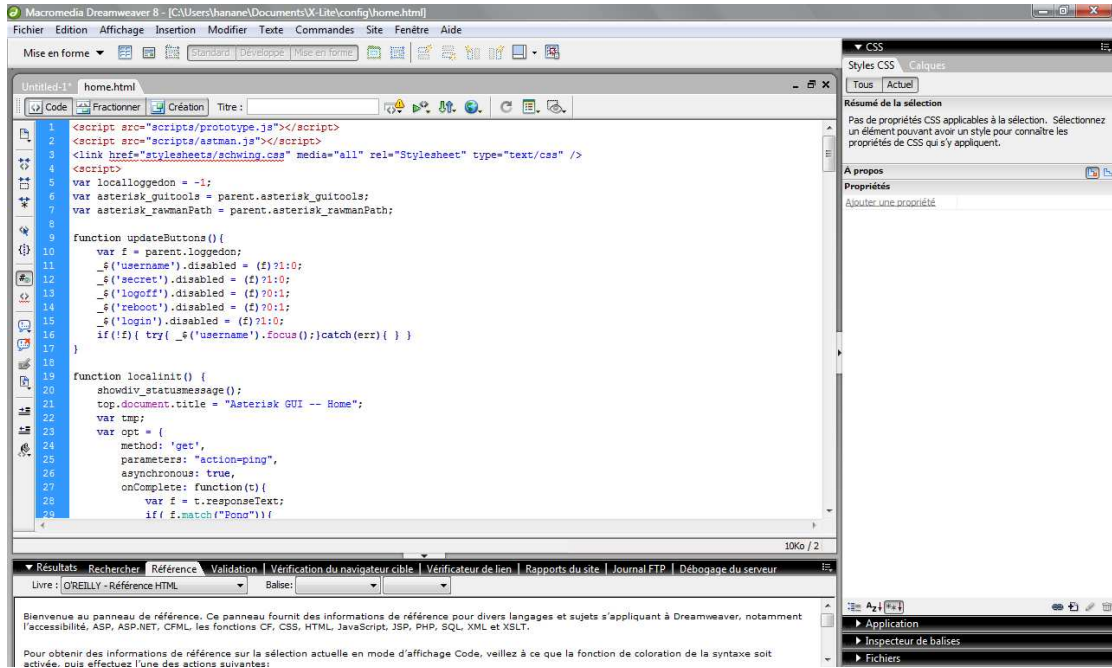


Figure V.16 : l’interface de code Home d’AsteriskNOW.

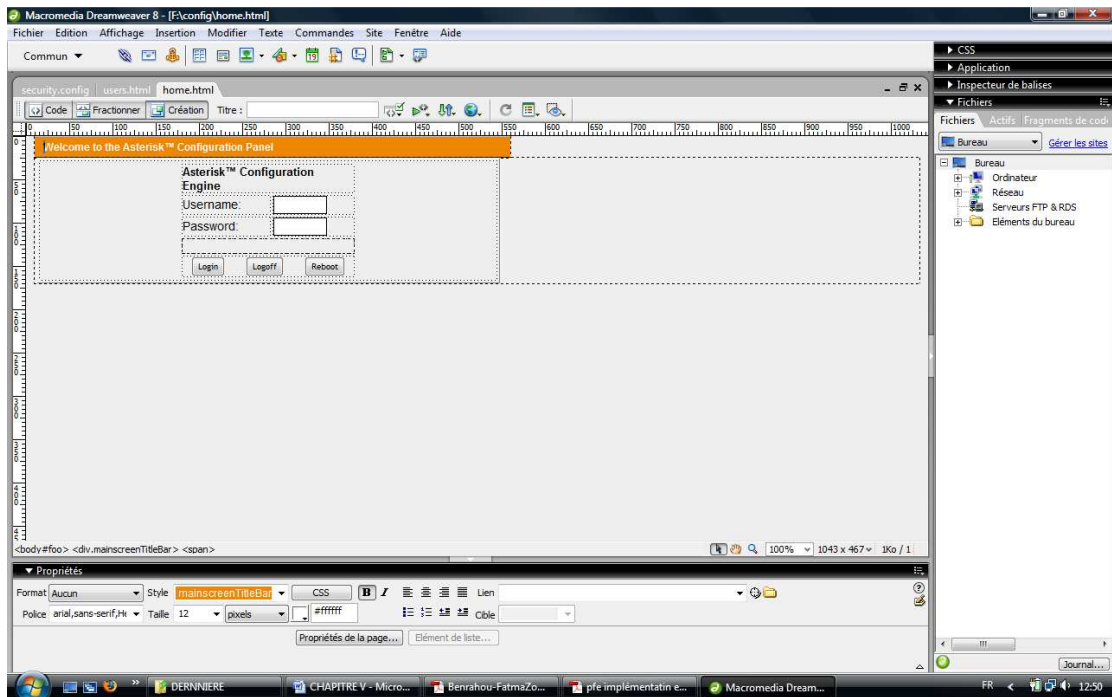


Figure V.17 : l’interface de création page Home d’AsteriskNOW.

V.4.2 Présentation de solution

L’interface que nous avons conçu et développer est l’interface utilisateur d’Asterisk. Pendant tout le cycle de construction de cette interface on a pris en compte :

- ✚ Les résultats de questionnaire ainsi les goûts des utilisateurs (ex : l'ajout de certain graphisme, utilisation des couleurs (bleu et ses nuances,...)).
- ✚ Les recommandations ergonomiques des interfaces web présentées dans la grille d'évaluation.

On va présenter ici, quelques captures d'écran de l'interface réalisée, quelques recommandations appliquées au niveau de chaque page.

- **Démarrage serveur** : une fois vous démarrez le serveur, vous aurez l'écran suivant :



Figure V.18: La page de démarrage de serveur AsteriskNOW.

- **Après le démarrage** : ouvrez le navigateur web Firefox (depuis n'importe quel PC de LAN ou par internet avec redirection des ports) puis taper l'adresse IP de serveur.

La page d'accueil s'ouvre, on peut citer quelques recommandations qu'on a respectées dans cette page.



Figure V.19: La page d'accueil d'AsteriskNOW.

Quelques recommandations respectées

- ✚ Les liens qui amènent à l'extérieur s'ouvrent dans une nouvelle fenêtre de navigateur cas des liens (blog, about, contact us).
 - ✚ La précision de matériel requis.
 - ✚ Une présentation des grandes fonctions d'Asterisk.
 - ✚ Un logo cliquable.
 - ✚ Une petite description de logiciel.
- Cliquer sur le bouton « Login » pour accéder à la page d'identification.

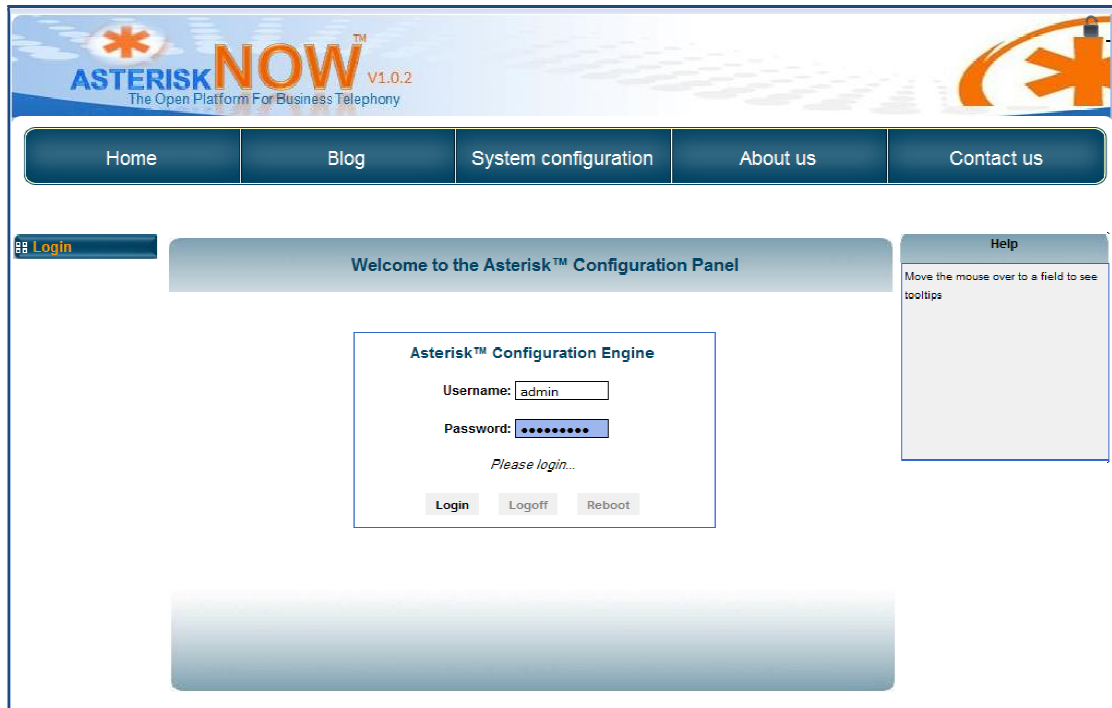


Figure V.20: La page d'identification d'AsteriskNOW.

Recommandations respectées

- ✚ L'insertion d'un pictogramme symbolise l'accès restreint.
- ✚ La taille des polices hiérarchiques au niveau de cette page.
- ✚ La présentation du numéro de version.
- Entrer le nom d'utilisateur : **admin** par défaut, et le mot de passe défini pendant l'installation. Pour changer ce mot de passe cliquer sur le panneau « Options » après une première identification, et vous aurez la page suivante

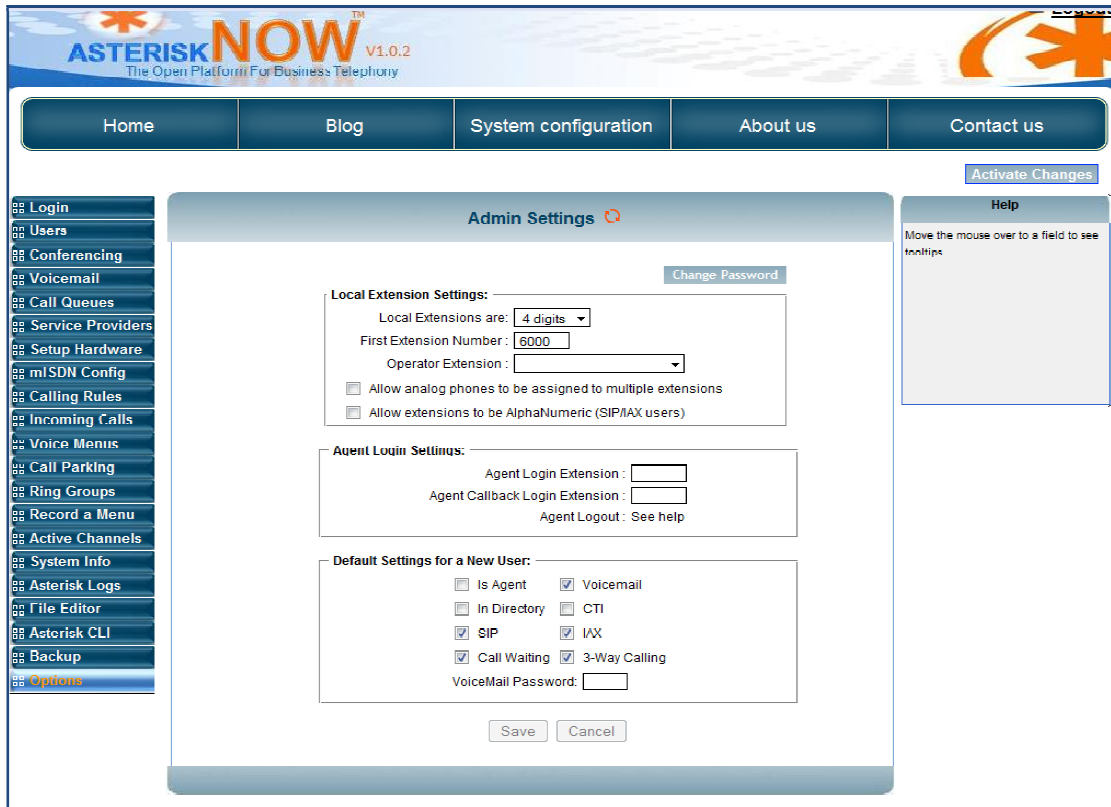


Figure V.21: La page options d'AsteriskNOW.

