



Téléphonie sur IP

Architectures, Protocoles, Produits



Bibliographie

- ◆ Internet, Multimédia et Temps réel,
Jean-François Susbielle, Eyrolles, 2001, 700 pages
- ◆ Réseaux - Internet, téléphonie, multimédia - Convergences et complémentarités
D.Hardy, G.Malléus, J.Méreur - De Boeck, juillet 2002 - 798 pages
- ◆ Implementing voice over IP
B. Khasnabish – Wiley, 2003 - 324 pages
- ◆ IP Telephony with H.323
V.Kumar, M.Korpi, S.Sengodan – Wiley, 2002 - 606 pages
- ◆ IP Telephony Resource Kit
Ulysse Black - Prentice Hall, 2002 - 702 pages
- ◆ Computer Telephony Integration
W.Yarberry - CRC Press, 2003 - 428 pages

Liens



- ◆ Portail de la CTI :
<http://www.computertelephony.org/>
- ◆ Portail technique sur la téléphonie sur IP :
<http://iptel.org/>
- ◆ Portail des développement commerciaux des produits SIP
<http://www.sipcenter.com/>
<http://www.sipforum.org>

PLAN



- ◆ Pourquoi la téléphonie sur IP ?
- ◆ Evolution de la téléphonie classique vers la ToIP
- ◆ Architecture de ToIP : H.323 vs SIP
- ◆ Scénario de déploiement
- ◆ Eléments techniques
- ◆ Produits commerciaux



Contexte Technique

- ◆ Voix sur IP (VoIP) :
 - Transporter la voix différemment (dans des paquets)
 - Existe déjà : Frame Relay, ATM

- ◆ Téléphonie sur IP (IPtel) :
 - Offrir un vrai service de téléphonie sur un réseau IP
 - Signalisation SS-7, Réseau intelligent IN

- ◆ Au delà de l'objectif de remplacer les infrastructures dédiées de communication existantes (commutation de circuit) par un réseau multi-services (commutation de paquets), la « Voix sur IP » offre avant tout les possibilités :

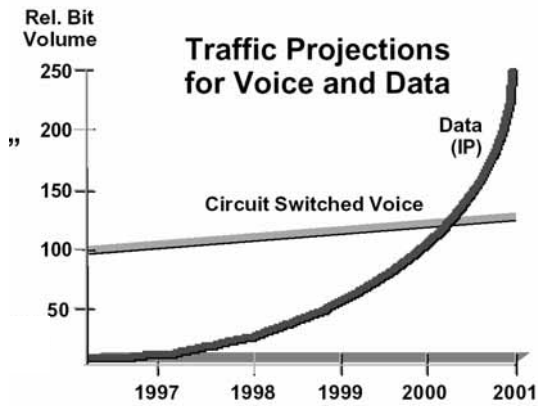


Objectifs VoIP

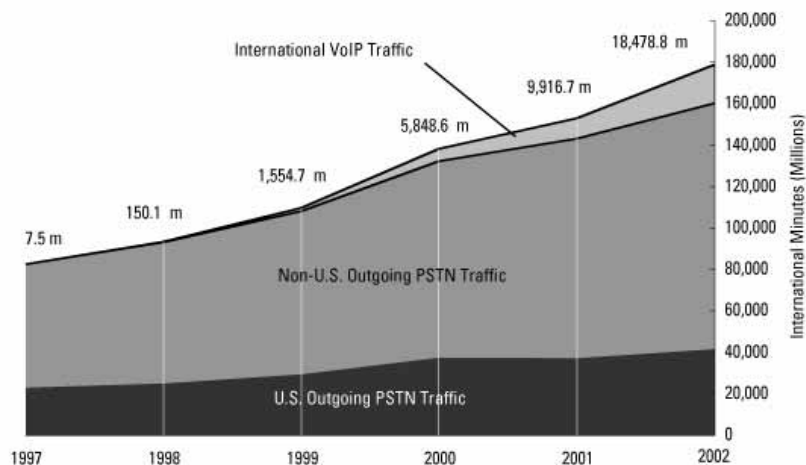
1. réduction des coûts de communications (pas toujours vrai !)
2. simplifier la gestion/maintenance des infrastructures et des services téléphoniques (cela dépend et plutôt à long terme);
3. intégrer les services téléphoniques classiques (boite vocale, audioconférence, fax, ...) avec les services et applications informatiques existantes (services Internet, Intranet, et Extranet)
 - Applications CTI (Couplage Téléphonie Informatique).
4. déployer rapidement des services de téléphonie aussi flexibles, programmables et configurables que les services de messagerie électronique (email) ou du Web;

Pourquoi IP ?

Explosion du trafic IP



Evolution du trafic Téléphonique Internationale

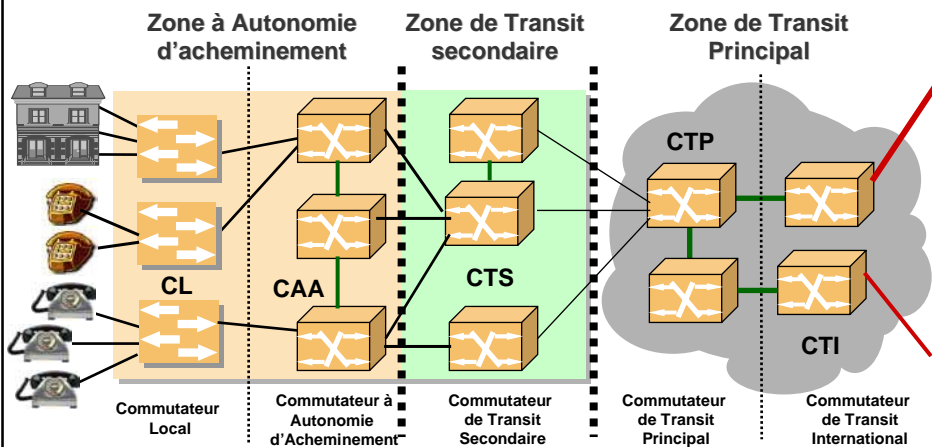


Fonctions générales du réseau téléphonique

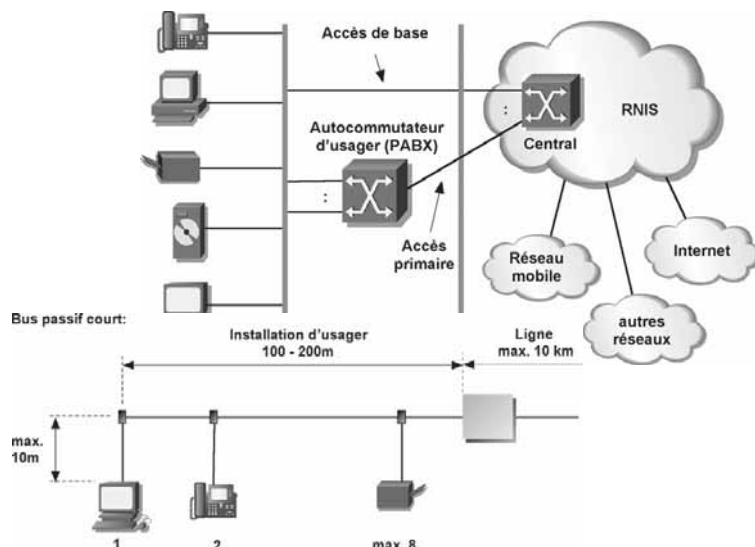


1. **La distribution** : couvre la liaison d'abonné ou **boucle locale** (paire de cuivre) qui relie l'installation de l'abonné au commutateur de rattachement. Elle assure la transmission de la voix (fréquence vocale de 300 Hz à 3400 Hz), et la signalisation (numérotation, boucle de courant, ...)
2. **La commutation** : fonction essentielle du réseau qui assure la **mise en relation** de 2 abonnés, le maintient/libération de la liaison et la **taxation**
3. **La transmission** : Elle concerne la partie **support de télécommunication** du réseau et assure la **transmission** de la voix au moyen d'un système filaire cuivre, de fibres optiques ou de faisceaux hertziens.
La transmission dans le réseau est aujourd'hui intégralement **numérique**, sauf la liaison d'abonné qui reste majoritairement **analogique**.

