



LA TÉLÉPHONIE SUR IP

**Réseau d'échange sur la gestion des
centres de relations clientèle**

Février 2007

Renseignements

Ce document a été préparé par le Centre d'expertise des grands organismes (CEGO)
pour le réseau d'échange sur la gestion des centres de relations clientèle

Recherche : Barbara Hernandez et Patrice Tremblay

Rédaction : Barbara Hernandez

Mise en page : Barbara Hernandez

Pour en savoir plus sur le CEGO, vous pouvez visiter le site Web à l'adresse
www.grandsorganismes.gouv.qc.ca

Pour rejoindre le CEGO
info@grandsorganismes.gouv.qc.ca

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 1 | Introduction | 1 |
| 2 | Mieux connaître la téléphonie IP | 2 |
| 2.1 | Définitions..... | 2 |
| 2.2 | Fonctionnement..... | 3 |
| 3 | Les attributs de la téléphonie IP | 6 |
| 3.1 | Qualité sonore / Fiabilité | 6 |
| 3.1.1 | Latence | 7 |
| 3.1.2 | Perte de paquets | 8 |
| 3.1.3 | Gigue | 8 |
| 3.2 | Sécurité..... | 9 |
| 3.3 | Interopérabilité..... | 15 |
| 3.4 | Coût..... | 15 |
| 3.5 | Réglementation | 16 |
| 3.6 | Quelques produits | 17 |
| 4 | Avantages et inconvénients de la téléphonie IP | 18 |
| 4.1 | Avantages..... | 18 |
| 4.2 | Inconvénients..... | 20 |
| 5 | Avenir de la téléphonie IP | 22 |
| 6 | Conclusion..... | 26 |
| 7 | Références | 28 |
| ANNEXES | | |
| | Annexe A : Types de téléphonie sur IP..... | 33 |
| | Annexe B : Les principaux protocoles | 35 |
| | Annexe C : Les composants..... | 38 |

1 INTRODUCTION

La Voix sur IP (en anglais, *Voice over IP* ou VoIP) est le nom d'une nouvelle technologie de télécommunication vocale en pleine émergence qui transforme la téléphonie. Cette technologie marque un tournant dans le monde de la communication en permettant de transmettre de la voix sur un réseau numérique et sur Internet.

C'est en 1996 que naquit la première version Voix sur IP, appelée H323. Depuis, la technologie Voix sur IP a progressé à mesure que les entreprises découvraient ses avantages pour accroître la productivité et l'efficacité de leurs réseaux.

L'objectif de la Voix sur IP est d'appliquer à la voix le même traitement que les autres types de données circulant sur Internet. Grâce au protocole IP, des paquets de données, constitués de la voix numérisée, y sont transportés. En effet, à force de transférer des fichiers d'information en temps de plus en plus réel, les utilisateurs d'Internet en vinrent à transférer de la voix, en temps suffisamment réel pour faire compétition au téléphone. Dans cette banalisation des données voix, deux contraintes majeures sont présentes : transmettre ces paquets dans le bon ordre et le faire dans un délai raisonnable.

La téléphonie IP et la téléphonie mobile, deux technologies appelées à se généraliser au cours des prochaines années, auront un impact majeur sur la façon dont les gens communiquent, au bureau comme à la maison.

Ce rapport a notamment pour objectifs de fournir des renseignements permettant de mieux connaître cette nouvelle technologie, d'identifier ses atouts, ses inconvénients, et d'évaluer si elle constitue une voie d'avenir pour les centres de relations clientèle des grands organismes.

2 MIEUX CONNAÎTRE LA TÉLÉPHONIE IP

La Voix sur IP, parfois appelée téléphonie IP ou téléphonie sur Internet, est une technique qui permet de communiquer vocalement via le réseau Internet. Contrairement aux téléphones analogiques filaires liés à un réseau téléphonique commuté (RTC) et à des centraux téléphoniques dédiés, la Voix sur IP permet le transport de conversations téléphoniques sur tout réseau, numérique ou analogique, acceptant le protocole TCP/IP (Ethernet, RNIS, PPP, etc.).

2.1 Définitions

La Voix sur IP est une technologie qui permet d'acheminer, grâce au protocole IP, des paquets de données correspondant à des échantillons de voix numérisée. Cette technologie convertit les signaux vocaux en signaux digitaux qui voyagent par Internet. Par la suite, ces paquets doivent être acheminés dans le bon ordre et dans un délai raisonnable pour que la voix soit correctement reproduite.

« **IP** est le protocole spécifique à Internet, qui se charge de transmettre les données sous forme de paquets. L'envoi de ces paquets est réalisé en fonction des adresses de réseaux ou de sous-réseaux qu'ils contiennent »¹.

IP a été inventé par Vinton Cerf et Bob Kahn en 1973 dans le cadre d'un projet de recherche de la Défense américaine : il s'agissait de trouver des technologies permettant de relier des réseaux transportant des paquets de données.

La téléphonie sur IP (en anglais, *telephony over IP* ou *IP telephony*) est un service de téléphonie offert sur un réseau de télécommunications, public ou privé, utilisant principalement le protocole de réseau IP. La téléphonie IP définit l'utilisation de liens « Internet » pour acheminer des appels téléphoniques d'une personne à une autre. L'appel téléphonique de type IP diffère de la téléphonie

¹ LE JOURNAL DU NET. *Téléphonie IP, téléphonie ADSL... Comment s'y retrouver*, <http://www.journaldunet.com/0309/030918ipadsl.shtml>, consulté le 4 avril 2006.

conventionnelle (RTC) dans l'encodage de la voix. Dans le système traditionnel, la voix est encodée de façon analogique et numérique et transmise sur un réseau de commutation de circuits alors que dans le système IP, la voix est encodée en format numérique et mise en paquets sous format IP. En fait, la téléphonie sur IP utilise la même méthode que pour la transmission de l'information sur le réseau Internet. Une fois la voix formatée, on peut la transmettre sur un lien Internet commun ou encore l'envoyer sur des liens dédiés.

2.2 Fonctionnement

Contrairement à la téléphonie classique, par commutation de circuits, qui repose exclusivement sur un réseau téléphonique commuté, la technologie VoIP permet de téléphoner sur des réseaux spécialisés ou sans fil, y compris des réseaux informatiques. Ces nouveaux types de réseaux utilisent des protocoles « commutation par paquets ». En plus des données vocales (voix numérisée), un paquet comporte les adresses réseau de l'expéditeur et du destinataire. Les paquets VoIP sont transmis à travers n'importe quel réseau compatible VoIP et peuvent être acheminés par des chemins différents : la VoIP est donc *interopérable*. Par la suite, une application se chargera de la transformation inverse (des paquets vers la voix).

« En termes plus simples, vous décrochez, composez, et l'appel passe par Internet plutôt que par les canaux traditionnels. Sans parler des éventuelles fonctions comme le lien entre la boîte vocale et l'ordinateur » (Le Devoir, *La téléphonie IP sera porteuse de concurrence*, 2004/10/05).

En effet, toutes les informations à transmettre sur le réseau sont divisées en paquets de données. Chaque paquet se compose :

- d'un en-tête indiquant sa source et sa destination;
- d'un numéro de séquence;
- d'un bloc de données;
- d'un code de vérification des erreurs.

Les routeurs et les serveurs acheminent ces paquets sur le réseau jusqu'à leur destination. Lorsque les paquets arrivent à destination, le numéro de séquence permet de reclasser les paquets dans l'ordre d'origine. À la différence de la téléphonie RTC qui dédie un circuit à un appel téléphonique, les paquets de données partagent un circuit avec d'autres transmissions².

En effet, Bertrand Chauvet, Directeur du Business et développement international chez NetCentrex³, explique que la téléphonie sur circuit, comme le réseau téléphonique commuté (RTC) classique, « [...] consiste à ouvrir un canal de communication entre deux personnes et à réserver l'intégralité de cette bande passante à ces deux interlocuteurs [...] même si vous ne parlez pas, la bande passante est utilisée et elle est perdue et ce, que ce soit en analogique ou en numérique »⁴. Dans une téléphonie en mode « paquets », une session - et non une connexion - est établie entre deux usagers. Le réseau dispose alors d'un certain niveau de bande passante qui peut être rempli au maximum. Cela signifie que le réseau n'est pas réservé exclusivement aux deux interlocuteurs. Ainsi, plusieurs personnes peuvent dialoguer au même moment sur ce réseau, tant que la bande passante n'est pas saturée⁵. Ceci permet non seulement de réduire considérablement les coûts de la téléphonie, mais ouvre la voie à de nouvelles applications. De plus, avec la Voix sur IP, il est possible d'accéder à un réseau IP par téléphone fixe, par téléphone IP ou par ordinateur.