➤ Cliquer sur le bouton « change password » et veuillez remplirez le formulaire suivante.

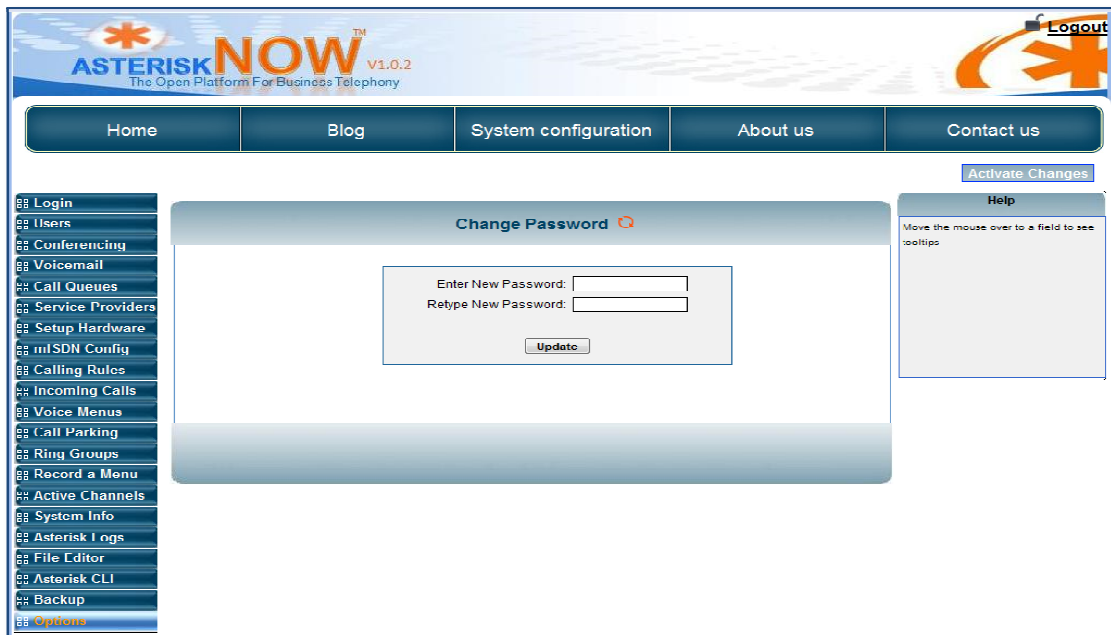


Figure V.22 : La page de changement de mot de passe.

- Valider le changement de mot de passe à l'aide de bouton « Update ».
- Une fois connecter, vous aurez tous les droits d'administrateur et vous pouvez bénéficier des différents services offerts.
- **Le panneau Users :** cliquer sur le lien situé à gauche de votre menu principal d'écran.

L'écran suivant devrait apparaître :

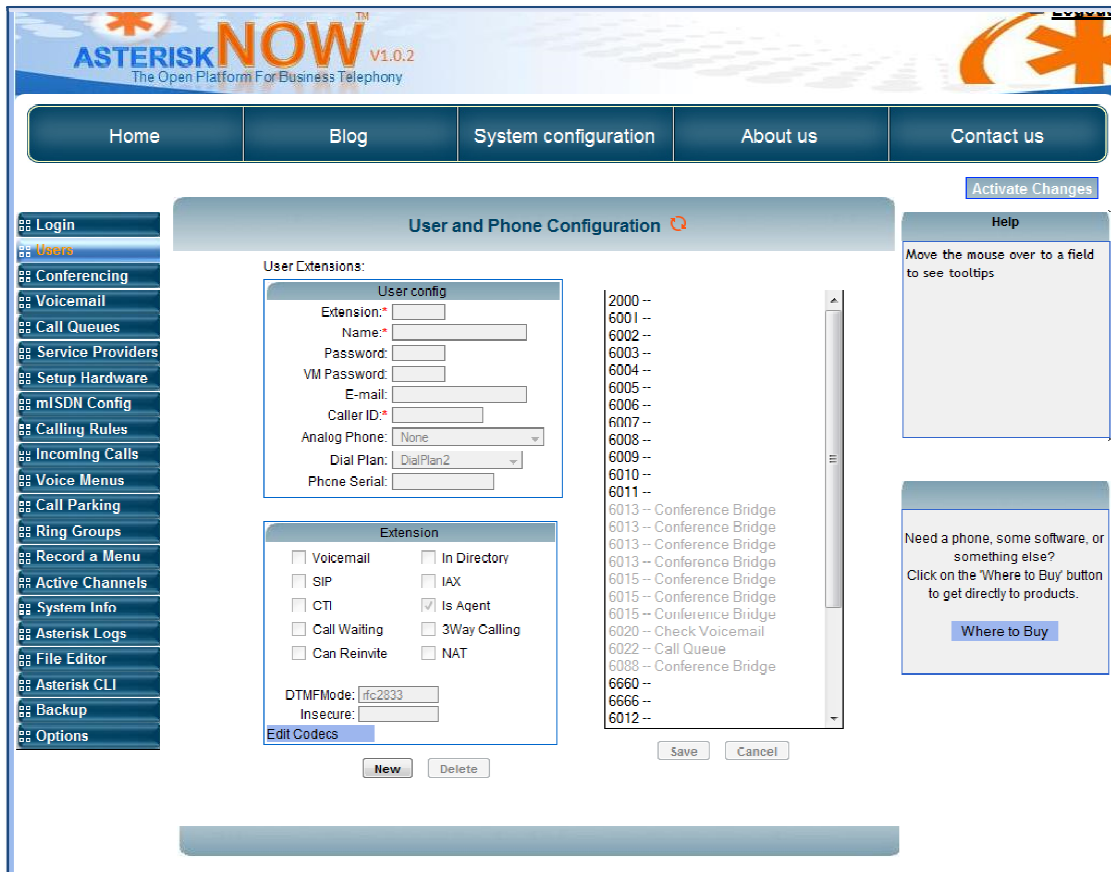


Figure V.23:La page web Users d'AsteriskNOW.

Ce panneau vous permettez de créer une extension par une simple clique sur le bouton « new » puis remplirez les champs (les champs obligatoires suivies par une étoile).

Recommandations respectées

- ✚ L'alignement des libellés à droite suivi par « : ».
- ✚ L'identification des champs obligatoires par une (*).
- ✚ Centrer les boutons de validation au dessous des champs.

✚ Les liens qui amènent à l'extérieur s'ouvrent dans une nouvelle fenêtre de navigateur cas de (where to buy).

➤ **Le panneau de Conferencing :** ou la téléconférence qui une des outils les plus essentiels dans le domaine des affaires moderne. Une conférence téléphonique est activée selon les étapes suivantes: pour créer une extension de conférence qui permet au membre d'équipe de se communiquer cliquer sur « New », veuillez remplir les champs appropriés puis valider les changements par « Save ».

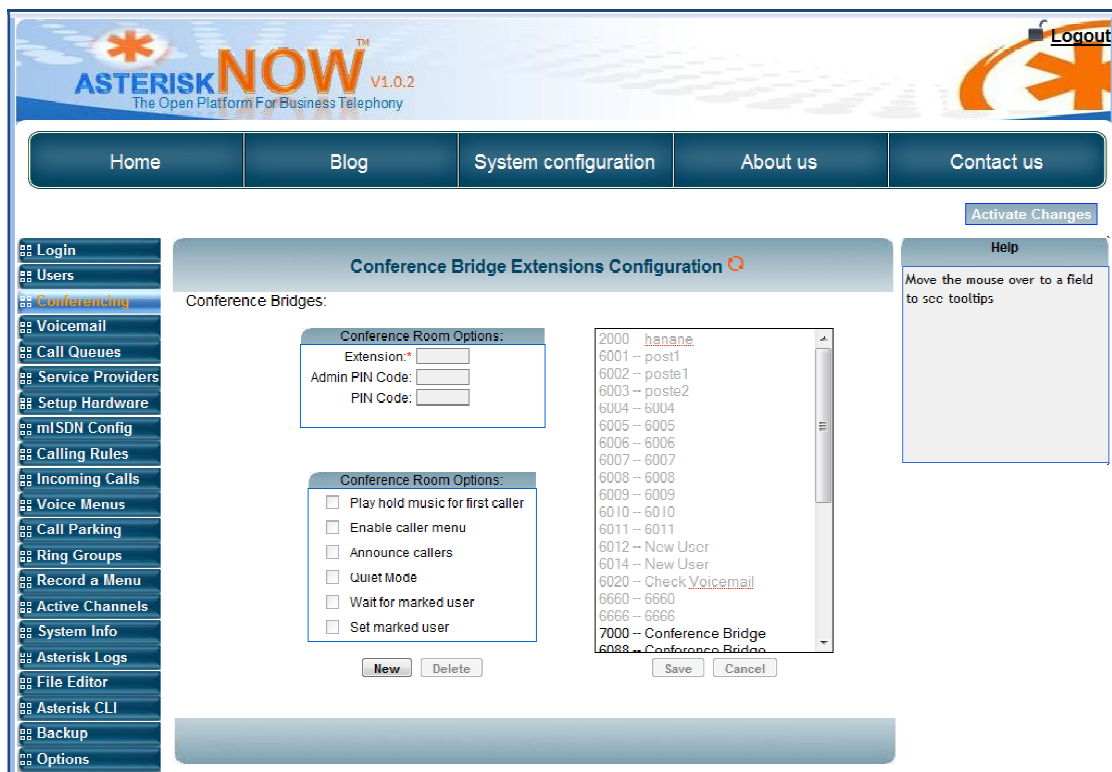


Figure V.24: La page web de Conferencing d'AsteriskNOW.

Recommandation respectées

- ✚ Placer le lien déconnexion ou (Logout) en haut à droite des pages.
- ✚ Eviter des liens trop proches les uns des autres (cas de System configuration, Contact us, Blog, About us).
- **Le panneau Voicemail :** ce panneau est utilisé pour créer une extension à travers laquelle les utilisateurs peuvent consulter les messages vocales.

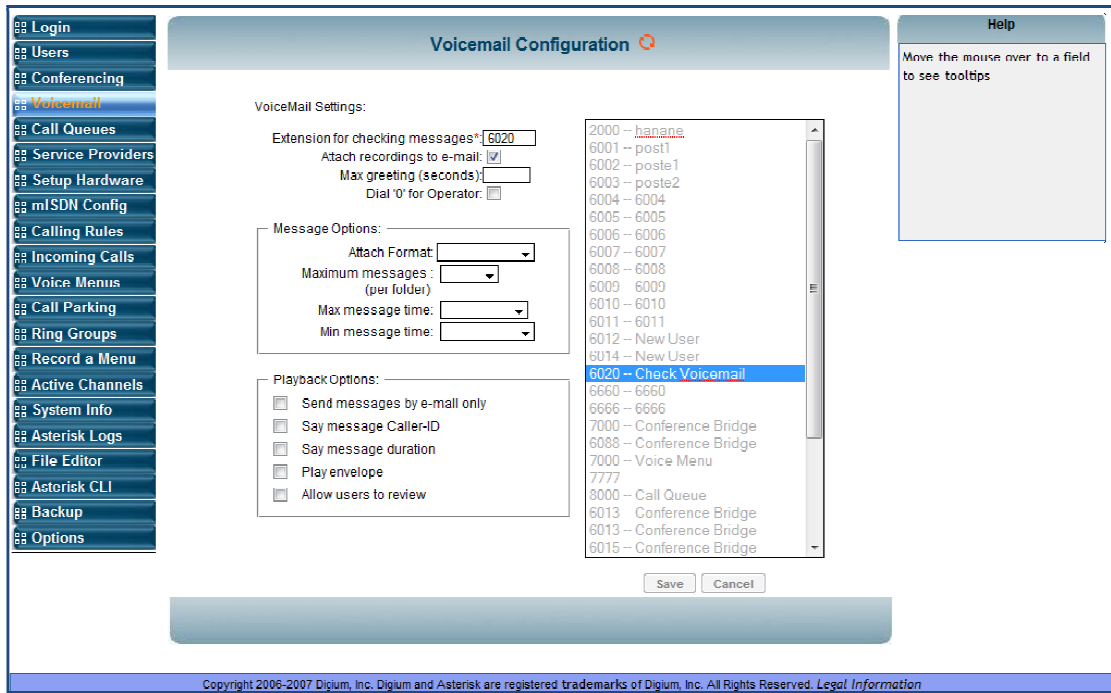


Figure V.25 : La page de configuration des messages vocales d’AsteriskNOW.

