

Voix et téléphonie sur IP

Guide AFUTT



voix et téléphonie sur IP

Guide AFUTT

Réalisé par l'AFUTT
(Association Française des Utilisateurs des Télécommunications)
B.P. n° 1 - 92430 Marnes-la-Coquette
Tél. 01 47 41 18 56 - Fax 01 47 41 00 66
<http://www.afutt.org>

Copyright by : AFUTT, 2006

Tous droits de traduction, d'adaptation
par tous procédés réservés
pour tous pays.

Remerciements

L'AFUTT remercie chaleureusement les nombreuses personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la rédaction de ce guide et en particulier :

Georges Trebbia, Conseiller de l'AFUTT qui a généreusement donné de son temps et de sa compétence pour mener à bien la rédaction de ce guide.

L'association d'utilisateurs ATUG (Australian Telecommunications Users Group) et sa Présidente **Rosemary Sinclair** qui nous ont autorisé à pratiquer de larges emprunts au **User Guide ToIP** qu'elles ont réalisé.

L'association d'utilisateurs BELTUG (Belgian Telecommunications Users Group) et sa Déléguée Générale **Danielle Jacobs** qui nous ont autorisé à pratiquer de larges emprunts au **guide VoIP & Iptel** qu'elles ont réalisé.

Les sponsors (Aastra Matra, Alcatel, BT, Ericsson, France Télécom, Imakys et neuf cegetel) et partenaires (Ficome et Mission Ecoter) qui se sont associés à la démarche pédagogique de l'AFUTT afin que le plus grand nombre d'entreprises utilisatrices s'approprient cette nouvelle technologie dans les meilleures conditions.

L'ensemble des membres et sympathisants de l'AFUTT qui, par leur présence active dans les réunions de clubs et dans les conférences ont apporté leurs témoignages, leurs expériences ou leurs conseils.

Sommaire

1.	<i>Préfaces</i>	7
2.	<i>L'avènement de la technologie ToIP</i>	21
2.1	Le contexte historique des deux réseaux	23
2.2	Un seul réseau voix et données.....	23
2.3	Téléphonie sur IP – êtes vous prêt ?	25
3.	<i>Décider d'opter pour la Téléphonie IP</i>	27
3.1	Téléphonie IP – un concentré de technologies	29
3.2	Introduire la téléphonie IP pour les services vocaux de base	30
3.3	Quel mode d'exploitation choisir pour mon réseau ToIP ?	31
3.4	Augmenter l'efficacité grâce à l'intégration de services	34
3.5	Lier les applications métiers avec les services vocaux.....	35
4.	<i>Déployer la ToIP</i>	37
4.1	Installer la bonne équipe	39
4.2	Faire un audit complet du réseau et du trafic.....	40
4.3	Réaliser un réseau pilote et le mettre progressivement en place.....	42
4.4	Prévoir, dès la conception, les évolutions à moyen/long terme.....	43
4.5	Prendre les dispositions pour s'adapter au nouvel environnement	44
5.	<i>La sécurité des systèmes ToIP</i>	47
5.1	Quels sont les points de vulnérabilité ?	48
5.2	Les précautions à prendre.....	48
6.	<i>La téléphonie IP sans fil ou WToIP</i>	51
6.1	Les terminaux dédiés	53
6.2	Les "soft terminaux"	54
6.3	La QoS en WToIP.....	54
6.4	Réseaux avec licence ou réseaux sans licence ?	54

7.	<i>Retours d'expérience - Dix questions</i>	57
8.	<i>Pour ceux qui veulent en savoir plus</i>	65
8.1	Commutation de circuits, commutation de paquets	67
8.2	Les codages de voix	68
8.3	La signalisation	69
8.4	La numérotation ENUM	70
8.5	Différentes solutions de raccordement téléphonique	71
8.5.1	Raccordement d'un poste de télétravail au réseau commuté	71
8.5.2	Raccordement d'un réseau d'entreprise au réseau commuté	72
8.6	Les différentes solutions de téléphonie sur IP	72
8.6.1	Utilisation d'un adaptateur IP	72
8.6.2	Utilisation d'un logiciel "softphone"	73
8.6.3	Le téléphone IP (IP-Phone)	75
8.6.4	L'IPBX	76
8.6.5	La passerelle IP	77
8.6.6	L'IP Centrex	77
8.7	L'adresse IP	78
8.7.1	IPV4	78
8.7.2	IPV6	79
8.8	La Qualité de Service en ToIP	79
9.	<i>Glossaire</i>	83
10.	<i>Enrichissez ce Guide ToIP</i>	89
11.	<i>Qu'est-ce que l'AFUTT ?</i>	93

Nota : Les sigles et termes techniques utilisés dans ce guide sont explicités au chapitre 9 - **Glossaire**

1. Préfaces



Aujourd'hui, le problème n'est plus de savoir si dans les prochaines années il faudra utiliser la technologie IP pour construire son système téléphonique, mais plutôt d'identifier la meilleure démarche pour concevoir et déployer le réseau et les différentes briques applicatives associées.

Véritable carrefour des responsables télécoms et réseaux, l'AFUTT-Entreprise a toujours cherché à les soutenir dans l'exercice de leur métier en leur proposant des rencontres thématiques, des lieux d'échanges. Les documents qu'elle propose donnent accès à un décryptage fiable et indépendant sur les techniques et solutions disponibles sur le marché.

Précurseur dans la réflexion sur l'avènement de la téléphonie sur IP en entreprise dans le cadre de son Forum créé en 2003, l'AFUTT entend ici passer à l'acte II de la ToIP : faire bénéficier le plus grand nombre des expériences et de la base de connaissances accumulées depuis 3 ans par l'association sur le sujet.

Avec ses partenaires, l'AFUTT a créé ce guide en espérant qu'il contribuera à une meilleure appropriation de la technologie et de sa mise en œuvre par tous les utilisateurs. Il n'est que le point de départ d'une longue aventure en commun et son ambition est de susciter de la part de tous les acteurs des réactions, de nouveaux témoignages ... et toute information que l'AFUTT s'attachera à recueillir et à vous faire partager ... à l'acte III de la ToIP.

Jean-Pierre BOULANGER
Président de l'AFUTT



IP or not IP : telle n'est plus la question !

Même si l'évolution des projets de ToIP ne suit pas les courbes des grands analystes, il est acquis que IP est désormais présent dans chaque nouveau projet de téléphonie.

Dépassées les questions de câblage unique, de réduction de coût opérateurs... le nouveau moteur de l'IP devient la richesse des applications : messagerie unifiée, centre de contacts, portail web, tiré par les nouveaux usages et le Nomadisme en particulier.

Dans ces projets vous êtes nombreux à nous faire confiance, nous vous en remercions. IP est au cœur des développements d' AASTRA MATRA ; déjà en 1998, naissaient les premières plate-formes de ToIP présentées par la suite à Telecom Genève en 1999. Aujourd'hui notre nette avance dans le domaine de SIP, du Dect IP, ou des Web services assure aux utilisateurs des solutions AASTRA MATRA la pérennité des investissements réalisés. C'est en effet notre force reconnue que de pouvoir proposer une migration des équipements Télécoms, et d'offrir à nos clients un large choix d'architectures (TDM, Hybride, Full IP, ou Centrex d'entreprise).

Qui mieux que des utilisateurs peuvent aborder sans tabous, les effets d'une technologie. Aussi ce livre blanc devrait rapidement devenir votre livre de chevet, si ce n'est votre accessoire indispensable pour les conférences de plus en plus nombreuses sur le sujet.

Jean-Denis GARO
Chef de Département Marketing Solutions, AASTRA MATRA



La technologie IP appliquée à la téléphonie a maintenant atteint son seuil de maturité. Si la migration IP a été initialement motivée par la réduction des coûts téléphoniques, les investissements nécessaires pour réaliser cette convergence, en termes de sécurité, de bande passante et de qualité de service, opposés à la baisse des tarifs téléphoniques, ont vite fait apparaître deux tendances fortes : la migration vers IP en douceur et le déploiement d'applications à valeur ajoutée.

Cette migration "à la carte", valorisant l'existant, permet de diminuer les investissements initiaux, de maximiser le retour sur investissement, car nul besoin de posséder un réseau tout IP pour déployer des applications d'amélioration de la relation client (centres de contacts multimédia) ou d'applications de communication unifiée (messagerie unifiée, mobilité, collaboration...).

C'est ainsi le commencement d'une véritable révolution dans le domaine des communications multimédia interactives : SIP, Services Web de Communication, XML/SOAP, IMS... autant de technologies qui changent notre façon de communiquer.

Ce guide de l'AFUTT, nous l'espérons, vous permettra de mieux comprendre ces nouvelles technologies, de mesurer les vrais enjeux de la ToIP et son impact sur l'entreprise communicante de demain.

Philippe MIELLE
Directeur Marketing, ALCATEL



ToIP : seul un service global offre un ROI satisfaisant.

Réduire la ToIP à un simple effort de maîtrise des coûts, c'est un peu comme manger la cerise et laisser le gâteau...

Avec la baisse généralisée des tarifs mondiaux des services voix traditionnels, le retour sur investissement d'une telle technologie se mesure désormais à travers la valeur qu'elle génère : la ToIP peut devenir en réalité un outil d'amélioration globale de la productivité et des performances de l'entreprise. Hausse de productivité, optimisation des produits, travail collaboratif, help desk intelligent, personnalisation sont autant d'éléments contribuant à la rentabilité globale des multinationales.

Ainsi, au-delà de la simple maîtrise des techniques traditionnelles de communication, des compétences multiples sont nécessaires pour offrir un service complet aux grandes entreprises : conseil, direction de projet (déploiement et migration), intégration de systèmes et sécurité.

BT se positionne aujourd'hui comme un opérateur de services proposant aux grands comptes multinationaux de gérer de bout en bout des projets complexes de ToIP, via une solution dédiée et personnalisée. La vraie valeur d'un projet de ToIP réside d'une part dans l'optimisation du réseau de l'entreprise qui favorise l'émergence de ces nouvelles possibilités et d'autre part dans l'externalisation des risques.

Seule cette approche globale permet de déguster la cerise, après le gâteau...

Caroline COUTURIER
Directeur Marketing Produits, BT France

Les services de téléphonie sur IP se multiplient en entreprises. Ces dernières peuvent espérer des réductions de leur facture télécom en choisissant soit une migration douce du parc existant, soit un renouvellement complet de l'infrastructure téléphonique. Evolution ou révolution, chacun y trouve son compte; le choix s'effectuera après analyse de l'existant, définition des besoins (nouveau site, interconnexion d'entités distantes, etc.) et encore contraintes budgétaires associées (CAPEX/OPEX).

La technologie IP permet avant tout d'offrir un large éventail de nouveaux services, et en particulier ouvre de nouveaux horizons autour de la mobilité. Le sans fil (DECT, WiFi, GSM) séduit de plus en plus d'entreprises pour des communications sur site interne, mais aussi pour des communications distantes avec des utilisateurs éloignés. Les postes de travail peuvent aussi être déportés avec des solutions de type « softphone » pour des employés nomades ou en télétravail.

Les opérateurs, eux aussi, positionnent l'IP dans leurs réseaux pour assurer des services de convergence fixe-mobile avec une facture unique sur un numéro unique. Ces réseaux évoluent vers des infrastructures de type IMS (IP Multimedia Subsystem) ou UMA (Unlicensed Mobile Access) afin de connecter les abonnés avec un seul terminal, au réseau public ou bientôt au réseau privé de l'entreprise.

Ce guide de l'AFUTT est un outil simple et didactique qui va aider les entreprises dans leurs réflexions quant aux migrations vers la ToIP.

Eric TROUSSARD
Directeur Ericsson France Entreprise



La ToIP est désormais le bras armé des convergences fixe mobile et voix données.

Elle constitue un outil puissant de développement de la valeur ajoutée, par la réduction des coûts des communications, la simplicité de la maintenance et des configurations, la richesse des fonctionnalités offertes aux utilisateurs, la diversité des applicatifs spécialisés métiers qui peuvent y être associés, la souplesse qu'elle apporte aux collaborateurs de l'entreprise.

La ToIP s'appuie désormais sur des technologies matures, et des équipements dont la diversité et la qualité permettent à l'utilisateur final de disposer de la solution idéalement adaptée à ses besoins, à son rythme de déploiement et à ses capacités d'investissement.

Le guide de la ToIP de l'AFUTT contribue à enrichir le dialogue entre le client et l'installateur de la solution, et participe ainsi à la généralisation de ce nouvel outil au service de la performance de l'entreprise et de la valeur ajoutée au poste de travail.

Les sociétés des services en communications adhérentes de la FICOME, sauront conseiller et accompagner les entreprises pour guider leurs choix économique, technique, stratégique et organisationnel, installer et mettre en service la solution choisie, former les utilisateurs, enfin faire évoluer les équipements et les applications

Martine KERVINIO
Présidente de la FICOME



Pour France Télécom, la révolution autour de la ToIP est déjà une longue histoire. La mutation des services autour de l'IP, les convergences induites entre voix et données et les nouvelles possibilités de services associés ont été au centre de la stratégie de France Télécom depuis le début des travaux sur la Voix sur IP.

Précurseur dans les services de ToIP, France Télécom propose les possibilités de la ToIP sur tous ses marchés. Pour le marché international, Equant au travers de solutions en IP VPN a été classé à de multiples reprises à la première place dans le classement des services IP mondiaux sur le plan de la satisfaction générale des clients.

Pour le marché national, l'objectif est d'accompagner les entreprises vers une migration progressive et en souplesse et de les faire bénéficier de la grande expérience en ce domaine. Une longue liste de très grandes entreprises et multinationales ont déjà adopté la migration en IP. Elles sont suivies par nombre d'entreprises aux moyens télécoms plus réduits. L'expérience acquise au travers des années permet aujourd'hui à l'ensemble des entreprises et notamment aux PME de bénéficier de la ToIP.

Le rôle d'un fournisseur de services est de contribuer à la migration ToIP dans les conditions optimales propres à chaque entreprise. Il s'agit ainsi d'assurer la permanence du service, de réaliser la migration dans l'intérêt économique de l'entreprise, par exemple par étapes en préservant des investissements récents dans le réseau, de garantir la sécurité des réseaux et des accès et d'apporter la qualité de service indispensable aux exigences de l'entreprise.

Au travers de ce guide de la ToIP réalisé par l'AFUTT, France Télécom s'associe à l'action didactique sur la ToIP et aux actions pour répondre aux besoins d'accompagnement des entreprises. L'approche choisie dans ce guide est centrée sur les services techniques et la mise en œuvre. Elle permettra aux PME de disposer d'une information approfondie et pratique sur ces sujets et facilitera leurs décisions relatives à la migration vers IP.

Anne Marie THOLLET
Directrice Services Avancés IP
France Télécom - Services de Communication Entreprises

L'utilisation généralisée de la ToIP apparaît inéluctable bien que nous assistions plus à une évolution qu'à une révolution. On constate que les entreprises s'orientent vers l'IP en adaptant progressivement leurs infrastructures existantes, évoluant à leur propre rythme. Certains constructeurs, comme Ericsson, notre partenaire principal pour les solutions de ToIP, l'ont compris, qui développent leur technologie en conséquence.

Ce phénomène est structurant. D'une part l'évolution vers la ToIP suit les modifications des méthodes de travail (mobilité, télétravail, communications intersites), méthodes qui sont elles mêmes favorisées par ces nouvelles technologies ; c'est ainsi un cercle vertueux qui se dessine. D'autre part, les organisations elles-mêmes doivent évoluer : la convergence voix-données est indissociable d'un regroupement des compétences des équipes en charge de l'informatique et de la téléphonie.

On ne saurait enfin parler de convergence et de ToIP et en mesurer tous les avantages sans prendre en compte la mobilité (avec le GSM, la Voix sur WiFi ou le DECT sur IP). Elle est en effet désormais devenue une composante essentielle pour les entreprises.

Jacques GREZAUD et Stéphane GRASSET
Dirigeants d'Imakys Communications

MISSION ECOTER

Les Collectivités territoriales, par la dispersion géographique et l'hétérogénéité de leur patrimoine immobilier, associées à leur besoin de communication nomade, sont les clients presque "idéaux" de la téléphonie sur IP;

Les premières installations nous permettent, aujourd'hui, d'avoir un retour d'expérience fort utile sur tout le cycle de réflexions et d'études conduisant à la mise en place d'un système de ToIP : audit de réseaux, construction du cahier des charges, mise en place de services innovants, formation et information des utilisateurs, suivi de la qualité de service, etc...