Architecture générale du réseau téléphonique



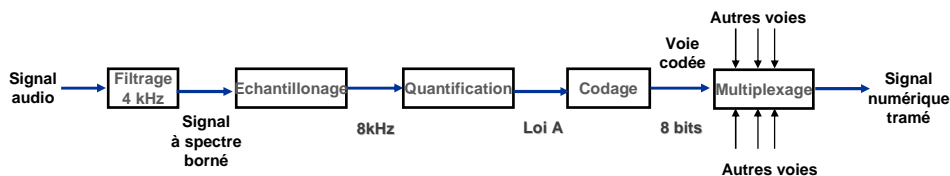
Le RNIS – Numéris



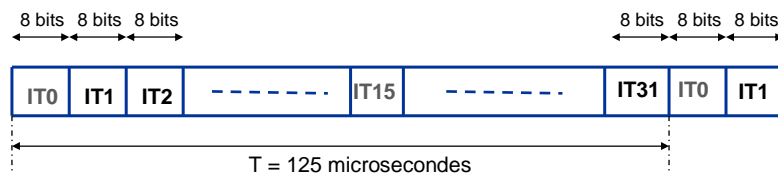
Téléphonie numérique



1. La téléphonie numérique est apparu au début des années 70, pour mieux utiliser l'infrastructure existante afin de pouvoir :
 - répondre rapidement à la très forte demande de raccordement au réseau téléphonique en utilisant l'infrastructure de câbles existante;
 - étendre l'application des techniques informatiques et micro-électroniques aux télécommunications;
2. La téléphonie numérique repose sur 2 techniques : la Modulation par Impulsions et Codage (MIC) et le multiplexage temporel synchrone.



Multiplexage : Trame temporelle MIC



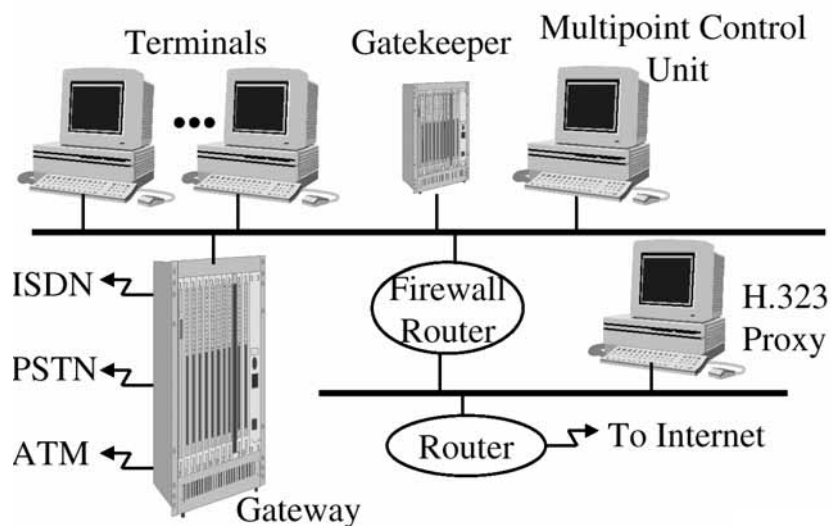
- L'échantillon associé à une communication vocale est appelé canal. On a décidé d'insérer chaque seconde sur un circuit physique (c'est-à-dire une paire de fils) 32 canaux formant une structure, appelée trame temporelle MIC, et comportant 32 intervalles de temps successifs numérotés de 0 à 31, correspondant chacun à un canal unidirectionnel et occupant 8 bits (1 octet).
- Cette trame de 2.048 Kbp/s (E1) est normalisée dans G.732. Tandis qu'aux Etats-Unis une trame MIC regroupe 24 canaux de 56 Kbp/s seulement, soit un débit de 1.544 Kbp/s (DS-1).

Hierarchie de Multiplexage - Européen -



- Pour parvenir au multiplexage de plusieurs voies téléphoniques, simultanément sur un même circuit, les Européens ont adopté la trame MIC qui permet de multiplexer 30 canaux de parole, avec signalisation et synchronisation, sur un support à 2,048 Mbps : ce format est appelé E-1.
- A partir de ce multiplexage de base, toute une hiérarchie a été définie basée sur un multiple du canal de base à 64 kbps.
 - E-1 = 2,048 Mbps (30 voies)
 - E-2 = 8,448 Mbps (120 voies)
 - E-3 = 34,368 Mbps (480 voies)
 - E-4 = 139,264 Mbps (1920 voies)

H.323 : Architecture



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 15

H.323 : version

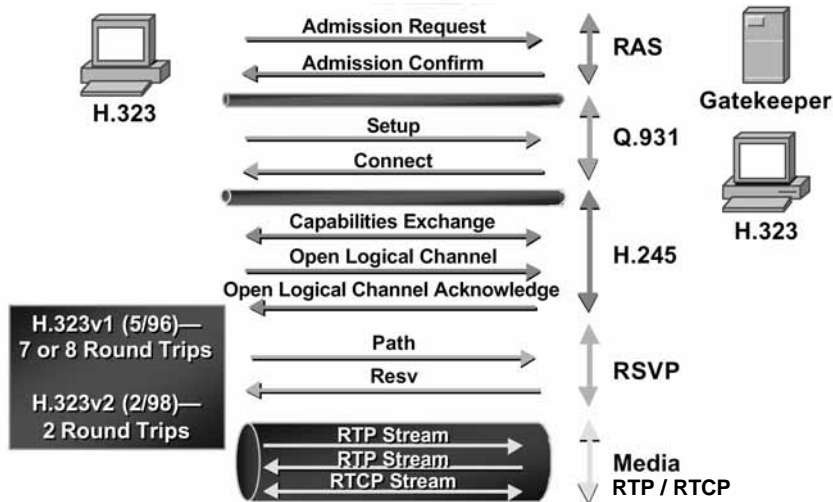


- ◆ Famille de standards et de protocoles proposé par l'UIT en mai 1996,
- ◆ Basé sur H.320 (Videoconférence sur RNIS);
- ◆ La recommandation a rencontré un succès immédiat, avec son adoption par Microsoft et Intel dans les produits NetMeeting et Intel Internet Phone en juin 1996.
- ◆ les pionniers VocalTec, Netspeak et les autres éditeurs de logiciels ont dû abandonner leurs procédés de codage propriétaires et leurs procédures d'appel;
- ◆ La norme H.323 est en fait une agrégation de normes réparties à travers les différentes entités constituant la Zone H.323;
- ◆ Plusieurs versions de H.323 : aujourd'hui version 4 en cours ...

© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 16

H.323 : Signalisation



H.323 et Firewall



- ◆ Une transmission H.323 génère entre 7 et 11 ports logiques, qui doivent passer les filtres des firewalls et des proxies. Or, tout trafic qui n'est pas HTTP pour les pages Web, SMTP pour l'e-mail ou FTP pour le transfert de fichiers, est scrupuleusement filtré dans les firewalls, sur instruction des gestionnaires de réseau.

PROTOCOLE	PORT LOGIQUE
Q.931	Ports 1720 et 1300 statiques
H.245	Dynamique
H. 225 RAS	Dynamique
RTP audio	2 ports dynamiques et unidirectionnels
RTP vidéo	2 ports dynamiques et unidirectionnels
T.120	port 1503 ou dynamique

IETF

Session Initiation Protocol



◆ Qu'est ce que c'est ?

SIP est un protocole de signalisation **extensible** en mode client/serveur pour la gestion de sessions multimédia (audio, vidéo) indépendant du protocole de Transport (UDP, TCP, IPX) car il intégrant ses propres mécanismes de fiabilité de fonctionnement;

Il utilise typiquement **UDP** et le n° port **5060**

RFC **3261** : 170 pages (6 messages au format ASCII)

◆ Qui l'a développé ?

Standard proposé par le groupe de travail de l'IETF MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) de Fév. 1996 à mars 1999 [RFC 2543], puis repris et amélioré par un nouveau groupe de travail appelé SIP [RFCs 3261-3265],

IETF

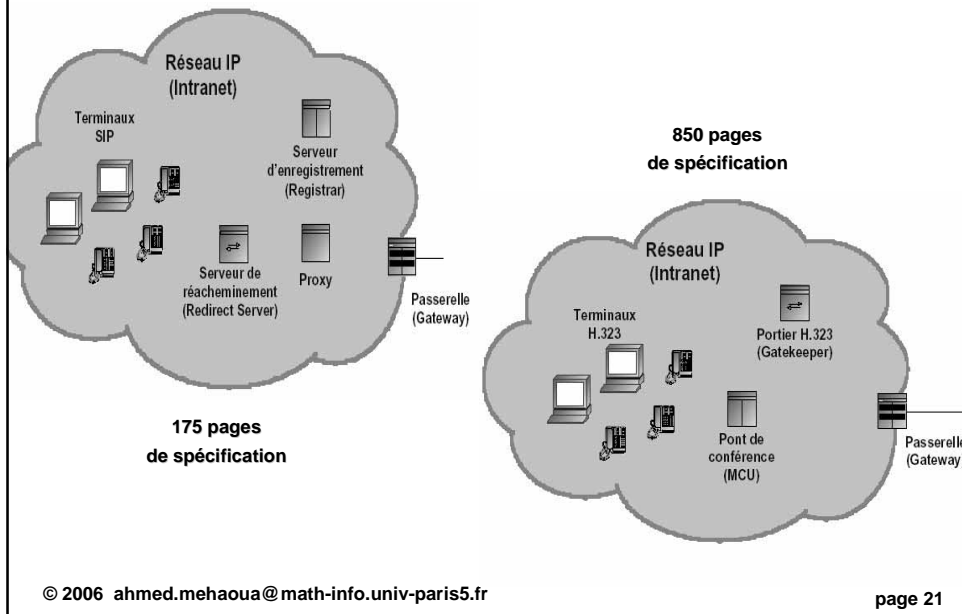
Session Initiation Protocol



◆ A quoi sert il ?

