

<b>CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE : VOIP / TOIP.....</b>	<b>1</b>
1.1. LES OBJECTIFS DU COURS .....	1
1.2. INTRODUCTION .....	1
1.2.1. <i>Qu'est ce que la ToIP ?</i> .....	1
1.2.2. <i>Différence entre ToIP/VoIP</i> .....	2
1.3. RAPPELS THEORIQUES .....	2
1.4. ARCHITECTURE SIMPLIFIEE D'UN SYSTEME DE TOIP .....	3
<b>CHAPITRE 2 : LES SERVICES DE LA TOIP, QOS, AVANTAGES ET LIMITES.....</b>	<b>6</b>
2.1. LES SERVICES DE ToIP .....	6
2.2. LES AVANTAGES .....	6
2.3. LES LIMITES .....	8
2.4. LES TYPES DE ToIP .....	8
2.5. QUELQUES CONSIDERATIONS UTILES .....	10
2.5.1. <i>QoS</i> .....	10
2.5.2. <i>La bande passante</i> .....	10
2.5.3. <i>La configuration des terminaux</i> .....	10
2.5.4. <i>Evolution : Triple play – Quadruple play et Penta Play</i> .....	11
<b>CHAPITRE 3 : LES PROTOCOLES ET CODECS.....</b>	<b>13</b>
3.1. PROTOCOLES .....	13
3.2. CODECS .....	14
<b>CHAPITRE 4 : PREPARATION AU PROJET: LES OUTILS MATERIELS ET LOGICIELS – ARCHITECTURES.....</b>	<b>16</b>
4.1. <i>Les outils pour faire fonctionnes la toip</i> .....	<a href="#">17</a>
4.1.1. <i>La centrale téléphonique</i> .....	16
4.1.2. <i>Les terminaux</i> .....	16
4.1.3. <i>Le réseau d'interconnexion</i> .....	17
4.2. PROTOCOLES .....	<a href="#">17</a>
4.2.1. <i>VoIP</i> .....	17
4.2.2. <i>Téléphonie Sur IP</i> .....	18
<b>CHAPITRE 5 : IMPLEMENTATION : CONFIGURATION, TESTS ET RESULTATS. ....</b>	<b>19</b>
5.1. ARCHITECTURES ToIP/VoIP .....	19
5.2. FONCTIONNALITES D'ASTERISK .....	19
5.3. INSTALLATION ET CONFIGURATION .....	19
5.4. CONFIGURATION SUITE ET TESTS .....	19
5.4.1. <i>Configuration des extensions</i> .....	26
5.4.2. <i>Test des configurations</i> .....	26
5.4.3. <i>Adresse IP récupérer</i> .....	27
5.4.4. <i>Ping entre pc et serveur</i> .....	27
5.4.5. <i>Appel entrant</i> .....	28



# CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE : VOIP.

Il nous paraît important et capital dans le cadre des enseignements sur la VOIP/TOIP de vous fournir d'entrée de jeu les objectifs assignés à ce cours ainsi que quelques définitions et concepts adaptés à la bonne compréhension des thématiques abordées dans ce support de cours.

Ce polycopié de cours aborde les stratégies de mise en place de la VOIP/TOIP.

## 1.1. Les Objectifs du cours

L'objectif principal de l'apprenant dans cet enseignement est de comprendre l'intérêt de la VoIP/ToIP et connaître tous les trucs/astuces pour l'implémentation d'une solution VoIP/ToIP dans un environnement de travail.

Les mots clés / descripteurs : VoIP, ToIP, Numero court, Sofphone/Terminaux, QoS (Quality Of Service), Elastik/FreePBX, Protocoles, Codecs, PABX, Architectures et solutions VoIP/ToIP, ...

## 1.2. Introduction

Le protocole TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) constitue aujourd'hui la base de l'architecture Internet. Il définit les règles permettant aux ordinateurs de communiquer entre eux. Avec la fin annoncée du réseau cuivré, de plus en plus d'entreprises décident d'opter pour des solutions IP pour leur téléphonie, c'est-à-dire fonctionnant via le réseau internet. Dans ce support de cours, nous expliquons : **Ce qu'est la ToIP ? Les équipements nécessaires pour utiliser la ToIP ? Les différences entre ToIP et VoIP ? Les avantages d'une solution ToIP ? Les limites de la ToIP ? Dans quels cas choisir une solution ToIP ou VoIP ?**

Qu'est-ce que la ToIP ?

La ToIP (Telephony over Internet Protocol) est un service de communications – public ou privé – qui utilise le protocole de réseau Internet (IP). *La technologie ToIP transforme la voix en données via un protocole IP.* Ces données circulent ensuite sur le réseau local, puis retranscrites en voix à l'interlocuteur. ***La technologie ToIP permet de s'appuyer sur une infrastructure existante de réseau IP pour y raccorder des terminaux, IP-Phone ou solution logicielle (comme Skype).***

D'un point de vue conceptuel, transporter des flux de voix "temps-réel" sur un réseau à commutation par paquets, peut paraître délicat. Cependant, le haut débit disponible dans les réseaux locaux (LAN) et les réseaux étendus (WAN et Internet) a permis de s'affranchir de cette difficulté et de véhiculer de la voix avec un haut niveau de qualité.

La téléphonie sur IP peut :

*Par Blaise FOTSING NDE, Ingénieur Informaticien*



- S'ajouter en complément sur un réseau téléphonique traditionnel existant ;
- S'utiliser en full-IP pour une nouvelle infrastructure ;
- S'utiliser en multi sites full-IP avec l'aide d'un opérateur adéquat et de serveurs centralisés ;
- S'utiliser sur un ordinateur relié au réseau Internet à destination d'un autre ordinateur relié lui aussi à Internet à l'aide d'un logiciel unique (les communications seront donc gratuites de PC à PC).

#### Différence entre ToIP/VoIP

La ToIP et la VoIP sont deux technologies proches mais pourtant distinctes. Si les deux utilisent le protocole internet IP, leur mode de fonctionnement diffère.

**La VoIP** transforme la voix en fichiers numériques, qu'elle envoie sous forme de paquets sur un réseau de données (par exemple Internet) au travers de lignes IP. Elle regroupe l'ensemble des techniques permettant ce transit : *d'un téléphone IP à un PC ou un téléphone "normal", ou encore d'un ordinateur à un autre sur les réseaux internes et externes d'une entreprise.*

**La ToIP** est quant à elle *un système de téléphonie qui se limite au réseau IP local*. Elle utilise un simple routeur créant la connexion entre le réseau LAN (société) et le réseau WAN (opérateur): l'IPBX. La ToIP regroupe tous les échanges de téléphone IP à téléphone IP, ou encore d'ordinateur à ordinateur (en utilisant le même logiciel).

Si la ToIP est basée sur VoIP, la VoIP offre des applications et services multiples au-delà de la simple téléphonie : visioconférence sur IP, messageries vocales unifiées, ... *Cette technologie permet une convergence entre la voix, la vidéo et les données.*

#### 1.3. Rappels Théoriques

La téléphonie sur IP (*ToIP – Telephony over IP*) est un service de télécommunications ayant pour but de fournir les services classiques de téléphonie, notamment les communications vocales, sur tout réseau supportant le protocole TCP/IP, qu'il s'agisse du réseau Internet public ou d'un réseau privé.

Elle permet aujourd'hui de déployer de façon simple et à moindre coût, des services qui seraient difficiles et onéreux de mettre en œuvre sur le RTC traditionnel.

A titre d'exemple :

- plusieurs appels peuvent être transmis sur la même ligne ;
- un numéro de téléphone n'est plus forcément lié à une prise téléphonique mais plutôt à un terminal ou un compte ;
- l'unification des applications telles que les appels, les appels vidéo, la messagerie instantanée, etc ;



La ToIP (téléphonie sur IP), est accessible aux opérateurs publics ou privés. Sa technologie permet d'intégrer des équipements de téléphonie sur une infrastructure de réseaux IP existant. On parle **alors de convergence voix/données pour marquer l'unification des réseaux informatique et de téléphonie.**

Au nombre des avantages de la convergence, on peut citer :

- Simplification opérationnelle (unification de la gestion, de l'administration, du support et de la bande passante, du parc, ...)
- Réduction des coûts (déploiement ou installation, administration et exploitation, communications)
- Intégration de nouveaux outils de communication
  - messagerie / communication unifiée ;
  - intégration voix, vidéo et données (Triple Play) ;
  - e-commerce et centres d'appels.
- ...

La mise en place d'un service de ToIP sur un réseau existant nécessite cependant un renouvellement ou une mise à niveau du parc matériel et une révision de la politique de gestion du réseau (nouveaux protocoles, CODECs, QoS, gestion de flux, ...).

#### 1.4. Architecture simplifiée d'un système de ToIP

Les composants de base qu'on retrouverait sur une architecture de système de ToIP simplifiée mono site sont visibles sur la figure ci-après.



Architecture simplifiée mono site de ToIP

- Les terminaux IP qui peuvent être de type matériel (**IP-Phone**) ou logiciel (**Softphone**) :
  - IP phone : téléphone IP raccordé au LAN de l'entreprise (éventuellement sans fil Wi-Fi)
  - Softphone : logiciel permettant de passer et recevoir des appels depuis un PC multimédia (avec microphone + écouteur)
- Serveur d'appels : C'est l'équipement central permettant l'établissement des appels et la fourniture des services de téléphonie d'entreprise. Il est aussi appelé **Gatekeeper, Call Manager ou IPBX**.
- **Passerelle**: Point d'interconnexion avec la téléphonie traditionnelle (réseau RTC public, postes analogiques, ...)

Les fonctions de serveur d'appels et de passerelle sont généralement concentrées dans le même équipement (IPBX). Comme en téléphonie classique, cet élément central est un autocommutateur (PBX),



supportant le protocole IP. C'est donc un autocommutateur IP d'où l'appellation IPBX. Il s'agira très souvent d'un ordinateur ordinaire converti en un serveur de voix sur IP, grâce à un outil logiciel de ToIP.

L'exemple d'un tel outil est le logiciel **ASTERISK**, très populaire par ses qualités de logiciel à la fois « libre » (gratuité) et « open source » (flexibilité, adaptabilité). Il est distribué sous forme de « **package logiciel** » isolé (à installer sur un système d'exploitation de type Linux ou Unix) ou de solutions toutes « packagées » comme « Elastix, FreePBX, TrixBox, ..., » qui sont des systèmes d'exploitation customisés intégrant **ASTERISK** (à installer sur un ordinateur sans système d'exploitation).

Il existe des équipements embarquant **ASTERISK** comme **Wisp-e** ou encore **Aastra Mastra** qui est hybride Asterisk / propriétaire. Ces équipements avec **ASTERISK** embarqués coûtent généralement plus chers qu'un système PC + installation manuelle.

Les terminaux téléphoniques peuvent être de trois (03) types : IP (IP-phone), logiciels (Softphones) ou même analogiques (téléphones classiques), moyennant un adaptateur permettant de le connecter sur un réseau IP. Un IP-phone prend directement en charge la ToIP, il dispose d'une interface de connexion IP (port RJ45, wifi, ...) et peut se connecter sur le réseau de l'IPBX.

**Un softphone est un logiciel simulant un téléphone dès lors qu'on l'associe à un compte SIP.**

« **X-lite** » ou « **3CX** » en sont des exemples.

De plus en plus de smartphones prennent également en charge les appels IP de façon native ou s'ils sont couplés à un softphone.