Recommandation respectées

✚ La taille des polices proportionnelle au niveau d’hiérarchie.

➤ **Panneau Incoming calls** : on peut définir ici des règles qui permettent la manipulation des appels entrantes depuis les fournisseurs de services et/ou des extensions appelées.



Figure V.26:La page de configuration des appels entrantes d’AsteriskNOW.

Recommandations respectées

- ✚ Les actions s'effectuent par des boutons et non pas des liens de navigation.
- ✚ Centrer les en-têtes des colonnes de tableau.
- ✚ Alignement à droite du contenu des cellules en cas des chiffres.

V.4.3 Présentation de code

- Réserver les boutons pour les actions

```
function addrowtotable(a,b,c,d){
    var crt = _$('#callingRulesTable') ;
    var sno = crt.rows.length + 1;
    var newRow = crt.insertRow(-1);
    newRow.id = "row" + sno;
    .....
    .....
    .....
    Var newCell2 = newRow.insertCell(2);
    newCell2.innerHTML = "<input type=\"button\" onclick=\"edit_incomingrule('"+ a
    +\", \""+ b +\", \""+ c + \",\""+ d+\"")\" value=\"Edit\" class=\"buttonbold\">&nbsp;\" +
    "<input type=\"button\" onclick=\"delete_incomingrule('"+ a +\", \""+ b +\", \""+ c +
    \",\""+ d+\"")\" value=\"Delete\" class=\"buttonbold\">\" ;
    newCell2.width=119;
    newCell2.align="center";
    return true;
}
```

- Les liens qui amènent à l'extérieur s'ouvrent dans une nouvelle fenêtre de navigateur

```
<head>
<title>Asterisk Configuration GUI</title>
<link rel="shortcut icon" href="images/favicon.ico" />
```

```

</head>
<body onload="registerajax()" style="" topmargin=1>
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8" />
<meta name="keywords" content="" />
<meta name="description" content="" />
<div >
<div id="main" align="left ">
  <div id="top"></div>
    <!-- header begins -->
  <div id="header">
    <div id="buttons">
      <div class="but1" ><a href="http://192.168.2.1/static/config/acceuil.html"
class="but1" onclick="" title="">Home</a></div>
      <div class="but2" ><a href="#" onclick="bugs_link()" class="but2"
title="">Blog</a></div>
      <div class="but3" ><a href="#" onclick="system_link()" class="but3"
title="">System configuration </a></div>
      <div class="but4" ><a href="#" onclick="about_link()" class="but4"
title="">About us</a></div>
      <div class="but5" ><a href="#" onclick="help_link()"class="but5"
title="">Contact us</a></div>
    </div>
  </div>
  .....
  .....
  .....
function about_link(){
var newwindow_href = 'http://www.digium.com/en/company/profile/';
window.open(newwindow_href ,'window','width=1024,height=768,resizable=yes,
scrollbars=yes, toolbar=yes, location=yes,status=yes, menubar=yes') }
function help_link(){
  var newwindow_href = 'http://www.asterisknow.org/help';
  window.open(newwindow_href

```

```
, 'window1', 'width=1024,height=768,resizable=yes, scrollbars=yes, toolbar=yes,
location=yes,status=yes, menubar=yes')
}
function bugs_link(){
var newwindow_href = 'http://www.asterisknow.org/bugs';
window.open(newwindow_href , 'window2', 'width=1024,height=768,resizable=no,
scrollbars=yes, toolbar=yes, location=yes,status=yes, menubar=yes')
}
function system_link(){
var newwindow_href = 'https://' + location.hostname + ':8003';
    window.open(newwindow_href
, 'mainwindow', 'width=1024,height=768,resizable=no, scrollbars=yes, toolbar=no,
location=no,status=yes, menubar=no')
}
```


V.5 Conclusion

Nous avons réalisé une enquête sous forme de questionnaire ; concernant l'aspect esthétiques de l'interface AsteriskNOW, bon nombre de sondés ainsi que les participants au test y prêtent beaucoup d'attention, ils se sentaient perdus à cause du non respect de l'homogénéité de la charte graphique, ils souhaiteraient une refonte pour rendre l'application plus facile à utiliser et plus agréable.

Dans le présent chapitre nous avons présenté une étude de l'ensemble des outils choisis pour la réalisation de notre application. Nous avons également présenté les étapes de la réalisation de notre projet ainsi que quelques captures d'écran de l'application réalisée.

A 3D graphic of a blue ribbon with the word "Conclusion" written on it. The ribbon is light blue and has a slight shadow underneath, giving it a three-dimensional appearance. The word "Conclusion" is written in a bold, black, italicized serif font, centered on the ribbon.

Conclusion

VI.1 Conclusion

Pour terminer ce mémoire, nous faisons ici le bilan de l'étude réalisée. Nous résumons les apports, les limitations de ce travail et nous dégageons un certain nombre de perspectives.

VI.2 Bilan

L'objectif du travail présenté dans ce mémoire vise la normalisation et l'optimisation de l'interface utilisateur du serveur IP-BX Asterisk. Dans ce cadre, nous avons cerné les concepts fondamentaux du domaine de la VoIP en générale et en particulier la ToIP. Ensuite, nous avons étudié le domaine d'IHM pour mieux maîtriser et appliquer les méthodes d'évaluation des applications Web. Ces deux études nous a permis d'établir une grille d'évaluation de l'interface en question et de proposer une nouvelle Interface. Nous avons terminées notre PFE par la présentation d'une nouvelle l'interface pour le serveur Asterisk.

Notre contribution principale s'inscrit dans le domaine des IHM et plus particulièrement les interfaces des applications web, dans notre cas l'interface utilisateur du serveur Asterisk.

VI.3 Apport

L'apport de notre contribution réside dans l'évaluation des IHMs et plus précisément les interfaces type web. On peut conclure que ce projet de fin d'études nous a données une occasion opportune qui nous permis de confronter l'acquis théorique à l'environnement pratique. En plus, nous a permis de prendre certaines responsabilités, et de montrer de plus en plus nos connaissances théoriques et pratiques en cours de réseaux, télécommunications et le domaine d'IHM. C'est là que réside la valeur d'un tel projet de fin d'études. Il nous a apporté de nouvelles connaissances tant méthodiques, organisationnelles que techniques avons acquis de multiples connaissances tant dans la conception l'interface d'une application orientée VoIP.

VI.4 Perspectives

Nos perspectives à court terme visent particulièrement à packager ce travail de façon professionnelle. Nous avons eu beaucoup de plaisir d'étudier et de traiter ce sujet qui nous a motivé et aidé à développer nos connaissances dans les domaines des réseaux et télécom et IHM.

Nous espérons que ce mémoire sera utile pour d'autres études ultérieures dans le domaine de la VoIP. Nous estimons que cette étude est un pas en avant dans ce créneau, mais elle nécessite encore des approfondissements. Cependant les résultats atteints par ce mémoire peuvent être un point de départ pour d'autres études.



Bibliographie

Références bibliographiques

- [1] Cours d'IHM Dr. KAZAR Okba Maître de conférences Département d'informatique Université de Biskra
- [2] C. Farenc 1997, "*Ergoval : une méthode de structuration des règles ergonomiques permettant l'évaluation automatique d'interfaces graphiques*", thèse de doctorat, Université de Toulouse 1.
- [3] Laurent Ouakil Guy Pujolle ,*Téléphonie sur IP* .EYROLLES, 2^{ème} Edition
- [4] Senach B. *Evaluation ergonomique des interfaces homme-machine*, une revue de la littérature, INRIA, 1990.

Les liens hypertextes

- [5] Asterisk presentation
- URL: http://www.itu.int/ITU-D/afr/events/Dakar-2006_Regulatory_Challenges_of_VoIP_Africa/Addit_ional_Reading/05-asterisk.pdf
- consulté le 22/02/2010.
- [6] Bonnie E.John, David E.Kieras, " *The GOMS family of analysis techniques : tools for design and evaluation* ", Carnegie Mellon, University School of Computer Science. Technical Report CMU-CS-94-181.
- URL : <ftp://reports.adm.cs.cmu.edu/usr/anon/1994/CMU-CS-94-181.ps> consulté le 04/04/2010.
- [7] C'est quoi l'ergonomie informatique ?
- URL : http://www.ergolab.net/ressources/articles/article_id8/article_pdf.pdf consulté le 07/03/2010.
- [8] Clayton Lewis, John Rieman 1993. "*Task-centered user interface design, a practical introduction*".
- URL: <ftp://ftp.cs.colorado.edu/pub/cs/distribs/clewis/HCI-Design-Book/> consulté le 27/02/2010.
- [9] Conception de systèmes interactifs
- URL: http://marine.edu.ups-tlse.fr/~truillet/ens/m1si/csi/csi_1_6.ppt consulté le 14/03/2010

[10] Darryn Lavery, Gilbert Cockton 1997. " *Cognitive Walkthrough Usability Evaluation Materials* ". Technical Report TR-1997-20, University of Glasgow.
URL :<http://www.dcs.gla.ac.uk/~darryn/research/publications/TR-1997-20/> consulté le 09/03/2010.

[11] Ergonomie des IHM

URL: http://info4.b0nda.com/files/ihm/ergonomie_ihm.pdf consulté le 22/03/2010.

[12] Evaluation des interfaces homme-machine, Evaluation avec utilisateurs

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/evaluation_with_users.html
consulté le 25/04/2010.

[13] Evaluation des interfaces homme-machine, Observation auprès d'utilisateurs

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/user_observation.html

consulté le 25/04/2010.

[14] Evaluation des interfaces homme-machine, Rapports verbaux

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/rapports_verbaux.html
consulté le 26/04/2010.

[15] Evaluation des interfaces homme-machine, Questionnaires

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/questionnaires.html
consulté le 26/04/2010.

[16] Evaluation des interfaces homme-machine, Evaluation sans utilisateur

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/evaluation_without_users.html
consulté le 27/04/2010.

[17] Evaluation des interfaces homme-machine, G.O.M.S

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/goms.html consulté le 27/04/2010.

[18] Evaluation des interfaces homme-machine, K.L.M

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/klm.html consulté le 28/04/2010.

[19] Evaluation des interfaces homme-machine, Heuristic Evaluation

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/he.html consulté le 28/04/2010.

[20] Evaluation des interfaces homme-machine, Evaluation par recommandations ergonomiques

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/guidelines.html consulté le 29/04/2010.

[21] Evaluation des interfaces homme-machine, Méthode de la Cognitive Walkthrough (C.W)

URL:https://www.info.fundp.ac.be/~jml/CD_IHM/Chap7/cognwalk_intro.html consulté le 29/04/2010.

[22] Guide De recommandations ergonomiques version 2005

URL:<http://www.dsi.cnrs.fr/methodes/ergonomie/documentation/Guidergoweb2005.pdf> consulté le 03/04/2010.

[23] La téléphonie sur IP

URL : <http://www.hsc.fr/ressources/articles/telephonie/telephonie.pdf> consulté le 05/03/2010.

[24] La téléphonie sur IP

URL:http://www.grandsorganismes.gouv.qc.ca/app/DocRepository/1/Reseaux/Gestion_des_CRC/Telephonie_IP.pdf consulté le 07/03/2010.