Selon les protocoles disponibles, la téléphonie basée sur réseau local utilise VoIP (*Voice Over IP*) ou le mode ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) pour transmettre des appels vocaux sur le réseau local. La connexion au système téléphonique traditionnel est fournie par une passerelle RTPC⁶ sur un serveur.

² LABORATOIRE SUPINFO DES TECHNOLOGIES CISCO. *Concepts de la téléphonie IP*, <http://www.labo-cisco.com/ArticleComp.asp?ARID=22>, page consultée le 3 avril 2006.

³ Fournisseur de produits réseaux de nouvelle génération et d'applications pour les réseaux de VoIP.

⁴ LE JOURNAL DU NET. *Téléphonie IP, téléphonie ADSL... Comment s'y retrouver.*

<http://www.journaldunet.com/0309/030918ipadsl.shtml>, page consultée le 4 avril 2006.

⁵ Ibid.

⁶ RTPC : réseau Téléphonique Public Commuté. C'est le réseau de téléphone fixe classique. LE JARGON FRANÇAIS. RTPC, <http://www.linux-france.org/prj/jargonf/R/RTPC.html>, page consultée le 13 juin 2006.

Les systèmes téléphoniques basés sur un réseau local sont utiles tant aux petites qu'aux grandes organisations. L'emplacement physique des périphériques de téléphonie importe peu. En fait, un système de téléphonie basé sur un réseau local fonctionne parfaitement dans l'environnement d'une entreprise où des sites distants sont connectés au bureau principal via un réseau étendu (WAN). Les ressources de téléphonie disponibles en un point spécifique peuvent être disponibles sur le réseau étendu.

Par ailleurs, la téléphonie sur IP permet de combiner le téléphone et l'ordinateur, grâce à une infrastructure intégrée basée sur le protocole Internet (IP). De cette façon, il est possible de traiter et de transmettre sur la même infrastructure des communications de différents types, que ce soit de la voix, des données, des images ou de la vidéo⁷. Cette nouvelle technologie pourrait permettre à une organisation de fusionner, sur un seul et même réseau, le réseau informatique et le réseau téléphonique commuté.

De plus, la téléphonie sur IP permet les fonctionnalités les plus populaires du PABX traditionnel (*Private Automatic Branch eXchange* ou *central téléphonique privé*)⁸.

Parmi celles-ci, mentionnons entre autres :

- renvoi d'appel (tous, sur occupation, sur non-réponse);
- mise en attente d'appels;
- affichage du numéro et du nom de l'appelant;
- sonnerie distincte (appel interne vs externe);
- indicateur de message en attente;
- conférence et transfert⁹.

⁷ TELUS. *Téléphonie sur IP*, http://www.telusquebec.com/telus_fr/grandesentreprises/voix/IP.pdf, page consultée le 4 avril 2006.

⁸ LE JARGON FRANÇAIS. *PABX*, <http://www.linux-france.org/prj/jargonf/P/PABX.html>, page consultée le 15 mai 2006

⁹ TELUS. *Téléphonie sur IP*, http://www.telusquebec.com/telus_fr/grandesentreprises/voix/IP.pdf, page consultée le 4 avril 2006.

3 LES ATTRIBUTS DE LA TÉLÉPHONIE IP

Après avoir émis certains doutes sur la qualité de service, les entreprises sont désormais convaincues de la plus grande maturité technologique des solutions proposées sur le marché. Cependant, plusieurs problématiques demeurent : la qualité sonore, la sécurité, les délais de transmission ou la perte de paquets.

3.1 Qualité sonore / Fiabilité

Dans le cas de la VoIP, la nécessité d'assurer une qualité de communication de haut niveau est critique. En téléphonie IP on remarque certaines problématiques principalement liées à la qualité sonore : l'écho, les sifflements (causés par les logiciels visant à corriger l'écho) ou un temps de réaction lent. De plus, on observe des problèmes liés à la perte de paquets, à la transmission de télécopies et à la gestion d'appels d'urgence (l'utilisation d'adresses IP complexifie le routage des appels).

« Pour des raisons techniques, le phénomène d'écho est, à degré variable, omniprésent dans ce type de communication. Les logiciels qui compensent cet effet sont souvent propriétaires et lorsqu'ils sont différents entre deux communicants, ils risquent de traiter l'écho de façon légèrement différente, ce qui amène des effets de bord non contrôlés tels des sifflements pendant la communication. Finalement, la latence variable du réseau Internet fait que les données voyagent plus ou moins vite. Alors que cette variabilité est acceptable pour des données, elle ne l'est pas pour la voix, phénomène physique qui demande une certaine continuité pour que les gens puissent se comprendre » (Wikipédia, *Voix sur réseau IP*).

3.1.1 Latence

La latence ou le temps de réaction constitue le temps écoulé entre le stimulus et la réponse correspondante¹⁰. En téléphonie, la maîtrise du délai de transmission est un élément essentiel pour bénéficier d'un véritable mode conversationnel et minimiser la perception d'écho. Or, la durée de traverse d'un réseau IP dépend de nombreux facteurs :

- le débit de transmission sur chaque lien;
- le nombre d'éléments réseaux traversés;
- le temps de transport de chaque élément, le temps de mise en file d'attente des paquets et le temps d'accès en sortie de l'élément;
- le délai de propagation de l'information; facteur non négligeable si on communique d'un continent à l'autre.

Il est à noter que le temps de transport de l'information n'est pas le seul facteur responsable de la durée totale du traitement de la parole. Le temps de codage et la mise en paquet de la voix contribuent, de manière importante, à ce délai.

Il est important de préciser que sur les réseaux IP actuels (sans mécanisme de garantie de qualité de service), chaque paquet IP « fait son chemin » indépendamment des paquets qui le précèdent ou le suivent. Ce fonctionnement est fondamentalement différent de celui du réseau téléphonique où un circuit est établi pendant toute la durée de la communication¹¹. Conséquemment, on doit s'assurer que le réseau est toujours disponible, car un délai important d'une bande passante peut rendre la VoIP inutilisable. Ainsi, il est essentiel que la capacité du réseau puisse s'adapter à une augmentation du nombre d'appels.

¹⁰ LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRÉ 1999. © Larousse, 1998.

¹¹ FRAME IP. *Voix sur IP*, <http://www.frameip.com/voip/>, document consulté le 3 avril 2006.

Pour garantir un délai d'acheminement, il est nécessaire d'utiliser un système de qualité de service. Ceci peut se faire de différentes façons :

- utiliser des protocoles de transport simplifiés pour ne pas ralentir le trafic;
- utiliser un mécanisme de *buffering* pour stocker d'avance des paquets et ainsi être plus indépendant des aléas du réseau;
- considérer que l'augmentation de la bande passante dans le coeur des réseaux permet de gérer sans problème les pics de trafic et ainsi, d'éviter les congestions (il est plus facile et moins coûteux d'augmenter la bande passante que de mettre en place une qualité de service de bout en bout).

3.1.2 Perte de paquets

Lorsque les *buffers* (mémoires) des différents éléments du réseau IP sont congestionnés, ils « libèrent » automatiquement de la bande passante en se débarrassant d'une certaine proportion des paquets entrants, en fonction de seuils prédéfinis.

Si aucun mécanisme performant de récupération des paquets perdus n'est mis en place (cas le plus fréquent dans les équipements actuels), alors la perte de paquets IP se traduit par des ruptures de la conversation et une impression de coupure de la parole¹².

3.1.3 Gigue

La gigue est la variance statistique du délai de transmission. En d'autres termes, elle mesure la variation temporelle entre le moment où deux paquets auraient dû arriver et le moment de leur arrivée effective.

¹² Ibid.