#### 1.5. Dans quel cas utiliser la ToIP ?

La ToIP offre de nouveaux avantages aux entreprises, tant au niveau économique que fonctionnel ou organisationnel. Elle est particulièrement recommandée pour des entreprises effectuant l'essentiel de leurs communications **en interne**. Par l'exploitation du réseau interne de la société, les employés pourront communiquer entre eux **en illimité et gratuitement**.

Une approche entièrement VoIP est néanmoins recommandée pour profiter pleinement des avantages du tout IP. Les seules limitations qui peuvent vous contraindre à rester sur solution ToIP sont les suivantes :

- Si votre réseau interne ne dispose pas d'un câblage RJ45 ;
- Si vous avez effectué des investissements massifs et récents dans des téléphones non IP ;
- Si votre couverture réseau internet est de mauvaise qualité ;
- Cette dernière barrière a tendance à s'effacer avec l'amélioration de la couverture interne à très haut débit.

#### 1.6. Dans quel cas utiliser la VoIP ?



Plus complète que la ToIP, la VoIP offre des fonctionnalités et de nombreux avantages utiles aux entreprises. Sa gestion opérationnelle est simple, les solutions de VOIP pouvant être déployées dans le Cloud et gérées en interne ou par un tiers.

De plus, une solution VoIP permet de se passer de matériel physique : commutateur (en choisissant une solution **Centrex**) et téléphone (avec l'utilisation d'un softphone logiciel sur ordinateur, tablette ou smartphone). La VoIP permet donc une meilleure mobilité des employés et facilite l'adoption de nouveaux usages comme le télétravail et les outils collaboratifs. La collaboration est facilitée par la simplicité des outils de communication unifiés, accessibles en un clic, regroupant messagerie, mails, vidéoconférence, téléphonie, contacts, ... Ainsi, son intégration au sein des systèmes d'information des entreprises contribue de manière significative à l'amélioration de la productivité des salariés.

Enfin, les forfaits sont généralement moins chers qu'avec la ToIP : le prix des appels vers les mobiles et l'international est moins élevé (voire complètement inclus dans le forfait), et les appels nationaux sont généralement réglés sur une base forfaitaire.

A la suite de cette introduction générale, nous avons été édifiés sur les terminologies importantes pour la bonne compréhension de cet UE sur **la VOIP/TOIP**

Après ce chapitre I introductif, qui avait pour rôle essentiellement d'introduire le thème central, nous articulerons la suite de ce polycopié de cours en 04 thématiques principales (chapitres) pour couvrir l'ensemble des objectifs de cet enseignement – notamment :

1. *Les services de la ToIP, QoS, Avantages et Limites;*
2. *Les Protocoles et les codecs ;*
3. *Préparation : Architectures - Outils matériels et logiciels;*
4. *Implémentation, configuration et tests.*

Ce support est accompagné, d'une fiche de TDs, des annexes et d'une fiche complète de projets pour les apprenants à réaliser en équipe.



## CHAPITRE 2 : LES SERVICES DE LA TOIP, QOS, AVANTAGES ET LIMITES.

Au Cameroun, le e-commerce séduit de plus en plus. L'an dernier le pays a fait son entrée sur la liste des 10 pays africains en pointe sur le sujet. 65% des commandes en ligne sont réalisées via un smartphone. *Reportage 27 Janv 2019.*

### 2.1. Les services de ToIP

Un système de ToIP fournit tous les services que l'on retrouve sur un système de téléphonie classique. En plus, il est possible d'établir des passerelles vers des lignes téléphoniques classiques ou le monde extérieur plus généralement depuis une ligne IP et inversement. Dans ce cas, il faut disposer :

- d'un accès à internet et/ou à un **RTC** (*Réseau téléphonique commuté*),
- d'équipement d'interfaçage :
  - carte / interface **FXS** (*Foreign eXchange Subscriber*) pour connecter des téléphones analogiques à l'IPBX;
  - carte / interface **FXO** (*Foreign eXchange Office*) pour connecter l'IPBX à une ligne téléphonique analogique ;
  - de carte **RNIS** (*Réseau Numérique à Intégration de Services*), en anglais ISDN pour Integrated Services Digital Network) pour relier l'IPBX au réseau RNIS ;
  - Etc...

### 2.2. Les Avantages

- Une architecture réseau et une maintenance simplifiée :

La ToIP permet aux entreprises de gérer leur téléphonie comme un réseau. L'architecture réseau se trouve simplifiée grâce à l'unification des circuits voix et données. Avec la ToIP, les services téléphoniques des entreprises multi-sites sont homogénéisés, et la maintenance des lignes téléphoniques simplifiée pour les équipes techniques.

- **Des fonctionnalités de téléphonie avancées**

Un centre d'appel ToIP remplit toutes les fonctions d'un standard téléphonique, et bien plus.

En effet, la ToIP permet aux professionnels de profiter à moindre coût de fonctionnalités autrement réservées aux grandes entreprises, telles que le serveur vocal interactif pour accueillir et distribuer les appels entrants. La téléphonie IP permet également d'activer la messagerie unifiée (réception des messages vocaux directement sur la boîte mail).



- Une relative flexibilité

La téléphonie IP offre une certaine flexibilité et une disponibilité particulièrement appréciables pour les entreprises, notamment pour les structures employant des collaborateurs en télétravail, en situation de mobilité ou organisés en multi-sites. De même, les postes n'étant plus physiquement reliés à des lignes, la téléphonie sur IP permet aux utilisateurs de conserver leur numéro dans leurs déplacements.

- Une hausse de la productivité pour les équipes

Grâce à la technologie ToIP, les utilisateurs peuvent créer des boîtes vocales différenciées en fonction du jour et du mois, ou encore mettre en place une fonction “click-to-call”. La téléphonie IP permet donc un gain de temps considérable et une augmentation de la productivité pour les employés qui passent une grande partie de leur journée au téléphone.

- **Des coûts de télécommunications intra-entreprises réduits**

Les forfaits d'appels permettent de réduire jusqu'à 75% des coûts de télécommunications. En effet, le passage à la ToIP nécessite un investissement initial et un temps de déploiement limités. Les procédures d'assistance sont relativement simples grâce à un réseau informatique unique mutualisant la Voix et la Data.

De plus, avec une solution IPBX, les appels intra-entreprises sont gratuits, y compris pour les appels entre les employés situés dans des bureaux différents.





### 2.3. Les Limites

- **Des frais d'équipement**

Même si ceux-ci sont réduits, la ToIP nécessite un investissement initial et la présence sur site des équipements nécessaires à son fonctionnement : commutateur IPBX, réseaux et téléphones IP.

- **Une maintenance gérée en externe**

En général, les solutions ToIP nécessitent la souscription d'un contrat de maintenance qui peut se révéler coûteux. Chaque modification nécessite l'intervention d'un technicien, ce qui freine les évolutions internes.

- **Une qualité sonore tributaire de la qualité du réseau**

Deux des problèmes que peuvent rencontrer les entreprises utilisant la téléphonie sur IP sont la qualité de la retransmission de la voix ainsi que les délais de latence. De plus, il arrive que certains des morceaux de la conversation manquent (des paquets perdus pendant le transfert).

- **Une mobilité limitée**

Avec la ToIP, les communications s'effectuent de IP-Phone à IP-Phone ou de PC à PC, ce qui peut rendre difficile les échanges pour les employés en mobilité (rendez-vous professionnel, télétravail, voyage d'affaire, ...).

- **D'éventuelles failles de sécurité**

C'est la sécurité qui demeure le talon d'Achille principal de la téléphonie sur IP. En effet, la téléphonie sur IP est soumise au réseau Internet. Les entreprises utilisant la technologie ToIP peuvent craindre :

- **Le déni de service** (saturation du réseau consécutive à une attaque extérieure)
- **L'espionnage** (écoutes, vol d'informations, ...)
- Le détournement (utilisation extérieure frauduleuse des lignes)

### 2.4. Les types de ToIP

Si les deux correspondants possèdent un pc équipé en conséquence, avec des haut-parleurs et des microphones (voir fig. 1). Ces derniers pourront communiquer s'ils connaissent leurs adresses Ip respectives. De plus, ce mode de fonctionnement nécessite actuellement que les correspondants se fixent un rendez-vous préalable sur internet ou soient connectés en permanence et, bien sûr, qu'ils utilisent des logiciels de voix sur Ip compatibles.



Dans un contexte d'entreprise, on peut passer par un intranet ou par Internet.



**Figure 1 : Communication de micro-ordinateur à micro-ordinateur (PC à PC)** <sup>37</sup>

Si un correspondant utilisant un PC souhaite appeler une personne sur son téléphone, il doit passer par un fournisseur de service sur internet. Ce dernier met en place une passerelle, entre internet et le rtc (réseau téléphonique commuté), qui gèrera les échanges de données.

Dans le sens inverse, le correspondant peut contacter la passerelle de son téléphone, il devra appeler le numéro spécial d'une passerelle qui gèrera l'Etablissement de la communication avec le réseau Internet et le correspondant sur ce réseau pourvu, l' aussi, qu'il soit au rendez-vous. (Voir Fig. 2).



**Fig. 2 : Communication de micro-ordinateur à poste téléphonique**

Si les deux correspondants possèdent un téléphone normal, ils devront chacun passer par une passerelle. Ensuite, les deux passerelles communiquent entre elles par un réseau de type Internet<sup>38</sup>. Les deux passerelles dont dépendent les deux correspondants gèrent alors la communication, y compris la



signalisation avec le réseau téléphonique et les conversions à l'entrée et à la sortie du réseau IP (voir Fig. 3).



PBX : Autocommutateur téléphonique interne au site  
Passerelle : dans les locaux du site de l'entreprise

Fig. 3 : Communication entre postes téléphoniques (phone to phone) en entreprise

## 2.5. Quelques considérations utiles

Elles concernent la **QoS**, la gestion de la bande passante ou la configuration des terminaux.

### QoS

La QoS, bien qu'aussi fiable et sûre que sur un réseau de téléphonie traditionnelle, va dépendre de trois facteurs principaux que sont :

- la *latence* ou délai entre l'instant où une information est envoyée et le moment où elle est reçue ; c'est le temps de transit des paquets voix sur le réseau ;
- la *gigue* ou variations du délai de latence ; le principal objectif de gestion de la QoS sur un réseau de ToIP doit être de la minimiser en priorisant les flux voix.
- le *taux de pertes de paquets*, rapport du nombre de paquets perdus au nombre total de paquets transmis.

La connaissance de la latence et de la gigue permet de préserver la synchronisation entre l'émetteur et le récepteur.