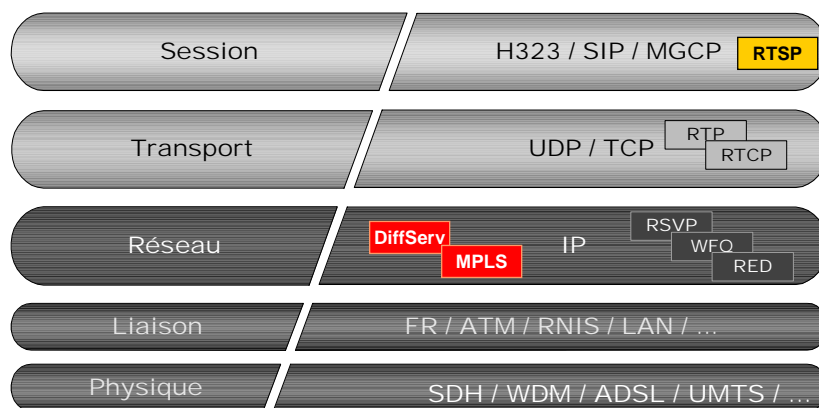
1. Il permet aux utilisateurs de mettre en place, modifier, clore des conférences multimédia (pas seulement audio) entre deux ou « plusieurs » participants, en véhiculant l'information de contrôle nécessaire,
2. Permet d'enregistrer, de localiser et de gérer la mobilité des utilisateurs;
3. d'intégrer les applications Web avec les applications vocales et vidéo
4. de créer et contrôler des services multimédia/téléphonique de bout en bout (Instant messaging, vidéoconférence, PABX, partage d'applications ...)

SIP vs H.323



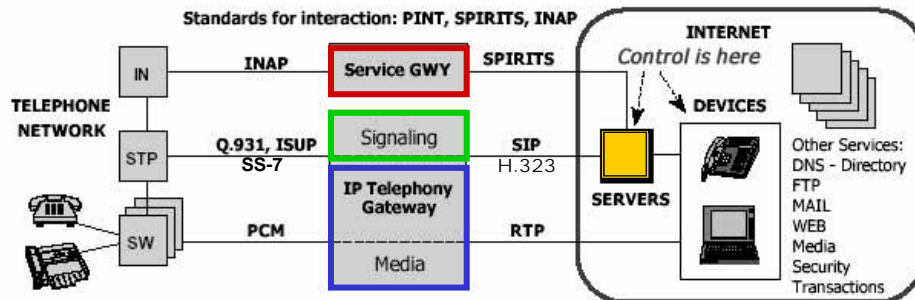
2- Éléments techniques

Architecture Voix sur IP



Décomposition fonctionnelle des GATEWAYS

CRS



1. Service Gateway (création et déploiement de services téléphoniques)
2. Signalling Gateway (établissement et libération des appels téléphoniques)
3. Media Gateway (codage et transmission de la voix) et décomposée en :
 - Media Gateway Controller (MGC)
 - Media Gateway (MG)

IETF MEGACO/ITU H.248

CRS

◆ Qu'est ce que c'est ?

un protocole de signalisation entre un contrôleur (également appelé Call Agent ou SoftSwitch ou Media Gateway Controller (MGC)) et :

- les Media Gateways (MG)
- les équipement téléphoniques terminaux (device)

◆ Qui l'a développé ?

l'IETF et l'UIT-T en 1999 sous la double appellation MEGACO et H.248;

C'est une fusion de deux anciens protocoles de contrôle :

- SGCP : Simple Gateway Control Protocol (Lucent)
- IDPC : Internet Protocol Device Control (Cisco)

MEGACO/ H.248



◆ Comment ? :

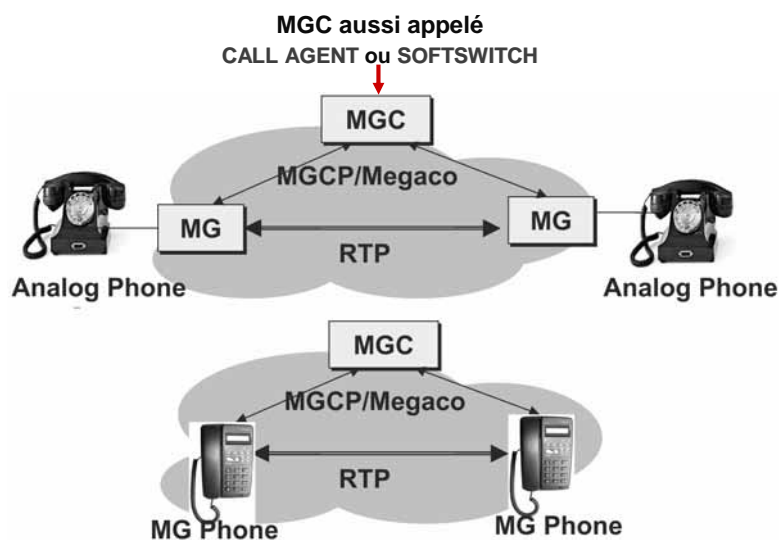
1. Reprendre le modèle du réseau intelligent en séparant :

- Le module de traitement d'appel (Media Gateway ou MG),
 - Qui gère la codage, la transmission, la conversion ...
- Et le module de Contrôle d'Appel (Media Gateway Controller / MGC)
 - Qui gère la signalisation d'appel, le contrôle des accès, ...

2. Puis définir :

1. une interface de contrôle (API) de la Media Gateway
2. un protocole de signalisation de contrôle entre MGC et MG

MEGACO/H.248



MEGACO/ H.248



◆ Dans quels intérêts ?

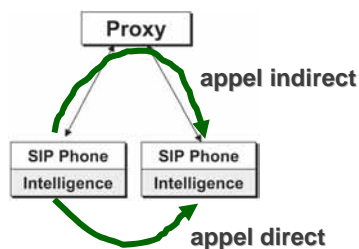
1. Réduction des coûts par l'utilisation de Media Gateways (MG) simplifiées
2. Une meilleure mise à l'échelle par le simple ajout de Media Gateways contrôlés par un unique MGC
3. Une simplification de la gestion du réseau et de ses équipements par une approche de gestion centralisée via le MGC
4. Une meilleure intégration/interopérabilité des réseaux VoIP avec les réseaux téléphoniques traditionnels (MGC <-> SCP du réseau sémaphore ou du réseau intelligent (IN)).

SIP/H.323/MEGACO - Une Synthèse -



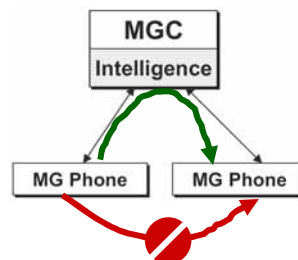
SIP et H.323

1. Signalisations d'appels (concurrentes)
2. Terminaux/GW intelligents
3. Réseaux non intelligent
4. Création/contrôle distribué du service
5. Nombreux points de contrôle



MEGACO/H.248

- Signalisation de contrôle de service
- Terminaux/GW non intelligents
- Réseaux intelligent
- Création/contrôle centralisé du service
- Peu de points de contrôle



VoIP : Architecture

H.323



- ◆ Terminal « utilisateur » : PC multimédia / Téléphone IP / téléphone /...
 - ◆ Passerelle (Gateway) : transformation du signal pour son transport sur IP et vice versa (i.e. format, signalisation, codecs audio) si nécessaire. Interconnexion avec terminaux H.320 (RNIS), H.321 (ATM), H.324 (Modem) ou V.70 (RTC terminal analogique).
 - ◆ Garde-Barrière (Gatekeeper) : Contrôle des appels, Enregistrement, Gestion de la bande passante, translation d'adresse, authentification, résolution d'adresses, etc... (facultatif) Gère une « zone H.323 »
 - ◆ MCU (Multi-point Control Unit) : gestion de sessions multicasts
- Ces différents éléments peuvent être matériels ou logiciels et peuvent être combinés sous forme de « boîtes noires ».