Pour compenser la gigue, on utilise généralement des mémoires tampons (*buffer* de gigue) qui permettent de lisser l'irrégularité des paquets. Malheureusement, cette méthode présente l'inconvénient de rallonger le temps de traversée global du système. Leur taille doit donc être soigneusement définie et, si possible, adaptée de manière dynamique aux conditions du réseau¹³.

| Problèmes des services VoIP | Conséquences |
|--|---|
| Impossibilité de : <ul style="list-style-type: none"> • se connecter • d'accéder à des services • de téléphoner | Surcroît de travail pour l'équipe de TI. Autres moyens de communication nécessaires. |
| Mauvaise qualité de la voix : <ul style="list-style-type: none"> • clicks • écho • friture | Les appels sont plus longs. Risque d'erreur. |
| Interruption impromptue des appels. | Frustration de l'utilisateur. Client insatisfait. |
| Appels impossibles pendant les heures de pointe. | Impossibilité de communiquer via le téléphone ¹⁴ . |

3.2 Sécurité

Bien que la téléphonie IP offre plusieurs avantages aux organisations, le manque de maturité de cette technologie émergente pose incontestablement de nouvelles problématiques sur le plan de la « sécurité »¹⁵. Alors que les entreprises étaient habituées à la fiabilité quasi totale des réseaux voix traditionnels, les réseaux VoIP sont soudainement exposés aux mêmes virus et attaques de pirates que ceux des données de base. Plusieurs experts en sécurité mettent de l'avant que la téléphonie IP sera très bientôt la nouvelle cible favorite des pirates informatiques¹⁶...

¹³ Ibid.

¹⁴ GRUTMAN, Cédric. Juniper, *Ce qu'il faut savoir pour un réseau sans risque* [En ligne] http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Grutman_pdf.pdf, document consulté le 3 mars 2006.

¹⁵ GUILLEMIN, Christophe (2005). *La VoIP n'est pas mature et pose une problématique de sécurité*. En ligne, <http://www.zdnet.fr/actualites/imprimer/0,50000200,39227792,00.htm>, consulté le 5 février 2007.

¹⁶ ENDLER, David, COLLIER, Mark (2006). *Hacking Exposed VoIP: Voices Over IP Security Secrets & Solutions*. Les éditions McGraw et Hill, 576 pages. ISBN : 0072263644.

L'ouverture du réseau IP semble multiplier les risques pour les entreprises puisque « tous les postes téléphoniques deviennent en quelque sorte des serveurs, car ils sont désormais accessibles de l'extérieur. Si aucune mesure n'est prise, cela revient à supprimer le pare-feu de l'entreprise »¹⁷. Les outils classiques et répandus d'écoute de réseau, d'analyse de flux et d'injection de trafic IP communément appelés « renifleurs de réseaux » peuvent être directement utilisés pour attaquer un réseau VoIP. À ceux-ci, s'ajoutent la faible sécurité des protocoles utilisés par la voix sur IP ainsi que les protocoles qui ont déjà fait ou font l'objet de failles de sécurité. Inévitablement, l'entreprise est confrontée à des risques majeurs et réels qui sont toutefois, assez bien identifiés. Examinons ceux-ci de plus près.

Les pourriels (aussi appelé SoIP pour *Spam over IP*) sont un type d'attaque classique qui provoque des interruptions de trafic, la saturation de la capacité de stockage des boîtes vocales ou encore une attaque de type « déni de service ». Ce risque est incontournable du fait que la téléphonie IP est ouverte et accessible au grand public par le biais d'Internet.

L'ouverture du réseau vers l'extérieur conjuguée à un faible niveau de cryptage et à des passerelles voix sur IP très fragiles multiplient les risques d'intrusion. Conséquemment, dès que le pirate informatique est entré sur le réseau de l'entreprise au moyen d'outils d'intrusion et de reniflage, ce dernier aura accès aux communications de l'entreprise et à ses données. Écoute clandestine, espionnage, usurpation d'identité, vols d'informations confidentielles, contamination par virus, et utilisation frauduleuse (par exemple, téléphoner aux frais de l'entreprise) peuvent mettre la sécurité du réseau en danger.

¹⁷ DROTHIER, Yves. *Quelle sécurité pour la voix sur IP?* En ligne, http://solutions.journaldunet.com/imprimer/0501/050114_securite_voip.shtml, consulté le 5 février 2007.

L'attaque en déni de service est également très néfaste pour l'entreprise qui voit son réseau VoIP saturé bloquant ainsi toutes communications internes et externes ainsi que l'ensemble du système d'information. Techniquement, l'attaque en déni de service consiste à surcharger le serveur Web de requêtes jusqu'à ce qu'il ne puisse plus suivre et s'arrête.

Une simple défaillance matérielle ou logicielle peut saturer le réseau de l'entreprise ou pire encore ouvrir la porte à des attaques de virus, de vers, de chevaux de Troie et autres codes malveillants ciblant autant les données que les communications de l'entreprise.

L'injection de fausses informations dans le réseau telles que : des fausses requêtes ARP (*address resolution protocol*), des tentatives de manipulation des tables ARP des postes IP, la création de faux serveurs DHCP ou l'usurpation d'adresses IP sont également des risques potentiels. Toutes ces actions subversives pourraient contribuer à imiter l'identité d'un poste téléphonique IP ou insérer un micro-ordinateur clandestin sur le réseau de la VoIP.

Plusieurs appareils de sécurité actuels ne supportent pas le trafic VoIP. Les équipes en charge de la VoIP tentent généralement d'utiliser les méthodes de sécurité traditionnelles. Cependant, l'infrastructure de la VoIP présente des exigences et des contraintes spécifiques, très différentes de celles du trafic de données. L'exigence pour la VoIP de pouvoir disposer de l'allocation dynamique des ports (DHCP), afin d'assurer la qualité de la communication, est bien souvent incompatible avec les pare-feu existants.

Certaines entreprises ont choisi de relier le système de téléphonie sur IP directement au PBX – c'est-à-dire à un serveur interne qui gère les appels – et qui s'occupe de faire le lien avec le système téléphonique traditionnel. Dans ces cas, les entreprises utilisent un lien privé au lieu d'Internet pour transiger avec leurs sites en région.

Toutefois, même si les téléphones IP utilisent le protocole réseau TCP/IP, soit celui utilisé par les postes de travail et conséquemment, reliés à leur réseau interne, l'entreprise demeure exposée sensiblement aux mêmes menaces que les réseaux reliés à un fournisseur de voix sur IP par l'intermédiaire d'Internet. Néanmoins, ces menaces proviennent davantage de l'interne que de l'externe.

Enfin, les menaces de sécurité auxquelles sont confrontés les réseaux VoIP, qu'ils soient directement reliés à un fournisseur de voix sur IP par l'intermédiaire d'Internet ou qu'ils utilisent le protocole réseau TCP/IP, sont multiples et, les conséquences importantes pour les entreprises. Le tableau suivant résume les principales menaces de sécurité.

| Menaces de sécurité du VoIP | Conséquences |
|--|--|
| Essais d'appels illégaux en masse sur le central téléphonique. | Les communications légales ne sont plus possibles. |
| Accès non autorisé à la messagerie vocale ou au central téléphonique. | Perte d'information confidentielle des boîtes vocales, contacts de la compagnie, etc. |
| Appels frauduleux par les hackers au niveau international. | Dégradation de la capacité VoIP, coûts élevés. |
| Le réseau VoIP est une porte d'entrée vers le réseau de données. | Compromission du réseau de données, propagation des attaques depuis l'intérieur. |
| Vers, chevaux de Troie, virus sur les téléphones IP ou centraux téléphoniques. | Les téléphones ou centraux téléphoniques sont inutiles, expansion du problème vers le réseau de données. |
| <i>IP phone spam.</i> | Perte de productivité, service amoindri ¹⁸ . |

De toute évidence, la voix sur IP semble multiplier les risques pour l'entreprise. Néanmoins, les organisations peuvent contrer ces risques en préparant et déployant un plan qui pare aux principales menaces de sécurité d'un système Voix sur IP. La problématique de sécurité doit être prise en compte dès l'idée initiale du projet.

¹⁸ GRUTMAN, Cédric. Juniper, *Ce qu'il faut savoir pour un réseau sans risque*. En ligne, http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Grutman_pdf.pdf, consulté le 3 mars 2006.

Selon Hervé Shauer, expert en sécurité, « elle doit être intégrée lors de sa définition et dans le premier cahier de charges. Ainsi, les risques de panne des logiciels sont explicitement prévus dès le départ. Les solutions pour y faire face sont donc déployées en même temps que le projet »¹⁹.