### La bande passante

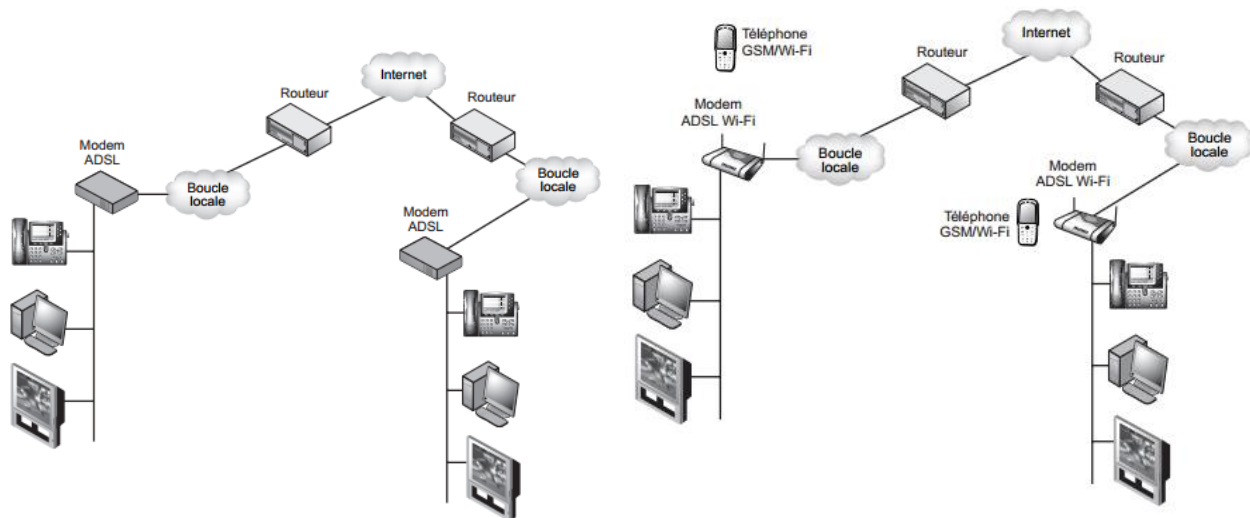
La voix est un flux très gourmand en bande passante qui doit partager les ressources du réseau avec les données. Il faut donc cloisonner et segmenter le réseau pour une meilleure gestion. On sépare généralement le réseau voix du réseau de données en utilisant des VLANs distincts pour chacune des applications.

### La configuration des terminaux

La configuration des terminaux IP peut devenir assez difficile et fastidieuse sur les réseaux de ToIP de grande taille s'il faut faire le tour de tous les postes. Dans ce cas, les mécanismes d'auto-configuration (DHCP, TFTP, ...) permettant au terminal d'aller chercher lui-même ses paramètres sur un serveur sont à privilégier.



## Evolution : Triple play – Quatriple play et Penta Play

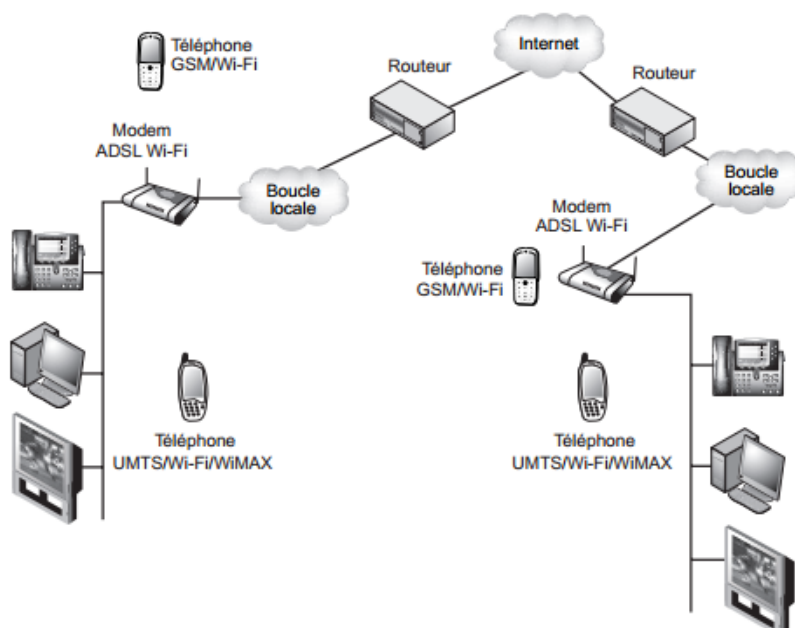


En cas d'utilisation d'un logiciel de téléphonie sur l'ordinateur portable, le flux de téléphonie est multiplexé avec l'ensemble des données et n'est pas traité de façon spécifique.

On appelle cette solution, le **Double-Play** lorsqu'il y a un canal de données et un canal téléphonique et **Triple-Play** lorsqu'un canal de télévision est ajouté

**Quatriple Play** : Si l'on ajoute un canal supplémentaire, comme le canal de mobilité provenant d'un terminal *mobile de type GSM/Wi-Fi*, on parle de Quadruple-Play. Lorsque ce téléphone est situé près d'un modem incorporant un réseau Wi-Fi, le mobile se connecte en Wi-Fi.

S'il n'est pas situé dans une zone Wi-Fi, le téléphone utilise le mode GSM. Il est possible de commencer à téléphoner en Wi-Fi et de continuer en GSM lorsqu'on sort de la zone Wi-Fi. En sens inverse, le téléphone peut éventuellement repasser en Wi-Fi.





Cette figure illustre la génération suivante, dite Penta-Play, dédiée à la vidéo mobile.

Sur un mobile à écran vidéo, un utilisateur peut se connecter sur un réseau Wi-Fi et regarder la télévision. La connexion avec le modem ADSL s'effectue en mode hertzien de type Wi-Fi.

Dans cette solution comme dans la précédente, le téléphone GSM/Wi-Fi peut se connecter à tous les modems de l'opérateur Internet auquel l'utilisateur a souscrit.

La téléphonie sur IP est encore peu présente dans le monde de la communication mobile, mais elle devrait se généraliser dès que les modems ADSL deviendront mobiles, ce qui sera le cas à partir du début 2008. Ce déploiement s'effectuera par l'intermédiaire de l'Internet hertzien, mais prendra son essor véritable avec l'arrivée des produits WiMax.

Pour le moment, les réseaux de mobiles peuvent transporter des paquets IP, qui ne sont jamais qu'un ensemble d'éléments binaires au même titre que toutes autres suites d'éléments binaires. Il est donc possible de mettre en place des applications de téléphonie sur un terminal mobile assez puissant. Le coût de la communication étant celui du transport des données, la téléphonie n'est plus qu'une application parmi les autres.



## CHAPITRE 3 : LES PROTOCOLES ET CODECS.

Les protocoles et les codecs occupent une place de choix non négligeable dans la VoIP/ToIP. Nous donnerons des détails dans ce présent chapitre.

### 3.1. Protocoles

On distingue deux types essentiellement :

- Les protocoles de signalisation qui gèrent la mise en relation de deux usagers, l'état des lignes, le statut des terminaux, les CODECs, ...

On peut citer le assez daté *H323* qui est disponible sur du matériel ancien ou *SIP* qui le supplante aujourd'hui et qu'on retrouve sur la plupart d'équipements de ToIP récents.

- Les protocoles de transport qui s'occupe de l'acheminement de la voix sur le réseau. Les principaux sont *RTP* qui a pour but d'offrir une connexion de bout en bout et en temps réel sur le réseau IP et *RTCP* qui sert à surveiller la QoS offert et à fournir les informations sur l'interlocuteur.

Ces protocoles peuvent être sollicités auprès de fournisseurs d'accès internet ou bien auprès d'opérateurs de voix sur IP.

ASTERISK implémente les protocoles **H.320**, **H.323** et **SIP** (*Session Initiation Protocol*), ainsi que **IAX** (*Inter-Asterisk exchange*) pour l'interconnexion entre deux serveurs ASTERISK.

**H.320** est le protocole utilisé pour les téléphones numérique du RNIS. **H.323** découle de **H.320** et regroupe un ensemble de protocoles de communication **voix, image et données sur IP**.

**SIP** est le protocole standardisé (RFC) reprenant le meilleur. Les **Requests For Comments (RFC)**, littéralement « demande de commentaires », sont une série numérotée de documents décrivant les aspects et spécifications techniques d'Internet, ou de différents matériels informatiques (routeurs, serveur DHCP)

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

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

- **Session Initiation Protocol (SIP)**

Le **SIP** (Session Initiation Protocol) est un protocole de signalement utilisé pour établir une « session » entre deux ou plus de participants, modifier cette session, et finalement terminer cette session. Son utilisation est devenue MAJEURE dans le monde de la téléphonie IP. Le fait que le **SIP** est un standard ouvert a généré un intérêt énorme sur le marché de la téléphonie, et les constructeurs de téléphones SIP ont connu une croissance phénoménale dans ce secteur.

- **H.323**



Le H.323 est, comme le SIP, un protocole conçu pour l'activation, la gestion et la terminaison d'une session média. C'est l'un des standards de l'UIT qui définit une gamme plus large de protocoles faits pour fournir des communications audio et visuelles sur un réseau informatique.

- **Real-time Transport Protocol (RTP)**

Le protocole RTP – Real Time Transport Protocol – décrit le format de paquet standard de la transmission audio et vidéo sur Internet. Il est défini dans le RFC 1889. Développé par le Audio Vidéo Transport Working group, il a été publié pour la première fois en 1996. Ce protocole est largement employé dans le domaine des communications et des loisirs qui comprend le streaming media comme la téléphonie, les applications de visioconférence, les services de télévision et des fonctionnalités push-to-talk basées sur le web.

- **Real-Time Transport Control Protocol (RTCP)**

Le RTCP signifie Real Time Transport Control Protocol et est défini dans le RFC 3550. Il va de pair avec le RTP. Le rôle du RTP est de transmettre les données elles-mêmes, alors que le rôle du RTCP est de transmettre les paquets de contrôle aux participants d'un appel. Sa fonction principale est donner un feedback sur la qualité du service fourni par le RTP.

- **Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)**

Le SRTP aussi connu sous le nom de Secure Real – Time Transport Protocol, est une extension d'un profil de RTP (Real-Time Transport Protocol) qui ajoute davantage de fonctions de sécurité, comme le message d'authentification, la confidentialité et la protection anti-replay, principalement prévues pour les communications VoIP.

- **Session Description Protocol (SDP)**

SDP est l'abréviation de **S**ession **D**escription **P**rotocol. le Session Description Protocol définit un standard qui décrit les paramètres pour l'échange de média (souvent média en streaming) entre deux (normalement) points.

### 3.2. Codecs

Le CODECs est un circuit de numérisation / compression / décompression de la voix.

Un **codec** est un dispositif matériel ou logiciel permettant de mettre en œuvre l'encodage ou le décodage d'un flux de données numérique, en vue d'une transmission ou d'un stockage. Certains CODEC intègrent également une fonction de compression ou encore de déchiffrement des données.

L'acronyme « codec » vient de « **c**odeur **d**écodeur » (*coder-decoder* en anglais).

Il joue un rôle important dans les systèmes de ToIP car de lui **dépend la qualité sonore, la bande passante requise ou le débit requis**.