H.323 : Gateway



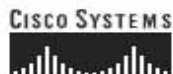
- ◆ La passerelle ou « Gateway » fait le pont entre le réseau téléphonique classique et le réseau IP téléphonique.
- ◆ fournit beaucoup de services, et en particulier des fonctions de traduction entre des terminaux H.323 et d'autres types de terminaux :
 - la traduction entre les formats de transmission (i.e. H.221 à H.225.0),
 - entre des procédures de communications (i.e. H.242 à H.245),
 - entre les différents codecs audio et vidéo (G.72x et H.26x);
 - enfin elle gère l'établissement et la fermeture des communications entre le réseau local et le réseau commuté.

H.323 : Gatekeeper

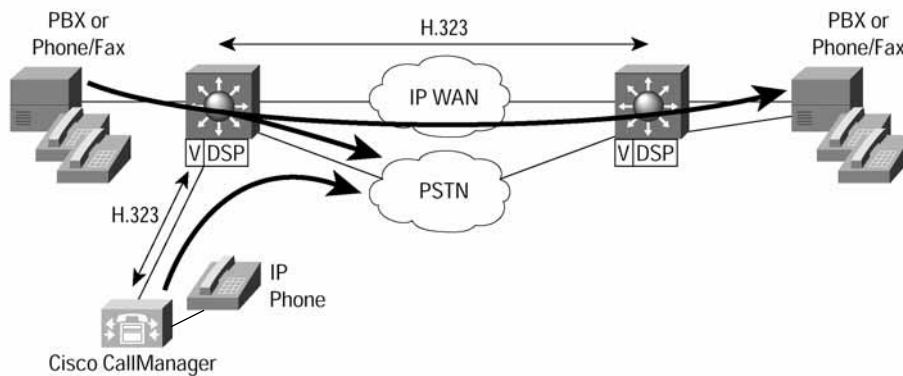


- ◆ Fournis les services de contrôle et de gestion des appels pour tous les terminaux enregistrés dans sa zone,
 - 3 fonctions obligatoires :
 1. Translation d'adresses (IP-MAC <-> E.164)
 2. Admissions d'appels : Autorisation / authentification : Firewall
 3. Gestion de la bande passante : limitation du nombres d'appels dans la zone (LAN, réseaux IP)
 - Fonctions optionnelles :
 1. Gestion de l'appel (Peut traiter la signalisation H.225 (Q.931)
 2. Services de PBX virtuel
 3. Routage et reroutage des appels non aboutis
 4. Annuaire
- ◆ Un gatekeeper peut servir plusieurs LAN à la fois.

Interconnexion de PABX



- ◆ Module VoIP Access Gateway for Catalyst 4000 series :



VPN IP

- Offre -



Il existent 10 offrent de réseaux privés virtuel IP en France (01réseaux/Sept. 2002)

- ❖ Cable & Wireless (IPsec, aucune classe, 50 PoP nat, 49 PoP int.)
- ❖ Equant (FT) (MPLS, 5 classes, 140 pays)
- ❖ Cegetel / Infonet (MPLS, 3 classes: Std, Data, Tps réel, 160, 55 pays)
- ❖ Colt (UK) (IPsec, 4, 13, oui via offre IP Corporate)
- ❖ FT/Global One (MPLS, 3, 60, 140)
- ❖ KPNQwest (IPSec, 5 classes, 30, 300)
- ❖ Maiaah (MPLS, 5, 7, via réseaux tiers)
- ❖ QoS Networks (IPSec, 5 classes, 1, 9)
- ❖ LDcom/Siris (MPLS, 4 classes, 77, 0)
- ❖ MCI (MPLS)

Types de VPN des entreprises françaises (Cabinet d'analyse Cesmo et Colt)

- en 2001 : VPN IP (8%) et FrameRelay (92%)
- en 2003 : VPN IP (27%), 2 appels d'offres sur 3.

VPN IP

- Offre pour PME/PMI -



Opérateur	Offre	Technologie	Débits	Classes de services	Prix mensuel HT par site
France Télécom	Oléane VPN IP	MPLS	512 / 128 Kbit/s	Aucune	106 Euros
France Télécom	Oléane turboDSL	MPLS	2 Mbps/320 Kb Débit mini garantie	Aucune	2500 Euros
Easynet	Easynet VPN	IP-Sec ou MPLS	1 Mbps/256 Kb	Aucune	1000 Euros (install) + 300 Euros
Colt Telecom	Bundles destinés aux PME	Tunneling (IP-Sec en option, MPLS prévu)	64 / 64 Kbit/s	2 (jusqu'à 5 en option)	2900 E (install) + 2000 Euros (pour 5 sites)
Cegetel	FédéLan Contact	IP sec ou MPLS	2 Mbps/320 Kb	2 ou 3	1645 E

1- Argumentations et motivations



Services VoIP

- ◆ Sept. 2003 : **AT&T** a annoncé un service VoIP pour ses clients VPN IP internationaux (NetworkWorld Fusion Magazine 29/09/2003)
 - ◆ Service VPN IP basé sur MPLS et Service VoIP basé sur SIP
 - ◆ Accès au service via IP, FR et ATM
 - ◆ Disponible dans 40 pays
 - ◆ Facture voix/data unifiée : 3 cents /min : appels internationaux
 - ◆ Portail Web proposant aux clients des rapports sur la qualité du service (MOS, Délais, jigue, tx de pertes)

- ◆ **Equant** propose depuis juillet 2002 la première et plus large offre de service VoIP internationale
 - ◆ basé sur son service VPN IP MPLS :
 - ◆ Basé sur H.323 et la plateforme Cisco's CallManager IP PBX
 - ◆ Disponible dans 60 pays
 - ◆ Propose la messagerie unifiée (boîte vocale, fax, email)
 - ◆ SLA : Gigue, Délai RTT, Pertes Paquets, Ratio d'appels en échec/aboutis, Délai d'établissement des appels (post-dial delay);

1- Argumentations et motivations



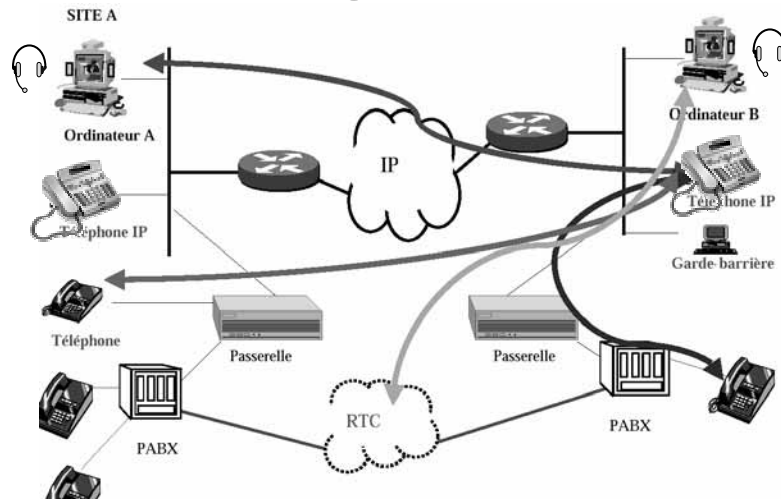
Services VoIP

- ◆ **MCI** propose un service de VoIP national depuis 2003 et basé sur SIP

- ◆ **Level 3** propose une offre de VoIP depuis Sept. 2003 basé sur SIP
 - ◆ Acquisition d'une start-up VoIP en juillet 2003 : Telverse Communications (Californie) 30 Millions \$
 - ◆ Offre s'adresse aux opérateurs (Bells)
 - ◆ Messagerie unifié et tous les services CLASS (Transfert Appel, Redirection D'appel, Présentation N°, ...)
 - ◆ Cout annoncé réduit de 20% par rapport a la gestion d'un PABX ou du service Centrex

2- scénario de déploiement Opérateurs / Entreprises CTI

CRS



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 37

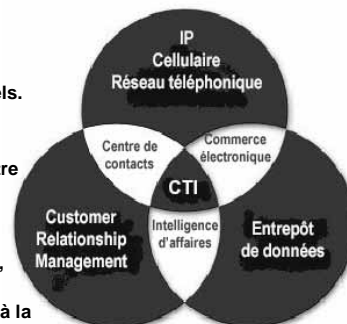
2- scénario de déploiement CTI

CRS

Computer Telephony Integration : permet de coupler et d'intégrer les systèmes de Téléphonie avec l'Informatique afin de créer des applications à hautes valeurs ajoutées.