[25] La téléphonie sur IP

URL: <http://www.pabx-fr.com/toip/index1.php> consulté le 10/03/2010.

[26] La VoIP: Les protocoles SIP, SCCP et H323

URL:http://www.nolot.eu/Download/Cours/reseaux/m2pro/RMHD0708/voip_sip_sccp_h323_briffaut-martin.pdf consulté le 26/02/2010.

[27] Les différents codecs et taux de compression

URL : <http://www.frameip.com/toip/> consulté 17/03/2010.

[28] Les différents codecs et taux de compression de la voix

URL:<http://www.pabx-fr.com/toip/index2.php> consulté le 26/03/2010.

[29] Les interfaces graphiques Principes et norme

URL: http://nguyen.univ-tln.fr/share/trans_ihm.pdf consulté le 17/04/2010.

[30] Mémoire de Magister " *Méthodologie ergonomique de conception et d'évaluation des sites web Cas du site de l'UMBB* " Présenté par : Mme Benrahou Fatima Zohra Boumerdes , 2009

URL : <http://www.umbb.dz/Bibumbb/theses/genie-procedes/Benrahou-FatmaZohra.pdf> consulté le 23/04/2010.

[31] Voix et Téléphonie sur IP : Architectures et plateformes

URL: http://www.itu.int/ITU-D/afr/events/Dakar2006_Regulatory_Challenges_of_VoIP_Africa/Presentations/Day2/Corenthin%20-%20VoIP%20Architectures%20et%20plateformes.pdf consulté le 14/03/2010.

[32] Voix sur IP – VOIP Par _SebF

URL:<http://www.frameip.com/voip/> consulté le 29/03/2010.

[33] Wikipedia, IAX (Inter-Asterisk eXchange)

URL: <http://fr.wikipedia.org/wiki/IAX> consulté le 03/03/2010.

[34] Wikipedia, Real Time Transport Protocol

URL: http://fr.wikipedia.org/wiki/Real-time_transport_protocol consulté le 25/03/2010.

[35] Wikipedia, Real-Time Control Protocol

URL: <http://fr.wikipedia.org/wiki/RTCP> consulté le 25/03/2010.

[36] Wikipedia, Softphone

URL:<http://fr.wikipedia.org/wiki/Softphone> consulté le 27/03/2010.

[37] 40 ans d'interaction homme-machine : points de repère et perspectives

URL: http://interstices.info/jcms/c_23015/40-ans-dinteraction-homme-machine-points-de-repere-et-perspectives consulté le 17/04/2010.



Glossaire VoIP

GLOSSAIRE VoIP

A

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) : est une technologie donnant accès à Internet qui fonctionne sur les fils de cuivre du réseau téléphonique standard. La grande force de l'ADSL c'est qu'il n'occupe pas la ligne téléphonique et l'on peut appeler une personne tout en surfant sur internet.

Asterisk : est un logiciel libre utilisé en téléphonie. Offrant une flexibilité inattendue, Asterisk permet aux développeurs et aux intégrateurs de créer des solutions de communication avancées gratuitement.

C

CLI (Command Line Integration) : est le seul moyen d'interaction avec le logiciel Asterisk.

Codecs : Circuit exécutant la conversion d'un signal Analogique en signal numérique, et inversement, avec ou sans compression de données.

D

DSP : Un micro-processeur traitant les données audio en mode numérique. Dans les systèmes d'interphonie, un processeur DSP peut être utilisé pour des

fonctions de surveillance audio ou de haut-parleur / microphone. Il permet l'accès à la technologie OpenDuplex.

F

Firewall (pare-feu) : Dispositif informatique qui filtre les flux d'informations entre un réseau interne à un organisme et un réseau externe en vue de neutraliser les tentatives de pénétration en provenance de l'extérieur et de maîtriser les accès vers l'extérieur.

G

Gigue : Délai entre l'émission et l'écoute de la voix.

GPL (General Public License) : c'est une licence qui fixe les conditions légales de distribution des logiciels libres.

GSM: Global System for Mobile Communications

GUI (Graphic User Interface) : Interface graphique générant des CLI afin de configurer Asterisk plus simplement.

H

H.323 : H.323 est un protocole VoIP, principalement utilisé par les fournisseurs

de communication audio du monde entier RTC.

I

IAX (Inter-Asterisk eXchange) : L'IAX est un protocole d'échange ouvert, il permet de transporter de la voix et des données à travers un réseau IP.

IP (Internet Protocol) : Protocole d'interconnexion de deux sous-réseaux ayant des caractéristiques matérielles différentes. IP est un Protocole asynchrone destiné à la transmission de paquets de données (données variées) via un réseau commun. Développé à l'origine pour la défense U.S.

IPBX : contraction de IP et PBX (Internet Protocol - Private Branch eXchange). L'IPBX permet à une entreprise d'acheminer tout ou partie de ses communications (voix et data) en utilisant le protocole Internet (IP), en interne sur le réseau local ou le réseau étendu de l'entreprise. Ce commutateur prend parfois le nom de PABX IP (Private Automatic Branch eXchange IP).

L

LAN (Local Area Network) : en français réseau local, ce terme désigne

un réseau informatique d'échelle géographique restreinte.

M

MCU (Multipoint Control Unit) : Périphérique d'interconnexion de plusieurs sites en audio et vidéo pour organiser des téléconférences.

MGCP (Media Gateway Control Protocol) : c'est un protocole asymétrique (client-serveur) de VoIP (Voix sur réseau IP). Il se distingue par exemple des protocoles SIP et H323 qui, eux, sont symétriques (client-client). Le MGCP est à la base de services de téléphonie sur IP du type Centrex : une plateforme en coeur de réseau chez l'opérateur et des postes IP chez les clients. C'est un des axes d'évolution de la téléphonie professionnelle.

N

NAT (Network Address Translation) : Méthode de traduction d'adresse IP non routables en adresses routables et réciproquement, qui permet de connecter de nombreuses machines au réseau en n'utilisant qu'un minimum d'adresses officielles. Surtout utilisé dans les routeurs et les firewalls.

O

OS (Operating System) : Système d'exploitation.

P

PABX (Private Automatic Branch eXchange) : appelé parfois PBX, c'est un Multiplexeur Téléphonique privé. Il sert principalement à relier les postes téléphoniques d'un établissement (lignes internes) avec le réseau téléphonique public (lignes externes).

PCM (Pulse Code Modulation) : Format de codage en 16 bits de musiques et sons sur CD sans compression. Utilisé notamment par les CD-Audio, les DAT et les fichiers Wav.

Proxy : c'est un serveur mandataire qui a pour fonction de relayer des requêtes entre un poste client et un serveur.

Q

QoS (Quality of Service) : qualité de service - désigne la capacité à fournir un service (notamment un support de communication) conforme à des exigences en matière de temps de réponse et de bande passante.

QSIG : c'est un protocole de signalisation standard basé sur RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Service) utilisé afin d'interconnecter des PABX (autocommutateurs privés) de constructeurs différents.

R

RNIS Réseau Numérique à Intégration de Services : Le RNIS est le système standard international pour les téléphones numériques qui définit à la fois la transmission et le signalement.

RTC (Réseau Téléphonique Commuté) : c'est le réseau du téléphone, dans lequel un poste d'abonné est relié à un central téléphonique par une paire de fils alimentée en batterie centrale (la boucle locale).

RTCP (Real-Time streaming Control Protocol) : Protocole réseau permettant de réduire la perte de paquets par adaptation du débit de données en émission en fonction de la capacité de transport effective du réseau. Assure le contrôle de flux des données multimédia.

S

SIP (Session Initiation Protocol) : protocole réseau pour créer une conversation entre deux abonnés et plus. Le protocole est spécifié dans RFC 3261. Le SIP est fréquemment utilisé dans la téléphonie IP.

Softphone : logiciel utilisé pour faire de la téléphonie sur Internet ou Intranet depuis un ordinateur.

SS7 (Signalling System 7) : de gestion des appels incluant les services de

traduction de numéros, mais aussi des options beaucoup plus complexes telles que l'identification de l'appelant. Enfin, puisque SIP fonctionne avec un grand nombre de protocoles de transmission multimédia, il permet d'initier, de gérer et de terminer un large éventail de services multimédia. L'architecture en couches du protocole SIP,

SSH (Secure Shell) : SSH est un protocole permettant à un client (un utilisateur ou bien même une machine) d'ouvrir une session interactive sur une machine distante (serveur) afin d'envoyer des commandes ou des fichiers de manière sécurisée.

T

TCP (Transmission Control Protocol) : protocole de contrôle de transmissions en français, c'est un protocole de transport fiable, en mode connecté.

ToIP (Telephony on Internet Protocol) : la ToIP qualifie le service de téléphonie et les fonctionnalités associées permettant à deux équipements IP de communiquer entre eux. Ce service repose sur la technologie de la voix sur IP.

Trunk : ce sont un ou plusieurs lien(s) qui permettent de relier deux équipements.

U

UDP (User Datagram Protocol) : c'est un des principaux protocoles de télécommunication utilisé par Internet. Contrairement au protocole TCP, il travaille en mode non-connecté : il n'y a pas de moyen de vérifier si tous les paquets envoyés sont bien arrivés à destination et ni s'ils sont dans le bon ordre.

UIT : (Union Internationale des Télécommunications).

URI (Uniform Resource Identifier) : identifiant uniforme de ressource en français, c'est une courte chaîne de caractères identifiant une ressource sur un réseau.

V

VoIP (Voice Over IP) : c'est une technique qui permet de communiquer par voix à distance via le réseau Internet, ou tout autre réseau acceptant le protocole TCP/IP.

W

WAN (Wide Area Network) : est un réseau limité à un environnement défini incluant plusieurs sites d'une entreprise.



Glossaire IHM

GLOSSAIRE IHM

A

Accès restreint : Accès en écriture et/ou en lecture réservé à des utilisateurs autorisés (qui dans la majorité des cas doivent effectuer une demande préalable).

Accueil (page d'accueil) : Page « d'entrée » (théorique) principale d'un site Web. C'est de la page d'accueil que part toute l'arborescence d'un site (qu'il soit informatif ou applicatif).

Arborescence : Structure en forme d'arbre permettant de décrire les cheminements possibles d'un site Web. Les dossiers, sous-dossiers et fichiers partent en ramification de la page d'accueil.

Ascenseur : Barre de défilement horizontale ou verticale, située en bas ou à droite d'une fenêtre et qui permet de faire défiler les informations contenues dans cette fenêtre qui n'apparaissent pas d'emblée à l'écran.

Authentification (page d'identification) :

La fonction d'une page d'identification, ou page d'authentification ou encore de connexion, est de vérifier l'identité de l'utilisateur qui se connecte

B

Barre de navigation : Ensemble d'éléments (liens textuels, liens graphiques...), regroupés dans un bandeau

horizontal ou vertical, qui permettent d'accéder rapidement à certaines pages d'un site.

Bouton d'action : Objet à l'écran, souvent représenté en relief, sur lequel on peut cliquer pour déclencher une action.

Bouton d'option : Appelé aussi parfois boutons radio, les boutons d'option sont à utiliser pour le choix d'options. Mais attention : il s'agit d'un choix exclusif (c'est-à-dire qu'une seule option peut être choisie à la fois).

C

Cadre (ou frame) : Technique permettant le découpage d'un écran en plusieurs rubriques, gérées de façon indépendante, chaque rubrique étant un cadre.

Case à cocher : Les cases à cocher sont à utiliser pour le choix d'options. Le choix n'est pas exclusif (c'est-à-dire que plusieurs options peuvent être choisies).

Champ : Un champ peut être un champ de saisie ou un champ d'affichage :

- le champ de saisie comprend un libellé (nom du champ) suivi de « : » puis un encadré dans lequel l'utilisateur saisit la valeur ;
- le champ d'affichage comprend un libellé (nom du champ) suivi de « : » puis la

valeur (non modifiable) qui correspond au champ.