A titre d'exemplele CODEC G711 génère un débit de 64kbps contre 32kbps pour le G726, 8kbps pour le G729 ou 6.4kbps pour le G723.

v · m		Formats de compression multimédia	[masquer]
Vidéo	ISO/CEI	MJPEG · Motion JPEG 2000 · MPEG-1 · MPEG-2 · MPEG-4 ASP · MPEG-4 AVC · MPEG-H HEVC · HEIF · MPEG-I VVC · MPEG-5	
	UIT-T	H.120 · H.261 · H.262 · H.263 · H.264 · H.265/HEVC · H.266/VVC	
	On2	VP3 · VP5 · VP6 · VP7 · VP8 · VP9	
	Autres	AMV · AV1 · AVS · Bink · Cinepak · Dirac · Indeo · <a href="#">jpg.rem</a> · <a href="#">Pixlet (en)</a> · RealVideo · <a href="#">rem</a> · RTVideo <a href="#">(en)</a> · <a href="#">SheerVideo (en)</a> · <a href="#">Smacker video (en)</a> · Snow · Sorenson · Theora · VC-1 · WMV · HuffYUV	
Audio	ISO/CEI	MP3 · <a href="#">MPEG-1 Layer II (en)</a> · <a href="#">MPEG-1 Layer I (en)</a> · AAC · AAC+ · eAAC+ · SBR · Parametric Stereo · MQA	
	UIT-T	G.711 · <a href="#">G.719 (en)</a> · G.722 · <a href="#">G.722.1 (en)</a> · G.722.2 · G.723 · <a href="#">G.723.1 (en)</a> · G.726 · G.728 · G.729 · G.729.1	
	Autres	AC3 · AMR · Apple Lossless · ATRAC · CELT · FLAC · <a href="#">iLBC (en)</a> · Monkey's Audio · Loi µ · Musepack · <a href="#">Nellymoser (en)</a> · OptimFROG · Opus · RealAudio · <a href="#">RTAudio (en)</a> · SHN · <a href="#">Siren (en)</a> · Speex · TAK · Vorbis · WavPack · WMA	
Image	ISO/CEI/UIT-T	JPEG · JPEG 2000 · JPEG-LS · JPEG XL · JBIG · JBIG2 · PNG · WBMP · HEIF	
	Autres	AVIF · BMP · BPG · FLIF · GIF · <a href="#">ICER (en)</a> · ILBM · MNG · PCX · PGF · TGA · TIFF · JPEG XR / HD Photo · EMF/WMF · WebP	
Conteneur	Général	3GP · AAF · ASF · AVI · Bink · <a href="#">DMF</a> · DPX · FLV · Matroska · MP4 · MPEG-PS · MPEG-TS · MXF · NUT · Ogg · Ogg Media · OMF · QuickTime · RealMedia · <a href="#">Smacker (en)</a> · Video Object · WebM	
	Audio	AIFF · AU · BWF · CAF · GigaFont · Gus Patch · RF64 · SoundFont · WAV	
Métadonnées		<a href="#">APE tag (en)</a> · ID3 · MPEG-7	

Le prochain chapitre abordera les différents outils matériels et logiciels utiles dans une architecture de projet ToIP.





## CHAPITRE 4 : PREPARATION AU PROJET: LES OUTILS MATERIELS ET LOGICIELS – ARCHITECTURES.

De la théorie à la pratique, il y a un saut considérable que nous pouvons illustrer de différentes manières. L'objectif de cette partie est de proposer un panorama assez large des applications pratiques de la téléphonie sur IP.

A cet effet, la bonne maîtrise pour la mise en œuvre d'une bonne architecture de projet passe par la connaissance des différentes composantes non seulement physiques mais logiciels afin d'aborder plutôt les angles de paramétrages et configurations.

### 4.1. Les outils pour faire fonctionner la ToIP

Pour fonctionner, un réseau ToIP a besoin de :

- D'un **autocommutateur IPBX** dont le dimensionnement dépend de la quantité de terminaux et de lignes téléphoniques à gérer, sur site ou dématérialisé (solution virtuelle hébergée dans le Cloud) ;
- De **terminaux téléphoniques IP** (les *IP-Phones*), de soft phone (logiciel assurant les fonctions téléphoniques), ou d'adaptateurs IP pour les postes analogiques,
- D'**équipements réseaux** : les switchs qui gèrent le POE (*Power over Ethernet*) ou les VLAN (Virtual Local Area Network),
- D'une **Gateway IP** vers une interface d'accès au réseau RNIS qui établira la liaison au réseau de téléphonie fixe d'un opérateur traditionnel.

### La centrale téléphonique

Dans le cas particulier de la ToIP, le central téléphonique qui prend le nom **IPBX** est :

- soit un PABX doté de fonctionnalités IP ;
- soit un ordinateur sur lequel des logiciels spécialisés (*serveurs de téléphonie*) ont été installés. C'est le

deuxième cas qui s'appliquera à ces manipulations compte tenu du matériel disponible.

Pour les logiciels serveur de téléphonie, plusieurs solutions existent sur le marché parmi lesquelles des solutions libres et des solutions commerciales.

### Les terminaux

Le terminal sera :

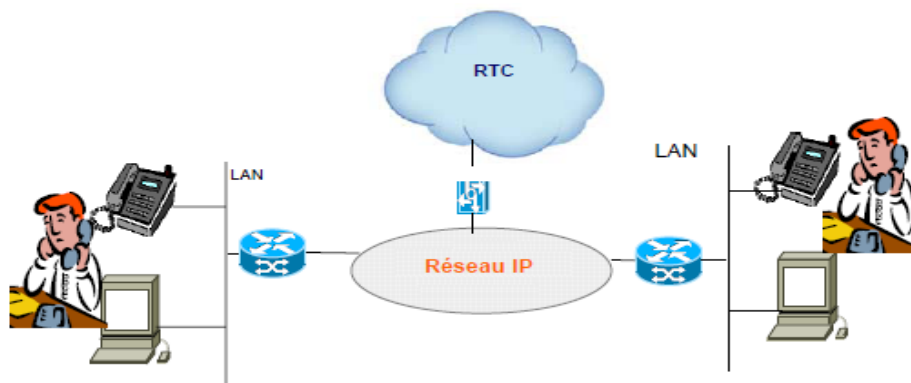
- 17



utiliser, comme ci-dessus, une carte FXS. Ensuite un simple câble réseau RJ45 permet de relier l'IPBX et le routeur.

Cependant, nous pouvons également voir que l'IPBX est connecté au RTC. Cela est possible grâce à une carte spécifique que nous ajoutons sur l'IPBX. Cette carte se nomme FXO (Foreign eXchange Office). Elle permet de fournir l'information d'état décroché ou raccroché.

### Téléphonie Sur IP



Ce schéma représente une architecture **ToIP** (Telephony over IP). Nous pouvons identifier sur ce dernier que les téléphones sont directement reliés au réseau LAN. Ceci est dû au fait que ce sont des téléphones IP et qu'ils possèdent une interface RJ45.

Cependant, il est également possible d'utiliser des logiciels, appelé Soft phone, directement installés sur un PC ce qui permet également de faire de la ToIP.

**Il est très important de noter la différence entre la VoIP et la ToIP. La VoIP est une technologie tandis que la ToIP est un service "Full IP" utilisant la technologie VoIP.**



## CHAPITRE 5 : IMPLEMENTATION : CONFIGURATION, TESTS ET RESULTATS – ELASTIK / FREE PBX.

Ce chapitre a vocation à être purement pratique.

### 5.1. Matériels et Logiciels

- Virtual box ;
- Free PBX ;
- Xlite ;
- 3CXPhone ;
- Windows 10 ;
- GSWave ;
- PC Portable ;
- Serveur ;
- Routeur.

### 5.2. Fonctionnalités d'Asterisk

**Asterisk** propose toutes les fonctionnalités d'un standard téléphonique de niveau professionnel, des plus élémentaires aux plus complexes. Non content de gérer le routage des appels au sein du réseau, il supporte une très large gamme de services, notamment les suivants (pour la liste exhaustive de ces services, voir le site de l'éditeur, à l'adresse <http://www.asterisk.org>) :

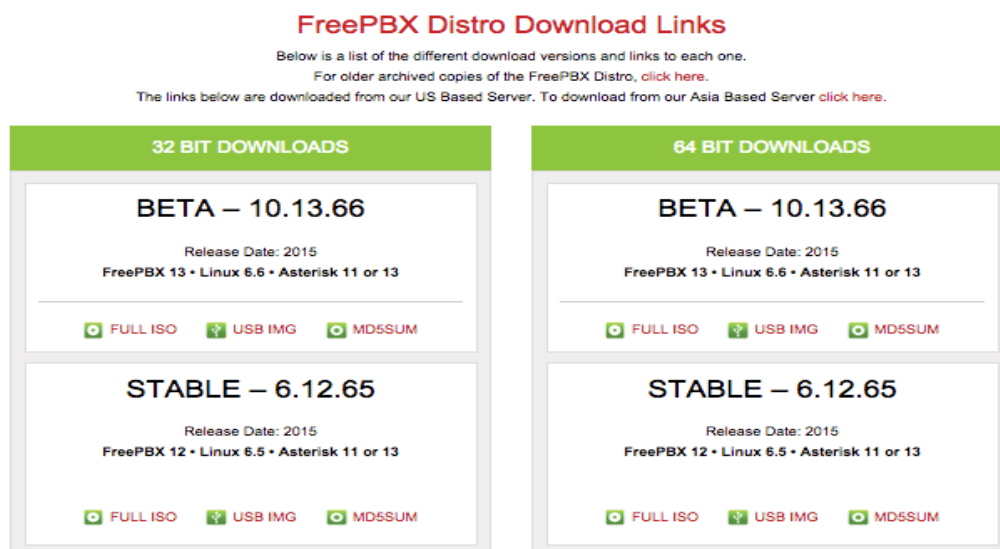
- *Authentification des utilisateurs appelants.*
- *Serveur vocal, ou standard d'accueil téléphonique automatisé, aussi appelé IVR (Interactive Voice Response) Cette fonction permet de demander à l'appelant le service qu'il souhaite utiliser et d'effectuer le routage correspondant.*
- *Numérotation abrégée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

Le logiciel peut être utilisé comme une passerelle ToIP hétérogène. Par exemple, des utilisateurs exploitant différents protocoles de signalisation, comme H.323 ou SIP, peuvent être mis en relation. C'est le logiciel qui se charge d'effectuer les conversions de signalisation. De la même manière, il peut servir de passerelle pour joindre des correspondants dans le réseau téléphonique RTC. Enfin, le logiciel est modulable et extensible au moyen de scripts et de modules implémentés en langage C ou Perl.



### 5.3. Installation et configuration

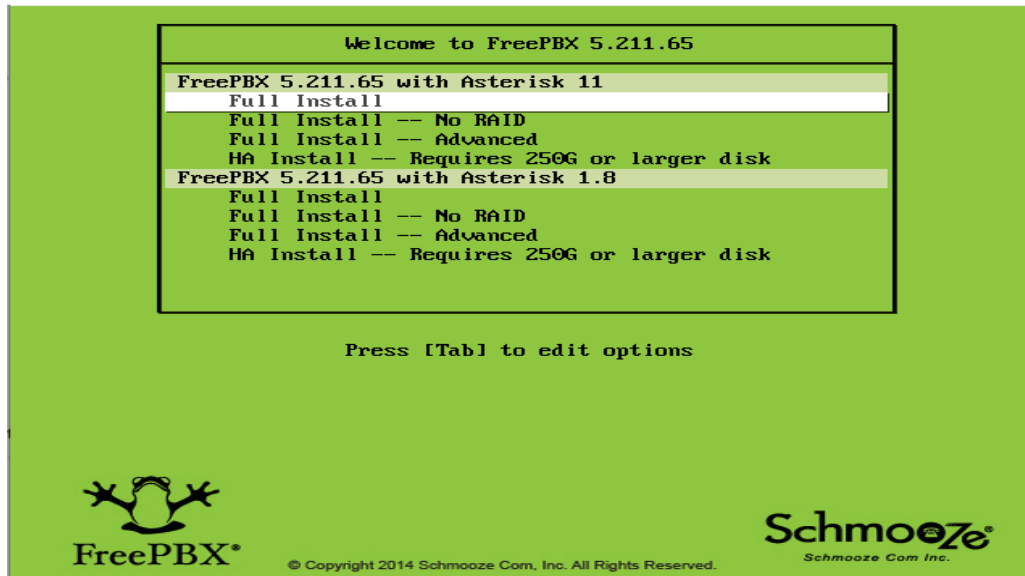
Convertissez le fichier ISO en DVD ou CD. Sur les machines **Windows 7**, faites un clic droit sur le fichier et sélectionnez “Ouvrir avec”, puis sélectionnez *Windows Disc Image Burner*. Pour les ordinateurs exécutant d’autres systèmes d’exploitation, Google recherche comment convertir ISO en CD, et vous trouverez beaucoup d’instructions.