Toutes les organisations qui envisagent d'utiliser cette nouvelle technologie doivent *a priori* évaluer les risques de sécurité et les vulnérabilités des installations Voix sur IP. De plus, il est crucial de protéger les installations Voix sur IP au même titre que le reste de l'infrastructure TI. Omettre cette étape avant l'activation augmente les risques d'intrusion et de reniflage compromettant ainsi la protection des renseignements personnels, la qualité de la transmission vocale et la vitesse du système.

Pour parer à toutes ces éventualités, plusieurs éléments de l'infrastructure de la téléphonie sur IP doivent être examinés²⁰ :

- L'ensemble de l'infrastructure de communication : réseau local filaire, réseau sans fil, réseau étendu, réseau téléphonique commuté ou d'Internet, les applications hébergées des systèmes et les terminaux.
- Les flux de téléphonie doivent être isolés des flux de données. Cela implique un environnement Ethernet commuté et non partagé ainsi que la mise en place de réseaux locaux virtuels (ou VLAN) dont un sera dédié à la voix et dont les règles seront très rigoureuses pour passer d'un VLAN à l'autre.
- Le choix du système d'exploitation a une influence sur le niveau de risques. Windows NT ou Windows 2000 sont reconnus pour être des plates-formes qui sont exposées à de nombreux virus.
- Les serveurs de communications doivent comporter des mécanismes de détection des attaques DoS.

¹⁹ GUILLEMIN, Christophe (2005). *La VoIP n'est pas mature et pose une problématique de sécurité*. En ligne, <http://www.zdnet.fr/actualites/imprimer/0,50000200,39227792,00.htm>, consulté le 5 février 2007.

²⁰ BOUARD, Annabelle (2004). *Renforcer la sécurité de la téléphonie sur IP d'entreprise*. En ligne, <http://www.01net.com/outils/imprimer.php?article=249093>, consulté le 5 février 2007.

- Il est recommandé de chiffrer la voix via SRTP.
- Pour les utilisateurs distants, la mise en place d'un réseau privé virtuel (ou VPN), généralement basé sur le protocole IPSec, s'impose.
- Les fonctions d'administration du gestionnaire d'appels doivent être sécurisés : protocole sécurisé HTTPS, authentification de l'utilisateur via un serveur LDAP ou Radius, gestion étroite des droits d'accès.

Le projet Zfone est un exemple récent de mesure de sécurité. Il s'agit d'un projet de protocole et de logiciel visant à sécuriser les communications VoIP basées sur le protocole standard ouvert SIP. Basé sur un système de clés, Zfone détecte quand la communication est initialisée et génère une paire de clés entre les deux parties. Le chiffrement et le déchiffrement de la communication sont effectués à la volée. Zfone se place comme un filtre (au niveau de la couche IP du système d'exploitation) entre le logiciel de téléphonie et Internet en interceptant les paquets SIP pour effectuer le chiffrement. Le protocole utilisé a été baptisé ZRTP²¹.

Impérativement, les organisations doivent concevoir une solution Voix sur IP qui tient compte de tous les enjeux de sécurité au niveau administratif, technique et opérationnel afin de contrer ces risques. Gérer ces risques de sécurité exige une connaissance approfondie des vulnérabilités des réseaux IP tant du côté voix que du côté des données, d'où l'importance d'avoir recours à des experts-conseils.

Malgré les nombreux risques que présente la téléphonie sur IP, des solutions de sécurité adaptées apparaissent. Au cours des dernières années, des experts en sécurité se sont spécialisés dans la sécurisation de ces nouveaux réseaux VoIP les rendant à chaque jour, plus sécuritaires, bénéfiques et rentables pour les entreprises.

²¹ BEAUJEUAN, Jean-Yves. *Zfone : Téléphonie IP sécurisée sous Linux*. En ligne, <http://linuxfr.org/2006/03/15/20509.html>, consulté le 5 avril 2006.

3.3 Interopérabilité

L'interopérabilité consiste à transmettre des paquets VoIP à travers n'importe quel réseau compatible VoIP, lesquels peuvent être acheminés par des chemins différents. Un des défis importants de la téléphonie IP est de s'assurer que le trafic VoIP est supporté à travers tout le réseau afin de mettre en place un système universel équivalent à la téléphonie traditionnelle.

| Problèmes d'interopérabilité | Conséquences |
|--|---|
| Nouveau protocole en évolution qui crée des différences dans les applications chez différents constructeurs. | Besoin d'attention constante et de mise à niveau. |
| L'utilisation d'équipement de différents constructeurs implique beaucoup d'attention. | Perturbation du service à cause de modifications de configuration, de tests et de maintenance constante du système. |
| Des changements dans le réseau du fournisseur du service influent sur la qualité de la voix. | Insatisfaction du client due aux perturbations de service. ²² |

3.4 Coût

En tant qu'innovation technologique, la VoIP devrait non seulement simplifier le travail, mais aussi réduire les coûts. Comme les entreprises dépensent énormément en communications téléphoniques, la diminution du prix des communications constitue un bénéfice appréciable. En effet, les diverses offres de la VoIP sont mises en marché avec un argumentaire fort alléchant en ce qui concerne les prix. Certains annoncent des baisses des frais de communication de 30 à 70 % selon l'opérateur de télécommunication concerné et le profil de l'entreprise.

²² GRUTMAN, Cédric. Juniper, *Ce qu'il faut savoir pour un réseau sans risque* [En ligne] http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Grutman_pdf.pdf, document consulté le 3 mars 2006.

Par ailleurs, les coûts généraux de l'infrastructure de réseau pourraient être réduits. Le déploiement d'un seul réseau convergé « voix et données » sur tous les sites permettrait de réaliser des économies sur les investissements. L'ordre de grandeur en 2004-2005 atteignait les 50 % si l'on prend en compte les communications intersite. Comme le téléphone et le PC partagent le même câble Ethernet, les frais de câblage seraient réduits. De plus, la téléphonie sur IP utilise jusqu'à dix fois moins de bande passante que la téléphonie traditionnelle. Tenant compte des mêmes éléments, Gartner croit que le recours à la téléphonie IP permettrait aux entreprises de réduire leur facture de téléphone de 15 à 30 %²³.

Les frais d'administration du réseau seraient également minimisés. Ainsi, il serait possible de réaliser des économies à court et à long terme sur de nombreux postes : administration d'un seul réseau, fournisseur d'accès unique, contrat de maintenance unique, câblage commun, gratuité des communications interurbaines, réduction de la complexité de l'intégration d'applications²⁴.

3.5 Réglementation

Au Canada, la téléphonie sur IP est autorisée sous réserve d'octroi de licences et visée par les dispositions détaillées de la réglementation applicable à la téléphonie vocale classique.

Selon François Desjardins, auteur de l'article *La téléphonie IP sera porteuse de concurrence*, la déréglementation dans le secteur de la téléphonie locale, il y a près de 8 ans, n'a pas donné lieu à la concurrence escomptée, mais celle-ci verra vraisemblablement le jour avec la téléphonie IP (venant surtout des câblodistributeurs)²⁵.

²³ DIRECTION INFORMATIQUE EXPRESS. *La voix, partout, sur tout*, mars 2006, <http://www.directioninformatique.com/DI/client/fr/DirectionInformatique/Nouvelles.asp?id=38364>, document consulté le 12 avril 2006.

²⁴ FRAME IP. *Voix sur IP*, <http://www.frameip.com/voip/>, document consulté le 3 avril 2006.

²⁵ DESJARDINS, François. Le Devoir, *La téléphonie IP sera porteuse de concurrence*, 5 octobre 2005, <http://www.ledevoir.com/2004/10/05/65419.html>, page consultée le 3 avril 2006.

3.6 Quelques produits

La technologie IP est proposée par de multiples constructeurs avec parfois des solutions clés en main ou des intégrateurs spécialisés dans ce domaine. On compte une vingtaine de firmes sur le marché. Les principales sont Cisco, Clarent, Avaya, Alcatel, Nortel Network, Siemens, Ténovis, 3COM. Il est important de souligner la présence de peu de concurrents, car la téléphonie sur IP est un marché très jeune et novateur. De plus, les concurrents dans ce marché proviennent des secteurs différents, soit la technologie et l'informatique.