Chargement : Affichage d'une page Web à l'écran grâce à un navigateur.

Chemin de navigation : Le chemin de navigation est un repère pour la navigation à l'intérieur d'un site web. Il est constitué d'une liste linéaire de liens hiérarchiques qui représentent chacun un niveau de l'arborescence parcouru par l'utilisateur. Il permet ainsi à l'internaute de repérer sa position dans l'arborescence du site.

Cliquable : Qui réagit à un clic de souris. Se dit d'une zone de l'écran sur laquelle le fait de cliquer va produire un effet.

Cliquer : Enfoncer puis relâcher le bouton d'une souris. Sur le Web, cela a pour effet d'activer un lien.

E

En ligne : Se dit d'éléments informatiques, applications, données diverses, accessibles par un réseau.

F

Fenêtre : Sur un écran, espace d'affichage et de dialogue entre un programme et son utilisateur.

I

Identification (page d'identification) : Appellée aussi Page d'authentification ou de connexion, la page d'identification permet à l'utilisateur de saisir ses codes d'accès afin de pouvoir entrer dans l'application.

L

Lien : Dans des systèmes hypertextes tels que le WWW, un lien est une référence à un autre document ou à une autre partie du même document qui s'affiche quand on clique sur le lien en question. Un lien peut avoir une forme textuelle ou graphique.

Libellé (de champ) : Le libellé d'un champ est le nom de ce champ ; le libellé est aussi appelé parfois « étiquette ».

Liste : Suite d'éléments.

Liste déroulante: Liste qui, à l'état initial, n'affiche qu'une valeur (valeur par défaut) ou aucune valeur .En cliquant sur la petite flèche pointe en bas, on ouvre la liste à la manière d'un menu déroulant, ce qui a pour effet d'afficher l'ensemble des valeurs que la liste contient. On peut ensuite sélectionner un ou plusieurs éléments.

N

Navigateur: Logiciel d'affichage de pages Web. Les navigateurs les plus connus sont : Navigator de Netscape et Internet Explorer de Microsoft, mais il en existe d'autres Mozilla, Opéra, Safari.

Navigation : Système qui permet de se déplacer au sein du Web.

Naviguer : Dans le domaine du World Wide Web (WWW) « naviguer » signifie se déplacer/circuler au sein d'un site donné ou d'un site à un autre en suivant des liens hypertextes.

P

Page : Unité d'information sur le Web. Chaque site Web est composé de pages reliées entre elles par des liens.

Pictogramme : Symbole graphique qui représente un objet, une application ou une fonction que l'on peut sélectionner en cliquant dessus à l'aide d'une souris.

Police avec ou sans sérif : Le sérif est l'excroissance ou empattement qui apparaît aux extrémités de certaines polices de caractères. Une police sans excroissance (ou empattements) se dit « sans sérif ». Les polices sans empattements sont plus lisibles à l'écran que celles avec empattements.

Pointeur : Symbole affiché à l'écran dont le déplacement suit celui de la souris. Sur le Web, le pointeur prend une forme de main lorsqu'il passe sur une zone cliquable.

R

Rubrique : Thème/partie d'un site.

S

Signet : Système de marquage qui permet d'aller rapidement vers un endroit de la page. Titre de page choisi pour être enregistré dans un navigateur sous forme de signet permettant de revenir rapidement à la page.

Site applicatif : site ayant une vocation de service (inscription, vente en ligne, logiciel).

Site informatif : site de consultation, ayant pour vocation d'informer, de communiquer. Mais la frontière entre les deux types de sites est parfois difficile à définir.

Système de navigation : C'est l'ensemble des éléments ayant pour fonction de permettre la navigation ; au sein de ce système, le lien constitue en quelque sorte « l'unité de base ». La barre de navigation (qui peut revêtir différentes formes) permet, grâce à un ensemble de liens, d'accéder aux différentes parties du site/de l'application.

U

URL : Abréviation de : Uniform Resource Locator. L'URL est le code qui désigne de manière précise et unique l'emplacement d'une page ou d'un serveur. Elle se compose ainsi : type de connexion://serveur/chemin.

Utilisateur : En ergonomie des logiciels : personne qui est amenée, dans son environnement de travail, à se servir d'applications informatiques diverses, y compris du Web.



ANNEXES

ANNEXE1 : Les réseaux téléphoniques

1 Le Réseau Téléphonique Commuté (RTC)

Le réseau Téléphonique Commuté est le réseau du téléphone (fixe et mobile), dans lequel un poste d'abonné est relié à un central téléphonique par une paire de fils alimentée en batterie centrale (la boucle locale). Les centraux sont eux-mêmes reliés entre eux par des liens offrant un débit de 2 Mb/s : ce sont les BPN (**B**locs **P**rimaires **N**umériques).

Dans le cas d'un réseau construit par un opérateur public, on parle parfois de RTPC (**R**éseau **T**éléphonique **P**ublic **C**ommuté) ou PSTN, de l'anglais **P**ublic **S**witched **T**elephone **N**etwork. Le réseau RTPC a été créé par Alexandre Graham Bell dans le but de faire écouter des pièces de théâtre à distance.

Au tout début, les communications étaient établies par des opérateurs et des opératrices, grâce à un système de cordons souples munis de fiches et de tableaux d'arrivée et de départ d'abonnés. Puis vinrent les systèmes de commutations automatiques, qui n'ont cessé d'être améliorés : d'abord électromécaniques, puis électroniques, ils sont désormais numériques et totalement pilotés par informatique.

2 Le réseaux mobile GSM (Global System For Mobile Communication)

L'origine du GSM remonte à l'année 1982. Alors qu'apparaissent les premiers services commerciaux de radiotéléphone cellulaire un peu partout en Europe et aux Etats-Unis, la CEPT (**C**onférence **E**uropéenne des **P**ostes et **T**élécommunications) confie à un groupe de travail appelé Groupe Spécial Mobiles la tâche de rédiger les spécifications d'un système pan européen de communication basé sur des téléphones mobiles. La bande des 900 MHz, réservée depuis 1978 par la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications (WARC) est choisie. Le GSM livre une première série de spécifications (dite "phase 1") en 1990, une deuxième série étant à l'étude pour ajouter de nouvelles fonctions au produit GSM.

Ce nom s'internationalise très vite (GSM devient "Global System for Mobile communications"), la norme étant adoptée comme standard de fait dans de nombreux pays. Le GSM devient alors le premier système permettant à l'abonné d'utiliser son téléphone cellulaire à l'étranger. La notion d'itinérance (roaming) est née.

3 L'UMTS (Système Universel de Télécommunications Mobiles) :

L'UMTS est la norme de nouvelle génération pour la transmission vocale, texte, vidéo ou multimédia numérisée. C'est une évolution décisive par rapport au GSM, mais au contraire du GSM ce sera une norme internationale unifiée, basée sur une combinaison de services fixes et radio / mobiles. La téléphonie standard, l'accès à l'Internet, la téléphonie vidéo et des services spécialement adaptés tels que les actualités et les informations sur la bourse seront mis à disposition des utilisateurs sans interruption, où qu'ils soient et lorsqu'ils sont en déplacement.

4 Réseau Numérique à Intégration de Services (RNIS)

Ce réseau numérique à intégration de services (RNIS, en anglais ISDN pour **I**ntegrated **S**ervices **D**igital **N**etwork) est une liaison autorisant une meilleure qualité et des vitesses pouvant atteindre 2 Mbit/s (accès S2) contre 56 kbit/s pour un modem classique.

On peut voir l'architecture RNIS comme une évolution entièrement numérique des réseaux téléphoniques existants, conçue pour associer la voix, les données, la vidéo et toute autre application ou service. RNIS s'oppose donc au réseau téléphonique commuté (RTC) traditionnel

Avec RNIS, les sites régionaux et internationaux de petite taille peuvent se connecter aux réseaux d'entreprises à un coût mieux adapté à la consommation réelle qu'avec des lignes spécialisées. Les liaisons à la demande RNIS peuvent être utilisées soit pour remplacer les lignes spécialisées, soit en complément pour augmenter la bande passante ou assurer une redondance. Avec ces mêmes liaisons, les sites ou les utilisateurs distants peuvent accéder efficacement aux ressources critiques à travers l'Internet en toute sécurité.

Les réseaux IP

1 Le DNS (Domain Name System)

Chaque ordinateur directement connecté à internet possède au moins une adresse IP propre. Cependant, les utilisateurs ne veulent pas travailler avec des adresses numériques du genre 194.153.205.26 mais avec un nom de domaine ou des adresses plus explicites .

Ainsi, il est possible d'associer des noms en langage courant aux adresses numériques grâce à un système appelé **DNS (Domain Name System)**. On appelle résolution de noms de domaines (ou résolution d'adresses) la corrélation entre les adresses IP et le nom de domaine associé.

2 Le DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Le DHCP signifie **D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol. Il s'agit d'un protocole qui permet à un ordinateur qui se connecte sur un réseau d'obtenir dynamiquement (c'est-à-dire sans intervention particulière) sa configuration (principalement, sa configuration réseau). Vous n'avez qu'à spécifier à l'ordinateur de se trouver une adresse IP tout seul par DHCP. Le but principal étant la simplification de l'administration d'un réseau.

Le protocole DHCP sert principalement à distribuer des adresses IP sur un réseau, mais il a été conçu au départ comme complément au protocole BOOTP (**B**ootstrap **P**rotocol) qui est utilisé par exemple lorsque l'on installe une machine à travers un réseau (BOOTP est utilisé en étroite collaboration avec un serveur TFTP sur lequel le client va trouver les fichiers à charger et à copier sur le disque dur). Un serveur DHCP peut renvoyer des paramètres BOOTP ou de configuration propres à un hôte donné.

ANNEXE 2 : L'Architecture VoIP

Trois scénarios sont possibles pour établir une liaison téléphonique basée sur IP :

1 Le scénario PC to PC

Dans ce scénario, les deux correspondants utilisent un PC rattaché au réseau Internet. Par l'intermédiaire d'un fournisseur d'accès Internet. Cette technique nécessite des participants à la communication d'avoir un PC muni d'un modem, d'une carte réseau, d'un microphone, d'un haut-parleur et d'un logiciel de téléphonie IP compatible de chaque côté.

La voix est comprimée et décomprimée par un logiciel de compression. Ce mode de fonctionnement nécessitait auparavant que les correspondants se fixent un rendez-vous préalable sur Internet ou soient connectés en permanence.

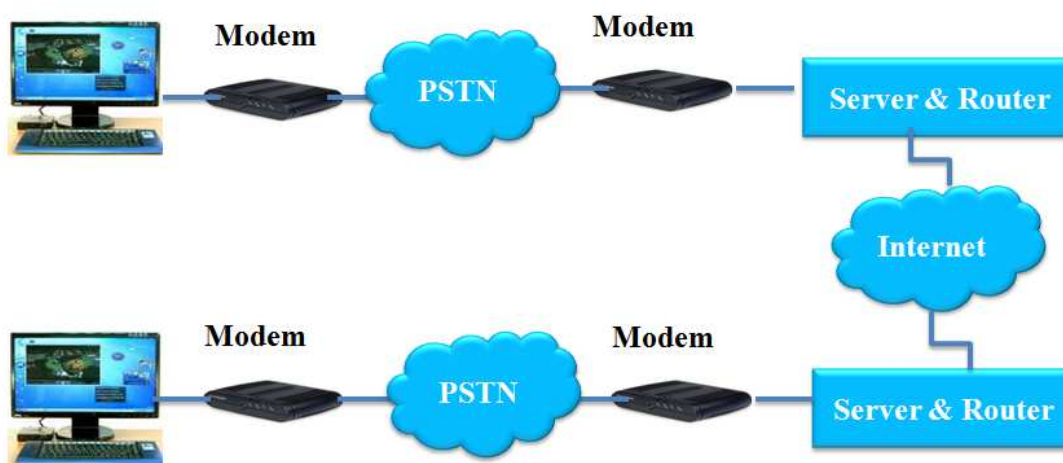


Figure 1 : Le scénario PC to PC

2 Le scénario PC to phone, phone to PC

Dans ce scénario, l'un des correspondants utilise un PC rattaché au réseau Internet par un fournisseur d'accès Internet, l'autre correspondant utilise un téléphone rattaché au réseau téléphonique commuté.