Lieu de rencontre et d'échange entre les Collectivités territoriales et des acteurs des NTIC, la Mission Ecoter, présente dans tous les domaines liés aux technologies de l'information (infrastructures, services internes et services aux citoyens), est heureuse de pouvoir renforcer son action sur cette "nouvelle" technologie en s'associant à l'Afutt dans la présentation et la distribution de ce guide auprès des collectivités et voit cet ouvrage trouver naturellement sa place dans le programme de sensibilisation et d'information des collectivités territoriales.

Patrick BELLIN
Conseiller technique de la Mission Ecoter



Aujourd'hui, la convergence entre Internet et téléphonie dépasse la simple sphère du loisir et du « gadget » pour s'inscrire dans des usages quotidiens personnels et professionnels en remplacement de notre bon vieux téléphone. Les entreprises vont devoir de plus en plus intégrer la ToIP dans leur manière de communiquer, avec l'entrée sur le marché du travail des générations nées avec l'Internet.

Basées sur des principes communautaires, les modèles économiques des premiers acteurs de la Voix sur IP reposent essentiellement sur le principe de la monétisation de l'audience, à savoir un service gratuit financé par la publicité en ligne. Seulement, lorsque l'usage d'Internet passe du loisir à la nécessité, la communauté n'est plus un moteur mais un frein ! En effet, les barrières technologiques entre les différentes solutions de VoIP et leurs communautés sont logiques d'un point de vue publicitaire, mais s'avèrent contre-productives dès lors que la VoIP passe au stade d'outil professionnel.

L'enjeu actuel est de dépasser cette notion de communauté pour offrir aux utilisateurs un moyen de communiquer via Internet avec tous leurs contacts. Internet renoue avec sa vraie nature, celle de l'ouverture, de la communication entre tous. Il faut tirer les leçons des premières générations de solutions de communication sur Internet pour offrir des communications IP ouvertes à tous. C'est le seul moyen pour les entreprises d'adopter les ToIP comme de véritables outils de travail, efficaces et sécurisés.

David BITTON
Directeur Général Wengo
Groupe neuf cegetel

2. L'avènement de la technologie ToIP

Pourquoi son adoption se généralise-t-elle ?

2. L'avènement de la technologie ToIP

2.1 Le contexte historique des deux réseaux

Traditionnellement les fournisseurs de service et les entreprises exploitent séparément deux réseaux distincts : l'un pour la voix, l'autre pour les données.

Le résultat en est la création de deux industries séparées pour opérer, équiper, installer et maintenir ces réseaux. Les structures tarifaires sont également radicalement différentes.

Au cours des 20 dernières années la technologie basée sur l'usage du protocole IP a été adoptée dans les réseaux d'ordinateurs. Les entreprises possèdent leur réseau LAN fonctionnant en IP sur lequel tournent la plupart des applications données (e-mail, applications de production, de finance, de force de vente, etc.).

Elles ont également étendu leur réseau en dehors des locaux, dans un premier temps à travers des lignes louées et des services de commutation non IP tels que le Frame Relay, puis désormais le plus souvent à travers des IP-VPN proposés par les fournisseurs de service.

2.2 Un seul réseau voix et données

La voix sur IP consiste à transporter la voix sous forme numérique dans les réseaux IP. La téléphonie sur IP va plus loin. Elle permet d'offrir les services associés aux échanges vocaux enrichis directement avec des équipements IP (terminaux, traitement de la communication, etc.)

On peut noter ici que dans le passé les tentatives d'unification des réseaux avaient plutôt emprunté le chemin inverse avec la transmission de données sur les réseaux de téléphone. Il reste de cette option l'accès Internet bas débit bien connu des internautes résidentiels qui n'ont eu au départ que cette possibilité de connexion.

Ne pas oublier :

La téléphonie sur IP, ToIP, ne doit pas être un but en soi. Elle n'est qu'une technique, et doit seulement être considérée comme un outil à la disposition des utilisateurs des télécoms.

*📁 Pour les technophiles qui veulent en savoir plus :
Commutation de circuits / Commutation de paquets
- Chapitre 8.1 -*

Quoiqu'il en soit, désormais les solutions de téléphonie sur réseau IP se développent et progressent régulièrement en qualité et en fiabilité. De plus, elles offrent des possibilités de services vocaux enrichis, dont le développement et la mise en œuvre sont facilités par l'environnement IP.

Les facteurs clé de cette émergence sont les suivants :

- ❑ Les progrès de la technologie de voix sur IP (VoIP) qui permettent le transport de la voix sur les infrastructures IP et incluent des éléments de qualité de service.
- ❑ Le prix compétitif des PBX/IP ou serveurs d'appels qui intègrent une variété de plus en plus large de services vocaux.
- ❑ Les prix des terminaux téléphoniques IP se rapprochent de ceux des terminaux conventionnels et si cette baisse se poursuit, ils pourraient finalement être moins chers.
- ❑ Les fournisseurs d'accès Internet qui proposent des services téléphoniques à bas prix sur leurs réseaux IP entraînent tout le marché dans cette direction.

La téléphonie IP ouvre des potentialités d'optimisation de la fonction téléphonie en entreprise par :

- ❑ **La baisse de prix du transport de la voix.** Cela est rendu possible dans un premier temps en exploitant les tarifs avantageux des offres de VoIP et dans un deuxième temps en recherchant l'intégration voix/données sur les infrastructures internes.
- ❑ **La réduction des coûts de déménagement et une augmentation des services rendus.** Sous IP les réseaux sont dits « sans connexion » et autorisent donc un mode de raccordement « plug and play » avantageux pour traiter les situations de déménagement et de nomadisme. De plus les solutions IP facilitent les opérations d'intégration avec les autres services de communication tels que la messagerie, les services de conférence, etc. Elles augmentent donc l'efficacité dans la communication et l'interaction des personnels
- ❑ **L'imbrication de la téléphonie avec les processus de travail et les métiers de l'entreprise.** Cette imbrication est réalisée lorsque les communications vocales sont liées aux applications métier telles que les applications CRM (customer relationship management) ou de gestion de la force de vente (SFA), etc.

Toutefois opter pour une solution de ToIP et passer d'une infrastructure à deux réseaux à un seul n'est pas sans présenter des difficultés, notamment parce qu'il n'est pas aisé de gérer des services vocaux dans un environnement non dédié, en partage avec les autres services utilisant également le réseau de transmission de données IP.

2.3 Téléphonie sur IP – êtes vous prêt ?

Plus d'un tiers des opérateurs de téléphonie auraient déjà opté pour cette technologie (Frost and Sullivan – telephony report 2004 -) et selon IDC à la même époque environ 1 grande entreprise sur 7 aurait également déployé tout ou partie d'un réseau ToIP.

Mais surtout la tendance est clairement inscrite dans la dynamique globale du marché et par exemple pratiquement tous les nouveaux PBX (commutateurs) installés possèdent des capacités de traitement de la voix sur IP en standard ou en option.

Clairement, la téléphonie sur IP se déploie inéluctablement et cependant le doute subsiste sur sa valeur réelle, sur ses véritables bénéfices. Inévitablement son succès parfois un peu forcé nourrit des espoirs irréalistes.

Il y a eu des défaillances et des déceptions lorsque les entreprises n'ont pas bien pris conscience qu'avec ses surcroûts de flexibilité et de fonctionnalités, l'IP téléphonie produit une nouvelle sorte de complexité qu'il faut bien prendre en compte. Le mythe des services voix sans surcoûts au niveau LAN ou l'illusion de la gratuité au niveau WAN peuvent induire une vision surfaite de la technologie. Des investissements insuffisants, des phases de planification et de tests incomplètes, peuvent conduire à des niveaux de qualité inacceptables.

La bonne nouvelle est que les pionniers ont déjà largement défriché le terrain et nous apportent leur expérience et leurs conseils afin de réussir la transition et atteindre les objectifs.

*Voir les témoignages utilisateurs- Retours d'expérience
Chapitre 7 –*

3. Décider d'opter pour la Téléphonie IP

Les avantages coûts/bénéfices

3. Décider d'opter pour la Téléphonie IP

3.1 Téléphonie IP – un concentré de technologies

L'IP Téléphonie nécessite l'intégration de plusieurs technologies qui ensemble, permettent de délivrer une large gamme de services téléphoniques et de services associés. Il faut disposer de routeurs compatibles VoIP, de passerelles, de serveurs d'appels, d'IP-PBX, de softphone, de terminaux IP... Une étude de coût et de bénéfice doit prendre en compte tous ces éléments. Par exemple considérer indépendamment la question de mise en œuvre d'un IP-PBX et celle des terminaux conduira à des résultats erronés et à des risques sur le déploiement.

Pour analyser les avantages coûts/bénéfices des solutions ToIP, il est conseillé de construire un tableau structuré en couches afin de mettre en évidence les éléments qui permettront ensuite d'effectuer des comparaisons avec les autres solutions :

Couche fonctionnelle	Application/ élément de réseau	Bénéfice	Coût
Métier	Intégration des applications métier	Gain de productivité	Mise en œuvre Formation
Communications multimédias	Messagerie unifiée ; Centre de contact ; Services de conférences	Gain de productivité	Mise en oeuvre
Services de téléphonie	Terminaux, serveurs d'appels, option centrex	Prix des PBX ; interface utilisateur flexible	Prix des terminaux ; formation des utilisateurs
VoIP	Contrôle d'accès, interfonctionnement	Ajouts et changements facilités ; accès distant simplifié, économie d'administration	Gestion de la sécurité
Réseau IP sous-jacent	LAN, WAN	Ré-utilisation d'un LAN, WAN existant	Gestion du trafic sur une infra partagée
Couche physique	Câble, radio	Accès unique pour voix et données	Un nouveau câblage peut être nécessaire

3.2 Introduire la téléphonie IP pour les services vocaux de base

Bien que le potentiel global de services de la téléphonie sur IP dépasse la simple fourniture des communications téléphoniques (au sens des solutions PBX numériques conventionnelles), les motivations de migration des entreprises vers l'IP téléphonie trouvent principalement leur origine dans l'un des événements suivants :

- Le déménagement vers un nouveau site
- L'expansion de l'entreprise et l'intégration de nouveaux sites
- Le besoin de disposer d'un équipement téléphonique (création d'une nouvelle société)
- L'obsolescence de l'équipement existant
- Les demandes de développement en services ou en capacité du système existant
- Nécessité de faire des gains de productivité
- Evolution des métiers et des méthodes

Dans ces conditions la décision d'opter pour une solution de téléphonie IP est basée sur une comparaison coût à fonctionnalités équivalentes avec les solutions PBX numériques traditionnelles. C'est ce que nous pouvons appeler « l'étude économique » de base.

Cette analyse de base ne tient pas compte de la possible intégration des services de communications internes à l'entreprise, avec les applications informatiques de l'entreprise ainsi que les gains potentiels de productivité et d'efficacité qui s'y attachent. Bien que très importantes désormais dans la réflexion au sein des DSI, ces considérations sont de toute façon complexes à quantifier et à valoriser.

Le ratio coûts/bénéfices dans l'étude économique de base

Bénéfices/opportunités	Coûts/risques
Economiser sur le câblage des nouveaux sites	Nécessité d'un nouveau câblage ; impossibilité de réutilisation d'un câblage existant
Gain sur la gestion des ajouts/modifications/ déplacements de bureau ; simplification de la gestion d'annuaire	Mise à niveau / adaptation du LAN
Economie sur les coûts WAN (inter-sites)	Prix des terminaux
Coûts d'accès distant et en déplacement réduits	Prise en compte de la sécurité et de la QoS
Technologie évolutive et pérenne	Formation des personnels *

Dans l'étude de base, les 5 opportunités de bénéfices et en regard les 5 risques sur les coûts sont regroupés dans le tableau ci-dessus.

* Les personnels qualifiés en matière de réseaux doivent apprendre les spécificités des services vocaux, tandis que les téléphonistes doivent apprendre les techniques réseaux IP.

→ **Les bonnes questions à se poser** pour aborder l'étude économique de base :

> **Quel est l'état de mes réseaux locaux (LAN) ?**

- quel type de câblage est en place et où ?
- quels investissements seront nécessaires pour adapter mes réseaux de données au trafic vocal ?

> **Comment se développe l'entreprise aujourd'hui et demain ?**

- combien de sites ?
- combien d'utilisateurs ?
- quels sont les projets de développement ?
- quelles sont les demandes d'accès distants ou nomades ?
- quelles sont les demandes d'accès des nouveaux services ?

> **Quel est le trafic prévisionnel pour la voix et les données ?**

- trafic intra sites ?
- trafic extra sites ?
- trafic extra net ?

> **Quel est le coût de possession de mes équipements actuels ?**

- quels sont les coûts d'administration et de gestion ?
- quels sont les coûts de déménagement/modification ?

> **Quelles sont les solutions WAN actuelles et leurs coûts ?**

- quels sont les besoins intersites ?
- quel est le niveau de service requis ?

Nombreux sont les équipementiers, opérateurs et intégrateurs qui ont développé des outils pour faciliter cette analyse et aider à la prise de décision. Cependant, pour apprécier toute la pertinence de ces outils, et les évaluer les uns par rapport aux autres, il est indispensable de posséder un minimum de connaissances sur le sujet. C'est précisément l'un des buts de ce guide.

3.3 Quel mode d'exploitation choisir pour mon réseau ToIP ?

Prendre la décision de migrer son réseau téléphonique traditionnel vers la ToIP est une chose, en déterminer le coût en est une autre.

Or le mode d'exploitation du réseau est un élément fondamental dans la détermination du coût. Plusieurs modes d'exploitation sont possibles avec chacun leurs avantages et leurs inconvénients.

"La Home exploitation"

Traditionnellement, en téléphonie classique, le mode d'exploitation le plus couramment utilisé est la "Home exploitation". C'est l'entreprise utilisatrice du réseau qui l'exploite. Pour simplifier, disons que l'entreprise achète son PABX, ses terminaux, construit son réseau interne de distribution et exploite le système entier.

Ce mode d'exploitation existe bien évidemment en ToIP. Si la migration du réseau traditionnel vers la ToIP se fait en douceur, en intégrant progressivement des terminaux IP dans le réseau, il est peut-être sage effectivement de conserver le même mode d'exploitation du réseau. Par contre, dans le cadre de l'agrandissement d'un centre, ou du renouvellement du PABX, ou de la création d'un nouveau site, il est opportun d'étudier les autres possibilités qu'offre l'externalisation.

"L'externalisation"

L'externalisation consiste à confier son réseau de télécommunications partiellement ou en totalité à une tierce entreprise. Les raisons qui peuvent pousser les entreprises à externaliser sont diverses, et elles varient souvent avec leur taille. Une petite va considérer qu'elle ne dispose pas de ressources à affecter au téléphone, et qu'il vaut mieux le confier à quelqu'un d'autre. Une entreprise moyenne préférera consacrer la totalité de son potentiel d'investissement à son activité métier et ne pas, en outre, être dans l'obligation d'acquérir la connaissance d'une nouvelle technologie. Une grosse pourra préférer au contraire, dans le but de faire des économies à long terme, acquérir l'IPBX, mais d'en confier l'exploitation à un spécialiste.

D'autres considérations peuvent intervenir dans le choix. Par exemple,

- êtes-vous prêt à ce que l'annuaire de votre entreprise soit aux mains d'une société extérieure ?
- êtes-vous prêt à ce que tous vos appels, y compris internes à l'entreprise, soient référencés chez un prestataire extérieur à l'entreprise ?

Quels sont les différents niveaux d'externalisation ?

- Je mets à la disposition du prestataire des locaux situés au sein de mon entreprise, pour qu'il y installe ses équipements, les exploite, en fasse la maintenance et adapte leur capacité de traitement à la croissance de mon entreprise. C'est ce que certains appellent le mode "managé".
- J'achète mon réseau mais je le fais héberger et exploiter dans les locaux du prestataire qui est en général un opérateur. C'est ce que l'on appelle l'IPBX hébergé.
- Un opérateur achète mon réseau et l'exploite pour mon compte dans ses locaux.
- Je loue un service à un prestataire de services qui est propriétaire des équipements et les exploite dans ses locaux. La facturation se fait en général au nombre de postes utilisés, avec un forfait pour les appels nationaux. C'est ce que l'on appelle parfois l'IP-Centrex.