Par ailleurs, la téléphonie sur IP propose trois types de terminaux différents : les *hard phones* qui sont des téléphones physiques IP, les *soft phones* qui sont des logiciels permettant de téléphoner sur IP grâce à un PC et les téléphones IP Wi-fi qui sont des téléphones sans fil IP. Mais la plupart des fournisseurs proposent ces trois produits qui sont plutôt homogènes²⁶.

Voici quelques logiciels de Voix sur IP²⁷ :

- GnomeMeeting renommé en Ekiga (licence GNU GPL)
- KPhone
- Linphone (licence GNU GPL)
- Annasoft Lite - version free
- Annasoft Pro - version payante
- Microsoft NetMeeting
- TeamSpeak
- RAT
- Skype (propriétaire et non standard)
- Gizmo (propriétaire mais basé sur le standard SIP)
- WengoPhone (logiciel libre basé sur des standards)
- LiveCom
- GoogleTalk
- Windows Live Messenger (MSN v.8)
- Visioconférence HotConference
- Streamwide, suites logicielles

²⁶ Ibid.

²⁷ WIKIPÉDIA. *Voix sur réseau IP*, http://fr.wikipedia.org/wiki/Voix_sur_r%C3%A9seau_IP, page consultée le 4 avril 2006.

4 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA TÉLÉPHONIE IP

Il est facile de constater que les offres concernant la VoIP foisonnent. L'industrie de la téléphonie se trouve, aujourd'hui, plongée dans un nouveau paradigme technologique.

Des solutions fonctionnelles existent et les bénéfices anticipés que nous présentent les différents fournisseurs semblent fort alléchants. Mais des inconvénients se retrouvent également parmi ce lot de bénéfices. Voici donc les principaux avantages et inconvénients repérés.

4.1 Avantages

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

- **Flexibilité**

Les solutions de téléphonie sur IP sont conçues pour assumer une stratégie de migration à faible risque à partir de l'infrastructure existante. La transition de la solution actuelle vers la téléphonie sur IP peut donc s'effectuer en douceur.

De plus, la communication par Internet offre la gratuité des communications intersites ainsi qu'une facilité d'intégration des sièges distants. Également, les standards ouverts (interopérabilité) permettent de changer de prestataire et d'interconnecter du matériel de fournisseurs différents. La convergence facilite l'intégration avec le système d'information et simplifie l'infrastructure.

- **Réduction des coûts**

La téléphonie sur IP exploite un réseau de données IP pour offrir des communications vocales sur un réseau unique de voix et données. Cette convergence s'accompagne des avantages liés à la réduction des coûts d'investissement, à la simplification des procédures d'assistance et de configuration et à l'intégration accrue de filiales et de sites distants aux installations du réseau d'entreprise. La diminution des coûts est donc perçue non seulement sur les frais de communication, mais également sur les dépenses opérationnelles (un seul réseau à gérer). De plus, la téléphonie IP permet d'utiliser et d'intégrer les postes analogiques déjà en place, ainsi que de réduire les coûts reliés aux frais interurbains.

Par ailleurs, la mise en place de la téléphonie IP permet de diminuer et même d'éliminer les coûts et la complexité associés aux utilisateurs ayant à se déplacer, car ceux-ci accèdent à tous les services du réseau partout où ils peuvent s'y connecter.

- **Simplification de la gestion des réseaux voix, données et vidéo**

En positionnant la voix comme une application supplémentaire du réseau IP, l'entreprise ne va pas uniquement substituer un transport opérateur RTC à un transport IP, mais va également simplifier la gestion des trois réseaux (voix, données et vidéo) par ce seul transport. La téléphonie IP permet ainsi de contrôler les réseaux de communication de données et de voix à partir d'une interface unique sur Internet.

- **Amélioration de la productivité et du service à la clientèle**

Les applications et les services IP intégrés améliorent la productivité et le service à la clientèle. Les bénéfices récurrents seront apportés par les gains de productivité liés à l'utilisation de nouveaux services et de nouvelles applications pour lesquels le déploiement est accéléré. En effet, l'utilisation d'une infrastructure IP commune et d'interfaces standards ouvertes permet de développer et de déployer très rapidement des applications innovantes.

« Faire basculer différents types de données sur un même réseau permet avant tout de simplifier son administration. En particulier, le principe de la VoIP doit permettre de faciliter le développement d'applications utilisant la voix et d'autres types de données. Bien sûr, on imagine aisément les possibilités offertes par une application CRM qui gèrerait sur un même réseau tous les canaux de la relation clientèle (hors mobiles). De plus, la téléphonie sur IP utilise jusqu'à dix fois moins de bande passante que la téléphonie traditionnelle » (Le journal du Net, *Comprendre la voix sur IP et ses enjeux*, mercredi 23 octobre 2002).

- **L'accessibilité**

Les utilisateurs accèdent à tous les services du réseau partout où ils peuvent s'y connecter notamment par la substitution de postes, ce qui permet de maximiser les ressources et mieux les gérer afin de réaliser des économies substantielles sur l'administration et l'infrastructure.

En principe, les entreprises opérant des réseaux multisites louent une liaison privée pour la voix et une pour les données tout en conservant les connexions RTC d'accès local. Les nouvelles offres VoIP permettent, outre les accès RTC locaux, de souscrire uniquement au média VoIP intersites. Il est ainsi très facile de constituer un centre d'appels ou un centre de contacts (multicanaux/multimédias) où la supervision se fait de façon centralisée.

4.2 Inconvénients

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

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

- **Fiabilité et qualité sonore**

Un des problèmes les plus importants de la téléphonie sur IP est la qualité de la retransmission qui n'est pas encore optimale. En effet, des désagréments tels la qualité de la reproduction de la voix du correspondant ainsi que le délai entre le moment où l'un des interlocuteurs parle et le moment où l'autre entend peuvent être extrêmement problématiques dans le milieu professionnel. De plus, il se peut que des morceaux de la conversation manquent (des paquets perdus pendant le transfert) sans être en mesure de savoir si des paquets ont été perdus et à quel moment²⁸.

- **Technologie émergente et constante évolution des normes**

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

- **Dépendance de l'infrastructure technologique et support administratif exigeant**

Les centres de relations IP peuvent être particulièrement vulnérables en cas d'improductivité de l'infrastructure. Par exemple, si la base de données n'est pas disponible, les centres ne peuvent tout simplement pas recevoir d'appels. La convergence de la voix et des données dans un seul système signifie que la stabilité du système devient plus importante que jamais et l'organisation doit être préparée à travailler avec efficacité ou à encourir les conséquences²⁹. Cette nouvelle

²⁸ LE JOURNAL DU NET. *Comprendre la Voix sur IP et ses enjeux*, http://solutions.journaldunet.com/0210/021023_voip.shtml, page consultée le 4 avril 2006.

²⁹ CALL CENTER MAGAZINE. *The IP Contact Center: A Major Leap Forward for the Center*, février 2006, <http://www.callcentermagazine.com/showArticle.jhtml?articleID=179102053>, page consultée le 12 avril 2006.

technologie étant difficile à intégrer, le choix du partenaire devient déterminant afin de permettre la maîtrise de l'installation après l'intégration.

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

5 AVENIR DE LA TÉLÉPHONIE IP

La Voix sur IP est une technologie de communication vocale en pleine émergence. Elle fait partie d'un tournant dans le monde de la communication. Le marché de la téléphonie IP est certainement jeune, mais il se développe très rapidement et poursuivra son développement. Selon certains auteurs, d'ici quelques années, nous communiquerons tous sur IP et ce sera un jour « le » standard unique permettant l'interopérabilité des réseaux mondialisés.

Michel Dumais, auteur de l'article *L'heure de la téléphonie IP est arrivée*, explique que la technologie informatique est à ce point avancée que, bientôt, les consommateurs n'auront plus besoin des fournisseurs de services pour utiliser la téléphonie IP.

« Au fur et à mesure que les nouveaux appareils et que les nouveaux logiciels introduits au cours des prochains mois seront plus simples d'utilisation, attendez-vous à voir exactement ce qui est arrivé avec l'industrie de la musique ou celle de la photographie traditionnelle» (Le Devoir, *Technologie: L'heure de la téléphonie IP est arrivée* 2004/08/02).