Une passerelle est nécessaire entre les deux réseaux pour rendre possible cette technique et faire la conversion entre réseaux (dans ce cas elle fait la conversion Internet - RTC et vice versa).

Elle se charge également de l'appel du correspondant et de l'ensemble de la signalisation relative à la communication téléphonique du côté du correspondant demandé.

Du côté PC, une signalisation d'appels est nécessaire pour établir une communication et négocier les paramètres de communication multimédia.

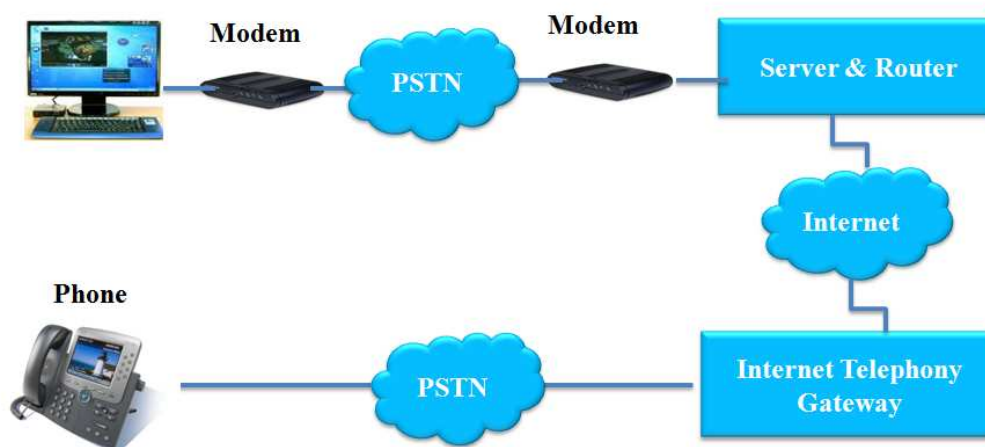


Figure 2: Le scénario PC to Phone

3 Le scénario phone to phone

Chacun des deux téléphones doit être raccordé à une passerelle pour leur permettre de communiquer sur un réseau IP.

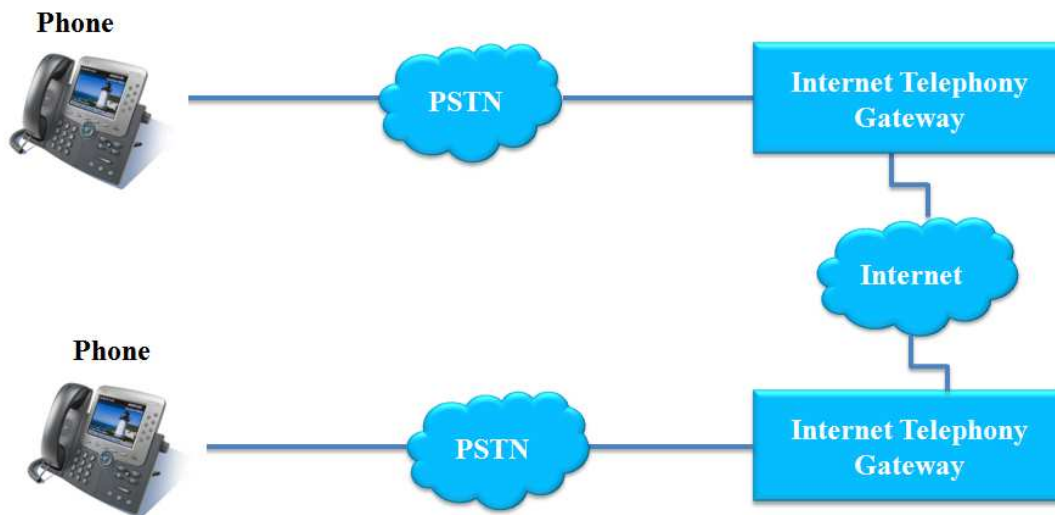


Figure 3: Le scénario Phone to Phone

Si nous intégrons toutes ces solutions, nous pouvons construire un réseau IP global.

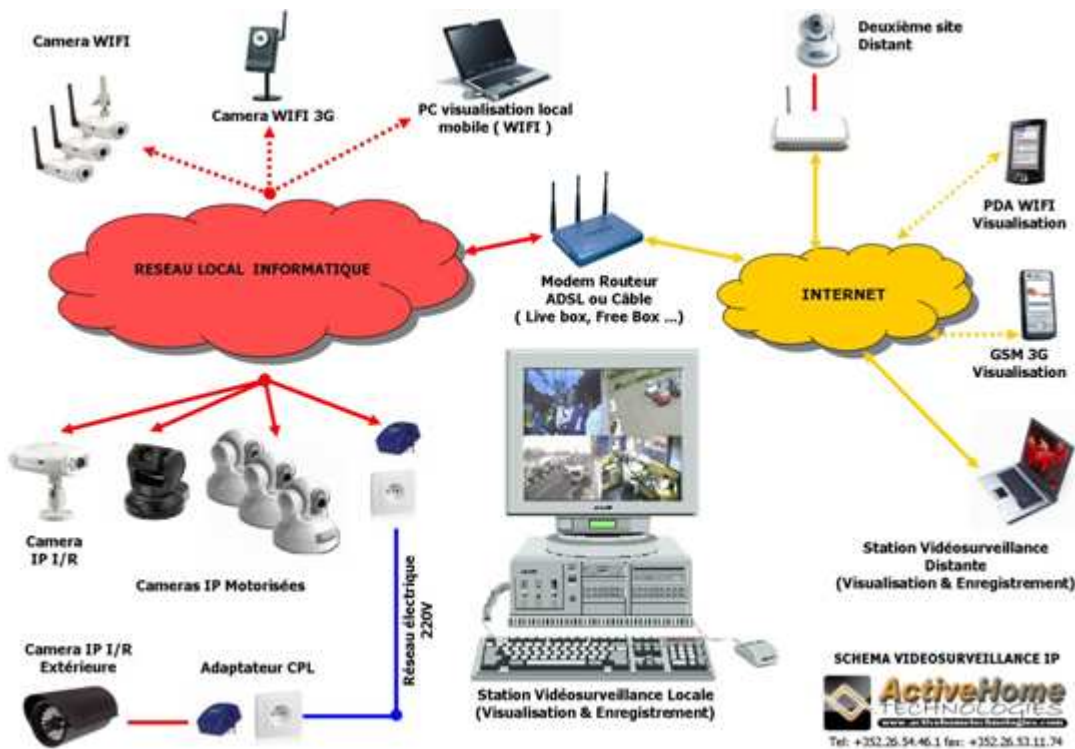


Figure 4: un exemple de réseau IP

L'interconnexion entre les différents réseaux n'est possible que par l'intermédiaire des passerelles des différents constructeurs qui doivent garantir l'interopérabilité au sein du même Réseau.

Pour que toutes les applications développées par différents fournisseurs d'équipement fonctionnent correctement, les organismes internationaux ont élaboré de nouvelles familles de standards : la série H des recommandations de l'UIT, qui tient lieu de référence pour la communication multimédia et le transport de la voix sur les réseaux IP. La norme **H.323** Semble s'être imposée.

D'autres standards concurrents à **H.323**, comme le **SIP "Session Initiation Protocol"** développé par l'IETF ou le MGCP, offrent une alternative acceptable. Voici le schéma général de l'utilisation de la Voix sur IP en entreprise :

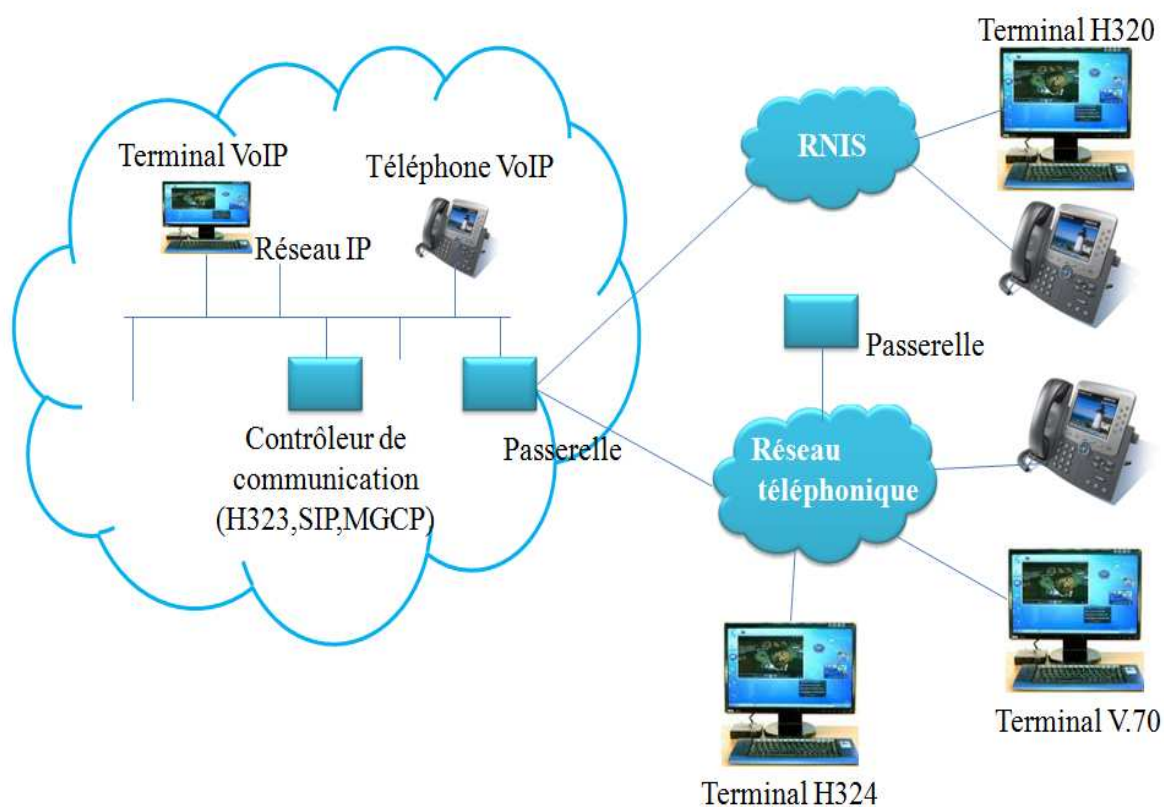


Figure 5 : La voix sur IP dans l'entreprise

Le schéma ci-dessus, décrit de façon générale la topologie d'un réseau de téléphonie IP. Elle comprend toujours des terminaux, un serveur de communication et une passerelle vers les autres réseaux. Chaque norme a ensuite ses propres caractéristiques pour garantir une plus ou moins grande qualité de service.

ANNEXE 3 : Les types de dialogues homme/machine

Dans une application informatique, la communication avec un utilisateur est interactive. Les échanges s'effectuent par l'intermédiaire d'une interface chargée de traduire les messages. De nombreux types de dialogue H/M peuvent être utilisés. Ils se fondent sur des commandes, un langage naturel, des écrans de saisie, des menus et des questions-réponses. En ce qui concerne les trois premiers types de dialogue, l'initiative vient de l'utilisateur alors que pour les deux derniers elle vient de la machine.

1 Différents types de communication entre la machine et l'homme

Il existe différents moyens de communication entre l'homme et la machine:

- 1 Le langage naturel
- 2 Les langages de commandes
- 3 Les menus
- 4 Les interfaces de type question/réponse
- 5 Les interfaces graphiques

1.1 Les interfaces en langage naturel

Ce type d'interface permet à l'utilisateur de communiquer avec la machine en langage naturel. Par exemple, les agents conversationnels animés utilisent la parole, les expressions du visage et les gestes pour intégrer l'interaction verbale et non verbale. Certains sites Web proposent des « dialogues » avec des « Chatterbots » dont les visages animés et les gestes simulent les émotions humaines.