- ❑ Je m'abonne à un fournisseur de ToIP qui peut me louer ou me vendre mon terminal IP-Phone, au choix, et va me facturer mes communications, soit à l'appel, soit au poste, soit au site, à un tarif beaucoup plus avantageux que ceux pratiqués en téléphonie traditionnelle. C'est ce que l'on appelle parfois la Voix sur IP hébergé.

Ce qu'il faut retenir

Pour les nouveaux sites : les économies de câblage, à savoir un câblage au lieu de deux, sont souvent suffisantes pour justifier le choix de l'IP téléphonie. Dans ce cas, la taille de l'installation, le type de bâtiment (neuf, ancien, précâblé, etc.) et la situation administrative de l'entreprise (locataire, propriétaire) sont à considérer.

Le prix des terminaux IP : il est généralement plus élevé que celui des téléphones conventionnels, mais la tendance est à la baisse avec l'effet de volume et la concurrence. La gamme des terminaux est aussi moins large. Mais là encore, le marché est orienté vers la diversification y compris en solution sans fil. Cependant, attention : dans ce cas il faut réexaminer l'ensemble des contraintes réseaux, QoS et sécurité.

Les IP PBX : ils sont plutôt moins chers que les commutateurs numériques traditionnels. Mais il ne faut pas oublier de tenir compte du prix des logiciels associés.

Les réseaux LAN et WAN de l'entreprise auront certainement besoin d'être renforcés pour supporter les flux téléphoniques et assurer un niveau de qualité et de sécurité satisfaisant.

L'impact sur le prix des communications : le bilan est favorable, en particulier grâce au contournement d'une partie du réseau téléphonique public par les WAN de données, ce qui permet de réaliser de substantielles économies. Mais ce bénéfice se réduit rapidement à mesure que le prix des communications téléphoniques traditionnelles baisse. Cependant l'effet de concentration des flux entrants et sortants demeure économiquement intéressant.

Ne croyez pas au miracle ! : l'IP téléphonie même au niveau basique de la VoIP (sur réseau WAN), ce n'est pas gratuit. Une bonne ingénierie de réseau WAN réclame un surcroît de bande passante et/ou la mise en place de mécanismes de gestion de classes de services (priorité et bande passante garantie) pour assurer un service vocal de qualité. Certes, dans l'absolu le service voix n'est pas forcément le plus exigeant en débit mais son caractère temps réel est une contrainte forte.

3.4 Augmenter l'efficacité grâce à l'intégration de services

Certes les PABX non IP proposent un certain nombre de services intégrés et le couplage informatique et télécoms n'a pas attendu la nouvelle technologie, mais la facilité d'usage et la montée en puissance des standards tels que WxXML, SIP, SOAP, Java, etc. indiquent clairement que l'industrie des communications électroniques est portée par l'environnement IP vers plus d'intégration de flexibilité et d'innovation dans les développements applicatifs.

Dans cet univers, l'efficacité des entreprises est dépendante de plusieurs applications importantes :

- ❑ **La messagerie unifiée** intègre le courriel, la messagerie vocale fixe et mobile, les SMS, la messagerie instantanée. Cette application suppose que soient maîtrisées les fonctions de conversion texte vers voix et inversement, puis la gestion optimale des appels pour minimiser les coûts.
- ❑ **Les outils d'accompagnement de la mobilité**, par exemple les PC portables peuvent devenir des softphones. La gestion de présence et les outils de contrôle d'accès sont des services additionnels précieux pour traiter correctement les situations de nomadisme.
- ❑ **Les centres d'appel** : la mise en œuvre de centres d'appels performants et multimédia est au cœur de la stratégie de différenciation dans la relation client/fournisseur de nombreuses entreprises.
- ❑ **Les services de visioconférence** : le mariage de l'image et de la voix est désormais possible avec une mise en œuvre largement simplifiée par l'environnement IP et des coûts réduits.

➔ **Les bonnes questions à se poser** pour évaluer l'intérêt d'introduire ces services à forte valeur ajoutée :

Quels sont les gisements de progrès ? Par exemple :

- > Comment peut-on renforcer la communication interne à l'entreprise, le travail de groupe ?
- > Comment traite-t-on actuellement le travail à distance (le télétravail, le travail en déplacement...)
- > Comment fonctionne la relation client ? Quelles sont les pistes d'amélioration ?

3.5 Lier les applications métiers avec les services vocaux

Une plus grande intégration entre la téléphonie et les applications métier augmente la performance des entreprises en apportant un haut niveau d'interaction de la communication vocale. C'est pourquoi ces nouveaux services sont tout particulièrement efficaces pour les entreprises fortement dépendantes d'une bonne interaction avec leur client comme par exemple les cabinets d'avocat ou de conseil.

Les sociétés, qui dans un premier temps ont mis en place des équipements de téléphonie IP pour les besoins de base, commencent à explorer les possibilités offertes par cette technologie pour développer des applications intégrées.

→ Les bonnes questions à se poser lors de l'intégration voix / application

- > **Quelle est l'importance du trafic vocal** dans l'application considérée ?
- > **Quelles sont les offres** applicatives intégrant la voix déjà existantes sur le marché ?
- > **Que font mes concurrents ?**

4. Déployer la ToIP

Ce qu'il faut faire / Les erreurs à éviter

4. Déployer la ToIP

Déployer une solution ToIP présente une certaine complexité et des risques. Par conséquent la planification, l'ingénierie, la sélection du/des fournisseurs et les conditions de la mise en œuvre déterminent pour une large part le succès de l'opération.

Le fonctionnement d'un système ToIP présente des différences fondamentales avec les solutions traditionnelles.

En particulier, il faut garder à l'esprit que :

- ❑ La téléphonie sur IP ne se résume pas à un simple IPBX avec des téléphones IP. Elle regroupe un ensemble de technologies qui doivent être optimisées, mises en service de manière coordonnée et gérées comme un tout.
- ❑ La VoIP est désormais une application de la transmission de données. Cela veut dire qu'elle utilise les mêmes réseaux que les transferts de fichier, les e-mail, les consultations intranet, les applications métier, vidéo, etc... Le dimensionnement et le partage des ressources de transmission deviennent un des éléments clé du succès.
- ❑ La voix est une application temps réel qui impose des contraintes qu'il faut apprendre à maîtriser sur les réseaux de données, historiquement conçus pour des applications informatiques moins critiques sur les paramètres de traversée de réseau (temps de latence, gigue, taux de perte, etc.).
- ❑ Certaines opérations d'administration et de maintenance se trouvent facilitées (ajout, modification, annuaire...). Cependant dans le même temps il faut porter plus d'attention aux performances des réseaux de transmission et aux interactions entre les équipements et logiciels.
 - Les flux de trafic doivent être supervisés et les aspects contrôle d'accès, sécurité, et continuité de fonctionnement soigneusement gérés
 - De nombreux changements sont susceptibles d'intervenir régulièrement dans l'environnement IP (les ajouts applicatifs, les évolutions logiciels, etc.) avec des conséquences potentielles sur le système téléphonique. Par exemple le changement d'un firewall peut bloquer le fonctionnement d'un softphone.

Par conséquent, l'architecture, le dimensionnement, le déploiement, l'administration et la maintenance doivent être conçus différemment.

Comment réussir le déploiement de la ToIP en entreprise ?

Les étapes identifiées ci-dessous sont les éléments communs à la plupart des réalisations réussies de téléphonie sur IP.

4.1 Installer la bonne équipe

Pour ce type de mise en œuvre, une bonne équipe de déploiement doit mobiliser au delà du responsable et de l'équipe de téléphonie.

Il doit y avoir un équilibre entre les compétences issues du monde des données et celles provenant de la voix.

Idealement, l'équipe inclura quelqu'un (interne ou externe à l'entreprise) ayant déjà une expérience de déploiement de solutions de téléphonie IP.

Votre fournisseur de service téléphonique, même s'il ne doit pas changer, sera également impliqué.

Un problème pour quelques entreprises est le manque de compétence interne et de ressource pour évaluer et déployer l'IP téléphonie.

Pour de petites et moyennes entreprises, ceci signifiera pouvoir compter sur des partenaires de confiance et expérimentés pour fournir la plupart des qualifications. Ceci peut conduire à confier le déploiement à un intégrateur ou à un fournisseur de services.

Pour les plus grandes entreprises, l'équipe de conception/réalisation couvrira toutes les ressources "Télécom" de l'organisation. Ceci inclura l'équipe de téléphonie, de données, d'exploitation et maintenance, les personnes compétentes pour les applications concernées directement ou indirectement, plus probablement un intégrateur expérimenté de systèmes, les fournisseurs principaux et le fournisseur télécom.

L'implication du métier étant plus grande qu'auparavant, il faudra veiller à ce que le projet soit conduit en synergie avec les entités opérationnelles de l'entreprise. L'implication des utilisateurs finaux à différentes étapes clé est essentielle pour le succès de l'opération, et l'adoption par tous des nouveaux équipements et services.

Ce qu'il faut retenir

Un bon intégrateur de systèmes et un bon chef de projet caractérisent la plupart des déploiements réussis. Une bonne relation avec le fournisseur des équipements et une méthodologie solide et claire pour l'exécution sont également des éléments clés.

Avant de se lancer, il est utile de regarder à l'extérieur les expériences de déploiement de même type et de même ampleur, ainsi que les retours d'expériences de migration.

4.2 Faire un audit complet du réseau et du trafic

Une bonne connaissance des modèles de trafic d'appel, du trafic existant pour les données et de la future situation après l'ajout du trafic induit par les appels vocaux, est essentielle pour ne pas se tromper sur les réelles potentialités d'économie d'usage du WAN au moment de la conception et du dimensionnement en capacité de votre nouveau réseau mixte voix/données.

La conduite de l'audit des réseaux de l'infrastructure (LAN et WAN), l'analyse des changements nécessaires pour répondre aux exigences de trafic et aux contraintes techniques des équipements du système ToIP peuvent consommer jusqu'à 80% de temps dans le planning du projet.

Le réseau informatique LAN/WAN fournit le transport de base pour l'application voix sur IP. Il doit être dimensionné et conçu pour satisfaire rigoureusement les espérances des utilisateurs, en matière de :

Fiabilité, disponibilité

Les utilisateurs s'attendent à trouver une tonalité d'invitation à numéroté chaque fois qu'ils prennent le combiné. La fiabilité globale pour la téléphonie est mesurée en minutes d'indisponibilité par an – y compris les mises à niveau et les maintenances programmées. Ce niveau de fiabilité n'est souvent pas le cas pour les réseaux existants de type LAN/WAN.

La formule « le réseau est tombé » n'est pas acceptable si votre téléphone ne fonctionne plus.

→ Les bonnes questions à se poser

> **Quelle redondance faut-il prévoir pour les éléments critiques du réseau ?** Rappelez-vous : quand la voix passe sur le réseau informatique, les commutateurs et routeurs sont plus que jamais les éléments critiques du réseau.

> **Est-ce que l'alimentation d'énergie est fiable** et dispose d'un mode normal/secours pour atteindre la disponibilité exigée ?

> **Ai-je les bons accords de disponibilité avec mon fournisseur** de service ?

> **Le réseau est-il conçu pour supporter l'impact des mises à niveau de matériel et de logiciel ?** (par exemple, un nouveau matériel peut-il être installé sans discontinuité de service ?)

> **Quel niveau semble acceptable au sein de l'entreprise** pour assurer la disponibilité et la qualité de la voix ? Le niveau dépend des métiers exercés. Par exemple, un commercial en situation de prospection acceptera mal une coupure ou une dégradation de la communication en cours de négociation !

Qualité du service téléphonique

Un réseau IP supportant des services vocaux doit être « réglé » en fonction des caractéristiques spécifiques à ce type de services.

Le réglage de votre réseau pour la voix est critique car la téléphonie est une application temps réel peu tolérante en matière de délai et de perte d'information.

Même avec des variations relativement mineures de qualité dans la transmission de données, les utilisateurs engagés dans une conversation vont rapidement percevoir des anomalies telles que : du bruit, des distorsions, des micro-coupures, des cliquetis, de l'écho, etc.

Les principaux indicateurs de performance pour la transmission de donnée en temps réel sont les suivants :

La latence (temps de traversée du réseau)

Typiquement si la latence, c'est-à-dire le temps pris par un paquet de données pour traverser le réseau est inférieur à 150ms, les utilisateurs ne devraient pas noter de différence par rapport à un réseau TDM conventionnel.

Pour les applications informatiques cette caractéristique n'est pas critique. Il faut donc soigneusement tester et administrer le réseau pour l'adapter aux services vocaux.

Le taux de perte

Aucune liaison n'est parfaite et par conséquent en cours de transmission on constate toujours un certain nombre de pertes de paquets ou plus précisément on détecte des paquets erronés. On résout généralement ce problème en assurant une retransmission des paquets défectueux mais en raison des contraintes de délais (latence) évoqués précédemment, cette solution est inopérante pour le transport de la voix. On estime qu'un taux de perte supérieur à 0,5% réduit la qualité par rapport à celle connue sur les réseaux téléphoniques commutés historiques.

La gigue

C'est la mesure de la variation du délai de transmission des trames vocales. Une trop grande variation peut entraîner des difficultés de synchronisation et des pertes de paquets de données perceptibles par les auditeurs.

 Pour les technophiles qui veulent en savoir plus :
La qualité de service en ToIP – Chapitre 6.8 -

Dans la majorité des cas, l'environnement des réseaux LAN et WAN va nécessiter des modifications pour satisfaire aux exigences de la voix sur IP. Cela entraîne des conséquences sur les matériels et les logiciels, une augmentation et/ou une gestion plus précise de la bande passante, et enfin des moyens de contrôle et de mesure de la qualité de transmission sur les indicateurs tel que latence et taux de perte.

→ **Les bonnes questions à se poser**

> **Est ce que mes LAN et WAN sont compatibles VoIP ?**

> **Sont-ils modifiables pour le permettre et à quel coût ?**

> **Quelles sont les exigences** de qualité du service téléphonique au sein de l'entreprise ?

> **Quels sont les moyens de test et de contrôle nécessaire** pour m'assurer de la permanence de la qualité ?

> **Est-ce que mon réseau peut supporter les flux téléphoniques ?** Quelles sont les périodes de forte charge ?

Ce qu'il faut retenir

L'interface entre LAN et WAN est souvent sous-dimensionnée en raison d'une trop grande recherche d'économie sur l'accès WAN qui ne tiendrait pas compte des exigences de maintien d'une bonne qualité de service téléphonique lorsque le trafic de données est en période de pointe.

4.3 Réaliser un réseau pilote et le mettre progressivement en place

Evidemment, la taille de l'entreprise et du projet doit conditionner les moyens à mettre en place et la planification des tâches.

Lorsque le projet présente une certaine ampleur, (multisites, nombreux personnels et métiers concernés dans l'entreprise), il est prudent de procéder progressivement, en commençant par une phase pilote. Même si le projet est conçu dès le départ dans une optique de migration rapide et totale de tous les postes, cette manière de procéder évite de passer à côté de difficultés techniques, mais aussi relationnelles au sein de l'entreprise.

Avec autant de variables impliquées dans le système, il est bon au départ de limiter le nombre de postes et le nombre d'applications au cours d'une phase pilote.

Quelques conseils simples :

- ❑ Optez plutôt pour les nouveaux déploiements.
- ❑ Recueillez l'avis des utilisateurs, mesurez leur satisfaction avant de passer à l'étape suivante. Ces premiers utilisateurs doivent pouvoir devenir des ambassadeurs de la nouvelle téléphonie dans l'entreprise.
- ❑ C'est aussi le temps de procéder au réglage fin du réseau en fonction de la réalité du trafic.
- ❑ Pour l'introduction de fonctionnalités plus complexes que la simple téléphonie, commencez par les sites purement IP, et faites les sites hybrides ensuite.
- ❑ Passez à la mise en œuvre des supports d'applications mobile en dernier lieu.

→ Les bonnes questions à se poser

> Où puis-je introduire la ToIP le plus facilement ?

> Qui seront les premiers utilisateurs du nouveau système ?

> Est-ce que je maîtrise la situation ? Est-ce que je ne risque pas un big bang ?

> Qui peut m'aider ? Qui a déjà réalisé ce type de migration ?

4.4 Prévoir, dès la conception, les évolutions à moyen/long terme

Ne négligez pas la prise en compte des besoins à long terme qui vont très vite pouvoir bénéficier du potentiel d'intégration voix / données et images que permet cette technologie.