1. Sélectionnez un ordinateur pour installer *FreePBX Distro*.
2. **AVERTISSEMENT : TOUT CE QUI EST SUR L’ORDINATEUR SERA EFFACÉ ET REMPLACÉ PAR LE FREEPBX DISTRO.** Configurez l’ordinateur pour démarrer à partir d’un DVD ou d’un CD. Insérez le DVD ou le CD dans l’ordinateur et allumez-le.
  1. REMARQUE : vous devez être connecté à Internet pour exécuter le programme d’installation.
  2. Si vous installez en utilisant un lecteur USB, vous pouvez rencontrer une erreur “kickstart” lors de l’installation. Si vous le faites, ne vous inquiétez pas ! Il suffit de continuer à frapper quand les invites apparaissent, et tout ira probablement très bien.
3. Le programme d’installation commencera par vous inviter à sélectionner la version d’Asterisk que vous souhaitez installer.



## Options d'installation :

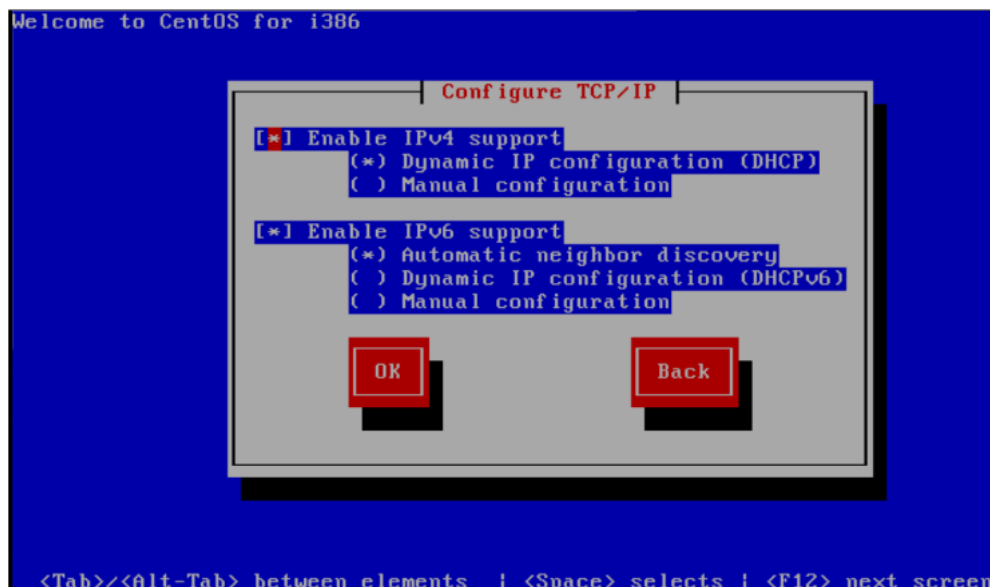


1. **Installation complète** : c'est l'option habituelle. Si l'ordinateur est équipé de deux disques durs, les deux lecteurs seront effacés et FreePBX Distro configurera automatiquement un miroir RAID 1 à l'aide des deux disques. Avoir deux disques est recommandé. Car cela permettra au PBX de continuer à fonctionner normalement si l'un des disques est défaillant.
  2. **Installation complète – Pas de RAID** : Cette option installe FreePBX Distro sans configurer automatiquement un miroir RAID 1.
  3. **Installation complète – Avancé** : Cette option permet le partitionnement de disque manuel et la création de volume RAID.
  4. **Installation HA – Nécessite un disque 250G ou plus**: Choisissez cette option si vous envisagez d'acheter et d'utiliser l'option [Haute disponibilité](#) pour configurer un miroir à deux serveurs FreePBX Distro.
2. Le système vous présentera une fenêtre montrant qu'il récupère des images pendant qu'il télécharge le paquet d'installation à partir d'Internet. Cela devrait prendre 3-5 minutes.

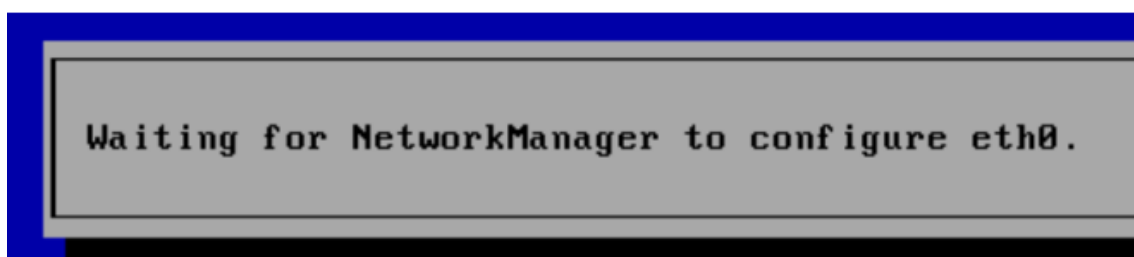
```
usbcore: registered new device driver usb
PCI: Using ACPI for IRQ routing
NetLabel: Initializing
NetLabel: domain hash size = 128
NetLabel: protocols = UNLABELED CIPSOv4
NetLabel: unlabeled traffic allowed by default
hpet0: at MMIO 0xfed00000, IRQs 2, 8, 0
hpet0: 3 comparators, 64-bit 100.000000 MHz counter
Switching to clocksource kvm-clock
pnp: PnP ACPI init
ACPI: bus type pnp registered
pnp: PnP ACPI: found 7 devices
ACPI: ACPI bus type pnp unregistered
NET: Registered protocol family 2
IP route cache hash table entries: 32768 (order: 5, 131072 bytes)
TCP established hash table entries: 131072 (order: 8, 1048576 bytes)
TCP bind hash table entries: 65536 (order: 7, 524288 bytes)
TCP: Hash tables configured (established 131072 bind 65536)
TCP reno registered
NET: Registered protocol family 1
pci 0000:00:00.0: Limiting direct PCI/PCI transfers
pci 0000:00:01.0: PIIX3: Enabling Passive Release
pci 0000:00:01.0: Activating ISA DMA hang workarounds
Trying to unpack rootfs image as initramfs...
```



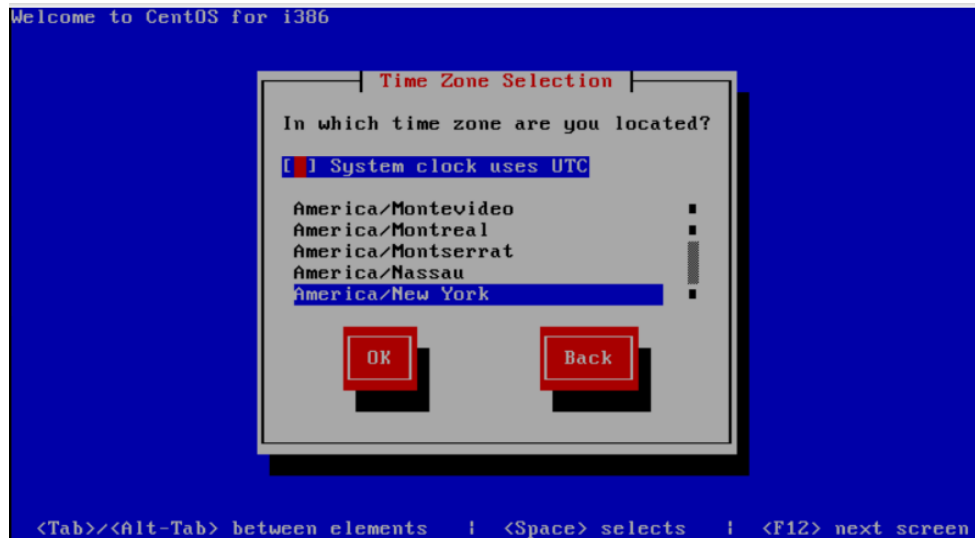
4. Après le démarrage du système, vous verrez des options pour configurer votre réseau. Les sélections par défaut sont correctes dans la plupart des cas, appuyez simplement sur TAB jusqu'à ce que la case rouge "OK" soit surlignée en blanc, puis appuyez sur ENTER. Vous pouvez également choisir l'option pour configurer manuellement vos connexions réseau si vous le souhaitez.



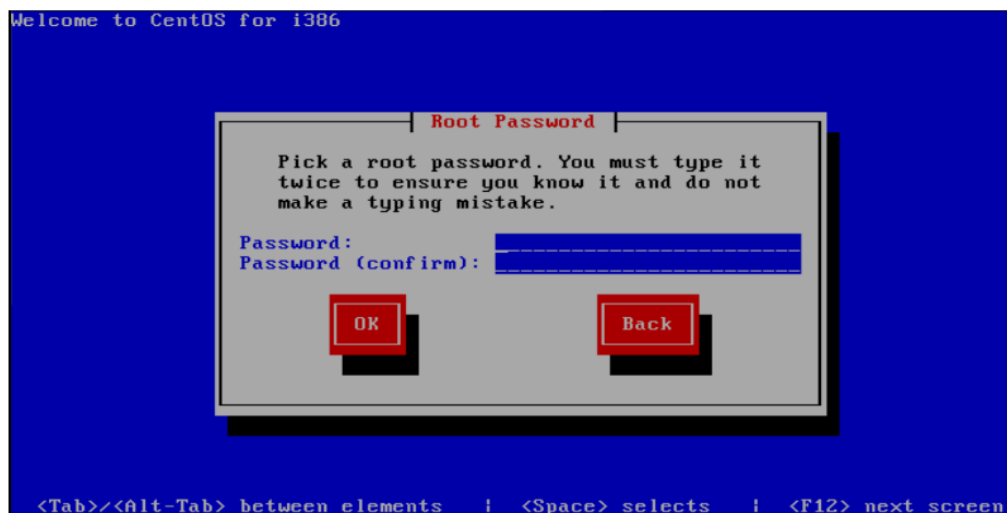
5. Hit "OK" et le système va configurer vos connexions réseau.