Les agents logiciels sont des programmes autonomes, mis en route sur une machine, qui perçoivent certains éléments de leur environnement par les flots d'entrée (clavier, souris, capteurs) et agissent par les flots de sortie (affichages sur l'écran, commande de machines physiques, contrôle de processus).

1.2 Les interfaces de type commande

Avec ce type d'interface, le système demande à l'utilisateur d'entrer une commande, puis il exécute une opération qui dépend de cette commande.

NB : Ce type d'interfaces est conseillé pour les utilisateurs ayant une expérience forte et des connaissances des systèmes informatiques.

1.3 Les interfaces de type menu

Avec les interfaces de ce type, l'utilisateur doit choisir une possibilité parmi plusieurs. Les menus

servent à déclencher une commande, ou sélectionner un état.

Les items du menu sont du texte ou des images.

NB : Ils sont conseillés pour les utilisateurs peu motivés, ayant une faible connaissance du domaine ou une expérience insuffisante.

1.4 Les interfaces de type question/réponse

Ce sont des interfaces pour lesquelles le dialogue Homme/Machine est guidé par les réponses de l'utilisateur aux questions posées par la machine.

- 1 Indiquer les champs optionnels et obligatoires
- 2 Toujours préciser le format d'une saisie
- 3 Dire autant que possible quelles valeurs sont attendues

1.5 Les interfaces de type graphique WIMP

Les interfaces graphiques de type WIMP (Windows, Icônes, Menu, Pointing), appelées également à manipulation directe sont en train de prendre de plus en plus d'importance. Elles utilisent des moyens de désignation, tel que le bouton de sélection de la souris. L'utilisateur effectue des actions directement sur les objets visibles (pas de langage de commandes) et qui sont censés être des objets du monde de l'utilisateur (métaphore du monde réel).

ANNEXE 4 : Les modèles de développement des interfaces

1 Modèle en cascade

Le modèle en cascade repose sur les hypothèses suivantes :

- ✚ on ne peut pas construire la toiture avant les fondations ;
- ✚ les conséquences d'une modification en amont du cycle ont un impact majeur sur les coûts en aval (on peut imaginer la fabrication d'un moule dans l'industrie du plastique).

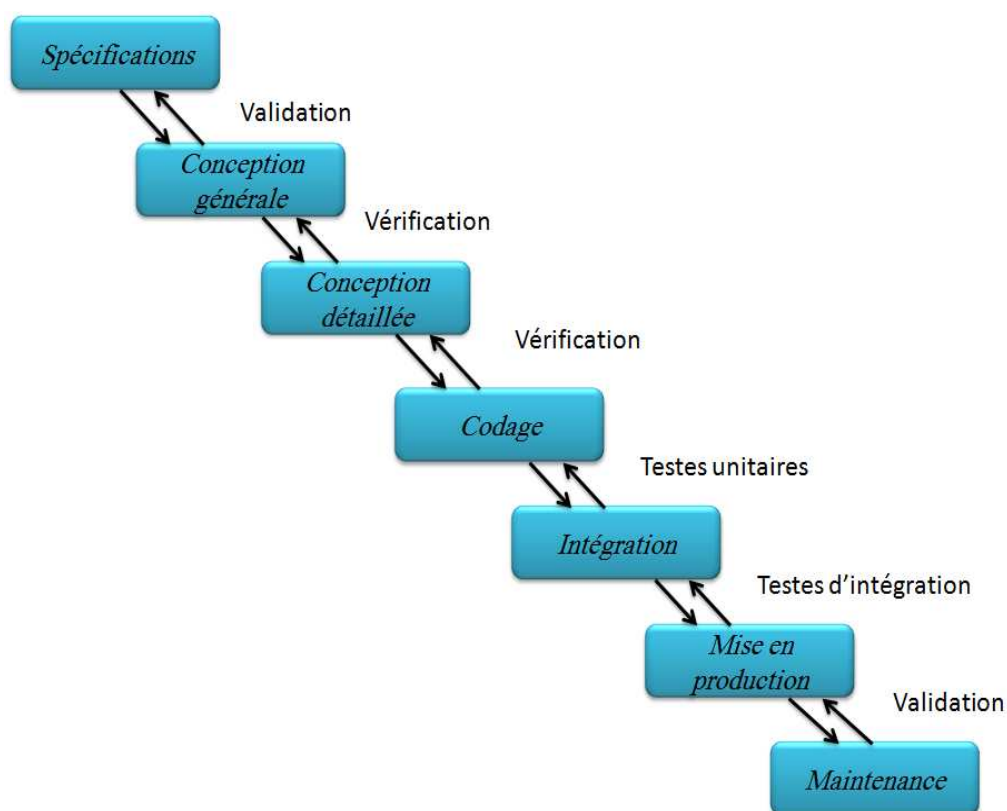


Figure 1 : Modèle en cascade .

Les phases traditionnelles de développement sont effectuées simplement les unes après les autres, avec un retour sur les précédentes, voire au tout début du cycle. Le processus de développement utilisant un cycle en cascade exécute des phases qui ont pour caractéristiques :

- ✚ de produire des livrables définis au préalable ;
- ✚ de se terminer à une date précise ;

- de ne se terminer que lorsque les livrables sont jugés satisfaisants lors d'une étape de validation-vérification.

2 Cycle en V

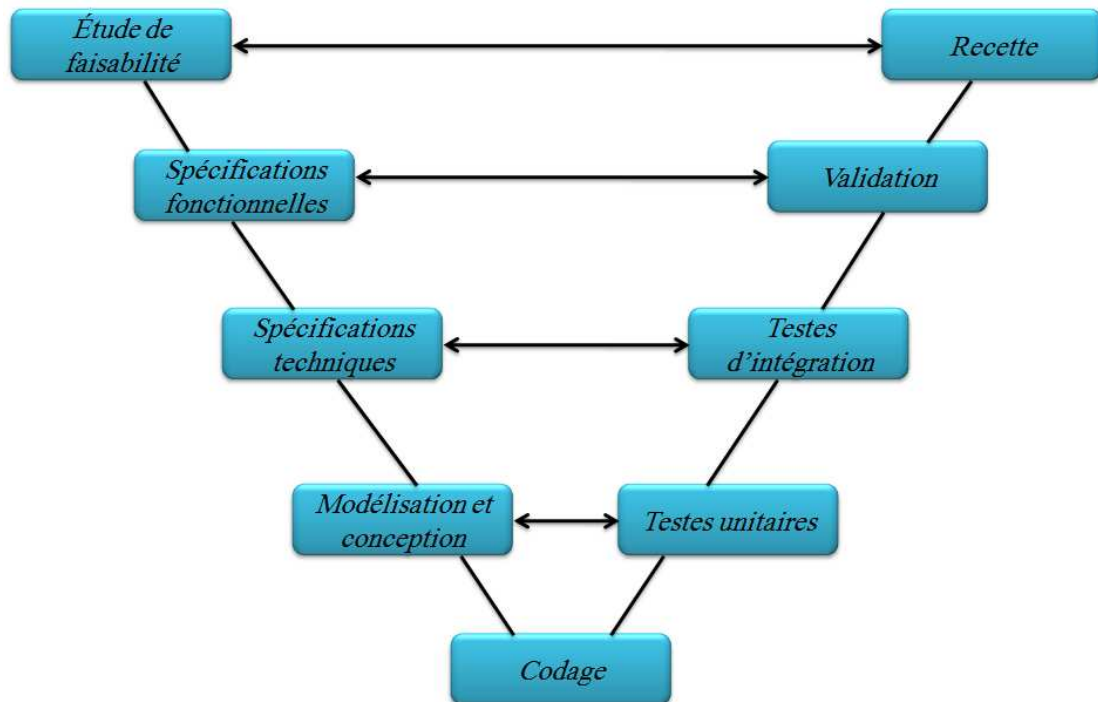


Figure 2 : Cycle en V.

2.1 Les phases du cycle en V

Ce modèle est une amélioration du modèle en cascade qui permet en cas d'anomalie, de limiter un retour aux étapes précédentes. Les phases de la partie montante doivent renvoyer de l'information sur les phases en vis-à-vis lorsque des défauts sont détectés afin d'améliorer le logiciel.

De plus le cycle en V met en évidence la nécessité d'anticiper et de préparer dans les étapes descendantes les « attendus » des futures étapes montantes : ainsi les attendus des tests de validation sont définis lors des spécifications, les attendus des tests unitaires sont définis lors de la conception, etc.

3 Cycle en spirale

Le développement reprend les différentes étapes du cycle en V. Par l'implémentation de versions successives, le cycle recommence en proposant un produit de plus en plus complet et dur.

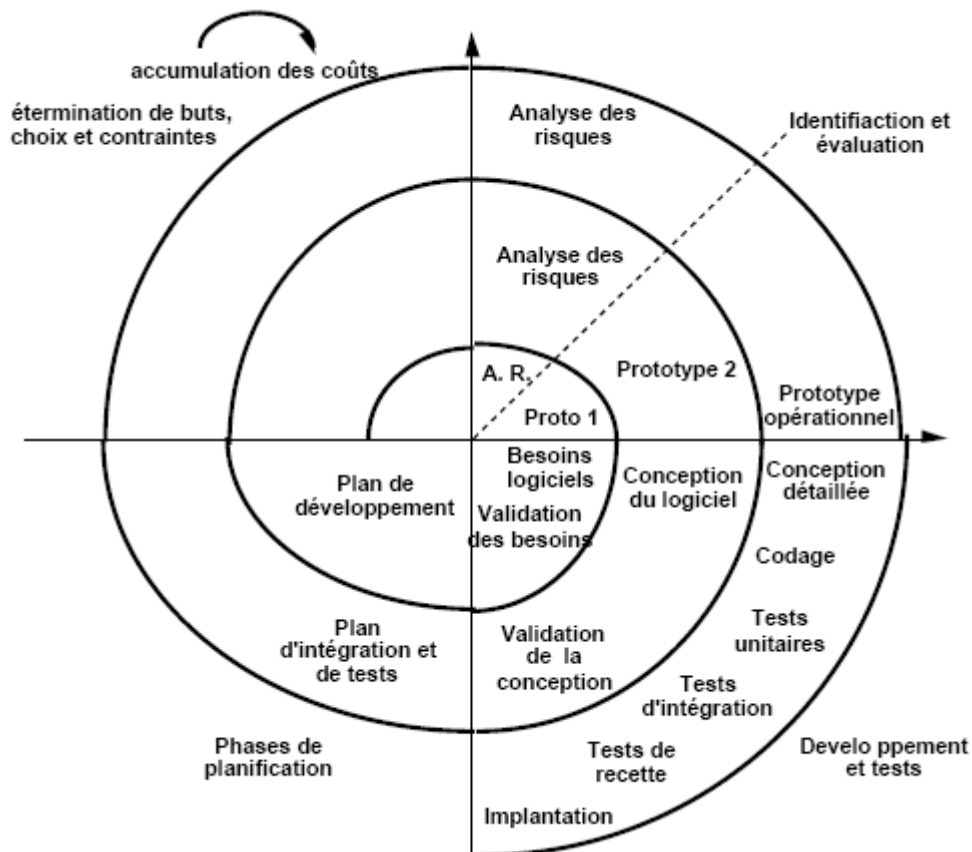


Figure 3 : Cycle en spirale.

Le cycle en spirale met cependant plus l'accent sur la gestion des risques que le cycle en V. En effet, le début de chaque itération comprend une phase d'analyse des risques. Ceci est rendu nécessaire par le fait que, lors d'un développement cyclique, il y a plus de risques de devoir défaire à la N^e itération ce qu'on a fait à la N-X^e.