- Messagerie Unifiée
- Centre d'appels
- Customer Relationship Management (CRM)
- le "screen pops" : synchronisation appels/données
- PABX IP

1. PABX : autocommutateur téléphonique privé.
2. ACD : distributeur automatique d'appels, répartit les appels.
3. SVI : serveur vocal interactif, assure un accueil vocal automatique.
4. Lien CTI : assure l'échange de commandes/messages entre PABX et le Système d'Information pour corréler les n° de téléphone que lui transmet le PABX ou le SVI avec des données stockées dans le système d'information.
5. Serveur CTI : supporte les applications CRM, Call Center, Messagerie unifiée, ...
6. Entrepôt de données : contient les informations relatives à la société.
7. Serveur informatique : traite l'ensemble des flux d'information entre ordinateurs et base de données.



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 38

1- applications

IP Phone Productivity Service



Cisco IP Phone 7960

- ◆ Application Cisco permettant de consulter et gérer Via l'écran LCD de n'importe quel IP Phone de l'entreprise (gamme 7960 et 7940) :
 - ses appels,
 - sa messagerie vocale,
 - ses e-mails,
 - son agenda
 - Et son annuaire personnelle
- ◆ Gain de productivité

Le 7960 supporte des fonctionnalités :

- Renvoi d'appel
- Recomposition
- Annuaire d'entreprises
- Services d'Information
- Effectuer une audioconférence
- Accéder à la messagerie vocale



1- Applications

Centre d'appels Centre de Contacts



Problème : lignes trop souvent occupées, clients raccroche car trop longue attente,

Solutions : iPBX ou PBX logiciel avec console de contrôle et dispatch des appels en temps réel

Produits : jusque 600 appels entrants simultanées et 25 opérateurs (3Com SuperStack 3 Network PBX et 3Com NBX Call Center)

1- Applications

Centrex IP



CENTREX : service bien adapté aux professionnels ne désirant pas s'équiper de matériels téléphoniques coûteux et souhaitant se décharger auprès de l'opérateur de l'administration de leurs services de téléphonie.

CENTREX IP : évolution du service Centrex qui permet aux opérateurs de fournir à distance les fonctions les plus évoluées d'un PABX de façon plus :

1. **RICHE** : Un package de fonctionnalités téléphoniques (présentation du N°, rappel dernier appelant, renvois, indication et consultation d'appel en attente, double appel, va et vient, transfert, ...), ainsi que de la messagerie vocale. Ceci sur un poste téléphonique IP (fourni au titre du service) ou depuis un PC associé à un logiciel de TAO (Téléphonie Assistée par Ordinateur) et d'applications CTI (messagerie unifiée, visioconférence, partage de documents, gestion d'agenda, etc ...)
2. **FLEXIBLE** : Paramétrages des services vocaux via le web; indépendance entre ligne téléphonique physique et n° de téléphone (mobilité);
3. **EFFICACE** : meilleure exploitation de la bande passante des liaisons d'accès (compression audio).
4. **A MOINDRE COÛT**, par une gestion mutualisée du service entre les clients

1- Applications

NetCentrex



- ◆ **NetCentrex est une startup née en 1998 et issu du centre de FT R&D;**
- ◆ **Service offert : externaliser les services PBX de l'entreprise par un PBX-IP situé chez un opérateur et relié à l'entreprise via une simple passerelle IP.**
- ◆ **OFFRE POUR OPERATEURS**
Plate-forme NetCentrex pour importante société de services :
 - Passerelle RTC, Gatekeeper (Taxation, contrôle)
 - 12 Serveurs téléphonie/WEB + Logiciels CTIEnviron 300.Keuros d'installation + 5 à 15 euros/ligne/mois (hors comm. RTC)
- ◆ **OFFRE POUR PME/PMI**
Offre NetCentrex basée sur PABX IP SAGEM SAGA800 :
Installation (1500 euros/site) + 5 à 15 euros/ligne/mois
- ◆ **OFFRE POUR PARTICULIERS/PROFESSIONS LIBERALES**
Offre NetCentrex : 8 euros/ligne/mois

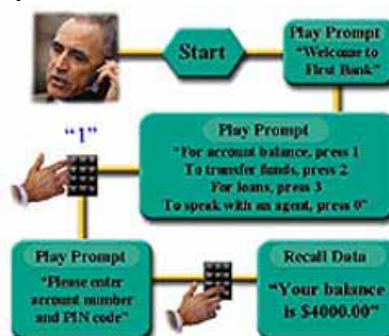
1- Applications

CRS

IP Interactive Voice Response (IVR)

- ◆ Service Vocal Interactif (SVI) assurée via une analyse des signaux DTMF
- ◆ Intérêt du CTI : programmation de la logique de scénarisation facilitée par l'adoption de standards de l'Internet : CGI, JavaTAPI, VoiceXML, ...

Exemple : Cisco IVR (Java)



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

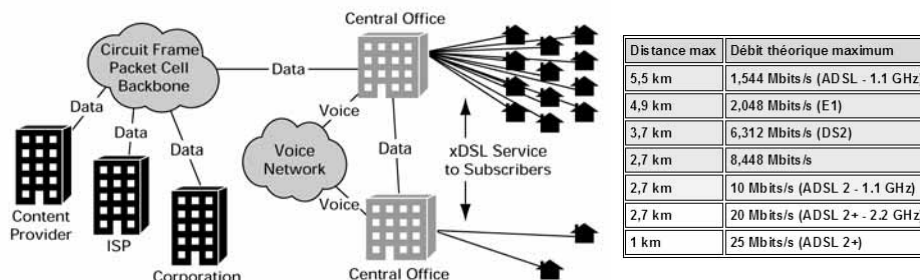
page 43

Boucle locale xDSL

CRS

Fin 2003 : 3 Millions d'abonnées à l'ADSL (1.4 Millions - Fin 2002)
70 % de la population dispose d'un accès ADSL (65% - Fin 2002)
34 Millions de lignes téléphonique fixe (France Telecom)
40 Millions d'abonnés à la téléphonie mobile en France (ART - Oct 2003)

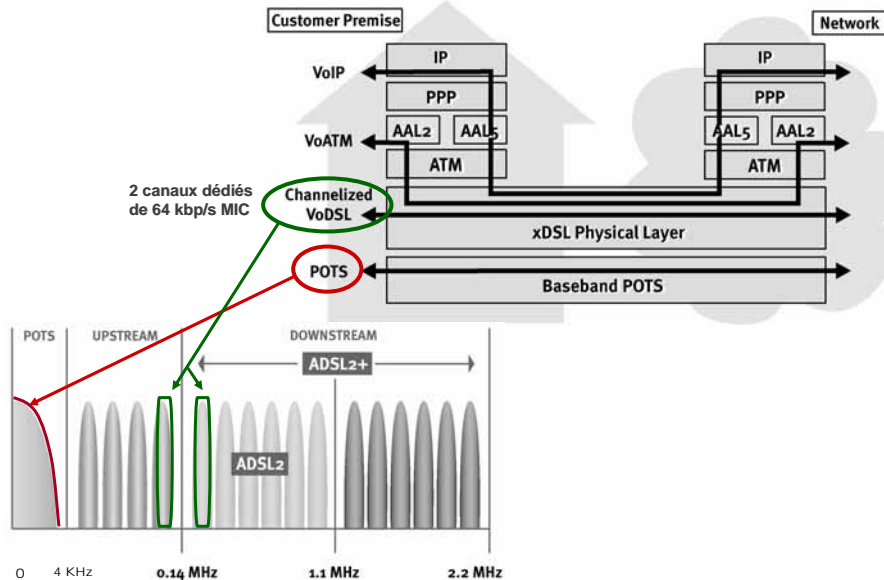
Fin 2004 (Prévision) 85% de la population disposerons d'un accès ADSL (ADSL2, +15% distance)
+ 35% de croissance par an en Europe (PriceWaterHouseCoopers)
6 millions d'abonnées Hauts débits en France
43.3 Millions d'abonnés à l'ADSL prévu en Europe Fin 2007