D'après les dernières statistiques de l'enquête NETendances (octobre 2005) du CEFRIO et de Léger Marketing, qui s'intéressait pour la première fois à la popularité de la téléphonie IP, près de 10 % des adultes québécois utiliseraient chez eux un service de ce type. En effet, dans le cadre du sondage NETendances, 9,5 % des adultes québécois ont ainsi répondu par l'affirmative à la question «Êtes-vous abonné à la téléphonie IP à la maison?».

À titre de référence, au Japon la VoIP est en train de devenir un véritable produit de masse et on observe également une progression significative de ce marché en Europe.

Une application jadis réservée aux entreprises ayant des établissements géographiquement dispersés, la téléphonie sur IP, se présente comme une alternative viable au service téléphonique conventionnel. Cette nouvelle technologie a fait son entrée dans les foyers des particuliers portée par les promesses d'économie annoncées par les fournisseurs.

En fait, Gartner prévoit qu'en 2009, six millions de lignes téléphoniques desservies par des *centrex* IP seront déployées sur le territoire nord-américain, comparativement à 300 000 lignes à la fin de 2005. Il s'agit du service vocal qui bénéficiera de la plus forte croissance durant cette période en Amérique du Nord³⁰.

Son impact sera majeur dans le paysage des communications corporatives, croit la firme de recherche Gartner, qui prévoit qu'en 2007 plus de la moitié des applications d'entreprises intégreront la fonction. Ceci facilitera notamment, la collaboration entre les employés distants qui sont impliqués dans des projets communs, l'élaboration de réponses complexes à des questions acheminées par courriel et globalement, la communication interne.

De toute évidence, la téléphonie IP va continuer de se développer dans les prochaines années. Cependant, « tout le monde s'attend à ce que la téléphonie IP éclipse rapidement la téléphonie commutée traditionnelle, mais la réalité c'est que la substitution va prendre un peu plus de temps que plusieurs l'ont pensé, soutient Robert Rosenberg. Mais comprenez-moi bien : la téléphonie IP va l'emporter à la fin, c'est simplement que l'argument financier va perdre un peu de sa vigueur au cours des prochaines années »³¹.

³⁰ DIRECTION INFORMATIQUE EXPRESS. *La voix, partout, sur tout*, mars 2006, <http://www.directioninformatique.com/DI/client/fr/DirectionInformatique/Nouvelles.asp?id=38364>, document consulté le 12 avril 2006.

³¹ Ibid.

Le développement de la Voix sur IP dépendra également du développement des fonctionnalités du réseau. En effet, contrairement aux données où seul le débit global compte, il faut garantir, pour la voix, un flux régulier. Si la téléphonie IP est appelée à remplacer complètement le réseau téléphonique commuté, il est important qu'elle reprenne de la même façon, dès le début, les services offerts par le réseau traditionnel.

La Voix sur IP se met en place progressivement. La question se pose maintenant sur sa capacité à passer à une plus grande échelle afin de récupérer progressivement le trafic du réseau téléphonique commuté pour offrir une véritable convergence voix-données. Il existe deux visions différentes du basculement progressif du réseau téléphonique commuté vers la Voix sur IP. Certains voient une intégration des services de téléphonie au sein du réseau Internet, tandis que d'autres prévoient un ensemble de réseaux IP exploités par des opérateurs avec les mêmes contraintes de fiabilité, de disponibilité et de sécurité que le RTC et des passerelles vers l'Internet public³².

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

Les sondages montrent que le phénomène de migration vers les systèmes de téléphonie sur IP en entreprise est actuellement engagé, et ce, qu'il s'agisse d'entreprises monosites ou multisites³³.

³² FONDATION INTERNET NOUVELLE GÉNÉRATION (FING). *La Voix sur IP : quelle architecture ?*
http://www.fing.org/jsp/fiche_actualite.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=1124975891054&LANGUE=0&RH=ASSOED
HEC, page consultée le 5 avril 2006.

³³ *La voix sur IP*, <http://www.voice-over-internet.info/fr/index.htm>, page consultée le 5 avril 2006.

Le tableau suivant montre les principales motivations pour déployer la téléphonie sur IP en entreprise (Source Sage Research 2003, sondage auprès de 100 décideurs IT)³⁴.

| Motivations | Pourcentage |
|--|-------------|
| Réduction de coûts | 75 % |
| Nécessité de standardiser l'équipement | 66 % |
| Hausse de la productivité des employés | 65 % |
| Autres bénéfices de productivité | 64 % |
| Hausse du volume d'appels à traiter | 46 % |

De nombreuses entreprises connaissent la téléphonie sur IP. Cependant, la majorité des organisations sont au même stade : le test. On peut vraisemblablement penser que le protocole IP deviendra un jour un standard unique permettant l'interopérabilité des réseaux mondialisés. C'est pourquoi l'intégration de la Voix sur IP n'est qu'une étape vers EoIP (*Everything over IP*)³⁵.

³⁴ FRAME IP. *Voix sur IP*, <http://www.frameip.com/voip/>, document consulté le 3 avril 2006.

³⁵ LABORATOIRE SUPINFO DES TECHNOLOGIES CISCO. *Concepts de la téléphonie IP*, <http://www.labo-cisco.com/ArticleComp.asp?ARID=22>, page consultée le 3 avril 2006.

6 CONCLUSION

La VoIP devient aujourd'hui, après plus de 10 ans de développement, une technologie qui, si elle n'est pas encore mature, permet l'émergence de services performants et beaucoup moins coûteux, tant pour les entreprises que pour les particuliers. Par exemple, une entreprise peut éliminer les frais d'interurbains ou les lignes « 1-800 ». Toutefois, la Voix sur IP pose de nombreuses questions quant à sa régulation, ses modèles, sa mise en oeuvre opérationnelle et son appropriation par le consommateur. La sécurité demeure au coeur de la problématique.

Six facteurs clés appuient l'implantation de la téléphonie IP dans une organisation³⁶:

- 1) Création d'entreprise ou déménagement vers un nouveau bâtiment.
- 2) Fin de contrat de la solution télécom traditionnelle.
- 3) Besoin de faire évoluer l'infrastructure actuelle.
- 4) Besoin de nouveaux services ou applications à valeur ajoutée (voix-courriel, télécopie, messagerie, centre de contacts IP...).
- 5) Rénovation de l'infrastructure informatique ou évolution vers de nouvelles technologies (câblage, commutateurs réseau, *Wi-Fi*, *Fast Ethernet*...).
- 6) Besoin d'un déploiement accéléré.

Comme pour la plupart des applications de grandes entreprises, la même configuration ne peut être offerte à tout le monde. La solution de téléphonie IP d'un client dépend de la composition de sa clientèle et du type de réseau dont il dispose. Certains utilisateurs ont besoin, sans délai, des nouvelles fonctions évoluées offertes, tandis que d'autres peuvent continuer de fonctionner efficacement avec les outils et les fonctions des services de voix traditionnels. Dans ce dernier cas, l'entreprise peut progressivement convertir ses utilisateurs ou emplacements à la téléphonie IP, en confiant à des « super utilisateurs » le soin d'évaluer le nouveau système téléphonique et de fournir des recommandations quant au déploiement à l'échelle de l'entreprise.

³⁶ SCHOONJANS, Pierre. *Migrer vers IP : Pour quoi, comment, avec qui ?* [en ligne], http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Schoonjans_ppt.pdf, document consulté le 5 avril 2006.

De plus, outre la technologie et l'approche stratégique, le rendement sur l'investissement constitue évidemment un facteur critique dans le choix du fournisseur et des applications.

La téléphonie IP va continuer de se développer dans les prochaines années. Elle est en effet très jeune, mais se développe à une vitesse fulgurante et peut, d'ores et déjà, représenter des économies substantielles pour les utilisateurs. Selon certains auteurs, c'est aujourd'hui que les entreprises doivent investir dans la téléphonie IP si elles veulent y jouer un rôle majeur.

Le protocole IP est maintenant de plus en plus répandu et a fait ses preuves. En effet, les entreprises utilisent davantage la téléphonie IP, car il est possible qu'elle demande un investissement relativement faible pour son déploiement. Mais les économies seront au rendez-vous si, et seulement si, l'utilisateur choisit la bonne solution celle qui est adaptée à ses besoins. De plus, certains aspects peuvent changer avec les nouveaux développements de la technologie Internet. C'est pourquoi on doit demeurer attentif et s'assurer de choisir un fournisseur VoIP qui nous confirme les avantages et les limites du service offert.