Faire évoluer un réseau dédié aux données pour recevoir le service téléphonique est une étape importante. Mais dans le prolongement de la voix sur IP (VoIP) qui se développe rapidement, la vidéo sur IP se présente comme le prochain enjeu capable de faire émerger de nouveaux services multimédia et il faut en tenir compte.

Cela peut permettre d'anticiper sur certaines adaptations qui seraient nécessaires sur le réseau et des économies sont sans doute réalisables en prenant en compte le futur au niveau de l'audit et de l'évolutions des équipements.

→ Les bonnes questions à se poser

- > **Quelles sont les évolutions prévisibles** à moyen/long terme de mon système de téléphonie IP
- > **Est-ce que je pourrai les réaliser avec de simple « upgrade »** ou devrai-je alors revoir la conception ?
- > **Est-ce qu'il sera plus onéreux** d'ajouter ces fonctionnalités ou services le moment venu plutôt que maintenant ?
- > **Comment vont évoluer les produits qui m'intéressent ?** (routeurs, serveurs, terminaux...) Quelles sont les feuilles de route annoncées par les fournisseurs ?

Ce qu'il faut retenir

Pour éviter les mauvaises surprises en mode opérationnel et avec les évolutions à venir, il est conseillé de se poser la question « que se passera-t-il si... » mettant en scène des évolutions fonctionnelles et des variations de trafic.

4.5 Prendre les dispositions pour s'adapter au nouvel environnement

L'introduction de l'IP téléphonie va avoir des répercussions sur l'environnement des réseaux, des utilisateurs, des administrateurs, et du personnel de maintenance.

Les domaines qui réclament une attention particulière sont les suivants :

La sécurité physique

En tant que nouvelle application installée sur votre réseau IP, le service vocal va être exposé aux mêmes attaques criminelles que les autres applications informatiques. De nouveaux contrôles d'accès et l'intégration dans les processus intégrés de sécurité sont nécessaires pour la téléphonie sur IP car l'adressage des terminaux et des utilisateurs y est très différent du mode traditionnel, qui fonctionne sur la notion de ligne (mode circuit commuté).

Dans les grandes entreprises, les PABX sont installés dans des locaux fermés (souvent dans les sous-sol des immeubles) accessibles seulement aux techniciens.

Avec l'arrivée de l'IP téléphonie, on constate une certaine dissémination des équipements qui se retrouvent associés aux équipements LAN souvent situés au niveau des espaces bureaux, parfois dans des placards non fermés à clé.

Avec la multiplication des services sur IP et en particulier la voix, il est essentiel de penser à réaliser un audit de la sécurité physique des équipements et données sensibles.

La sécurité logicielle

Les attaques de hackers, les virus, les dénis de service, les pratiques de spamming que l'on rencontre régulièrement dans l'environnement des réseaux IP, peuvent affecter le service vocal, dès lors qu'il fonctionne sur ces mêmes réseaux.

Il faut mettre en place et faire évoluer régulièrement une bonne stratégie de protection des réseaux, des équipements, et des applications.

Cela comprend des outils tels que pare feu, anti-virus, filtre, LAN virtuel et contrôle d'accès.

Contrôle d'accès

La flexibilité de changement (ajout, suppression, modification, déplacement...) que vous apporte une solution de téléphonie IP, impose en contrepartie une gestion rigoureuse des téléphones et des services associés, c'est-à-dire un nouveau régime de contrôle d'accès.

→ Les bonnes questions à se poser

> Quelles sont les mesures de sécurité déjà en place pour les services donnés ?

Sont-elles suffisantes pour prendre en compte et protéger correctement le service téléphonique ?

A l'inverse, n'y a-t-il pas des restrictions qui pourraient poser problème au bon fonctionnement du téléphone ?

> Qui administrera les droits d'accès ?

> A qui vais-je confier l'audit de sécurité ?

> Comment vais-je sécuriser mes locaux ?

 Pour les technophiles qui veulent en savoir plus :
La sécurité des systèmes ToIP - chapitre 5 -

5. La sécurité des systèmes ToIP

Pour ne pas perdre tous les bénéfices

5. La sécurité des systèmes ToIP

Il est fréquent dans le monde Internet, d'entendre parler de virus, d'intrusion, de codes malicieux, d'espionnage, de déni de service. Il est donc légitime de s'interroger sur l'opportunité de faire migrer la fonction téléphonie de l'entreprise vers un monde aussi dangereux.

- ❑ Qu'en est-il réellement de ces dangers ?
- ❑ Existe-t-il des parades ?

Ces questions, le responsable doit se les poser et y apporter des réponses avant de se lancer dans la migration.

En téléphonie d'entreprise traditionnelle, l'utilisateur évolue dans un monde fermé et protégé par un PABX offrant bien souvent des fonctionnalités et des interfaces propriétaires.

En basculant sa téléphonie sous le protocole IP, l'entreprise va la confier au contraire à un système d'information ouvert et vulnérable.

5.1 Quels sont les points de vulnérabilité ?

- ❑ **L'infrastructure** n'est plus dédiée exclusivement à la téléphonie, mais partagée avec l'informatique.
- ❑ **Les terminaux IP Phones** composés de matériel et logiciel souvent mal protégés et accessibles à distance par des utilisateurs malveillants avec comme conséquence des détournements de trafic.
- ❑ **Les softphones** par principe utilisent le réseau de transmission de données et non pas un sous réseau ToIP dédié. Ils sont donc sensibles aux attaques subies par le réseau de données, avec comme conséquence la prise de contrôle à distance du PC par l'implantation de logiciels espions, l'enregistrement des conversations.
- ❑ **Les serveurs ToIP** sont souvent colocalisés avec des passerelles d'infrastructure IP. Or les IP Phones dans la phase d'initialisation viennent y télécharger des firmwares, ce qui permet à un malveillant de changer l'image du terminal en en réduisant les fonctionnalités, d'avoir accès au serveur de messagerie vocale pour effacer les messages ou de changer le texte des annonces publicitaires.

5.2 Les précautions à prendre

En complément aux mesures de sécurité appliquées au réseau de données :

- ❑ **Prévoir des sous-réseaux IP dédiés** respectivement à la téléphonie et à l'informatique et, si possible, séparer les sous-réseaux terminaux des sous-réseaux PC.
- ❑ **Eviter d'utiliser des IP-Phones possédant des prises PC** raccordés au même LAN.

- ❑ **Activer des filtrages entre les sous réseaux** afin de bien recenser les flux légitimes et de bloquer les autres.
- ❑ **Durcir le système d'exploitation des serveurs** et les applications, qu'il s'agisse de Windows ou de Linux.
- ❑ **Activer les mécanismes anti-intrusion** sur les réseaux dédiés ToIP.
- ❑ **Eviter l'identification des terminaux par la seule adresse MAC** et utiliser des mécanismes d'authentification complémentaires.
- ❑ **N'utiliser des softphones que si une politique forte de sécurisation** des postes de travail est mise en place. Un appel sortant ou entrant vers un softphone, ne transite pas par le serveur d'appels de l'entreprise. Il n'est donc pas contrôlé par ce dernier. Or les attaques contre la sécurité passent bien souvent par des modifications dans les lignes d'instruction des protocoles de signalisation Voix (H323, SIP, MGCP). Une mesure préventive consiste donc à insérer des analyseurs de flux équipés de contrôleurs de protocoles suffisamment puissants pour interrompre tout flux ne respectant pas les protocoles.
- ❑ **Utiliser des protocoles de type SSH ou HTTPS** plutôt que Telnet et HTTP afin de ne pas transmettre les mots de passe en clair sur le réseau.

Ne pas oublier

-  Les mesures prises pour sécuriser les flux de données seront aussi utilisées pour les flux Voix
-  Dans le cas d'utilisation de softphones, des analyseurs de protocole devront être mis en service
-  Tout moyen technique de sécurisation ne vaut que par la rigueur avec laquelle il est appliqué
-  La sécurité est l'affaire de chacun et de tous en même temps
-  Nécessité de :
 - > Responsabiliser les utilisateurs sur la notion de sécurité
 - > Imposer aux administrateurs l'utilisation de protocoles sécurisés
 - > Les convaincre de choisir des mots de passe efficaces pour consulter la messagerie vocale et accéder aux fonctions de paramétrage
 - > Les convaincre d'en changer fréquemment
 - > Effectuer régulièrement des audits de sécurité
 - > Effectuer des rappels de formation.

6. La téléphonie IP sans fil ou WToIP

Ajouter la mobilité

6. La téléphonie sans fil sous Protocole Internet ou WToIP

Depuis une quinzaine d'années, le responsable d'entreprise qui souhaite ajouter la fonction mobilité aux communications téléphoniques de son personnel dispose de deux solutions : le DECT et le GSM.

En entreprise, le DECT est toujours utilisé comme une extension de la voie téléphonique, délivrée par un PABX qui lui assure le raccordement au réseau extérieur et la fonction de commutation avec les autres abonnés de l'entreprise.

Le terminal GSM quant à lui, est indépendant du réseau de l'entreprise et le service qu'il offre est celui proposé par l'opérateur auprès duquel l'entreprise a souscrit un abonnement.

Certains constructeurs d'autocommutateurs d'entreprise et de terminaux GSM proposent des systèmes permettant aux terminaux GSM/GPRS/EDGE d'être vus comme des extensions du PABX de l'entreprise avec accès aux fonctionnalités des PABX traditionnels, ou IPBX. Mais la liaison radioélectrique demeure conforme au protocole GSM.

Les technologies DECT et GSM ont en commun le fait de travailler selon le principe des circuits commutés. Cela signifie qu'une ressource radioélectrique, un canal radio en l'occurrence, est affectée tant dans le sens montant (de l'abonné vers le réseau), que dans le sens descendant (du réseau vers l'abonné), pendant toute la durée de la communication. Cette affectation demeure tant que les deux abonnés n'ont pas mis fin à leur communication, qu'il y ait échange de paroles ou de données, ou qu'il n'y en ait pas. Les ressources radioélectriques qui leur sont affectées, leur sont réservées exclusivement.

Les technologies DECT et GSM autorisent l'acheminement de la voix et des données. Le débit en transmission de données sur la voie radio GSM est limité à 9,6 Kb/s, et à 32 Kb/s par intervalle de temps pour le DECT.

La qualité de service offerte par les réseaux GSM et DECT est en général correcte car pour le terminal DECT, en dehors des problèmes de propagation radio qui demandent bien souvent une expérimentation assez poussée de l'implantation des bases émetteur/récepteur, la QoS constatée sera celle offerte par le PABX de l'entreprise.

Pour le réseau GSM, la qualité de service est en général favorisée par l'affectation d'une ressource pendant toute la durée de la communication, une fois les problèmes de propagation résolus par l'opérateur.

En téléphonie mobile sous protocole Internet, il en va différemment. Le terminal téléphonique est vu par le réseau comme un terminal parmi les autres. Le fait qu'il soit dédié à la voix ne change rien et les ressources ne lui sont pas affectées en propre mais restent partagées avec les autres terminaux.

Quelles sont les techniques actuellement disponibles pour faire de la WToIP ?

6.1 Les terminaux dédiés

Une seule technique semble pouvoir à moyen terme proposer la téléphonie mobile sur IP. Il s'agit des systèmes conformes à la norme 802.11x appelée communément Wi-Fi. A ce jour les équipements dédiés à la transmission de données selon les protocoles 802.11x sont opérationnels et les entreprises les utilisent communément. Mais ceux dédiés à la téléphonie ne sont qu'expérimentaux et onéreux. D'autre part il semble que leur avenir passe par la compatibilité avec les terminaux GSM ou GPRS/EDGE.

Qu'en est-il de l'état technique de ces terminaux Wi-Fi actuellement ?

- ❑ Tous les terminaux existants fonctionnent dans la bande libre du 2,4 Ghz qui n'est pas opérée. C'est-à-dire que l'utilisation des canaux est attribuée au premier demandeur. Donc il peut y avoir encombrement sur la voie radio. Par mesure de sécurité, certains fabricants limitent volontairement le nombre d'utilisateurs simultanés de téléphone mobile Wi-Fi à 7 par cellule, considérant qu'au-delà, la qualité de service se dégrade trop.
- ❑ Les ondes radioélectriques, bien que se propageant mieux à 2,4 Ghz qu'à 5,3 Ghz rencontrent cependant beaucoup de problèmes de propagation en milieu fermé (verre, poutelle métallique, béton) qui est le seul autorisé aujourd'hui. Une cellule de 15 mètres de diamètre en indoor est déjà un exploit en téléphonie sans fil en Wi-Fi.
- ❑ Au système routeur existant, il faut ajouter une plate-forme de gestion des appels (Call manager).
- ❑ Les terminaux Wi-Fi actuels ont une autonomie qui ne dépasse pas les 6 heures, en veille. La nouvelle génération de chips en cours d'implémentation dans les terminaux devrait la faire passer à 8/10 heures au début du 1^{er} Trimestre 2006.
- ❑ La voix est grosse consommatrice de bande passante et pour maintenir une certaine qualité de service doit être prioritaire sur les données puisqu'elle travaille en temps réel, tandis que les données peuvent accepter des retards de transmission. Un ordinateur est moins sensible que l'oreille au retard ou à la perte de paquets. Donc installer la voix sur le réseau IP se fera au détriment du service de données.
- ❑ La qualité de la voix sur un terminal Wi-Fi, lorsque la liaison est bonne, est comparable à celle d'un terminal GSM. Elle reste donc très inférieure à celle d'un terminal DECT.
- ❑ Lorsqu'un terminal Wi-Fi appelle un autre terminal Wi-Fi, la qualité du service reste correcte. Par contre dès que l'appelant souhaite appeler un correspondant sur le réseau commuté, la qualité devient aléatoire pour des raisons de transcodage. Il en est de même dans les appels inverses, du RTC vers l'IP mobile.
- ❑ Le prix d'un terminal WToIP est beaucoup plus élevé que celui d'un terminal DECT.

De plus il n'existe pas encore sur le marché de terminaux bi-mode GSM/Wi-Fi. Il ne faut pas les espérer avant début 2007.

Pour l'instant, une grande prudence est donc nécessaire. Cependant il importe de surveiller les offres des fabricants qui devraient prochainement s'étoffer et proposer des plates-formes de communication pour entreprise. La question mérite d'être reposée d'ici fin 2006, époque à laquelle les problèmes d'interopérabilité, d'autonomie auront peut-être été résolus.

6.2 Les "soft terminaux"

Prenons un ordinateur portable raccordé à l'IP-VPN de l'entreprise par une liaison Wi-Fi. Cet ordinateur par principe est mobile et cette mobilité est limitée à la couverture de la cellule Wi-Fi. Il s'agit donc d'ailleurs plus de nomadisme que de mobilité.

Mais supposons maintenant que cet ordinateur soit équipé d'un logiciel émulateur de poste téléphonique de type ToIP dont plusieurs versions existent à ce jour et qui sont utilisées par plusieurs millions d'internautes dans le monde. Si l'utilisateur est en outre équipé d'un ensemble micro-écouteur, il pourra téléphoner (émettre et recevoir des appels) en mode IP comme s'il utilisait un terminal téléphonique IP, sous la réserve qu'il reste sous la couverture de la cellule Wi-Fi.

Une autre solution existe et est validée techniquement. Elle est cependant confrontée à des verrous commerciaux. Il s'agit de l'utilisation des réseaux mobiles opérés et fonctionnant en mode paquets tels que les réseaux GPRS, EDGE et UMTS de troisième génération. En effet il est possible d'équiper les PC, portables en l'occurrence, de carte type PCMCIA permettant l'accès aux réseaux GPRS, EDGE et UMTS des trois opérateurs licenciés, Bouygues Telecom, Orange et SFR. Si ces mêmes PC sont équipés en outre de logiciel émulateur de ToIP, l'utilisateur, à l'aide d'un ensemble micro-écouteur, a la possibilité d'utiliser le réseau Internet auquel est raccordé son PC pour téléphoner sur IP dans le monde entier.

On comprend aisément que les opérateurs mobiles voient actuellement d'un mauvais œil une telle architecture, car elle permet de détourner une partie importante du trafic voix très rémunérateur vers le trafic de données de plus en plus facturé au forfait et donc probablement moins rémunérateur. Ces opérateurs ont donc tendance à empêcher l'utilisation de tels logiciels sur leur réseau mobile.

6.3 La QoS en WToIP

Actuellement, compte tenu des techniques utilisées pour faire de la WToIP, on ne peut qu'inciter les chefs d'entreprise à une grande prudence. Leur attitude vis-à-vis de leur intégrateur de solutions IP doit être basée sur une grande exigence.