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 44

VoATM vs VoIP vs CVoDSL vs



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 45

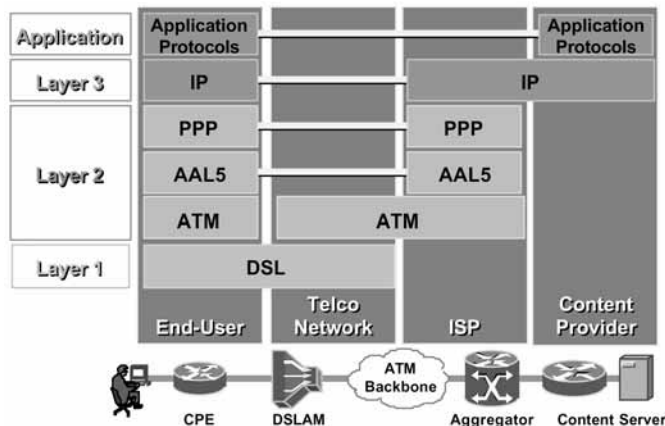
Architecture Voix/Vidéo sur xDSL

PPP :

1. Authentification des accès par adressage physique
2. Délimitation des paquets IP de voix
3. Contrôle des erreurs sur le circuit virtuel

ATM :

1. Adressage physique et logique
2. Commutation/multiplexage des cellules
3. Gestion de la Qualité du service



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 46

Avantages de la VoIP

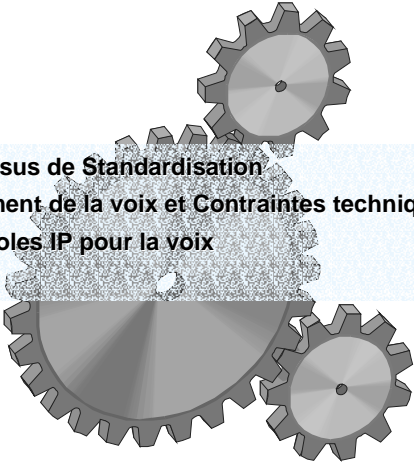
- Synthèse -



1. réduction des coûts
 - d'acquisition des équipements (-15% pour une solution de 100 postes)
 - des communications (pas toujours vrai !)
2. simplifier la gestion/maintenance des infrastructures et des services téléphoniques/réseaux (cela dépend et plutôt à long terme);
 - Administration à distance via le réseau et plus besoin d'intervention sur PABX
 - Souplesse d'attribution des n° d'appel; plus liés à un poste physique
 - Possibilité d'envoi simple d'un appel d'urgence sur tout un réseau (Alertes)
3. intégrer les services téléphoniques classiques (boite vocale, audioconférence, fax, ...) avec les services et applications Intranet/Extranet existantes :
 - Applications CTI (Couplage Téléphonie Informatique).
4. déployer rapidement des services de téléphonie aussi flexibles, programmables et configurables que les services de messagerie électronique (email) ou du Web (e-commerce);

2-Éléments techniques



- 
- ▶ **Processus de Standardisation**
 - ▶ **Traitement de la voix et Contraintes techniques**
 - ▶ **Protocoles IP pour la voix**

La standardisation



- ◆ IETF (www.ietf.org)
- ◆ UIT (www.itu.org)
- ◆ ETSI – TIPHON (www.etsi.org)
- ◆ MS FORUM / SoftSwitch (www.msforum.org)
- ◆ SIP Forum (www.sipforum.org)
- ◆ 3GPP (UMTS) (www.3gpp.org)

1- Standardisation

WWW.IETF.ORG



AVT (Audio Visual Transport) :

- Comment garantir la synchronisation des flux audio et format des paquets ?
- RFC 1889/3550 : **RTP** et **RTCP**
- RFC 2833 (format RTP pour le transport des signaux DTMF et des tonalités)

MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) :

- Comment contrôler un serveur vocal / messagerie sur IP ?
 - RFC 2326 : **RTSP** (Real Time Streaming Protocol)
- Quelle signalisation d'appel utiliser pour contacter les utilisateurs, négocier les capacités, convertir les adresses, gérer la sécurité, enregistrer les clients, ?
 - RFC 2543 : **SIP** (Session Initiation Protocol)
- Quelle doit être le format syntaxique des messages de signalisation et de contrôle ?
 - RFC 2327 : **SDP** (Session Description Protocol)

SIP (Session Initiation Protocol) (à partir de 1999)

- Comment améliorer SIP et créer de nouveaux services interactifs multimédia
- RFCs 3261: **SIP**

1- Standardisation
WWW.IETF.ORG



SIPPING (Session Initiation Proposal Investigation) (à partir de 2001)

- Quelles extensions (méthodes, messages de signalisation) doit on ajouter à **SIP** pour supporter de nouvelles applications/usages (instant messaging) ?

MEGACO (MEdia GATeway COntrol) :

- Comment contrôler les équipements téléphoniques (passerelle, terminaux, ...) de façon simple, centralisée et à grande échelle (vision opérateurs télécoms) ?
- RFC 2805 et 3015

FAX (Internet Fax) :

- Comment transporter le service Fax sur IP ?
- RFC 2301

1- Standardisation
WWW.IETF.ORG



SIGTRAN (SIGnaling TRANsport) :

- Comment transporter la signalisation SS-7 sur un réseau IP ?
- RFC 2719, 2960, 3057

SPIRIT (Service in the PSTN/IN Requesting InTernet Service) et

PINT (POTS and Internet Interworking) :

- Comment intégrer les services avancés de VoIP et les services du réseau intelligent ?
 - ◆ **SPIRIT** : évocation d'un service VoIP émanant d'un client situé sur un réseau téléphonique
 - ◆ **PINT** : évocation d'un service IN émanant d'un client situé sur un réseau VoIP
- RFC 2458, 2848 (PINT)

1 - Standardisation

WWW.IETF.ORG



ENUM (Telephone Number Resolution)

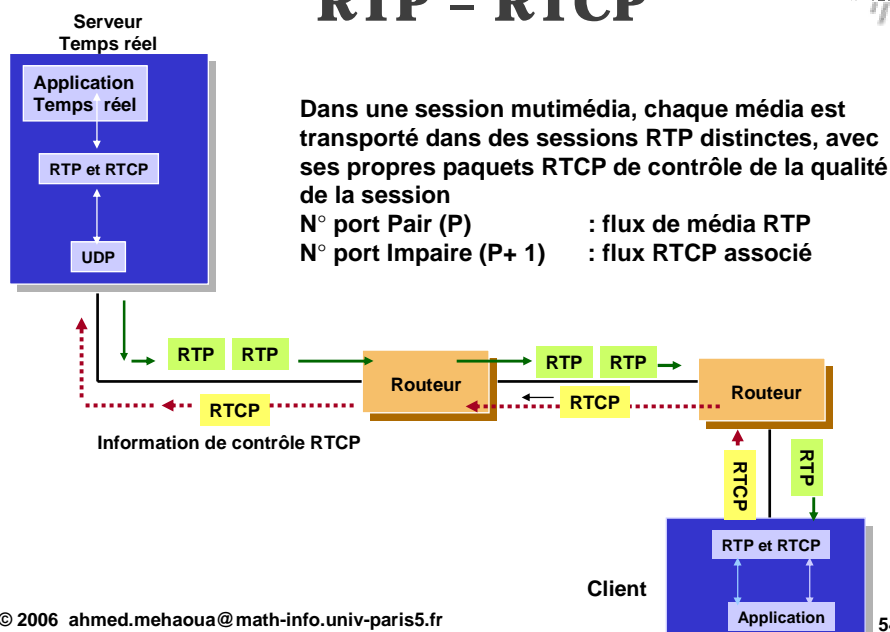
- Comment associer un n° de téléphone **E.164** avec une adresse IP dans le service d'annuaire DNS de l'Internet ?

TRIP (Telephony Routing over IP)

- Comment échanger les tables de routage entre passerelles téléphoniques de différents opérateurs (information servant à la localisation, la répartition de charge de trafic téléphonique entre domaines d'opérateurs) ?
- RFC 3219 : TRIP

2 - Transport multimédia sur IP

RTP - RTCP



2 - Transport multimédia sur IP

RTP/RTCP : principes



◆ Qu'est ce que c'est ?

RTP (Real-time Transport Protocol) est un protocole de transport de flux temps-réel en mode multicast ou unicast :

- Conférence audio, vidéo interactive, diffusion vidéo, audio

Indépendant des couches réseaux mais habituellement implémenté au dessus de UDP/IP.

Fortement couplé aux applications qu'il transporte : notion de PROFIL

Combiné à un protocole de signalisation de la qualité des transmissions

RTCP (Real-time Transport Control Protocol) pour la mesure des performances et le contrôle de la session en cours,

◆ Qui l'a développé ?

IETF (RFC 1889 puis RFC 3550 depuis juillet 2003)

2 - Transport multimédia sur IP

RTP/RTCP : principes



◆ A quoi sert RTP ?

- Segmentation / Réassemblage des données
- Synchronisation des flux
- Indication du type de données
- Identification de l'émetteur (communication multipoint)
- Détection des pertes
- Sécurisation des échanges (cryptage)

◆ A quoi sert RTCP ?