« La voix sur IP n'est pas un gadget, et présente de réels bénéfices pour l'entreprise. Mais certains chantiers doivent être menés pour parfaire la technologie » (Le journal du Net, *Comprendre la voix sur IP et ses enjeux*, mercredi 23 octobre 2002).

Finalement, la VoIP étant encore une technologie en émergence, l'évolution technologique dans la matière est peut-être encore trop rapide. À cet effet, les grands organismes devront suivre de près le développement en ce domaine afin d'attendre le moment où cette technologie deviendra plus mature et offrira plus d'uniformité et de fiabilité.

7 RÉFÉRENCES

- 01NET.ENTREPRISE. *VoIP : la téléphonie sur IP enfin prête*, <http://www.01net.com/article/247192.html>, page consultée le 5 avril 2006.
- BEAUJEAN, Jean-Yves. Linuxer.org. *Zfone : Téléphonie IP sécurisée sous Linux* <http://linuxfr.org/2006/03/15/20509.html>, page visitée le 5 avril 2006.
- BELL CANADA ENTREPRISE. *Les atouts de la téléphonie IP : flexibilité, productivité et contrôle*, <http://entreprise.bell.ca/fr/default.asp?sid=52&did=439>, page consultée le 13 avril 2006.
- BELL CANADA ENTREPRISE. *Voix sur IP*, <http://entreprise.bell.ca/fr/default.asp?sid=169&did=441>, page consultée le 13 avril 2006.
- BETOUIN, Pierre, FISCHBACH, Nicolas. *Sécurité de la Voix sur IP- Attaques et défenses*, [En ligne], http://unsigned.ath.cx/confs_papers_pres/EUROSEC2005-SecuriteVoIP-PB-NF-v1.pdf, p. 12-14. document consulté le 3 avril 2006.
- BRANCHEZ VOUS! *Téléphonie IP populaire au Québec*, <http://www.branchez-vous.com/actu/05-11/09-336105.html>, page consultée le 11 avril 2006.
- CALL CENTER MAGAZINE. *The IP Contact Center: A Major Leap Forward for the Center*, février 2006, <http://www.callcentermagazine.com/showArticle.jhtml?articleID=179102053>, page consultée le 12 avril 2006.
- CHUTET, Marc. *Frame IP, Téléphonie sur IP*, [En ligne] <http://www.frameip.com/toip/>, document consulté le 6 avril 2006.

- CONSUMER & GOVERNMENTAL AFFAIRS BUREAU. *Frequently Asked Questions*, <http://www.fcc.gov/voip/>, page consultée le 7 avril 2006.
- DESJARDINS, François. *Le Devoir, La téléphonie IP sera porteuse de concurrence*, 5 octobre 2005, [En ligne] <http://www.ledevoir.com/2004/10/05/65419.html>, page consultée le 3 avril 2006.
- DUMAS, Michel, *Le Devoir, Technologie: L'heure de la téléphonie IP est arrivée*, 2 août 2004, [En ligne] <http://www.ledevoir.com/2004/08/02/60392.html?247>, page consultée le 3 avril 2006.
- DIRECTION INFORMATIQUE EXPRESS, *La téléphonie IP saura-t-elle séduire les PME?* <http://www.directioninformatique.com/DI/client/fr/DirectionInformatique/Nouvelles.asp?id=38366>, page consultée le 10 avril 2006.
- DIRECTION INFORMATIQUE EXPRESS. *La voix, partout, sur tout*, mars 2006, <http://www.directioninformatique.com/DI/client/fr/DirectionInformatique/Nouvelles.asp?id=38364>, document consulté le 12 avril 2006.
- FONDATION INTERNET NOUVELLE GÉNÉRATION (FING). *La Voix sur IP : quelle architecture ?* http://www.fing.org/jsp/fiche_actualite.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=1124975891054&LANGUE=0&RH=ASSOEDHEC, page consultée le 5 avril 2006.
- FRAME IP. *Voix sur IP*, <http://www.frameip.com/voip/>, document consulté le 3 avril 2006.
- GRUTMAN, Cédric. *Juniper, Ce qu'il faut savoir pour un réseau sans risque* [En ligne] http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Grutman_pdf.pdf, document consulté le 3 mars 2006.

- INDEXEL. *VoIP : trois entreprises témoignent*, http://www.indexel.net/1_6_3696_3_/3/13/1/VoIP_trois_entreprises_temoignent.htm, page consultée le 4 avril 2006.
- *La Voix sur IP*, <http://www.voice-over-internet.info/fr/index.htm>, page consultée le 5 avril 2006.
- LABORATOIRE SUPINFO DES TECHNOLOGIES CISCO. *Concepts de la téléphonie IP*, <http://www.labo-cisco.com/ArticleComp.asp?ARID=22>, page consultée le 3 avril 2006.
- LE JARGON FRANÇAIS. *PABX*, <http://www.linux-france.org/prj/jargonf/P/PABX.html>, page consultée le 15 mai 2006.
- LE JARGON FRANÇAIS. *RTPC*, <http://www.linux-france.org/prj/jargonf/R/RTPC.html>, page consultée le 13 juin 2006.
- LE JOURNAL DU NET. *Comprendre la Voix sur IP et ses enjeux*, http://solutions.journaldunet.com/0210/021023_voip.shtml, page consultée le 4 avril 2006.
- LE JOURNAL DU NET. *Téléphonie IP, téléphonie ADSL... Comment s'y retrouver*, <http://www.journaldunet.com/0309/030918ipadsl.shtml>, page consultée le 4 avril 2006.
- LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRÉ 1999. © Larousse, 1998.
- MÉDIOM INTERNET. *Téléphonie sur Internet*, http://www3.mediom.qc.ca/multimedia/index.php?page=telephonie_internet, page consultée le 10 avril 2006.

- OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE. Banque de terminologie du Québec,
<http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/Internet/fiches/8358638.html>, page consultée le 4 avril 2006.
- RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS. *Accès haut débit et usages innovants*,
<http://www.awt.be/web/res/index.aspx?page=res,fr,foc,100,030>, page consultée le 5 avril 2006.
- RULMONT, Thomas. *Alterys, Téléphonie IP, migrer vers IP ? Pourquoi, comment, avec qui ?* [En ligne]
http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Rulmont_ppt.pdf, document consulté le 3 mars 2006.
- SCHOONJANS, Pierre. *Migrer vers IP : Pour quoi, comment, avec qui ?* [en ligne], http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Schoonjans_ppt.pdf, document consulté le 5 avril 2006.
- TELUS. *Téléphonie sur IP*,
http://www.telusquebec.com/telus_fr/grandesentreprises/voix/IP.pdf, page consultée le 4 avril 2006.
- TUTORIAL REPORTS.COM. *VoIP Overview*, <http://www.tutorial-reports.com/internet/telephony/voip/overview.php>, page consultée le 6 avril 2006.
- WIKIPÉDIA. <http://fr.wikipedia.org>, page consultée le 13 avril 2006.

ANNEXES

ANNEXE A : TYPES DE TÉLÉPHONIE SUR IP

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



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



Figure 1 : Communication de micro-ordinateur à micro-ordinateur (PC à PC)³⁷

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

³⁷ LABORATOIRE SUPINFO DES TECHNOLOGIES CISCO. *Concepts de la téléphonie IP*, <http://www.labo-cisco.com/ArticleComp.asp?ARID=22>, page consultée le 3 avril 2006.

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



Cas du poste téléphonique

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

- Si les deux correspondants possèdent un téléphone normal, ils devront chacun passer par une passerelle. Ensuite, les deux passerelles communiquent entre elles par un réseau de type Internet³⁸. Les deux passerelles dont dépendent les deux correspondants gèrent alors la communication, y compris la signalisation avec le réseau téléphonique et les conversions à l'entrée et à la sortie du réseau IP (voir Fig. 3).



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

³⁸ LE JOURNAL DU NET. *Comprendre la voix sur IP et ses enjeux*, http://solutions.journaldunet.com/0210/021023_voip.shtml, page consultée le 4 avril 2006.