6.4 Réseaux avec licence ou réseaux sans licence ?

Le système DECT a la particularité d'être autorisé par le régulateur, l'ARCEP (Autorité de Régulation de la Communication électronique et de la Poste), à fonctionner sous deux régimes au choix.

D'une part les réseaux ouverts au public qui sont opérés par un opérateur, nécessitent l'obtention d'une licence. Plusieurs ont été opérationnels un certain temps en Ile-de-France, à Saint Maur et à La Défense, ainsi qu'à Nice.

D'autre part les réseaux privés non opérés sont ceux que les entreprises équipées d'un PABX peuvent créer en considérant les détenteurs d'un terminal comme des membres de l'entreprise. Dans cette catégorie entrent aussi les particuliers qui équipent leur résidence d'une base DECT pour déporter leur ligne dans un rayon d'une centaine de mètres au maximum.

En téléphonie mobile sur IP, on semble s'orienter vers cette même double solution.

En effet les réseaux 802.11g (Wi-Fi), quand ils fonctionnent dans la bande des 2,4 GHz qui est une bande dite "libre" et utilisable par tous, sans licence, peuvent être créés par tous et en particulier les entreprises et les résidentiels. On retrouve alors pour la ToIP, la même organisation que pour les raccordements d'ordinateurs portables fonctionnant sous Wi-Fi. Dans les deux cas, les utilisateurs sont de type privé tant au niveau résidentiel qu'au niveau entreprise puisque seuls les membres de l'entreprise peuvent accéder au réseau. C'est en tout cas ce qui est fortement recommandé pour des raisons de sécurité.

Un des points négatifs de ce mode de fonctionnement, que l'on soit en DECT ou en Wi-Fi, est que le plan de fréquences n'est pas géré. Le risque d'interférences radioélectriques est important et la charge de trafic mal répartie.

Parallèlement aux réseaux à la norme 802.11g, des réseaux à la norme 802.16 (Wi-Max) sont en cours de déploiement par l'opérateur Iliad Free, ex-Altitude Telecom. L'ARCEP vient en outre de lancer un appel à candidature pour des réseaux dits BLR ou Boucle Locale Radio. Les licences qui seront attribuées au niveau régional et au niveau national par l'ARCEP concernent essentiellement l'accès au moyen et haut débit. Mais il ne fait pas de doute que comme pour la norme 802.11g une utilisation téléphonique sera développée puisque les spécifications techniques de cette fonctionnalité sont en cours de validation par l'IEEE sous la référence 802.16e.

Le cahier des charges de l'ARCEP concerne plus une utilisation de type nomade que de type mobilité et actuellement le hand-over d'une cellule à une autre n'est pas opérationnel.

Cependant, même si les licences attribuées par l'ARCEP sont nationales et/ou régionales, cela ne signifie pas que la couverture sera de type national comme on la connaît avec les GSM et GPRS. Elle sera de type Hot spots étendus.

En tout état de cause, tant avec le 802.11g qu'avec le 802.16e, ces techniques de WToIP n'étant pas encore matures, nous ne pouvons que déconseiller de les mettre en œuvre. Par conséquent si la mobilité est nécessaire, la seule technique utilisable à ce jour, est la technique du DECT associée à une passerelle IP, soit autonome, soit intégrée dans l'IPBX.

7. Retours d'expérience - Dix questions

7. Retours d'expérience – Dix questions

Sur la base des témoignages exprimés lors des conférences-débats et des conférences qu'elle organise régulièrement, l'AFUTT a établi une synthèse des réponses aux questions essentielles qu'est amené à se poser tout utilisateur de téléphonie traditionnelle envisageant de migrer vers la ToIP. A ces retours d'expérience concernant des entreprises françaises, nous avons jugé intéressant d'ajouter les résultats des mêmes enquêtes menées par les associations d'utilisateurs des télécoms à l'étranger qui sont nos partenaires au sein de l'INTUG (International Telecommunications Users Group), dont l'Australian Telecommunications Users Group.

Ces retours d'expérience pour des raisons de commodité de lecture sont présentés sous la forme de réponses à dix questions essentielles.

Ces entreprises couvrent un éventail d'activités assez diversifié et on peut trouver parmi elles :

- Une société d'informatique développant des logiciels,
- Un constructeur d'automobiles disposant de trois sites éloignés géographiquement : le siège, un centre de production, et un centre de commercialisation. La société souhaitait mettre en œuvre le réseau voix-données le plus efficace et le plus économique possible, compte tenu de la forte croissance du trafic,
- Une société de conseil chargé de la construction d'un réseau de communication entre un campus et cinq bureaux géographiquement dispersés. La société hésitait entre un PABX traditionnel et la téléphonie sur IP,
- Une société multisites, 43 dispersés sur l'ensemble du territoire avec un besoin estimé de 1 000 terminaux téléphoniques,
- Une collectivité locale, souhaitait remplacer une installation téléphonique existante obsolète pour tenir compte de l'augmentation du trafic de données et y intégrer un service de messagerie vocale ainsi qu'un centre d'appel,
- Un important cabinet de conseil juridique souhaitant remplacer son ancien PABX auquel étaient raccordés 2 400 terminaux par un réseau IP, sans négliger la nécessaire convergence voix/données,
- Une banque de 11 000 collaborateurs dont 4 000 en France, implantée dans 25 pays avec 140 agences en France,
- Une école de commerce regroupant sur son campus 1 200 étudiants et 1 500 stagiaires souhaitant agrandir ses locaux, de 6 000 m² à 10 000 m².
- Un cabinet d'avocats dont le nombre de terminaux est inférieur à 20,
- Un cabinet comptable dont le nombre de terminaux est inférieur à 20,
- Une agence immobilière de taille familiale.

Question N° 1

Pourquoi votre société a-t-elle choisi de déployer un réseau IP ? Quels ont été les arguments décisifs ?

La technologie IP est considérée suffisamment mature et stable.

Une installation en ToIP a la réputation de pouvoir être implantée très rapidement. Il est possible de remplacer un dispositif disparate de PABX et de l'adapter à une structure LAN existante.

Uniformisation des terminaux et infrastructures facilitant la maintenance.

Réduction des coûts de communication intersites.

Le personnel de l'entreprise peut en assurer l'exploitation et la maintenance.

Les fonctionnalités installées facilitent la localisation des personnes, le renvoi de poste, la mobilité sur le site et la possibilité d'utiliser le PC comme softphone. De plus avec l'intégration d'Outlook, le réseau permet la sélection par un simple « click » du correspondant recherché.

La solution ToIP est conforme aux délais d'amortissement habituels, de l'ordre de 4 ans.

Le réseau ToIP installé permet de centraliser la gestion, de réduire les coûts et d'améliorer le service aux clients.

La réduction de l'investissement dans lequel il faut inclure le matériel et les câblages.

Les coûts d'exploitation incluant consommation et abonnement.

Très forte augmentation de la superficie du campus nécessitant une refonte de l'organisation informatique et téléphonique.

Nécessité de raccorder chaque étudiant au système informatique de l'école, donc passage au tout IP.

Question N° 2

Quel type d'architecture avez-vous adopté et pour quelles raisons ? Avez-vous pu adapter votre réseau de données à la nouvelle infrastructure ou avez-vous maintenu des réseaux séparés ?

L'architecture adoptée par l'ensemble des utilisateurs de taille importante intègre voix et données. Cette solution est préférée à une installation VoIP seule, articulée autour de « hubs ».

L'architecture des petits cabinets est basée sur un modem ADSL.

La sécurité est assurée par la mise en oeuvre d'une politique de logiciels et de pare-feux.

En fonction de la répartition géographique des implantations, l'interconnexion des réseaux multisites, LAN ou WAN, est réalisée notamment en fibre optique.

Dans tous les cas, il y a où il y aura intégration des réseaux voix et données.

Question N°3

Comment utilisez-vous la technologie VoIP pour améliorer la productivité et la communication dans l'entreprise ?

Il est constaté que la productivité des entreprises est améliorée grâce aux possibilités de transfert des communications et à l'amélioration de la mobilité des personnes.

Dans les grands bâtiments du Siège on constate que la réorganisation des bureaux peut être menée à bien en un temps très court, de l'ordre de 24 heures.

Les utilisateurs ont accès depuis leur terminal aux fonctionnalités d'annuaire et de messagerie.

Pour les utilisateurs mobiles dans l'entreprise, les terminaux peuvent inclure la fonctionnalité « softphone », l'accès à distance aux e-mails et les appels internationaux gratuits.

La vidéo-conférence qui améliore la productivité peut être mise en oeuvre sur de nombreux sites.

On note une réduction des coûts des infrastructures entre sites. Cependant le niveau de ROI (Retour sur Investissement) n'a pas encore été mesuré avec précision. La durée des expérimentations n'est pas encore suffisante pour permettre de le quantifier.

Le personnel comme les clients considèrent que les terminaux sont d'une utilisation plus aisée que les précédents.

La possibilité de paramétrer les sonneries a amélioré la communication interne.

Les services de messagerie et de Call Center ont été bien adoptés par les utilisateurs.

Une fonctionnalité nouvelle comme le reroutage favorise le travail à domicile.

Mise en service du E-Learning mettant en oeuvre les services simultanés de Voix, Données et Image.

Utilisation très performante des outils de statistique et d'administration.

Les nombreux déménagements internes (2 000 en un an au niveau du Siège) sont facilités.

Création de centres d'appels virtuels donnant beaucoup de souplesse à la CRM.

Question N° 4

A quels problèmes avez-vous été confrontés lors de la mise en oeuvre de la VoIP, quelles ont été les solutions et quels enseignements en avez-vous tirés ?

Partant du fait qu'il est difficile simultanément de former les utilisateurs et de définir la configuration d'un réseau, il est recommandé de mettre au point le mode d'utilisation du système en définissant les fonctions d'opérateur, les fonctions automatisées, les appels de groupes.

Les difficultés les plus sérieuses ont été rencontrées dans la phase d'adaptation des PABX et de la VoIP au réseau WAN. Ces difficultés ont conduit à revoir la stratégie d'intégration et elles ont eu un impact sur les coûts.

L'intégration de tous les services antérieurement supportés par les PABX, messagerie, facturation etc. ... tout en conservant la capacité initiale s'est avérée difficile.

Il faut signaler également quelques problèmes d'interopérabilité causés par l'existence d'interfaces propriétaires.

L'installation de la ToIP sur les réseaux WAN exige un haut degré de compétence de la part de l'installateur pour maintenir une bonne QoS. L'adaptation aux LAN est plus facile.

Des problèmes d'interconnexion ont été rencontrés lors du raccordement des Minitel, les passerelles analogiques générant du bruit interprété comme des signaux par les Minitel.

Question N° 5

Comment avez-vous choisi votre fournisseur de service et avez-vous établi un contrat avec lui ?

Le critère de sélection du fournisseur est qu'il ait une égale connaissance des équipements traditionnels et des équipements fonctionnant sous IP. Sinon le choix s'effectue sur la base des réponses à un appel d'offres.

Il est recommandé d'établir un contrat de SLA (Service Level Agreement) précisant le niveau de qualité de service souhaité, ainsi qu'un contrat de SLM (Service Level Management) permettant de mesurer le niveau de QoS obtenu.

Le nombre important de communications à l'international a orienté notre choix.

Question N° 6

Quel a été votre objectif en matière de QoS ? Comment avez-vous pu atteindre cet objectif ?

L'objectif généralement fixé est de maintenir une QoS au moins égale à celle obtenue précédemment.

Dans certains cas les liaisons au réseau téléphonique commuté (RCP) traditionnel ont été maintenues à destination des correspondants extérieurs ou pour des liaisons internes de basse qualité.

Plusieurs défauts, notamment du bruit sur un petit nombre d'appels et des liaisons Fax ont été relevés. Ces défauts ont été corrigés par des corrections logicielles.

Dans les réseaux LAN et WAN à haut débit on a observé une diaphonie pendant la transmission des signaux d'appel. Des améliorations restent à apporter.

Les petites structures n'ont pas exprimé d'exigences particulières quant à la QoS : " Que la qualité soit la même qu'avant".

Question N° 7

Globalement vos objectifs sont-ils atteints ? Quel est votre degré de satisfaction ?

Le prix de l'installation et les coûts d'exploitation étaient les objectifs de départ. Cependant, la technologie nouvelle permet d'envisager de nouvelles applications qui n'étaient pas initialement prévues.

L'expérimentation est encore trop récente dans certains cas. Cependant les utilisateurs se déclarent globalement satisfaits. De nouvelles procédures de travail et de facturation sont implémentées et surtout, la mobilité et les changements d'implantation par l'utilisation des adresses MAC sont considérablement facilités.

Enfin, au niveau commercial, les relations avec les clients sont améliorées de telle sorte que le volume des ventes est en augmentation.

Les objectifs de coût en matière d'investissement ont été atteints.

Les coûts de consommation et d'abonnement correspondent aux attentes.

Question N° 8

Au cours de l'installation et de la mise en service, qui vous a apporté l'aide la plus efficace ?

Les installateurs qui ne comptaient pas de spécialistes parmi leur personnel ont eu recours à des consultants. Dans la plupart des cas l'appui du fournisseur IP n'a pas été clairement évalué. Les avis les plus pertinents ont été émis par les correspondants extérieurs.

Question N° 9

Quels avis, quelles recommandations pouvez-vous formuler à l'adresse de futurs utilisateurs de la technologie sur IP ?

Il ne faut pas tenir uniquement compte des économies réalisées sur les communications, mais prendre en considération les coûts et les bénéfices induits par la nouvelle technologie.

Il faut éviter de « sur-spécifier » le réseau ce qui aurait pour conséquence de le compliquer inutilement.

On tiendra compte des avis des organismes et des personnes de confiance.

On compare l'introduction de la technologie IP à un « big bang » que constituent l'intégration du PABX et la suppression brutale du poste téléphonique classique.

On examinera soigneusement pour bien les comprendre, les nombreuses solutions qu'apportent les logiciels disponibles et leur incidence sur les besoins du service.

Il faut dépasser les vues simplistes que l'on peut avoir sur l'infrastructure et éduquer les utilisateurs sachant que ce n'est pas seulement la technologie qui change mais aussi les modes de travail.

Pour des raisons de confidentialité dans les transactions commerciales, nous n'avons pas utilisé de terminaux sans fil.

Des enquêtes de sécurité sont régulièrement menées afin de détecter les failles éventuelles.

Question N° 10

Quelle est la durée d'installation et de mise en exploitation ?

La période d'installation peut s'étendre sur un ou deux ans, ce qui introduit des situations complexes, mais permet d'échelonner les investissements.

Le passage par une phase pilote, précaution nécessaire, augmente la durée de la migration qui atteindra les deux ans.

8. Pour ceux qui veulent en savoir plus

8. Pour ceux qui veulent en savoir plus

Pour permettre aux lecteurs qui souhaitent en savoir un peu plus, nous avons développé les aspects techniques de certains points abordés au cours des chapitres précédents.

Ce chapitre traite donc de :

- ❑ La différence entre les réseaux à commutation de circuits et les réseaux à commutation de paquets
- ❑ Les différents types de codage de la voix
- ❑ La signalisation (H323, MGCP, SIP)
- ❑ L'adresse IP
- ❑ La numérotation ENUM
- ❑ Les différentes solutions de téléphonie en réseau commuté
- ❑ Les différentes solutions de téléphonie sur IP :
 - L'adaptateur IP
 - Un logiciel "softphone"
 - Le téléphone IP
 - L'IPBX
 - La passerelle IP
 - L'IP Centrex
- ❑ La QoS des réseaux IP

8.1 Commutation de circuits, commutation de paquets

En commutation de circuits traditionnelle, lorsqu'un abonné souhaite appeler un autre abonné,

- ❑ Il commence par décrocher son combiné. Cette opération ferme le circuit 2 fils qui le relie à l'autocommutateur.
- ❑ Il compose le numéro du correspondant souhaité. Cette numérotation s'effectue soit par des coupures successives de la ligne, soit par l'envoi de signaux DTMF.
- ❑ Le central téléphonique de l'opérateur analyse la numérotation et utilisant le principe de la signalisation sémaphore N°7 (SS7), contacte le central téléphonique distant auquel est raccordé l'abonné appelé.
- ❑ Le central distant appelle le demandé et au décroché de celui-ci, établit les circuits de communication qui resteront affectés à la communication jusqu'au raccroché d'un des deux correspondants.