- Fournir périodiquement des rapports sur la qualité des échanges entre récepteurs et émetteur
 - Downlink : données envoyés, estampilles de temps
 - Uplink : pertes, délais, gigue
- Garder une trace de tous les participants à une session
 - CNAME (Canonical Name) : identifiant unique et permanent pour un participant
 - SSRC (Synchronisation Source Identifier)



Identification des paquets RTP

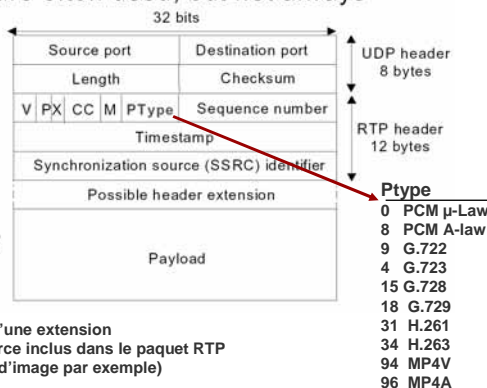
- How to identify RTP packets ?
 - Layer 4 classification ?
 - ♦ No, RTP can use any even port number
 - ♦ RTCP uses an odd port number
 - ♦ UDP ports 5004-5005 are often used, but not always

- Heuristic
 - ♦ look at RTP constants

```

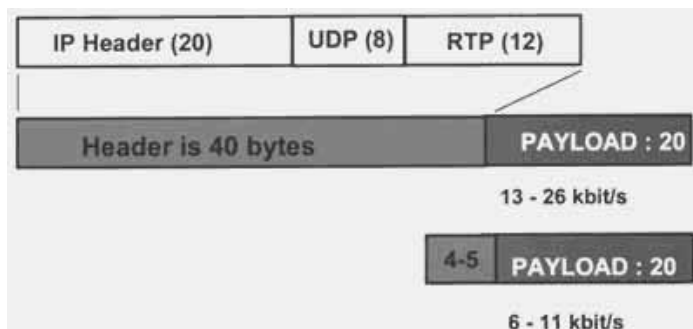
If (UDP) AND
  (Dest_port is even) AND
  (RTP_Version==2) AND
  (PTtype == assigned value)
  { /* looks like RTP packet */ }
else
  { /* should be something else */ }
    
```

V : version RTP
 P : padding
 X : en tête suivi d'une extension
 CC : Nbre de source inclus dans le paquet RTP
 M : marqueur (fin d'image par exemple)



RTP - Encapsulation

- 20ms de parole à 8 Kbits/s (G.729) : soit 160 échantillons ou 20 octets de payload, sont transportés avec 40 octets d'entête.
- Compression des en-têtes (option non interopérable entre systèmes).



2 - Transport IP

RTCP : en-tête paquet



0		15	16	32
V	P	RC	PT	Longueur
Rapport(s)				

Champ	Nbr. bits	Fonction
V : Version	2	Définit le numéro de version de RTP : actuellement 2.
P : Padding	1	Indice permettant de spécifier que les octets de données ont une partie de bourrage.
RC : Report Counter	5	Contient le nombre de rapports contenus dans le paquet (un rapport pour chaque source).
PT : Packet Type	8	Donne le type de rapport du paquet (SR, RR, SDES ou BYE).
Longueur	16	Longueur du paquet

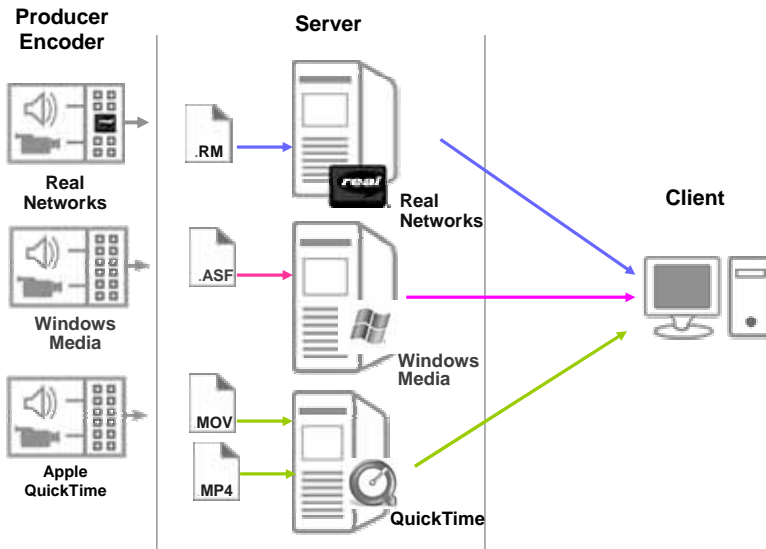
2 - Transport IP

RTCP : Rapports



- ◆ Plusieurs types de paquets RTCP sont définis, de manière à transporter une grande variété d'information de contrôle :
 - SR : Sender Report : rapport d'émetteur. C'est l'ensemble de statistiques de transmission et de réception en provenance des participants qui sont des émetteurs actifs.
 - RR : Receive Report : rapport de récepteur : C'est l'ensemble des statistiques de transmission et de réception en provenance des participants qui ne sont que des récepteurs actifs.
 - SDES Source Description : les paquets de description de source sont de véritable carte de visites des sources (CNAME, ...)
 - BYE : message de fin qui indique que l'on quitte une session.
 - APP : fonction spécifique à une application.
- ◆ Il est suggéré de n'allouer à RTCP que 5% au plus de la bande passante de la session RTP.

Streaming Vidéo sur IP

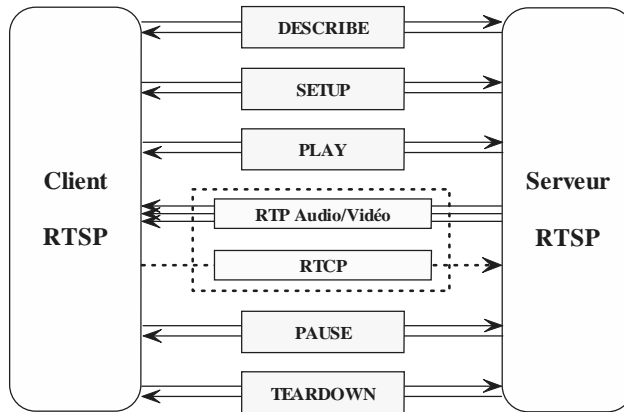


RTSP : principes



- ◆ RFC 2326
- ◆ N° Port 554 (TCP ou UDP)
- ◆ RTSP, est un protocole de niveau Session pour visualiser en continu des flux multimédia à partir d'un serveur distant.
- ◆ Il offre un contrôle sur les flux audio et vidéo reçus en simulant les fonctions d'un magnétoscope tels que : pause, avance rapide, retour rapide, et accès direct.
- ◆ Les séquences peuvent être pré-enregistrées ou « Live ».
- ◆ RTSP est conçu pour fonctionner avec des protocoles tel que RTP, RSVP pour fournir un service « streaming » sur IP.
- ◆ Il permet de sélectionner le mode de transport (UDP, multicast UDP ou TCP) et les fonctions de RTP.
- ◆ Il supporte le multicast dense et l'unicast.

RTSP : Setup



SDP

La description d'une session SDP (Session Description Protocol) [RFC 2327] est entièrement textuelle et consiste en un ensemble de ligne sous la forme suivante :
<type>=<value> <type>

v= (version du protocole) // « 0 » pour la version actuelle.
o= (créateur, identifiant de la session, IPv4/v6 et adresse IP du créateur du message SDP).
s= (nom de la session) // « Journal TV » par exemple
i=* (description de la session)
u=* (URI de la description)
c=* (informations de connexion) // adresse multicast
t= (début et fin de session) // « 0 0 » pour une diffusion en boucle
r=* (zéro ou plusieurs intervalles de répétition)
m= (nom du media et adresse de transport) // RTP, n° port, n° du média
b=* (informations sur la bande passante)
a=* (zéro ou plusieurs attributs de média)

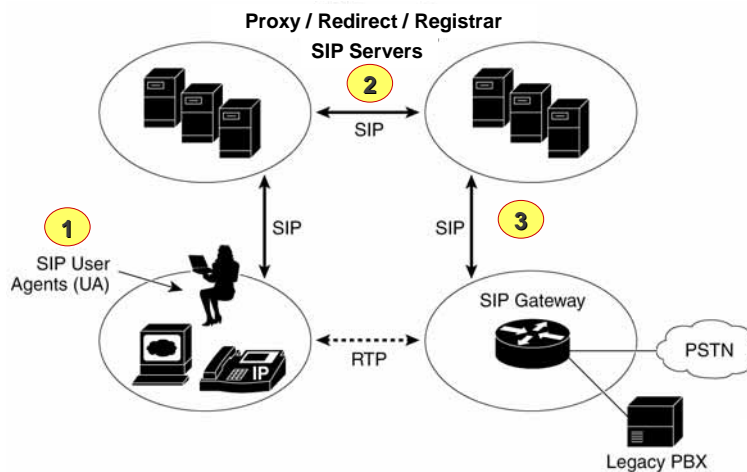
* les champs de descriptions suivis d'une étoile sont optionnels, les autres étant obligatoires.