ANNEXE 5 : Que signifient les termes FXS et FXO

FXS et FXO sont les noms donnés aux ports utilisés par des lignes téléphoniques Analogues (aussi connus sous le nom anglais de POTS - Plain Old Telephone Service)

FXS : l'interface Foreign eXchange Subscriber est un port qui raccorde la ligne téléphonique de l'abonné. En d'autres termes, la « prise murale » qui fournit la tonalité, le courant de charge et le voltage de la sonnerie

FXO : l'interface Foreign eXchange Office est un port qui reçoit la ligne téléphonique. C'est la prise du téléphone ou de la télécopieuse, ou la (les) prise(s) de votre réseau téléphonique analogue. Le FXO offre un indicateur d'état raccroché/décroché (fermeture de circuit). Puisque le port FXO est raccordé à un appareil, tel un téléphone ou une télécopieuse, il est souvent appelé « périphérique FXO ».

Le FXO et le FXS vont toujours de paire – similaire à la prise mâle et femelle.

Sans un autocommutateur, un téléphone est connecté directement au port FXS fournit par la compagnie de téléphone

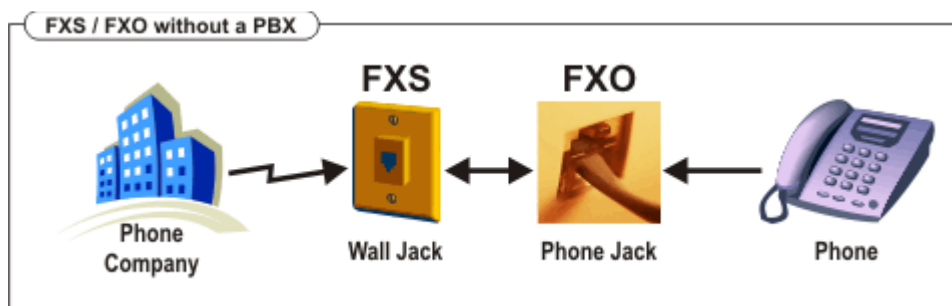


Figure 1: FXS / FXO sans autocommutateur.

Si vous avez un autocommutateur, alors connectez les lignes fournis par la compagnie de téléphone à l'autocommutateur et ensuite les téléphones à l'autocommutateur. C'est pourquoi l'autocommutateur doit avoir des ports FXO (connexion aux ports FXS fournis par la compagnie de téléphone) et des ports FXS (connexion y raccorder les périphériques de téléphone ou de télécopieuses)

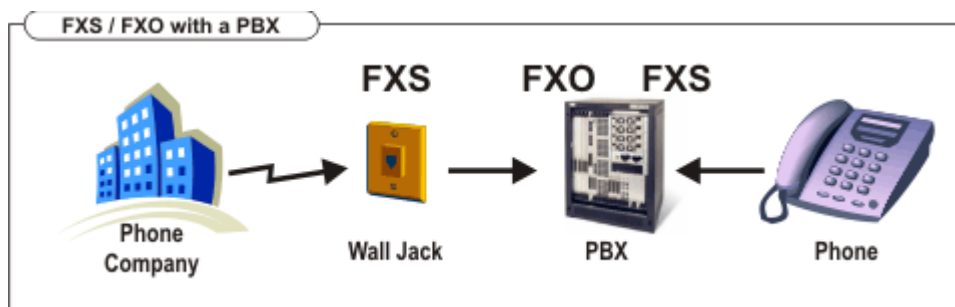


Figure 2:FXS / FXO avec autocommutateur.

Vous serez amené à rencontrer les termes FXS et FXO lorsque vous déciderez d'acheter votre équipement qui vous permettra d'établir la connexion des lignes téléphoniques analogues au réseau téléphonique VoIP, les téléphones analogues au réseau VoIP ou les autocommutateurs traditionnels à un fournisseur de service VoIP ou encore les connecter les uns aux autres via Internet.

1 La passerelle FXO

Pour établir une connexion entre les lignes téléphoniques analogues et un PABX-IP, vous aurez besoin d'une passerelle FXO. Cela vous permet de connecter le port FXS au port FXO de la passerelle, qui ensuite traduira la ligne téléphonique analogue en appel VoIP.

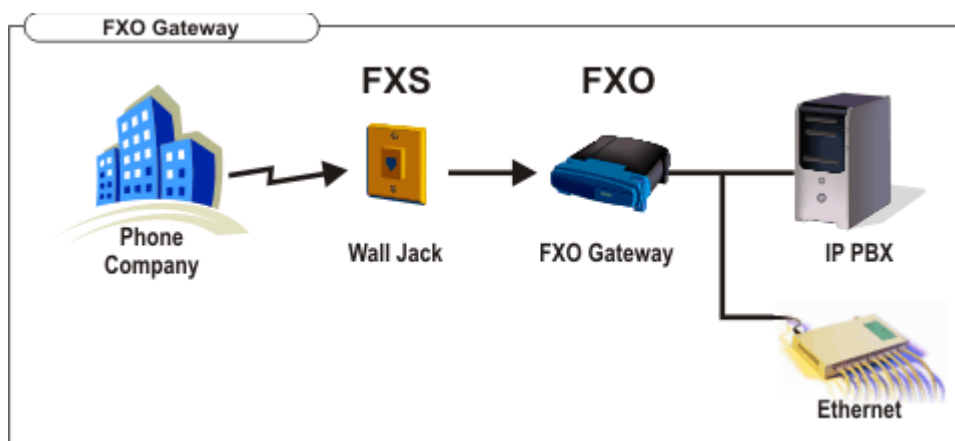


Figure 3: La passerelle FXO.

2 La passerelle FXS

Une passerelle FXS s'utilise pour connecter une ou plusieurs lignes d'autocommutateur traditionnel au réseau téléphonique VoIP ou au fournisseur. Vous avez besoin d'une

passerelle FXS car vous voudrez connecter les ports FXO (qui sont normalement connectés à la compagnie de téléphone) à Internet ou au réseau VoIP.

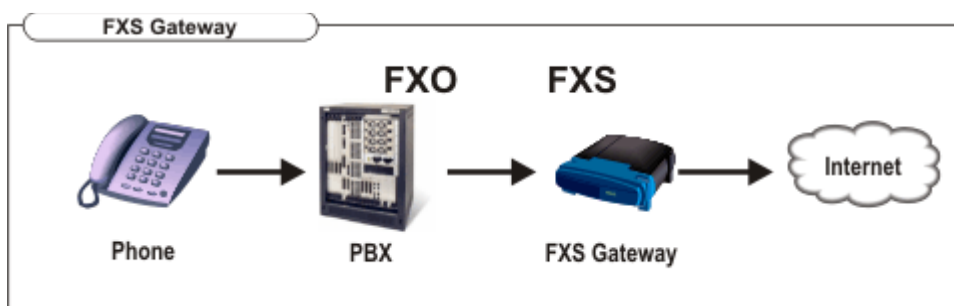


Figure 4: La passerelle FXS.

3 Un adaptateur FXS alias adaptateur ATA

Un adaptateur FXS est utilisé pour établir la connexion du téléphone analogue ou de la télécopieuse au réseau téléphonique VoIP ou au fournisseur VoIP. Vous en avez besoin car il vous faudra connecter le port FXO du téléphone de la télécopieuse à l'adaptateur.

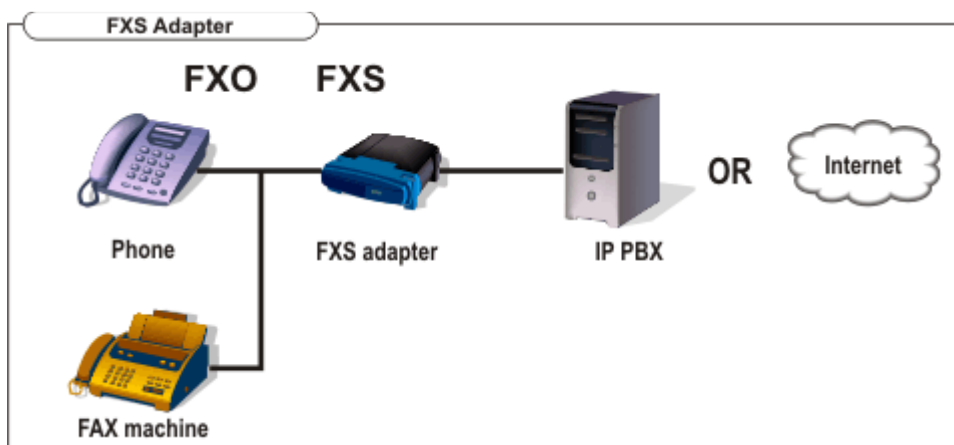


Figure 5: L'adaptateur FXS.

ANNEXE 6 : Questionnaire d'aide à l'évaluation de l'interface d'Asterisk

Merci de répondre à ce questionnaire. Toutes les données demeureront confidentielles.

Pour répondre, veuillez cocher l'énoncé qui se rapproche le plus de votre choix.

1-Quel est votre statut? Etudiant LMD Ingénieur

2-Connaissiez-vous la téléphonie sur IP (Internet Protocol)? Oui Non

3-Avez-vous déjà connaître l'IPBX Asterisk? Oui Non

4-Utilisez-vous d'autres IPBX similaires ? Oui Non

5-Si oui, pouvez-vous les nommer ?.....

6-Ordonnez les 20 rubriques suivantes selon votre fréquence d'utilisation :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Users | <input type="checkbox"/> Call Parking |
| <input type="checkbox"/> Conference | <input type="checkbox"/> Ring Group |
| <input type="checkbox"/> Voicemail | <input type="checkbox"/> Record a menu |
| <input type="checkbox"/> Call Queues | <input type="checkbox"/> Active Channels |
| <input type="checkbox"/> Services providers | <input type="checkbox"/> System Logs |
| <input type="checkbox"/> Setup Hardware | <input type="checkbox"/> System Info |
| <input type="checkbox"/> mISDN Config | <input type="checkbox"/> File Editor |
| <input type="checkbox"/> Calling Rules | <input type="checkbox"/> Asterisk CLI |
| <input type="checkbox"/> Incoming Calles | <input type="checkbox"/> Backup |
| <input type="checkbox"/> Voice Menus | <input type="checkbox"/> Options |

7-L'organisation de cette interface vous semble logique. Oui Non

8-Y a t-il une rubrique que vous n'avez jamais consultée ? Oui Non

Si oui, laquelle :

PAGE D'ACCUEIL :

9-Quelle est votre opinion de la page d'accueil

.....

10-Quelles informations voulez-vous voir apparaître sur la page d'accueil à venir ?

.....

11-La position des messages dans écran est adéquate ? Oui Non

12-Les messages d'erreur, aidez-vous à la compréhension et la correction d'erreurs ?

Oui Non

13-Les liens hypertextuels pointent-ils vers des sites extérieurs pertinents et de bonne qualité ? Oui Non

LISIBILITE

14-Les couleurs des polices facilitent la lecture :

1.Oui 2.Non 3.Sans avis

15-La taille des polices facilite la lecture et la distinction des différentes rubriques :

1.Oui 2.Non 3.Sans avis

16-La mise en page facilite le repérage de l'information et la navigation :

1.Oui 2.Non 3.Sans avis

17-En général, la taille d'une page écran est :

1.Trop longue 2.Suffisante 3.Trop réduite

Questions de satisfaction

Eteignez l'écran de votre ordinateur avant de répondre aux questions suivantes.

1-Est-ce que vous trouvez l'utilisation facile dans cette interface ?

Oui Non

2-Je peux rapidement trouver ce que je veux. Oui Non

3-Mon opinion sur la facilité à trouver l'information que je cherche est la suivante :

1.Très insatisfait 3.Plutôt satisfait

2.Plutôt insatisfait 4.Très satisfait

4-Comment jugez-vous le graphisme ? Mauvais Moyen Bon

5-Votre manipulation de cette interface est :

- 1.Très difficile 3.Plutôt facile
 2.Plutôt difficile 4.Très facile

6-De manière globale, quelle est votre appréciation de cette interface?

- 1.Très insatisfait 3.Plutôt satisfait
 2.Plutôt insatisfait 4.Très satisfait

REMARQUE...

Pour nous aider à l'amélioration d'interface utilisateur, toutes vos remarques et/ou critiques sont les bienvenues :

.....
.....
.....
.....

Merci pour votre contribution