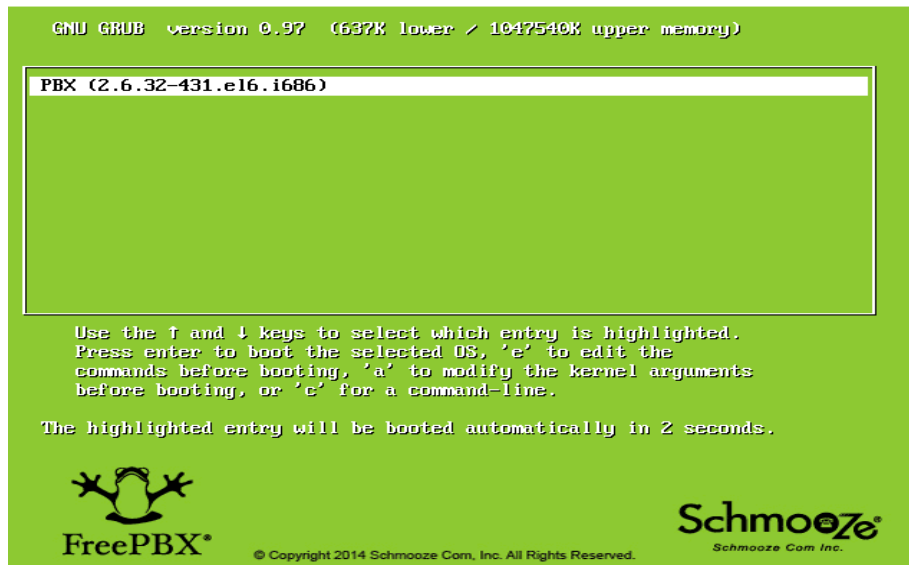
6. Finalement, vous atteindrez l'écran "Time Zone Sélection". Si votre horloge système utilise GMT (la plupart ne le font pas), appuyez sur ESPACE. Ensuite, appuyez sur TAB pour vous déplacer dans la zone de sélection du fuseau horaire. Utilisez les flèches haut et bas pour sélectionner le fuseau horaire dans lequel vous allez utiliser le système, puis appuyez sur TAB jusqu'à ce que le bouton rouge "OK" soit surligné en blanc. Ensuite, appuyez sur ENTRÉE.



7. Le programme d'installation vous demandera de sélectionner votre mot de passe root. Le mot de passe racine est le mot de passe que vous utiliserez pour vous connecter à l'invite de commande Linux plus tard. La sélection d'un mot de passe sécuriser est très importante. Tapez le mot de passe, appuyez sur TAB, tapez-le à nouveau, appuyez sur TAB, puis appuyez sur ENTRÉE.







8. Quelques paquets supplémentaires seront installés et mis à jour après le redémarrage de l'installation. Cela peut prendre 10-15 minutes.

```
Testing for internet access
Internet Access Test Passed

Updating all FreePBX modules. This can take a couple of minutes.
_
```

9. Une fois le processus terminé, vous accéderez à la console Linux / à l'invite de commande. Vous pouvez vous connecter ici en utilisant le nom d'utilisateur "root" sans les guillemets, et le mot de passe root que vous avez sélectionné plus tôt.


```
SHMZ release 6.5 (Final)
Kernel 2.6.32-431.el6.i686 on an i686


localhost login: _
```

10. Après vous être connecté, vous devriez voir l'adresse IP de votre PBX comme indiqué ci-dessous. Prenez note de cette adresse IP car vous en aurez besoin à l'étape suivante.



11. Accédez à un autre ordinateur sur le même réseau et entrez l'adresse IP du nouveau PBX dans votre navigateur Web. La première fois que vous le faites, il vous sera demandé de créer le nom d'utilisateur et le mot de passe administrateur. Ce nom d'utilisateur et mot de passe seront utilisés dans le futur pour accéder à l'écran de configuration FreePBX. Note : Ces mots de passe ne modifient pas le mot de passe root ! Ils sont uniquement utilisés pour accéder à l'interface Web FreePBX.

 FreePBX Support

 iSymphony Panel

## Welcome to FreePBX Administration!

---

### Initial setup

---

Please provide the core credentials that will be used to administer your system

Username	<input type="text" value="username"/>
Password	<input type="password" value="password"/>
Confirm Password	<input type="password" value="password"/>
Admin Email address	<input type="text" value="email address"/>
Confirm Email address	<input type="text" value="confirm email"/>

Set up my Account

12. L'écran principal *FreePBX* vous offrira quatre options :

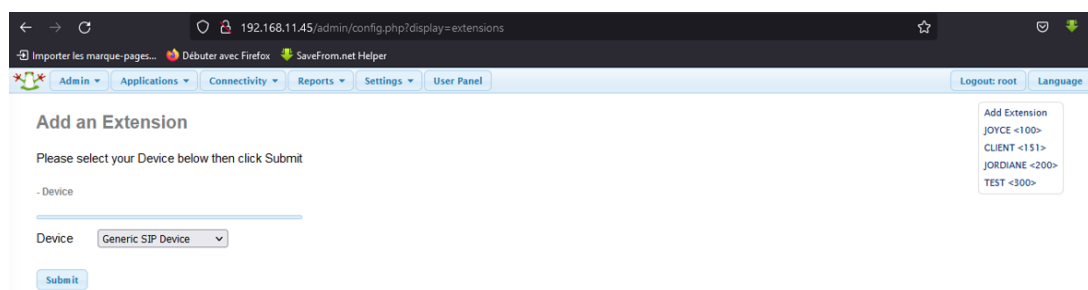




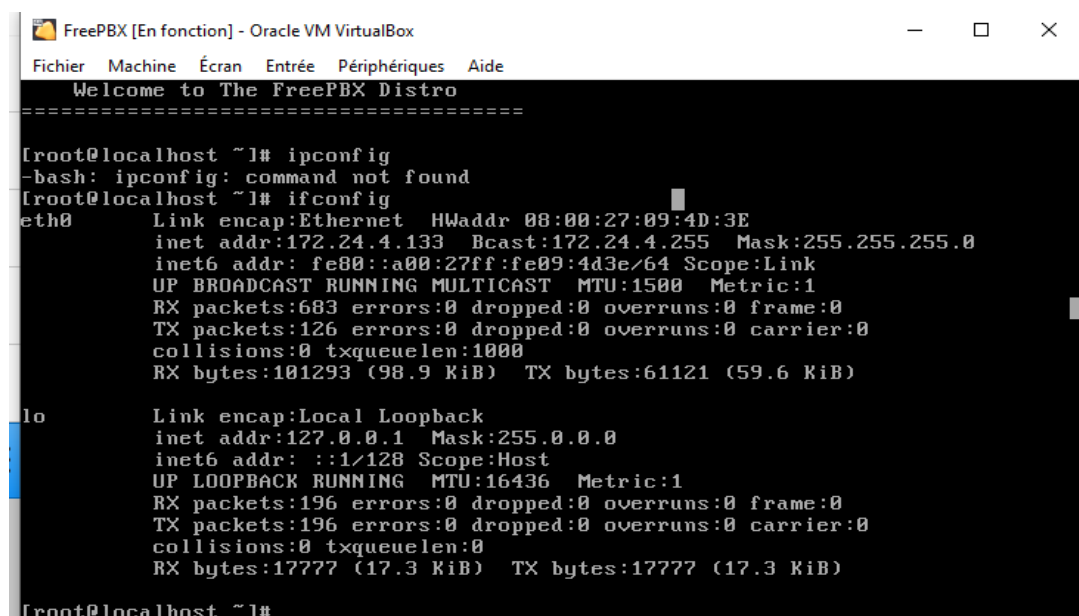
1. **FreePBX Administration** vous permettra de configurer votre PBX. Utilisez le nom d'utilisateur et le mot de passe administrateur que vous avez configurés à l'étape ci-dessus pour vous connecter. Cette section est ce que la plupart des gens appellent « FreePBX ».
2. **Le panneau de configuration de l'utilisateur** permet à l'utilisateur de se connecter pour passer des appels Web, configurer les boutons de son téléphone, afficher des messages vocaux, envoyer et recevoir des télécopies, utiliser la messagerie SMS et XMPP, voir les conférences, etc.
3. **Le panneau de commande** est un écran qui permet à un opérateur de contrôler les appels
4. **Obtenir de l'aide** vous amène à une page Web sur diverses options de support officiel pour FreePBX.

#### 5.4. Configurations suites et tests

##### Configuration des extensions



##### Test des configurations





## Adresse IP récupérer

```
C:\Users\ALPHA>ping 172.24.4.133

Envoi d'une requête 'Ping' 172.24.4.133 avec 32 octets de données :
Réponse de 172.24.4.133 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 172.24.4.133 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 172.24.4.133 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 172.24.4.133 : octets=32 temps<1ms TTL=64

Statistiques Ping pour 172.24.4.133:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
    Durée approximative des boucles en millisecondes :
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Moyenne = 0ms

C:\Users\ALPHA>
```

## Ping entre pc et serveur





## Appel entrant



## Réception d'appel

Nous clôturons ce support de cours avec le sentiment d'avoir fournis aux apprenants le *package* nécessaire pour un rendement meilleur sur l'apprentissage sur la ToIP/VoIP.



## ANNEXES (02)

	Nom / Description	Editeur	Site Editeur / Téléchargement
			
			
			
			
			
			
			
SipXphone			



Quelques Serveurs de téléphonie IP''

	<i>Nom / Description</i>	<i>Editeur</i>	<i>Site Editeur / Téléchargement</i>
Asterisk	Paquetage à installer sur un OS	Digium	<a href="http://www.asterisk.org/">http://www.asterisk.org/</a>
	AsteriskNow	Digium	
	Trixbox	Fonality	
	Elastix	PaloSanto	<a href="http://www.elastix.org/">http://www.elastix.org/</a>
	PIAF		
	...		
SipX		SipFoundry	<a href="http://www.sipfoundry.org/">http://www.sipfoundry.org/</a>
FreeSWITCH			<a href="https://freeswitch.org/">https://freeswitch.org/</a>
CallWeaver	(anciennement OpenPBX)		<a href="http://www.callweaver.org/">http://www.callweaver.org/</a>
Axon		NCH	
Bayonne			<a href="http://www.gnutelephony.org/">http://www.gnutelephony.org/</a>
Ser (OpenSer)			
Yate			

## CONCLUSION



La téléphonie sur IP constitue un marché qui attire de plus en plus l'attention, permettant de concentrer accès, gestion et administration sur un seul système, elle génère ainsi une très forte potentialité de gains fondés sur de réelles économies de coûts. Elle autorise l'intégration des différents sites des grandes entreprises en un seul système de téléphonie, à la fois synonyme d'économies pour les employés en déplacement comme pour les télétravailleurs, et optimisant les applications informatiques des systèmes de téléphonie. Si la téléphonie sur IP présente de nombreux avantages, elle doit néanmoins relever de nombreux défis, et pallier certains inconvénients techniques, notamment en matière de sécurité, de normes et de qualité de voix.

Les entreprises doivent affronter une hétérogénéité de l'offre au moment même d'un certain ralentissement économique. Pour fonder au mieux leur prise de décision, les entreprises doivent évaluer leurs besoins, établir un plan et procéder à l'investissement qui s'impose en conséquence. Dans le cadre de l'étude de leurs besoins, les entreprises doivent tenir compte de plusieurs facteurs : ***le nombre et le type d'utilisateurs à savoir distants ou internes, la téléphonie sur IP globale et locale, les coûts liés à l'utilisation ou au remplacement de l'équipement existant par un système de téléphonie sur IP, le niveau acceptable de la qualité de la voix, les mesures de protection contre les atteintes à la sécurité et enfin, le type de convergence souhaité comme services intégrés de types messagerie électronique, messagerie vocale, click-to-dial, vidéoconférences basée sur le Web.***

Pour choisir le système de téléphonie sur IP le mieux adapté à leurs besoins, *et qui n'est pas nécessairement le plus évolué ou le plus onéreux*, les entreprises doivent prendre en considération les questions relatives aux coûts d'installation et de maintenance, au retour sur investissement, à la sécurité et aux normes. Autre point important à considérer, ce sont les contrats de niveau de service relatifs, par exemple, à la disponibilité du réseau, le temps d'attente, la 79 perte de paquets, la prestation de services, le temps moyen de réparation et l'indice de qualité de la voix / l'indice des appels. Les questions de sécurité vont être de plus en plus importantes à court terme et cela, jusqu'à ce que les systèmes de téléphonie s'appuyant sur les réseaux locaux soient plus aboutis.