Par le principe même de la commutation de circuits, un intervalle de temps dans une trame MIC est affecté de l'abonné "A" vers l'abonné "B" dans le sens émission, et il en est de même dans le sens retour de l'abonné "B" vers l'abonné "A". Ces deux intervalles de temps restent dédiés à la communication en cours, même en cas d'inutilisation.

Ainsi quand "A" parle à "B", ce dernier écoute et ne parle pas. Donc l'IT du circuit de réception est inutilisé, et vice versa. De plus dans toute conversation, il existe des moments de silence. Dans cette situation aucun des 2 IT n'est utilisé bien qu'ils restent l'un et l'autre affectés à la conversation.

Donc en commutation de circuits, les circuits affectés à une communication ont un taux d'occupation toujours inférieur à 50%. Compte tenu du coût des infrastructures, il est logique que les opérateurs aient cherché une autre solution plus économique pour assurer les communications. Il s'agit de la commutation de paquets.

Quant à la commutation de paquets, ses caractéristiques essentielles sont les suivantes :

- ❑ La voix, au lieu d'être transmise sous forme analogique, est numérisée, comme en commutation de circuits. Mais de plus,
- ❑ Les bits issus de cette numérisation sont groupés par paquets
- ❑ Un paquet comprend plusieurs types de données :
 - Les données issues de la numérisation de la voix
 - Les données de service
 - Les données d'adressage

Les paquets sont acheminés depuis l'appelant jusqu'à l'appelé en utilisant les ressources du réseau de transmission maillé et de circuits virtuels.

L'autocommutateur de l'appelant reçoit de celui-ci un paquet et le garde en mémoire avant de l'acheminer à l'autocommutateur suivant par le premier chemin disponible.

Le paquet arrive ainsi de proche en proche, jusqu'au commutateur de paquets de l'appelé.

Il n'y a, a priori, aucune raison pour que deux paquets successifs utilisent le même chemin. En conséquence, chaque paquet comprend l'information de service permettant d'identifier son rang parmi les autres paquets.

Le terminal téléphonique sur IP qui reçoit les paquets assure leur remise en ordre puis le décodage du signal reconstitué, afin de le transformer en signal audible.

8.2 Les codages de voix

La voix est un signal analogique, variable en fréquences et en volume. Pour la transmettre sur une ligne téléphonique, elle doit être transformée en signal électrique et réciproquement. Graham Bell en son temps avait résolu cette double conversion et obtenu des signaux dits "analogiques". Pour faciliter son transport, cette voix a ensuite été numérisée à l'aide de codeurs dits "AD" pour analogique/digital. Le codage normalisé a été et reste le codage G711 qui transforme le signal analogique à 4kHz en un signal numérique à 64 Kb/s. L'équipement qui réalise une telle conversion analogique/digital puis digital/analogique s'appelle un "codec" par contraction de l'ensemble codeur/décodeur.

Mais un signal à 64 Kb/s occupe une place non négligeable dans un lien de transmission. C'est pourquoi, les techniciens travaillent dans le domaine de la voix, comme dans ceux de la vidéo et des images, à compresser le signal obtenu pour en réduire la taille sans que la qualité en soit détériorée.

Pour que deux correspondants puissent se comprendre, il est nécessaire que le même codec soit utilisé à chaque extrémité de la liaison. Les codecs de compression ont donc fait l'objet d'une normalisation par l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) et les plus utilisés sont les codecs conformes à :

- ❑ La norme G.726 dont le taux de compression est de 2. La voix n'utilisant plus que 32 Kb/s
- ❑ La norme G.728 autorisant un codage à 16 Kb/s
- ❑ La norme G.729 autorisant un codage à 8 Kb/s
- ❑ La norme G.723 autorisant un codage à 6,3 Kb/s

Ces différents codecs sont en général systématiquement implantés dans tous les terminaux compatibles IP décrits plus loin.

C'est après cette compression que les bits obtenus seront regroupés en paquets par le terminal et transmis sur le réseau selon le protocole IP.

Afin de réduire encore le nombre d'informations voix transmises, tous ces codecs traitent le blanc de parole. Dans une conversation, il existe des moments où aucune parole n'est échangée, seul existe le bruit de fond. Comme il ne sert à rien de le transmettre, il est détecté et non codé à l'émission. Par contre il est fort gênant à la réception de ne pas recevoir un tel bruit de fond. En conséquence les codecs détectent son existence et le régénèrent sur place pour un plus grand confort.

Il est toujours possible d'utiliser des passerelles ou transcodeurs permettant de coder à l'émission en G.711 par exemple et de décoder selon un autre codec en réception. C'est même nécessaire dans les réseaux ouverts où l'on n'est pas maître des équipements du correspondant. Par contre dans les réseaux fermés d'entreprise, il est préférable de n'utiliser qu'un seul type de codage et le G.711 est bien évidemment recommandable à condition que le trafic constaté et que la bande disponible soient compatibles.

De nombreux terminaux possèdent en natif des codecs G.711, G.728 et G.729. Ils savent détecter en réception la norme de codage utilisée en émission et décodent avec le codec correspondant sans qu'il soit nécessaire de passer par des transcodeurs.

8.3 La signalisation

Les tuyaux écouant du trafic téléphonique écouent deux types de trafic, le trafic voix et le trafic de signalisation. La signalisation a pour but de faire dialoguer les deux terminaux entre eux et permettre le fonctionnement du réseau téléphonique. La signalisation traite en particulier :

- Le décrochage de l'appelant
- L'acheminement de la numérotation
- La sonnerie
- Le décrochage du demandé
- Le raccrochage du demandeur
- Le bouclage de ligne
- L'occupation
- Le retour d'appel
- Le raccrochage du demandé

Sur les réseaux traditionnels, la signalisation internationalement reconnue est la Signalisation Sémaphore N°7 (SS7).

Dans les réseaux IP, on n'établit pas un circuit de communication et on n'établit pas une communication. On ouvre une session. La signalisation a donc pour but de permettre l'ouverture d'une session, de sa modification, puis de sa fermeture. Elle fonctionne selon le principe d'échanges de messages permettant d'authentifier et de localiser dans le réseau les différents participants (point à point ou multipoint dans le cas de conférence). Le format de ces messages varie avec le protocole utilisé car plusieurs protocoles sont en service. Le H323, le MGCP (Media Gateway Control Protocol) et le protocole SIP.

H323 est actuellement le plus utilisé pour des raisons d'antériorité, et c'est lui qui est en service dans les IPBX. Il tend à être supplanté par le protocole SIP (Session Initiation Protocol) plus ouvert mais moins mature, ou par le protocole MGCP.

SIP est un protocole porté par le monde Internet. Déjà riche, il s'enrichit régulièrement dans ses nouvelles versions, et on le trouve de plus en plus souvent dans les IP-Phones et dans les softphones.

MGCP est le protocole qui assure le meilleur contrôle des appels pour se protéger des détournements d'appels.

Le choix du protocole de signalisation peut s'avérer important car tous n'ont pas la même efficacité lorsqu'il s'agit de transmettre des fax ou de traverser des pare feux de protection.

Les organismes définissant ces protocoles éditent régulièrement des mises à jour de logiciel améliorant les fonctionnalités ou les fonctions de sécurité. Les serveurs d'appel les utilisant doivent donc faire l'objet de changement de palier logiciel.

Il est donc nécessaire que les terminaux IP-Phones puissent, eux aussi, suivre les évolutions soft, et en particulier être mis à niveau par téléchargement, sans que des modifications hard coûteuses soient nécessaires.

Cette possibilité doit faire partie des critères de choix des terminaux.

8.4 La numérotation ENUM

ENUM (Telephone Number Mapping) est un protocole de conversion des numéros de téléphone utilisés en téléphonie traditionnelle en un nom de domaine Internet via l'interrogation d'un serveur DNS (Domain Name System). Ce nom de domaine permet de préciser les utilisations différentes possibles telles que voix, e-mail, fax, messagerie unifiée, messagerie instantanée, localisation.

L'UIT a ainsi établi la norme E.164 qui précise la composition des adresses dans le monde ENUM.

Prenons l'exemple de l'AFUTT dont le numéro de téléphone international est :

"33 1 47 41 18 56".

Ce numéro, selon la recommandation E.164 est transformé en :

"6.5.8.1.1.4.7.4.1.3.3.e164.arpa

Le protocole ENUM appliqué à ce numéro fait correspondre la liste des services permettant de contacter l'AFUTT :

- Service téléphonique : 33 1 47 41 18 56
- Service Fax : 33 1 47 41 00 66
- E-mail : infos@afutt.org
- Site Internet : <http://www.afutt.org/>

Ces différentes adresses associées au numéro ENUM sont considérées comme des URI (Unique Resource Identifiers) ce qui permet de les convertir en nom de domaine.

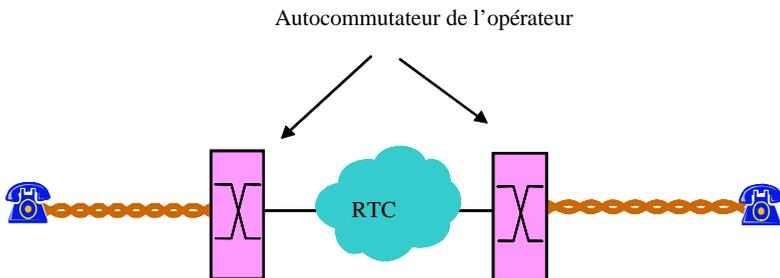
ENUM n'en est qu'à l'état d'ébauche et à notre connaissance, seules des expérimentations sont en cours. Le protocole n'est d'ailleurs pas encore en totalité normalisé. ENUM reste donc à ce jour un rêve et l'on ne peut pas préciser quand il deviendra réalité.

8.5 Différentes solutions de raccordement téléphonique

8.5.1 Raccordement d'un poste de télétravail au réseau commuté

Ce mode de raccordement est celui que nous avons tous connus pendant des dizaines d'années. Il utilise les composantes suivantes :

- ❑ Un poste téléphonique dit analogique dont le micro transforme la voix en signal analogique électrique,
- ❑ Une paire téléphonique torsadée en fil de cuivre de 0,6 ou 0,9 mm de diamètre reliant l'abonné au central téléphonique de l'opérateur,
- ❑ Le central téléphonique, aussi appelé autocommutateur, de l'opérateur qui assure les fonctions de
 - signalisation (décroché, raccroché, sonnerie, traduction du numéro de l'appelé en adresse géographique),
 - réservation des circuits d'acheminement de la communication,
 - commutation des circuits
 - établissement des données de taxation
- ❑ Le réseau téléphonique public, dit "commuté" (RTCP) constitué de l'ensemble des circuits construits et exploités par l'opérateur historique, les PTT, puis France Télécom,
- ❑ Un écouteur dont le but est de transformer le signal électrique reçu en signal acoustique audible par l'abonné.

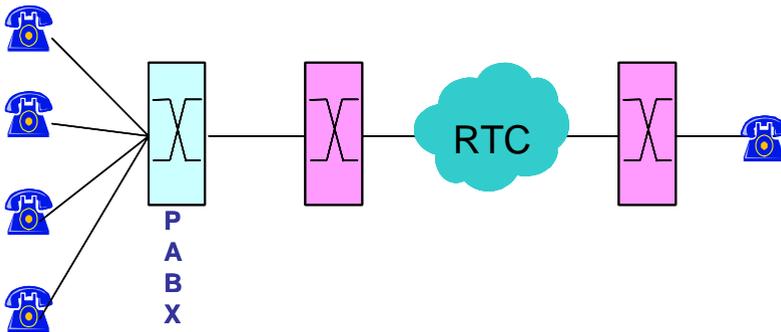


En 2005, le nombre d'abonnés utilisant ce type de raccordement (télétravailleurs, TPE, SOHO, résidentiels) est en France de plusieurs dizaines de millions. C'est donc encore le plus utilisé.

8.5.2 Raccordement d'un réseau d'entreprise au réseau commuté

Le schéma de raccordement d'un réseau d'entreprise traditionnel se distingue du précédent par la seule adjonction d'un autocommutateur d'entreprise, le PABX, qui assure les fonctions de :

- Commutation des abonnés internes à l'entreprise,
- Etablissement des données de taxation interne à l'entreprise,
- Mise à disposition d'un certain nombre de fonctionnalités supplémentaires telles que filtrage, annuaire interne, mise en conférence, etc. ...



Le lien reliant le PABX de l'entreprise à l'autocommutateur de l'opérateur n'est plus constitué d'une simple paire téléphonique, puisque ce lien doit pouvoir écouler plusieurs communications simultanément, mais de un ou même plusieurs liens MIC de type G.703 à 2 Mb/s chacun.

8.6 Les différentes solutions de téléphonie sur IP

8.6.1 Utilisation d'un adaptateur IP

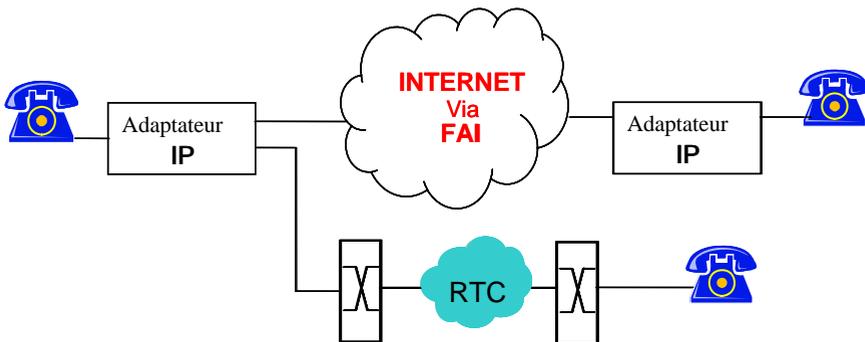
L'adaptateur IP permet à un abonné au RTC, tout en conservant sa liaison sur le RTC, de pouvoir utiliser aussi la ToIP. Il lui suffit de s'équiper auprès du fournisseur d'un tel service d'un adaptateur IP. De telles solutions n'étant pas normalisées, elles sont toutes propriétaires et deux correspondants qui souhaitent communiquer par cette technique doivent s'approvisionner chez le même fournisseur de service IP. Parmi ceux-ci on peut citer des sociétés comme :

- Free IP Call
- Skype
- Wengo
- Peoplecall
- Teleappliant
- Et autres

Ces sociétés ne fabriquent pas elles-mêmes des adaptateurs, mais s'approvisionnent chez des fournisseurs tels que :

- ❑ Astra Matra
- ❑ Cisco
- ❑ et autres
- ❑ Alcatel
- ❑ Nortel

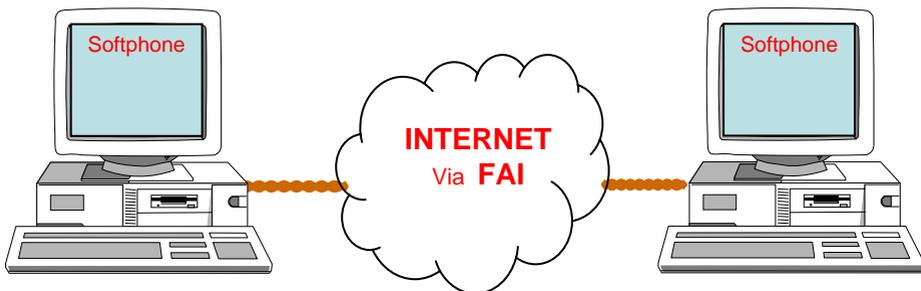
Cependant pour des raisons de compatibilité logiciel et de numérotation, il est conseillé de s'approvisionner chez le fournisseur de services lui-même.



Cette solution d'adaptateur IP peut être utilisée aussi bien par un télétravailleur, que par un SOHO ou une entreprise, à condition de vérifier que le correspondant a lui aussi souscrit un abonnement chez le même fournisseur de services, ce qui, dans le cas des entreprises, restreint le champ d'utilisation aux filiales par exemple.

8.6.2 Utilisation d'un logiciel "softphone"

La solution la plus simple, qui permet à un utilisateur de PC de téléphoner sur IP, est d'équiper son PC, d'un ensemble micro/casque et d'un logiciel softphone émulant un poste téléphonique sous IP.



Depuis très peu de mois, on trouve aussi dans le commerce des combinés téléphoniques se connectant sur le port USB de l'ordinateur en lieu et place de l'ensemble micro-casque.

Dans ces conditions, les communications utilisent le réseau Internet et sont alors gratuites car comprises dans le forfait d'utilisation du réseau proposé par le FAI (fournisseur d'accès à Internet).