ANNEXE B : LES PRINCIPAUX PROTOCOLES

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

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

H323 : Dans ce protocole, développé par l'UIT-T, l'ensemble des contrôles sont intégrés dans le terminal ou la passerelle. Le protocole H323 définit des échanges en pair à pair entre quatre types d'équipements : des terminaux de visiophonie ou de Voix sur IP, des passerelles entre le réseau téléphonique et le réseau de Voix sur IP, des équipements offrant des services particuliers et des *gatekeeper* (centres de contrôle) pour l'administration de la bande passante et faire fonction d'autocommutateurs virtuels³⁹. Il existe actuellement 5 versions du protocole (V1 à V5).

SIP : Le protocole SIP (Session Initialisation Protocol) peut également être utilisé avec une approche pair à pair. Il est bien plus récent que le protocole H323 et pour l'instant moins mature et moins répandu. SIP pourrait être une alternative plus évoluée qui pourrait remplacer à terme H323. Cependant, il doit encore faire ses preuves dans la phase actuelle de déploiement qui nous dira si ce protocole sera un succès ou non ⁴⁰. SIP n'est pas seulement destiné à la VoIP mais pour de nombreuses autres applications telles que la visiophonie, la messagerie instantanée, la réalité virtuelle ou même les jeux vidéo.

³⁹ FONDATION INTERNET NOUVELLE GÉNÉRATION (FING). *La Voix sur IP : quelle architecture ?*
http://www.fing.org/jsp/fiche_actualite.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=1124975891054&LANGUE=0&RH=ASSOED
HEC, page consultée le 5 avril 2006.

⁴⁰ *Ibid.*

MGCP/MEGACO : Le protocole MGCP (Media Gateway Control Protocol) est complémentaire à H.323 ou SIP et traite des problèmes d'interconnexion avec le monde téléphonique.⁴¹ Dans une première approche, la passerelle qui fait le lien entre le réseau téléphonique et le réseau de Voix sur IP est mise de côté et toute l'information est intégrée dans un contrôleur de passerelle. Ainsi, les services proposés sont indépendants de la passerelle utilisée et de son constructeur. Le protocole MEGACO/H248 définit les échanges entre ces deux parties. Cette approche permet la construction de terminaux simples et bons marchés⁴².

SCCP : (*Skinny Client Control Protocol*) Le H323 étant trop rigoureux pour certaines utilités de la téléphonie IP (comme le renvoi d'appel, le transfert, la mise en attente), *Cisco Systems* a mis en place ce protocole beaucoup plus léger. L'avantage de *Skinny* est qu'il utilise des messages prenant très peu de bande passante, c'est pourquoi il est utilisé pour les communications entre les téléphones IP et le *CallManager* ainsi que pour organiser une conférence⁴³.

Jingle : Basé sur le protocole de messagerie instantanée *Jabber* est un système standard et ouvert de messagerie instantanée sécurisée et sans spam. *Jabber* est un ensemble de protocoles fondé sur le langage XML. Des logiciels fondés sur *Jabber* sont déployés sur des milliers de serveurs sur Internet et sont utilisés par plus de dix millions d'utilisateurs.

Les principaux protocoles utilisés pour le transport de la voix elle-même sont :

RTP : (*Real Time Transport Protocol*) est un protocole de communication informatique. Ce n'est pas un réel protocole de transfert et il n'est pas non plus vraiment en temps réel⁴⁴ puisqu'il n'y a pas de délai maximum garanti. Il accorde

⁴¹ CHUTET, Marc. *Frame IP, Téléphonie sur IP*, [En ligne] <http://www.frameip.com/toip/>, document consulté le 6 avril 2006.

⁴² FONDATION INTERNET NOUVELLE GÉNÉRATION (FING). *La Voix sur IP : quelle architecture ?* http://www.fing.org/jsp/fiche_actualite.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=1124975891054&LANGUE=0&RH=ASSOEDHEC, page consultée le 5 avril 2006.

⁴³ WIKIPÉDIA. *Skinny Client Control Protocol*, http://fr.wikipedia.org/wiki/Skinny_Client_Control_Protocol, page consultée le 13 avril 2006.

⁴⁴ On parle d'un **système temps réel** lorsque ce système informatique contrôle (ou pilote) un procédé physique à une vitesse adaptée à l'évolution du procédé contrôlé. WIKIPÉDIA. *Système temps réel*, http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_temps_r%C3%A9el, page consultée le 13 juin 2006.

des fonctions temporelles en tant que service pour des applications multimédia comme VoIP pour la téléphonie sur Internet ou la diffusion de contenus vidéo en direct⁴⁵.

RTCP : Le protocole RTCP (*Real Time Control Protocol*) est basé sur des transmissions périodiques de paquets de contrôle par tous les participants dans une session⁴⁶.

En téléphonie sur IP, les « paquets voix » sont généralement envoyés sur le réseau par le protocole appelé RTP, le *Real Time Protocol*. Par contre, la signalisation (établissement et terminaison d'appels, transferts...) peut être réalisée par un des protocoles suivants : SIP ; H323 ; MGCP ; SCCP⁴⁷.

La VoIP étant une nouvelle technologie de communication, elle n'a pas encore de standard unique. En effet, chaque constructeur apporte ses normes et ses fonctionnalités à ses solutions. Il existe tout de même des références en la matière. Tous les acteurs de ce marché utilisent comme base pour leur produit une ou plusieurs de ces trois architectures : H323, SIP et MGCP/MEGACO48. Nous savons maintenant que le monde VoIP ne sera pas uniquement H323, mais un usage multiprotocoles selon les besoins de services nécessaires.

⁴⁵ WIKIPÉDIA. *Real Time Transport Protocol*, http://fr.wikipedia.org/wiki/Real-time_transport_protocol, page consultée le 13 avril 2006.

⁴⁶ WIKIPÉDIA. *Real-Time Control Protocol*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/RTCP>, page consultée le 13 avril 2006.

⁴⁷ RULMONT, Thomas. Alteryx, *Téléphonie IP, migrer vers IP ? Pourquoi, comment, avec qui ?* [En ligne] http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Rulmont_ppt.pdf, document consulté le 3 mars 2006.

⁴⁸ FRAME IP. *Voix sur IP*, <http://www.frameip.com/voip/>, document consulté le 3 avril 2006.

ANNEXE C : LES COMPOSANTS

De façon générale, la topologie d'un réseau de téléphonie IP comprend toujours des terminaux, un serveur de communication et une passerelle vers les autres réseaux. Chaque norme a ensuite ses propres caractéristiques pour garantir une plus ou moins grande qualité de service. L'intelligence du réseau est aussi déportée soit sur les terminaux, soit sur les passerelles/Gatekeeper (contrôleur de commutation). On retrouve les éléments communs suivants :

Le routeur : Il permet d'aiguiller les données et le routage des paquets entre deux réseaux⁴⁹.

La passerelle : (*gateway*) Interface entre le réseau IP et le réseau commuté. Permet l'utilisation des lignes analogiques depuis les postes IP⁵⁰.

Le PABX : C'est le commutateur du réseau téléphonique classique. Il permet de faire le lien entre la passerelle ou le routeur et le réseau RTC. Une mise à jour du PABX est aussi nécessaire. Si tout le réseau devient IP, il n'y a plus besoin de ce matériel⁵¹.

Le contrôleur: (*soft switch*) Gère les admissions, les droits, la signalisation ; met en relation les utilisateurs et fournit divers services supplémentaires. Le contrôleur et la passerelle peuvent être sur la même machine physique⁵².

Les terminaux : Des PC ou des téléphones, des plus simples aux plus complexes. Les terminaux se connectent au réseau et peuvent être alimentés par câble réseau. Ils s'enregistrent sur le contrôleur et sont localisés par leur adresse IP⁵³.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ RULMONT, Thomas. Alterys, *Téléphonie IP, migrer vers IP ? Pourquoi, comment, avec qui ?* [En ligne] http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Rulmont_ppt.pdf, document consulté le 3 mars 2006.

⁵¹ FRAME IP. *Voix sur IP*, <http://www.frameip.com/voip/>, document consulté le 3 avril 2006.

⁵² RULMONT, Thomas. Alterys, *Téléphonie IP, migrer vers IP ? Pourquoi, comment, avec qui ?* [En ligne] http://www.forumtelecom.org/pv/051201_ToIP_Rulmont_ppt.pdf, document consulté le 3 mars 2006.

⁵³ Ibid.