**La technologie VoIP** permet une grande mobilité en le combinant avec des technologies comme Wireless, Bluetooth, WIFI. Nous ne pouvons que nous réjouir de vivre l'essor de ses différentes technologies. ***Nous pouvons donc vraisemblablement penser que le protocole IP deviendra 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.***

## FICHE DE PROJETS - CC





Il s'agit de déployer et vérifier la fonctionnalité du service de base qui est le transfert de la voix.

#### Travail à faire 1 :

- ajouter quelques extensions à l'IPBX (chaque apprenant pourra créer sa propre extension) ;
- dire quelles sont vos observations.

Il est possible de créer une longue liste d'extensions préalablement saisie sous un tableur (MS Excel par exemple) et enregistrer au format « csv ». Les colonnes de la table doivent représenter le minimum de champs indispensables à la création d'une extension (*Display Name, User Extension, Secret, Tech*).

#### Travail à faire 2 :

- paramétrer le softphone pour se connecter à l'IPBX sous l'extension créée précédemment (consulter au besoin le guide d'utilisation du logiciel) ;
- vérifier l'effectivité de la connexion à l'IPBX (message de confirmation du softphone au niveau du client ou consultation du FOP au niveau du serveur) ;
- passer quelques appels de test vers les camarades ;
- conclure.

#### Question de réflexion : comment gérer un appel qui n'as pas pu aboutir

*Un appel peut ne pas se dérouler normalement pour plusieurs raisons : abonné qui ne décroche pas (non réponse), abonné déjà en cours de communication (poste occupé), abonné absent (non connecté / hors réseau / non joignable). Quelles réponses peut-on apporter à l'appelant dans ce cas ?*

*Plusieurs solutions sont envisageables : messagerie vocale (voicemail), rappel sur poste occupé (callback), annonce, redirection d'appel (vers un autre numéro, vers un IVR, ...)*

### **BOITE VOCALE (MESSAGERIE VOCALE ET VOICEMAIL)**

La messagerie vocale est un service ou fonctionnalité qui permet de laisser un message vocal à un correspondant lorsqu'on est dans l'impossibilité de le joindre sur son poste. ...

#### Travail à faire 1 : Redirection vers la boite vocale (en cas d'indisponibilité)

- activer la boite vocale sur la première extension de votre installation ;
- ajouter un mot de passe numérique (PIN) ;
- vérifier que le renvoi n'est pas activé sur le dit numéro (supprimer sinon) ;
- tester la possibilité de dépôt de message dans la boite vocale (appel de la première extension depuis une autre extension – attente de l'invitation de la messagerie vocal – dépôt d'un message vocal) ;
- écouter le dit message à partir de l'extension destinatrice (consulter la liste des « codes fonction » pour obtenir le code d'accès direct à la boite vocal à partir de son poste).

#### Travail à faire 2 : Accès direct à la boite vocale depuis son poste

- consulter la liste des « codes fonction » pour obtenir le code d'accès direct à sa boite vocal depuis son poste ;
- accéder à la boite vocale du paragraphe précédent à partir de l'extension destinatrice (écoute – numérotation – accès à la boite vocale).

#### Travail à faire 3 : Accès direct à la boite vocale depuis une autre extension

- consulter la liste des « codes fonction » pour obtenir le code d'accès direct à sa boite vocal depuis une autre extension ;
- accéder à la boite vocale du paragraphe précédent depuis une autre extension (écoute – numérotation – accès à la boite vocale).



## LE GROUPEMENT D'APPEL

Un groupement d'appel est ensemble de postes autorisés à intercepter les appels entrant à destination d'un numéro dit

« de groupe ». Une telle fonctionnalité est utile lorsqu'un appelant a besoin de joindre un interlocuteur pour lequel l'identité ou le numéro de poste n'est pas connue d'avance.

Dans une entreprise, cette fonction permet de joindre un département ou un pool d'agents ayant des profils ou compétences similaires dans l'entreprise. Un usager qui voudrait joindre un agent *quelconque* du service technique par exemple n'aura qu'à composer le numéro du groupe attribué au service. Il sera alors mis en relation avec le premier membre du groupe disponible.

Dans un système classique, on rencontre 3 stratégies de groupement d'appel :

- séquentiel ou hiérarchique : la première extension (premier poste) disponible du groupe sonne en premier (priorité au premier de la liste), s'il ne décroche pas au bout d'un certain temps, le deuxième sonne et ainsi de suite jusqu'au dernier poste ;
- parallèle ou général: toutes les extensions (tous les postes) disponibles du groupe sonnent simultanément et le premier qui décroche prend l'appel ;
- cyclique: l'extension sonnée est le premier poste libre qui suit l'extension qui a pris le dernier appel à destination du groupe.

ASTERISK propose des stratégies plus ou moins apparentées à ces stratégies de base : "RINGALL", "HUNT", "MEMORYHUNT", "FIRSTAVAILABLE", "FIRSTNOTONPHONE", "...-PRIM"

Les étapes pour configurer un groupement d'appel sont les suivantes:

- Créer un groupe d'appel en se servant du menu *PBX / Ring-Groups* ; cela signifie, ajouter une extension qui pointera vers le groupe.
- Entrer une description de groupe.
- Définir la stratégie de sonnerie.
- Définir la durée de sonnerie maximale.
- Entrer la liste des extensions à sonner
- Entrer une destination par défaut au cas où aucun poste ne répondrait à un appel de groupe.
- Laisser le reste des options avec leur les valeurs par défaut.

### Travail à faire :

- consulter l'aide pour avoir la signification de chacune des stratégies ;
- créer un groupe d'appels contenant au moins trois extension pour chaque stratégie ;
- tester en composant le numéro du groupe ;
- conclure.

## RENOI D'APPEL



Le renvoi (ou redirection) d'appel est utile pour les usagers itinérants (plusieurs bureaux dans la même entreprise) ou en situation d'absence, de vacances, ... En cas d'indisponibilité sur le poste principal, l'appel peut être automatiquement redirigé vers un autre.

On distingue plusieurs stratégie de renvoi :

- renvoi immédiat (inconditionnel) : l'appel est immédiatement (sans détour) redirigé vers un autre poste ou groupe de postes ;
- renvoi sur non réponse : l'appel est rediriger vers un autre poste si le poste appelé n'a pas décroché au bout d'un certain temps de sonnerie ;
- renvoi sur poste occupé : l'appel est redirigé vers un autre poste si le poste appelé est occupé.

ASTERISK propose les deux premières stratégies et dans chacune d'elle il est possible de renvoyer l'appel vers un seul poste ou vers un groupe de postes. Dans ce dernier cas le paramétrage est quelque peu similaire à celui d'un groupement d'appel.

Travail à faire :

- configurer le renvoi immédiat sur une extension au choix ;
- configurer le renvoi sur non réponse (délai 10s) sur une autre extension au choix ;
- tester en appelant les dits extension ;
- désactiver (pas supprimer) le renvoi sur l'une des extensions et reprendre le test ;
- conclure.

## TRANSFERT D'APPEL

Le service de transfert d'appel permet à un utilisateur (ce n'est pas à l'initiative de l'administrateur de l'IPBX !!!) de basculer un appel initialement à destination de son poste vers un autre. L'activation du transfert peut se faire manuellement ou automatiquement.

### TRANSFERT MANUEL

Un usager A appelle l'utilisateur B. Après avoir identifié A, B apprend que A veut parler à l'utilisateur C ; B tape la touche (ou le code) de transfert d'appel, compose ensuite le numéro de C et raccroche. Un tel scénario est souvent appelé *transfert aveugle* car B ne vérifie pas la disponibilité de C avant de transférer l'appel.

Dans un tout autre scénario, il est possible que B mette en attente A, appelle C, lui demande s'il accepte de prendre l'appel de A ; dans l'affirmative il suspend la communication avec C, reprend la communication avec A, puis le transfert vers C comme dans le cas précédent : on parle alors de *transfert supervisé*.

Travail à faire :

- vérifier la disponibilité d'une touche (ou d'un code) d'activation du transfert d'appel manuel sur votre terminal ;
- vérifier que le transfert d'appel est bien disponible et activé (voir plan de numérotation de l'IPBX) ;
- se mettre par équipe de trois pour le tester ;
- conclure.

### TRANSFERT AUTOMATIQUE



Le transfert d'appel peut également s'effectuer automatiquement. Dans ce cas, l'utilisateur doit l'avoir activé à l'avance à partir de son poste, en indiquant les conditions dans lesquelles il doit être déclenché (tous les appels, poste occupé, nonréponse, ...).

#### Travail à faire :

- retrouver les codes d'activation du transfert automatique d'appel (voir plan de numérotation de l'IPBX) et vérifier que le transfert d'appel est bien activé sur l'IPBX ;
- se mettre par équipe d'utilisateurs pour activer et tester différents scénarii ;
- désactiver le transfert automatique et vérifier par un test ;
- conclure.

### **LE PARCAGE D'APPEL**

Le parage d'appel est la possibilité de mettre en attente un correspondant en transférant l'appel vers un numéro de parking qui va lui être associé temporairement, et dès lors de pouvoir reprendre l'appel à partir de n'importe quel poste en composant ce numéro.

Par défaut ce service est associé au code fonction \*85, voir le menu FEATURE CODES.

#### Travail à faire :

- vérifier la disponibilité d'un code fonction d'activation du parage d'appel ;
- préparer au moins trois postes ;
- se mettre par équipe de deux pour le tester ;
- conclure.

### **SERVEUR VOCAL INTERACTIF**

Le serveur vocal interactif – SVI (ou IVR – Interactive Voice Response) ou standard automatique est très pratique pour une entreprise. Son principe est simple et bien connu : après avoir composé le numéro de l'entreprise, l'appelant écoute un message préenregistré, l'invitant à faire un choix au clavier.

Il permet à l'appelant par exemple d'entrer en relation avec la bonne personne, d'accéder aux informations ou d'exécuter des tâches spécifiques à partir d'un terminal téléphonique.

Sa mise en place nécessite :

- l'élaboration d'une structure de menus de navigation vocale ;
- la création et l'enregistrement des messages vocaux qui serviront de guide à l'appelant relativement aux instructions et aux choix de navigations possibles.

#### **11.1. ENREGISTREMENT D'UN MESSAGE VOCAL POUR ASTERISK**

Un message audio peut être enregistré et intégré à l'IPBX de deux façons :

- soit directement à partir d'un terminal téléphonique dont l'extension est clairement indiquée depuis l'IPBX ;
- soit indirectement à partir d'un logiciel externe de traitement audio (audacity, VLC, ...), puis télécharger vers l'IPBX.

Dans tous les cas, l'outil graphique permettant de le faire sous FreePBX est l'outil SYSTEM RECORDING.

#### Travail à faire 1 :

Il est question d'enregistrer le message suivant à partir d'un terminal :



#### Message 1

« Bienvenue à l'IUT-FV de BANDJOUN ! Bien vouloir suivre attentivement les instructions. Pour joindre la direction, appuyer sur 1 ; pour le département GTR, faire le 2 ; pour le département GE, faire le 3 ; pour le département GI, appuyer sur 4 ; pour le département MIP, appuyer sur 5 ; pour tout autre renseignement, faire le 6 ; pour quitter, appuyer sur 0. »

- retrouver l'onglet d'enregistrement de messages vocaux ;
- indiquer l'extension à partir duquel l'enregistrement doit se faire et noter le code à utiliser pour l'enregistrement (probablement le \*77 par défaut, voir FEATURE CODES) ;
- à partir de l'extension indiquée ci-dessus, composer le code d'enregistrement et faire l'enregistrement vocal correspondant au message ci-dessus ; terminer en appuyant sur #, ...