Pour que l'appelé puisse entrer en relation avec l'appelant, il est nécessaire que ce dernier soit lui aussi équipé d'un tel logiciel. Il s'agit donc uniquement d'une liaison PC à PC

A ce jour, plusieurs logiciels gratuits sont disponibles. Mais ils ne sont pas interchangeables puisque cette solution par softphone n'est pas normalisée. Parmi les fournisseurs les plus connus de logiciel softphone, on peut citer :

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Yahoo!Messenger | <input type="checkbox"/> MSN Messenger |
| <input type="checkbox"/> Netmeeting | <input type="checkbox"/> Paltalk |
| <input type="checkbox"/> Skype | <input type="checkbox"/> Stanaphone |
| <input type="checkbox"/> Vonage | <input type="checkbox"/> Wengo |

Des sociétés comme :

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Digicall | <input type="checkbox"/> Peoplecall |
| <input type="checkbox"/> PhoneSystems.net | <input type="checkbox"/> Skype |
| <input type="checkbox"/> Vonage | <input type="checkbox"/> Wengo |
| <input type="checkbox"/> et autres | |

proposent, moyennant la souscription d'un abonnement, un service téléphonique "normalisé". Dans ces conditions, le titulaire de l'abonnement compose le numéro de son destinataire sans se soucier s'il est lui aussi équipé du même logiciel émulateur.

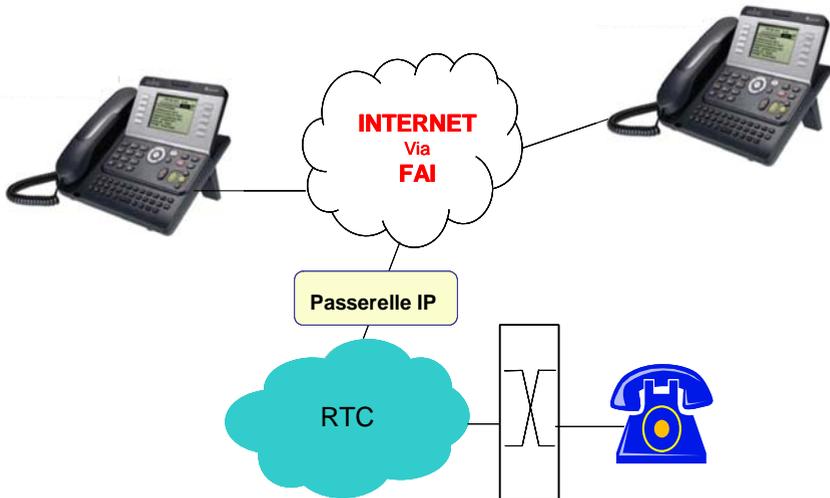
Le principe même de l'utilisation du logiciel softphone impose de passer par un PC. Dans ces conditions, il est donc nécessaire que le PC soit en permanence allumé et raccordé à Internet pour pouvoir recevoir les appels entrants.

Les utilisateurs potentiels sont les mêmes que ceux du chapitre précédent, bien que les offres de souscription d'abonnement s'adressent principalement aux télétravailleurs, aux soho, aux TPE et aux itinérants.

Pour les entreprises, le PC équipé d'un softphone peut être géré par l'IPBX. Il est alors vu comme un IP-Phone.

8.6.3 Le téléphone IP (IP-Phone)

Cet appareil, appelé IP-Phone pour le distinguer de son homologue analogique ou numérique, se branche directement sur le réseau Internet. D'une part, il sait, en émission, numériser la voix par l'application d'un des codages normalisés, d'autre part, en réception, il sait remettre dans l'ordre les paquets reçus du réseau pour reconstituer la voix. Il est donc la synthèse de l'ensemble combiné/adaptateur. Cependant il ne peut pas être raccordé au réseau téléphonique commuté.



Il nécessite, outre un abonnement auprès d'un fournisseur d'accès à Internet, la souscription d'un abonnement auprès d'un des opérateurs de téléphonie sur IP, tels que ceux qui ont été cités dans le chapitre précédent.

De même qu'un ordinateur qui souhaite se connecter à un site protégé doit communiquer le login et le mot de passe de l'utilisateur, de même un IP-Phone au moment de la mise en service doit être configuré. Cette configuration consiste à programmer dans l'IP-Phone les informations communiquées par l'opérateur de ToIP :

- L'adresse IP du serveur de l'opérateur
- Le log in de l'abonné
- Son mot de passe

Le schéma ci-dessus met en évidence le fait qu'un tel utilisateur peut appeler aussi bien un correspondant du RTC qu'un correspondant lui-même équipé d'un téléphone sur IP et vice versa. La technique est transparente pour lui.

Les offres des opérateurs ADSL sont basées sur ce principe. Elles utilisent en effet l'un des 288 canaux de l'ADSL pour écouler la voix.

Le coût d'un tel IP-Phone est plus élevé que celui d'un téléphone traditionnel et varie avec les fonctionnalités qu'il est à même d'assurer. Cet élément de coût doit donc être pris en compte au moment du choix.

En entreprise, l'IP-Phone se raccorde à l'intranet de type réseau Ethernet 10/100. Il est identifié dans le réseau par son adresse MAC (Medium Access Control) qui comprend 6 octets, les 3 premiers identifiant le constructeur, les 3 autres le numéro de série de l'équipement. Il nécessite aussi une alimentation extérieure qui lui est fournie soit par le réseau Ethernet, ce que proposent certains fabricants, soit par l'alimentation secteur.

Une des caractéristiques de l'IP-Phone est le protocole de signalisation utilisé (H323, SIP, MGCP). Le prix du terminal varie avec le protocole choisi, ceux équipés de SIP sont en général moins coûteux (à partir de 100 Euros).

Parmi les constructeurs les plus présents sur le marché, on peut citer :

Aastra Matra

Alcatel

BudgeTone

Cisco

Ericsson

Polycom

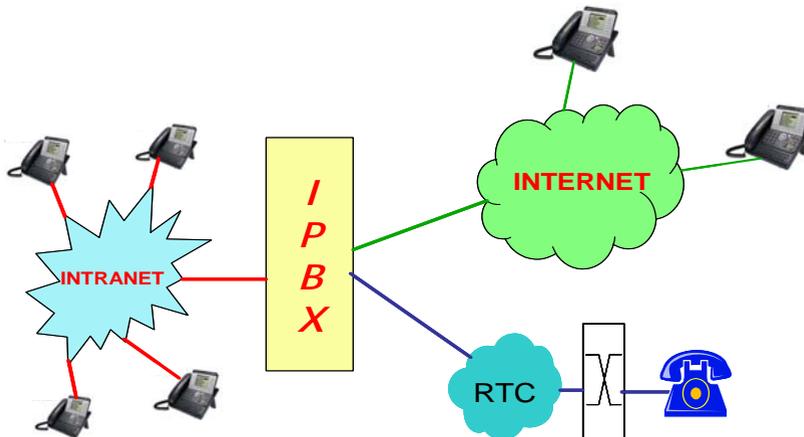
Swissvoice

Thomson

Zultys

ZyXEL

8.6.4 L'IPBX



Dans une entreprise, l'IPBX assure les mêmes fonctions que le PABX, mais en conformité avec le protocole Internet.

En effet, les IP-Phones d'une entreprise doivent pouvoir communiquer entre eux ainsi qu'avec l'extérieur.

Ils sont connectés au réseau interne et l'intranet fonctionnant sous IP, l'IPBX doit assurer entre autres, les fonctions de :

- gestion d'appel
- gestion de l'annuaire
- identification de l'appelant
- transfert d'appel
- renvoi d'appel
- conférence
- messagerie
- notification d'e-mails

Côté réseau, les IPBX traitent les appels entrants et sortants aussi bien selon le mode IP qu'avec le RTC.

A ce jour, on peut considérer que tous les grands constructeurs des Télécoms tels que :

- 3Com
- Alcatel
- Avaya
- Cisco
- Aastra Matra
- Ericsson
- Nortel

proposent des solutions IPBX. Les modèles proposés sont de capacités très différentes et permettent de couvrir tous les besoins des entreprises, de quelques abonnés (10) à plusieurs milliers.

8.6.5 La passerelle IP

Au sein d'une entreprise, la passerelle IP assure l'interface entre le réseau téléphonique commuté (RTC) standard et le réseau IP. Il s'agit donc d'un équipement utilisé lorsque au sein d'une entreprise, certaines lignes restent en analogiques ou numériques, tandis que d'autres sont de type IP. Cette solution que l'on pourrait appeler mixte est moins onéreuse que celle de l'IPBX, mais aussi moins performante.

8.6.6 L'IP Centrex

L'IP Centrex est un mode d'exploitation d'un réseau de ToIP, analogue à ce qu'est la fonction Centrex en téléphonie traditionnelle. Il permet à une entreprise, quelque soit sa taille, de confier à une société extérieure (externalisation ou outsourcing) l'exploitation de sa fonction de téléphonie. La société extérieure qui fournit cette prestation est, dans le cas de ToIP, l'opérateur de voix ToIP. Le terme de délocalisation de la fonction téléphonique doit être pris au sens large puisqu'il comprend :

- ❑ L'utilisation des équipements IPBX situés dans les locaux de l'opérateur de ToIP. Le dimensionnement des équipements, leur évolution technique et leur maintenance sont de la responsabilité de cet opérateur.
- ❑ Le transfert de la responsabilité des aspects techniques vers l'opérateur de voix. Cependant l'entreprise peut conserver, si elle le souhaite, une interface d'administration qui lui permet, en particulier, de garder la maîtrise de la langue de son IVR.
- ❑ La gestion de l'annuaire et l'attribution des lignes aux abonnés internes à l'entreprise peuvent rester de la compétence de cette dernière, si elle le souhaite.
- ❑ La solution IP Centrex s'applique aussi bien aux entreprises monosites que multisites, ainsi qu'aux entreprises qui utilisent les services de télétravailleurs ayant accès au réseau Internet par une liaison à haut débit.
- ❑ La numérotation abrégée s'applique à tous les sites déportés.

La solution IP Centrex correspond donc financièrement et techniquement à une nouvelle approche par l'entreprise de sa fonction téléphonique qui fait alors entièrement partie du budget de fonctionnement. L'IPBX n'apparaît plus dans le budget investissement. L'opérateur de voix facture mensuellement sa prestation sur la base du nombre de lignes gérées.

A ces frais de fonctionnement, l'entreprise doit aussi ajouter les coûts d'accès à Internet, facturés par le FAI qui est souvent distinct du fournisseur de voix.

8.7 L'adresse IP

L'adresse IP permet d'identifier d'une façon biunivoque une machine connectée à Internet. Les routeurs sont ainsi en mesure d'acheminer les paquets en circulation sur le réseau jusqu'au destinataire.

Deux versions d'adresse IP sont actuellement utilisées sur le réseau, IPV4 et IPV6.

8.7.1 IPV4

Dans IPV4, l'adresse IP est constituée de 32 bits regroupés en 4 octets de la forme A.B.C.D., où A, B, C, et D sont des nombres compris entre 0 et 235.

Selon le mode d'utilisation du terminal, en connexion permanente au réseau (cas d'un serveur), ou en connexion temporaire (cas de l'ordinateur d'un particulier), l'adresse IP sera soit permanente soit temporaire.

Elle est attribuée au moment de l'ouverture de la session et peut donc changer à chaque nouvelle connexion.

De plus l'adresse IP peut être soit publique, auquel cas le terminal correspondant aura accès à l'Internet public, soit privée et le terminal correspondant ne sera reconnu que par l'Intranet de l'entreprise. C'est ainsi qu'un terminal extérieur à une entreprise ne pourra avoir accès au serveur de l'entreprise si celui-ci ne dispose que d'une adresse IP privée. C'est un moyen efficace de protection des données sensibles.

Le serveur DHCP d'une entreprise permet d'attribuer dynamiquement une adresse IP publique aux terminaux de l'entreprise lorsqu'ils souhaitent se connecter au réseau Internet. Cette adresse est temporaire. Elle a une date de début de validité et une date de fin, mais le serveur DHCP a la possibilité de proroger la validité de l'adresse IP si le terminal le souhaite.

L'attribution d'une adresse IP se fait sans intervention de l'utilisateur. Cette opération lui est totalement transparente.

8.7.2 IPV6

On assiste actuellement à la multiplication des terminaux susceptibles de se raccorder à Internet. Les téléphones portables en particulier de nouvelle génération (GPRS/EDGE/UMTS) risquent d'être de gros consommateurs, ainsi que les IP Phones. La capacité d'adressage IP d'IPv4 s'avère trop limitée. C'est pourquoi une nouvelle version, IPv6 a été développée. La seule différence entre IPv4 et IPv6 réside dans le nombre d'éléments binaires gérés, 128 dans le cas d'IPv6, au lieu des 32 d'IPv4.

8.8 La Qualité de Service en ToIP

Depuis le temps qu'elle existe, la téléphonie classique a eu le temps de travailler sur ses points faibles susceptibles de dégrader la QoS vue d'un utilisateur. Ils sont connus et on peut citer notamment :

- Accès à la tonalité
- Durée de l'acheminement de l'appel
- Echec de connexion avec l'appelé
- Phénomène d'écho
- Friture sur la ligne
- Diaphonie
- Coupure de la communication

En téléphonie sur IP, la technique plus récente est moins mature, donc probablement moins bien maîtrisée. Les protocoles utilisés ne sont pas toujours normalisés et le dialogue entre un protocole normalisé et un protocole propriétaire peut parfois s'avérer difficile.

De plus que n'a-t-on entendu de la part des constructeurs de centraux téléphoniques de type Cross Bar lorsque les premiers centraux électroniques sont apparus sur le marché ? Le même phénomène ne se reproduirait-il pas entre les tenants de la commutation de circuits traditionnels et ceux de la téléphonie sur IP.

Quoiqu'il en soit, un responsable d'entreprise qui est soucieux de disposer d'un système de téléphonie performant doit pouvoir faire son choix entre téléphonie classique et ToIP en en connaissant les risques et en se protégeant contre eux.

Pour un FAI (fournisseur d'accès à Internet), la QoS se limitera à sa prestation, l'accès et l'écoulement du trafic sur Internet.

Pour un fournisseur de voix de type IPCentrex par exemple, la QoS concernera le fonctionnement des équipements de codage, de compression, la disponibilité de son IPBX, la charge de ses routeurs.

Pour le responsable informatique de l'entreprise, la QoS dépendra de la charge de son réseau Intranet.

Mais pour un collaborateur de l'entreprise, la QoS de la ToIP sera la somme des trois composantes QoS, aucune d'entre elles n'étant susceptible de rattraper la défaillance éventuelle de l'autre.

Un conseil que nous pouvons donc donner à un responsable Télécom c'est de s'assurer que son opérateur est apte à assumer la QoS de bout en bout, et qu'il a une connaissance des réseaux téléphoniques aussi bien traditionnels que sous IP. Pour cela il dispose de deux outils :

- ❑ Le SLA (Service Level Agreement) qui est le contrat qu'il va passer avec son fournisseur de voix et qui précise les caractéristiques de fonctionnement souhaitées pour le réseau.
- ❑ Le SLM (Service Level Management) qui est l'ensemble des opérations de mesure effectuées régulièrement sur le réseau pour vérifier que les clauses du SLA sont respectées.

Une des caractéristiques de la ToIP est que la voix est véhiculée sous forme de paquets. Donc les risques de dégradation de la QoS vont venir soit de la fabrication des paquets (codage de la voix analogiques, compression, longueur des paquets, puis décompression et décodage), soit des conditions de leur acheminement dans le réseau IP (retard et pertes de paquets).

En transmission de données, si un paquet arrive en retard ou même se perd, les protocoles d'erreurs peuvent prendre le temps nécessaire à la reconstitution du signal original. En téléphonie au contraire, on travaille en temps réel et la moindre défaillance va être perçue par l'oreille de l'utilisateur.

Le décideur qui devra faire le choix d'un système parmi ceux proposés par les opérateurs qui auront répondu à son appel d'offre doit s'assurer que :

- ❑ L'équipement proposé ne comporte pas de protocoles propriétaires en lieu et place des protocoles normalisés afin que soit assurée la meilleure interopérabilité possible.
- ❑ Le codage de la parole sera effectué selon le protocole G.711, tout en s'assurant que les algorithmes G.726 et G.728 sont aussi implantés. En effet certains de ses correspondants seront susceptibles de les utiliser et de plus lui-même, si son Intranet est sous dimensionné au regard du trafic à écouler, pourra être heureux de diminuer la bande passante nécessaire à l'écoulement de chaque conversation.
- ❑ Les deux types de signalisation H323 et SIP devront être disponibles. En effet certains softphones ne fonctionnent qu'avec un seul type de signalisation.
- ❑ Le réseau Intranet est suffisamment dimensionné pour la totalité des applications véhiculées. Ce guide se focalise sur la ToIP. Cependant nombre d'entreprises acheminent la ToIP sur le même réseau que celui utilisé pour la transmission de données. Or la ToIP apporte avec elle la possibilité de fonctionnalités complémentaires telles que les messageries unifiées, la notification d'e-mail, pourquoi pas la vidéo, qui vont consommer de la bande passante. Donc le responsable doit faire un effort de prospective pour bien évaluer ses besoins en bande passante à court et moyen terme et dimensionner son réseau en conséquence. Même si les paquets concernant

la voix sont rendus prioritaires dans un réseau par rapport à ceux de données grâce à l'utilisation de logiciels gérant la priorité des paquets, encore faut-il qu'ils ne soient pas trop retardés. Les paramètres de transmission des paquets sont :

- o **La gigue** est la variation du délai de transmission d'un paquet par rapport aux autres. Une gigue trop grande peut dépasser la capacité de traitement du buffer associé, ce qui entraîne la perte du paquet.
- o **La latence** ou délai de transmission. Il est admis qu'un délai de transmission de 150 ms est un maximum à ne pas dépasser sous peine de dégradation de la qualité du signal. Mais outre le délai lui-même, on a vu que la variation du délai importe aussi.
- o **La perte des paquets.** En plus du problème lié à la gigue, la perte de paquets peut être causée par un encombrement du réseau (phénomène de congestion). Par opposition à ce qui se passe dans un réseau commuté où lorsque tous les circuits sont utilisés, il faut faire la queue, dans un réseau IP rien n'empêche a priori un paquet de pénétrer dans le réseau s'il le souhaite. D'où les phénomènes de congestion. Il faut donc que l'exploitant programme le serveur pour refuser l'entrée de paquets à partir d'un certain niveau de trafic. On comprend que plus les paquets seront petits, moins l'influence de la perte se fera ressentir. Cependant un paquet est composé du signal utile mais aussi d'un en-tête qui comprend les informations de service et d'adressage obligatoires. Donc plus les paquets seront petits, plus un même message chargera le réseau.

C'est dans le cadre de son SLM, que l'exploitant pourra mesurer en permanence les différents paramètres de la QoS de son réseau de ToIP et décider des mesures correctives d'amélioration.

9. Glossaire

9. Glossaire

802.11x : voir Wi-Fi

CRM : (Customer Relation Management). Cette appellation regroupe tout ce qui traite dans une entreprise de la relation clientèle, en particulier la base de données clients.

DECT : (Digital Enhanced Cordless Telephone). Norme de téléphonie sans fil, fonctionnant dans la bande des 1800 MHz, définie à la fin des années 80 par l'ETSI. Le DECT permet d'offrir des services de téléphonie de proximité autour d'un autocommutateur d'entreprise ou d'un poste résidentiel. Les postes portatifs peuvent dialoguer entre eux et prendre une liaison externe.

DHCP : (Dynamic Host Configuration Protocol). Serveur informatique, possédant lui-même une adresse IP fixe, et dont le but est d'attribuer aux machines souhaitant se connecter au réseau Internet, une adresse IP temporaire.

EDGE : (Enhanced Data Rates for Global Evolution). Evolution du GSM autorisant la transmission de données à un débit théorique supérieur à 300 kbit/s.

Firewall : Coupe feu : Solution de sécurisation des accès informatiques d'une entreprise. En technologie Internet, le coupe-feu est interposé entre le réseau interne de l'entreprise et les accès aux réseaux extérieurs. Le coupe-feu fonctionne comme un sas de décontamination des paquets IP et des services indésirables.

Frame Relay : En français : Relais de trame. Aménagement du protocole de réseau à commutation de paquets X.25 (suppression des contrôles de flux et d'erreur) visant à augmenter au maximum le débit sur ces réseaux.

GPRS : (General Packet Radio Services). Norme développée par l'ETSI pour permettre la transmission de données en mode paquet sur les réseaux GSM. Le débit utile maximum annoncé est de 80 kbits/s.

GSM : (Global System Mobile). Système de téléphonie mobile normalisé au niveau mondial et fonctionnant sous le principe de la commutation de circuits.

Hand-over : Fonctionnalité spécifique aux systèmes cellulaires qui permet à un utilisateur de commencer une conversation dans une cellule et de la poursuivre dans une autre, sans qu'il y ait interruption au moment du changement de cellule.

IDC : (International Data Corporation). Société japonaise spécialisée entre autres dans l'analyse des marchés des Télécommunications.

IP : (Internet Protocol) : Protocole régissant les échanges de données sur le réseau Internet.

IP-VOIP : (Voice over IP – En français : Voix sur IP). Transmission de la voix téléphonique en mode paquet sur un réseau qui utilise le protocole IP.

IP-VPN : (Virtual Private Network – En français : Réseau Privé Virtuel). Lorsqu'un réseau de télécoms public peut gérer sur un mode différencié des groupes fermés d'abonnés, on dit qu'il offre des services de Réseau Privé Virtuel. Parmi les fonctionnalités les plus significatives, on trouve par exemple la possibilité de créer un plan de numérotage privé. Ce concept est applicable aussi bien aux réseaux publics de téléphonie fixe que mobile ainsi qu'aux réseaux de données.

IVR : (Interactive Voice Response). Plate-forme qui permet à une entreprise de dialoguer téléphoniquement avec un abonné par l'intermédiaire d'un automate, l'abonné répondant aux questions de l'automate en appuyant sur les touches de son combiné téléphonique.

JAVA : Langage de développement très employé sur Internet. Les programmes créés ont la particularité de fonctionner sur n'importe quelle plate-forme matérielle grâce à un système type "machine virtuelle".

LAN : (Local Area Network - En français : Réseau local d'entreprise) Réseau de transmission de données à utilisation privée. Utilise essentiellement la technologie Ethernet comme moyen de transmission par fil ou par radio. Sert à relier entre eux, sur une distance limitée, des terminaux, des ordinateurs et/ou des serveurs. Le débit possible est fonction de la technologie utilisée, de 2 Mb/s à plusieurs Gb/s.

MOS : (Mean Opinion Score). Mesure de la qualité sonore de la voix. Cette mesure est notamment utilisée dans le domaine de la transmission de la voix sur Internet.

PBX/IP ou IPBX : Contraction de IP et PBX. Equipement de commutation téléphonique privée assurant les services similaires à ceux d'un PABX et compatibles avec le protocole IP.

Plug and Play : (Raccorde et joue). Se dit de tout équipement informatique qui étant reconnu par le logiciel d'exploitation ne nécessite pas, lors de son raccordement, une procédure spéciale d'installation avant de pouvoir être utilisé.

Résilience : Aptitude d'un métal à résister à un choc. Par extension, dans le domaine des télécoms et plus particulièrement de la ToIP, se dit de l'aptitude d'un système à se défendre contre un évènement extérieur perturbateur. Comment par exemple, le système de transmission conservera à la ToIP une Qualité de Service conforme au cahier des charges, malgré une surcharge momentanée du réseau de transmission de données.

SLA : (Service Level Agreement). Contrat de Qualité de Service entre un client et un opérateur.

SLM : (Service Level Management). Méthodologie de suivi de la qualité de Service d'un réseau.

PBX : (Private board switch). Autocommutateur privé.

QoS : (Quality of Service). Qualité de service.

SIP : (Session Initiation Protocol). Protocole de niveau application basé sur TCP/IP pour l'établissement de sessions d'appels en téléphonie sur IP. Ce protocole défini par l'IETF est concurrent du protocole H323.

SOAP : (Simple Objects Access Protocol). Protocole simplifié d'accès aux objets.

SOAP est un nouveau protocole proposé par Microsoft à l'IETF dans le cadre de son nouveau modèle d'utilisation de l'Internet. Sa syntaxe est fondée sur XML, et ses commandes sont envoyées sur Internet par l'intermédiaire du protocole http.

SMS : (Short Message Service). Service permettant la transmission d'un message écrit de 160 caractères au maximum vers ou à partir d'un téléphone mobile. Depuis 2003, cette fonctionnalité est aussi disponible sur le réseau fixe.

Softphone : Par analogie au software pour le logiciel et par opposition au "hard". Le logiciel émulant sur un équipement informatique la fonction de terminal de téléphonie est appelé soft phone.

TDM : (Time Division Multiplexing). Méthode de multiplexage des signaux électriques numériques, issus du codage de la voix et obtenus par échantillonnage, permettant de les acheminer dans une trame de 30 intervalles de temps, pour être ensuite correctement aiguillés par les matrices de commutation des autocommutateurs traditionnels du réseau téléphonique commuté (RTC). L'appellation "réseau TDM" est souvent utilisée par les professionnels de la téléphonie pour distinguer les RTC, des réseaux fonctionnant sous le protocole Internet (IP) qui sont basés sur la transmission de paquets aiguillés par des routeurs.

ToIP : (Telephony on IP). Système de téléphonie fonctionnant selon le protocole Internet.

UMTS : (Universal Mobile Telecommunications System). Variante européenne de la norme internationale IMT 2000 définissant un système radio cellulaire de télécommunication de 3ème génération. Cette norme présente l'avantage par rapport à celle de 2ème génération d'autoriser des débits en transmission de données de l'ordre de 384 Kbit/s.

Upgrade : Mettre à niveau. Se dit essentiellement d'un logiciel qui est modifié pour être mis à la hauteur technique de la dernière version validée. Par extension s'applique aussi à du matériel ou à un système complet.

VoWLAN : (Voice on Wireless LAN). Téléphonie fonctionnant sur un réseau radio à couverture locale.

WAN : (Wide Area Network). Réseau de transmission à grande échelle permettant l'interconnexion de LAN, appartenant le plus souvent à une entreprise disposant de plusieurs sites.

Wi-Fi : (contraction de Wireless Fidelity). Marque commerciale déposée, définissant un système de transmission de données par radio de type R-LAN dans la norme 802.11 et complétée par un système de chiffrement des données utilisant une clé WEP (Wired Equivalent Privacy) pour assurer un premier niveau de sécurité. Désigne couramment le réseau radio utilisant ce système et permettant un accès sans fil à Internet.

WLAN : (Wireless LAN). Réseau LAN sans fil et par conséquent écoulant les données par voie radio.

WToIP : (Wireless ToIP). Téléphonie sans fil sous protocole IP.

XML : (eXtensible Markup Language). Extension du langage HTML incluant tous les éléments de formats et présentation, dans un en-tête.

WXML : XML transitant sur voie radio, sans fil.

10. Enrichissez ce Guide ToIP

Faites profiter les autres entreprises de votre expérience

10. Enrichissez ce guide ToIP

Afin de faire profiter les autres entreprises qui envisagent de migrer vers la ToIP mais qui se posent encore des questions, nous vous suggérons de leur faire partager votre expérience en répondant aux questions qui sont rappelées ci-dessous et de les faire parvenir à l'AFUTT soit par courrier, soit en vous connectant sur le site AFUTT : <http://www.afutt.org/entreprises>.

Question N° 1

Pourquoi votre société a-t-elle choisi de déployer un réseau IP ? Quels ont été les arguments décisifs ?

Question N° 2

Quel type d'architecture avez-vous adopté et pour quelles raisons ? Avez-vous pu adapter votre réseau de données à la nouvelle infrastructure ou avez-vous maintenu des réseaux séparés ?

Question N° 3

Comment utilisez-vous la technologie VoIP pour améliorer la productivité et la communication dans l'entreprise ?

Question N° 4

A quels problèmes avez-vous été confrontés lors de la mise en oeuvre de la VoIP, quelles ont été les solutions et quels enseignements en avez-vous tirés ?

Question N° 5

Comment avez-vous choisi votre fournisseur de service et avez-vous établi un contrat avec lui ?

Question N° 6

Quel a été votre objectif en matière de QoS ? Comment avez-vous pu atteindre cet objectif ?

Question N° 7

Globalement vos objectifs sont-ils atteints ? Quel est votre degré de satisfaction ?

Question N° 8

Au cours de l'installation et de la mise en service, qui vous a apporté l'aide la plus efficace ?

Question N° 9

Quels avis, quelles recommandations pouvez-vous formuler à l'adresse de futurs utilisateurs de la technologie sur IP ?

Question N° 10

Quelle est la durée d'installation et de mise en exploitation ?

Question N° 11

Combien de postes téléphoniques comporte votre entreprise ?

Question N° 12

Quel type de migration vers la ToIP avez-vous choisi ?

- *Entièrement ToIP directement ou*
- *Mixte : conserver une partie du réseau en TDM et mettre une partie seulement en ToIP*

Question N° 13

Quel mode d'exploitation avez-vous choisi :

- *vous entreprise exploite totalement le réseau ou*
- *vous êtes propriétaire des équipements mais vous en sous-traitez l'exploitation et la maintenance ou*
- *vous sous-traitez entièrement votre service téléphonique - mode IP-Centrex ?*

Question N° 14

Autorisez-vous l'utilisation de softphones au sein de votre entreprise de type Skype, Google, Yahoo! ou MSN ?

Question N° 15

Faites-vous régulièrement des mesures de qualité de service (MOS, latence, gigue, etc...) ?

Autres remarques

11. Qu'est-ce que l'AFUTT ?

11. Qu'est-ce que l'AFUTT ?

L'**ASSOCIATION FRANCAISE DES UTILISATEURS DE TÉLÉCOMMUNICATIONS** rassemble et représente les utilisateurs de produits ou services de télécommunications, les informe et les aide.

Elle agit pour orienter le développement du marché dans un sens bénéfique aux utilisateurs et pour développer la qualité des relations entre clients et fournisseurs.

Elle a deux pôles d'activité :

- entreprises et collectivités
- consommateurs particuliers

Depuis sa création en 1969, l'**AFUTT** est devenue un interlocuteur incontournable pour les pouvoirs publics en charge des télécommunications et pour les opérateurs et fournisseurs de produits et services télécoms, qui peuvent obtenir le statut de membre associé.

Elle est présente sur tous les terrains concernant les utilisateurs des télécommunications, au niveau national et international.

L'**AFUTT** est une force de proposition dans tous les domaines d'actualité : contrats et tarifs des mobiles, voix sur IP, accès haut débit à l'Internet, dégroupage, 3G mobile, WiFi, etc...

Consultée par les médias, l'**AFUTT** fait entendre les demandes des utilisateurs et obtient des résultats.

Elle réunit des conseillers experts sur les aspects techniques, tarifaires, réglementaires et juridiques des télécommunications fixes et mobiles.

Les activités de club groupent les membres de l'association autour d'experts qualifiés afin de produire des analyses et dégager des axes de progrès sur des sujets spécifiques, en rapport avec les préoccupations des utilisateurs.

Les conférences et petits déjeuners de l'**AFUTT**, permettent aux entreprises adhérentes d'être bien informées et donnent l'occasion de fructueux échanges de vues et d'expériences.

L'annuaire Télécoms , réalisé par l'**AFUTT**, est un instrument de travail apprécié.

Grâce à son entrée thématique, il est un point de départ sans équivalent pour la recherche de fournisseurs, de matériels et de services de télécommunications.

Rejoignez l'AFUTT, le carrefour des responsables télécom

Au sein de l'AFUTT vous pourrez vous **informer** sur un mode indépendant et non commercial, **échanger** avec vos homologues, bénéficier des retours d'expériences et des meilleures pratiques, **maitriser** l'évolution des usages et des techniques dans les environnements professionnelles.

L'AFUTT est aussi le meilleur relais pour vous représenter efficacement auprès des pouvoirs publics, des organisations professionnelles, et pour donner du poids à vos attentes auprès des fournisseurs du secteur.

Pour connaître les différentes formules d'adhésion, contactez-nous :

AFUTT, BP n°1, 92430 Marnes la Coquette
tél. 01 47 41 18 56 - fax : 01 47 41 00 66
courriel : infos@afutt.org - Site web : <http://www.afutt.org>

ASTRA
MATRA

ALCATEL

BT 

ERICSSON 


FICOME


france tele.com

imakys
communications

MISSION
ECOTER

n9UF
cegetel

Publié par

Afutt 