A partir du poste associé avec le numéro d'extension mentionné à l'étape précédente, composer \*77 et lancer l'appel.

Dès que l'appel est connecté, un bip sonore indique que l'enregistrement vocal a démarré. Il faut tout de suite commencer à parler.

Une fois l'enregistrement terminé, il faut appuyer sur la touche (#). Un menu vocal automatisé est alors déclenché ; il invite à appuyer sur (1) pour écouter l'enregistrement ou sur (\*#) pour reprendre l'enregistrement. En cas de choix de cette deuxième option (\*#), le réenregistrement démarre instantanément ; il faut donc tout de suite commencer à parler et appuyer sur (#) une fois l'enregistrement terminé.

... on peut ainsi recommencer jusqu'à ce que l'enregistrement soit satisfaisant. Raccrocher pour terminer cette étape.

- après avoir raccroché, réécouter le message en composant le code de réécoute – à relever sur la page voir FEATURE CODES, probablement le \*99 par défaut ;
- nommer cet enregistrement « *message\_standard* » et sauvegarder ;

Dès lors que l'enregistrement est jugé satisfaisant, raccrocher et retourner sur l'interface de gestion de l'IPBX, menu d'enregistrement vocal de l'étape précédente, indiquer un « nom de fichier » et sauvegarder l'enregistrement. Si tout se passe bien, alors un message de confirmation indique que l'enregistrement vocal a été sauvegardé, et celui-ci apparaît dans la liste des enregistrements sur le côté droit de l'écran.

- Conclure.

#### Travail à faire 2 :

Il est question d'enregistrer le message suivant à partir d'un logiciel externe :

#### Message 2

« IUT-FV, bonjour ! Pour les informations sur nos formations, appuyer sur 1 ; pour les frais de scolarité, appuyer sur 2 ; pour parler à un responsable, appuyer sur 3 ; pour quitter faire le 0. »

- se servir d'un logiciel de traitement audio de votre choix pour enregistrer le message ci-dessus au format PCM 16bit, 8kHz et en sauvegarder le sous le nom « *message\_audiotex* » ;
- réécouter le message en le lisant avec un logiciel de lecture audio ;
- retrouver l'onglet d'enregistrement de messages vocaux ;
- indiquer le chemin vers le fichier enregistré précédemment ;
- si tout se passe bien, nommer l'enregistrement et sauvegarder ;
- conclure.

## 11.2. PARAMETRAGE DU MENU VOCAL INTERACTIF

### Travail à faire 1: Le standard automatique

- retrouver l'onglet de configuration de l'IVR ;



- ajouter un nouvel IVR nommé « *IVR\_standard* » et indiquer le message vocal à lui associer (message 1 du paragraphe précédent) ;
- ajouter autant d'option que dans le message, soit 07 options ; il suffit d'appuyer sur le bouton correspondant autant de fois que nécessaire ;
- paramétrer chaque option en indiquant à chaque fois l'extension correspondant aux différentes destinations à atteindre (Direction, Départements, ...)
- créer une nouvelle extension qui servira de *standard* ; cette extension particulière, qui par principe ne doit être affecté à aucun utilisateur, devra alors être toujours volontairement indisponible (non connectée) pour laisser l'appel se poursuivre vers l'IVR ; il faudrait donc paramétrer en conséquence son champ « *Not Reachable* » en fin de page.

*Le standard étant généralement associé aux appels entrant (en provenance de l'extérieur), l'IVR est plus souvent associé directement à un faisceau entrant (InboundRoute) plutôt qu'à une extension.*

- valider l'ensemble des configurations et procéder aux tests ;
- conclure.

### Travail à faire 2: Le serveur audiotex

- retrouver l'onglet de configuration de l'IVR ;
- ajouter un nouvel IVR nommé « *IVR\_audiotex* » et indiquer le message vocal à lui associer (message 2 du paragraphe précédent) ;
- ajouter autant d'option que dans le message, soit 03 options ; il suffit d'appuyer sur le bouton correspondant autant de fois que nécessaire ;
- paramétrer chaque option en indiquant à chaque fois l'extension correspondant aux différentes destinations à atteindre (Direction, Départements, ...) ;
- créer une nouvelle extension dédiée à ce service et, comme précédemment, lui associer l'IVR *IVR\_audiotex* ; cette extension être toujours volontairement indisponible pour laisser l'appel se poursuivre vers l'IVR ;

*Ce service étant généralement associé aux appels entrant (en provenance de l'extérieur), l'IVR est plus souvent associé directement à un InboundRoute plutôt qu'à une extension.*

*Modifier le InboundRoute du paragraphe précédent et l'associer à ce nouvel IVR ;*

- valider l'ensemble des configurations et procéder au test ;
- conclure.

## GESTION DES HORAIRES D'APPEL

Le service gestion des horaires d'appel donne la possibilité à un système téléphonique de réagir selon des plages horaires précises. Ainsi son comportement vis-à-vis d'un appel entrant ne sera pas le même selon qu'on est aux heures ouvertes (heures de services) par exemple ou aux heures fermées (heures de pause, nuit, vacances, ...).

En général, pendant les heures d'ouverture on aura un comportement « normal » du système tandis qu'aux heures de fermeture, c'est un serveur vocal ou un numéro particulier qui prendra tous les appels.

### Travail à faire 1 : Définition d'une plage horaire

- retrouver l'onglet de définitions des plages horaires ;
- ajouter une plage horaire dénommée « *heures Ouvrees* » correspondant à l'intervalle [08H00, 17H00], tous les jours de la semaine de Lundi à Vendredi et tous les mois de l'année ;
- valider l'ensemble des configurations ;



### Travail à faire 2 : Définition d'un test de condition horaire

- retrouver l'onglet de définitions des tests de conditions horaires ;
- ajouter un test de condition horaire nommé « *testHeuresOuvrees* » et l'associer à la plage horaire « *heuresOuvrees* » définie précédemment, puis le paramétrer comme suit pour tous les appels à destination du standard :
  - redirection des appels vers l'IVR « *IVR\_standard* » pour tout appel qui survient pendant la plage horaire ;
  - lecture d'une annonce indiquant qu'on est en heures fermées pour tout appel qui survient en dehors de la plage horaire ;
- valider l'ensemble des configurations ;

### Travail à faire 3 : Activation de la condition horaire sur une extension

- revenir au menu de l'extension servant de *standard* et ajuster son champ « *Not Reachable* » pour qu'il déclenche la condition horaire « *testHeuresOuvrees* ».
- valider l'ensemble des configurations et procéder aux tests ;
- conclure.

## INTERCONNEXION VERS UN AUTRE RESEAU

L'interconnexion vers un autre réseau donne la possibilité à un utilisateur autorisé de passer (ou de recevoir) les appels à destination (en provenance) d'un réseau externe (à celui auquel il appartient).

Elle se fait à travers une jonction (faisceau de circuits) ou TRUNK qui se caractérise par le type d'interface (ou équipement) à travers lequel l'interconnexion s'opère. Il peut être de type :

- téléphonique analogique : (FXO ; carte Digium, interface Zaptel)Zap/num
- téléphonique numérique : rare au départ, mais de plus en plus visible (passerelle, modem, )
- IP : SIP, IAX2, H.323

### 13.1. CREATION D'UNE JONCTION : LE « TRUNK »

Pour configurer une jonction IP (en utilisant le protocole SIP ou IAX), il faut accéder au menu *PBX / Trunks* et cliquer sur le lien *Add SIP Trunk* (ou *Add IAX Trunk*).

Entrer les valeurs pour le nom de la jonction tronc (*Trunk Name*), les informations sur l'homologue (*Peer Details*) et le contexte utilisateur (*User Context*). Nous vous recommandons de laisser les autres sur leurs valeurs par défaut.

### APPEL SORTANT : LES « OUTBOUND ROUTES »

La gestion des appels sortant est assurée à travers les OUTBOUND ROUTE qui définissent les règles de traitements d'appels sortant vers un TRUNK. L'aiguillage d'un appel sortant se fait alors en fonction du numéro appelé qui est comparé aux règles autorisées.

En cas de plusieurs OUTBOUND ROUTE, la liste est scrutée jusqu'à ce qu'une route autorisant ce numéro soit rencontrée. L'appel est alors traité par cette route.

### APPEL ENTRANT

Pour un appel en provenance de l'extérieur, il faut faire le lien entre numéro public (extérieur) et le numéro intérieur. Ceci se fait généralement de deux façons :

- soit on associe à tout numéro intérieur autorisé un numéro extérieur ; on parle alors de Sélection Directe



à l'Arrivée (SDA) et dans ce cas il faut au moins autant de numéros extérieurs (à louer chez l'opérateur pour un réseau public) que de numéro intérieur ; très souvent le numéro extérieur est formé du numéro intérieur correspondant préfixés par un numéro public (77974829-199) ;

- soit on redirige tout appel vers un poste interne spécial ou un standard qui va ensuite aider à faire le lien vers le bon destinataire ; ceci est possible grâce aux INBOUND ROUTE qui permettent d'établir des règles de traitements d'appels arrivant depuis un TRUNK.

Dans le deuxième cas, lorsqu'un appel arrive vers un TRUNK, l'aiguillage se fait en fonction du DIDNUMBER avec lequel le TRUNK a été enregistré et éventuellement du CALLERID de l'appelant si la ligne téléphonique transmet son identifiant.

Le DIDNUMBER ou CALLERID est alors comparé aux numéros des extensions et des DIRECTDID des extensions. S'il ne trouve pas d'issue, il sera alors comparé aux caractéristiques des différents INBOUND ROUTE jusqu'à la première route conforme à l'appel. L'appel sera alors traité selon les règles de cette route. ...

## DISCRIMINATION

La discrimination permet de donner (ou de retirer) à une extension le droit d'appeler vers une ligne extérieure, c'est-à-dire en dehors du réseau interne. Ainsi, un poste intérieur qui désire appeler un numéro externe le fait soit directement avec un préfixe s'il en a le droit, soit à travers le standard qui s'occupera du transfert d'appel sinon. ...

## L'OPERATRICE OU STANDARDISTE (FOP) ...

### GESTION DE L'IPBX

Jusqu'ici, toutes les configurations ont été effectuées sous le compte administrateur par défaut de l'IPBX. Pour des besoins de sécurité, le mot de passe par défaut doit être changé et tenu secret. De plus, pour pallier aux circonstances

d'indisponibilité de l'administrateur principal, d'autres comptes de gestionnaires peuvent être créés avec des droits particuliers pouvant aller du contrôle total de l'IPBX à la simple consultation de certains détails de fonctionnement.

Travail à faire : Création d'utilisateurs (gestionnaires de l'IPBX)

- modifier le mot de passe par défaut de l'administrateur par défaut ;
- créer un autre compte utilisateur nommé *votre\_nom\_admin* et donner lui les droits de contrôle total de l'IPBX ;
- créer un autre compte utilisateur nommé *votre\_nom\_consul* et donner lui les droits de consultation, avec aucun droit de modification sur l'IPBX ;
- revoir les paramètres de compte de *votre\_nom\_admin* et lui retirer, si possible, les droits de création des comptes utilisateur et de création / modification d'extension ;
- ...