SDP : Exemple



```
v=0
o=QTSS_Play_List 291962755 291981181 IN IP4 193.51.25.139
s=c:\MPEG4IPStreamer\Movies\mcast_example.sdp
c=IN IP4 224.10.11.12
t=0 0
m=video 40000 RTP/AVP 96 //n° de port et identification de la configuration du payload de la vidéo
a=rtpmap:96 MP4V-ES/90000 // type de flux transporté et fréquence d'horloge
a=control:trackID=1 // numéro de piste du media, spécifique à MPEG-4
a=mpeg4-esid:1 // identifiant du flux élémentaire, spécifique à MPEG-4
m=audio 40002 RTP/AVP 97 //n° de port et identification de la configuration du payload de l'audio
a=rtpmap:97 MPA/44100 // rtpmap pour indiquer type de flux transporté et la fréquence d'horloge
a=control:trackID=2 // numéro de piste du media, spécifique à MPEG-4
a=mpeg4-esid:5 // identifiant du flux élémentaire, spécifique à MPEG-4
```

SIP: Architecture

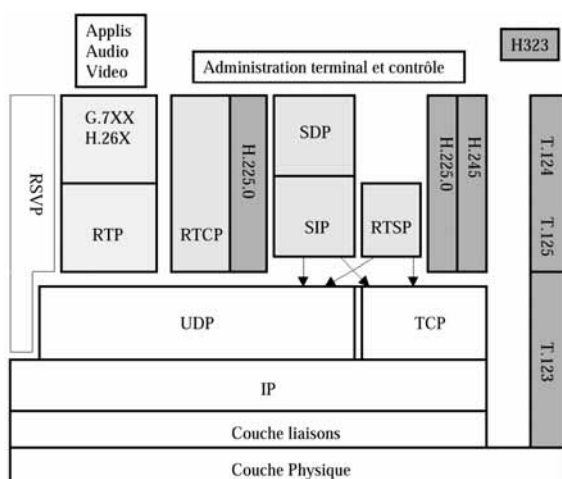


SIP: Composants



User Agent	Système qui initie et reçoit des appels	Envoi (UAC) et reçoit (UAS) des requêtes SIP	Terminal H.323
Redirect Server	Serveur qui oriente les clients vers les destinataires	- translation d'adresses (DNS)	Gatekeeper
Registrar Server	BD/Annuaire qui enregistre les clients	Basé sur n'importe technologies (LDAP, SQL,...)	Gatekeeper HLR GSM
Proxy Server	Serveur qui traite les requêtes des clients et détermine quel est le prochain serveur a contacter pour atteindre le destinataire. Une sorte de Routeur SIP	- Routage d'appel (TRIP) - Load Balancing d'appel - Authentification, Autorisation, Facturation (RADIUS, DIAMETER, PGP ...) - Firewall / NAT	Gatekeeper

SIP : Terminal



6 Requêtes SIP et Codes Réponses



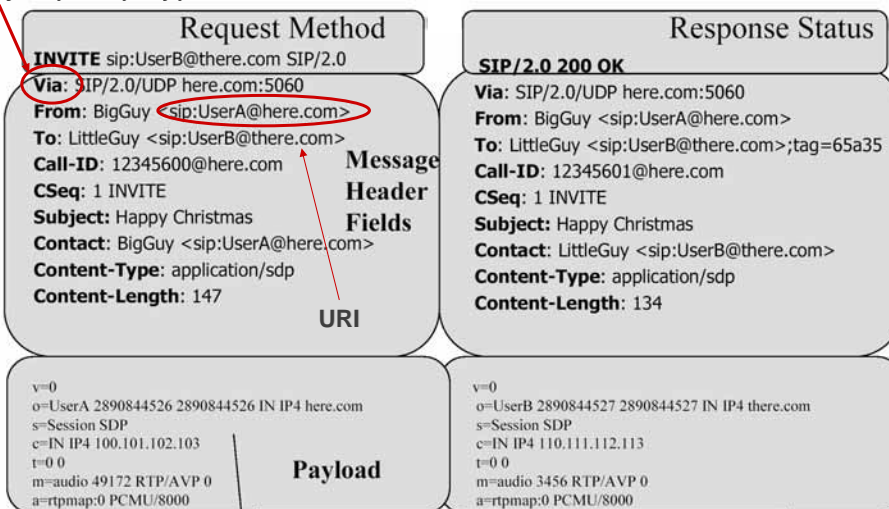
Requête	Description
REGISTER	Enregistrement des clients dans un serveur Registrar/location
INVITE	Initie un appel
ACK	Confirme l'établissement d'un appel
BYE	Termine ou transfert un appel
CANCEL	Met fin à une procédure/sonnerie d'appel
OPTIONS	Négociation des capacités d'un client ou d'un serveur

Code	Types de réponses
1xx	Information d'appel
2xx	Confirmation de succès
3xx	Redirection d'appel
4xx	Echec d'appel
5xx	Erreurs de serveurs
6xx	Echec général

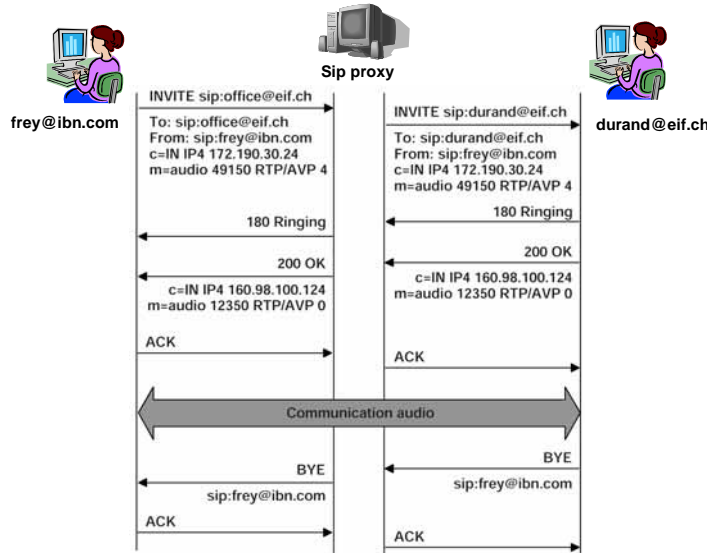
Structure des messages



Ajouté par les proxy pour identifier le chemin au retour et éviter les boucles



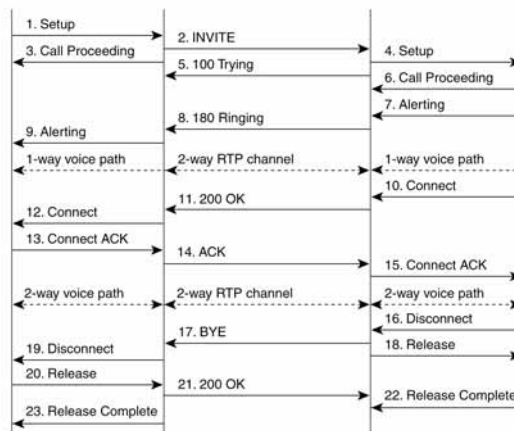
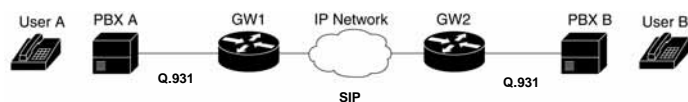
Procédure d'appel SIP UA/UA indirect via proxy



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 71

Procédure d'appel SIP GW/GW direct



© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 72

3-Approche commerciale

CRS

- ▶ Les Produits et Solutions
 - ▶ Offre pour Entreprises (PME/PMI)
 - ▶ Offre pour Opérateurs



3-Approche commerciale Les produits et solutions

CRS

- ◆ Produits
 1. Passerelles
 2. Serveurs
 3. Terminaux
 4. Applications CTI
- ◆ Solutions
 - Professionnelles (PME/PMI et Opérateurs)
 - Grand public (Software)
 - Mixtes (VoDSL)



3- Produits et solutions

Acquisitions

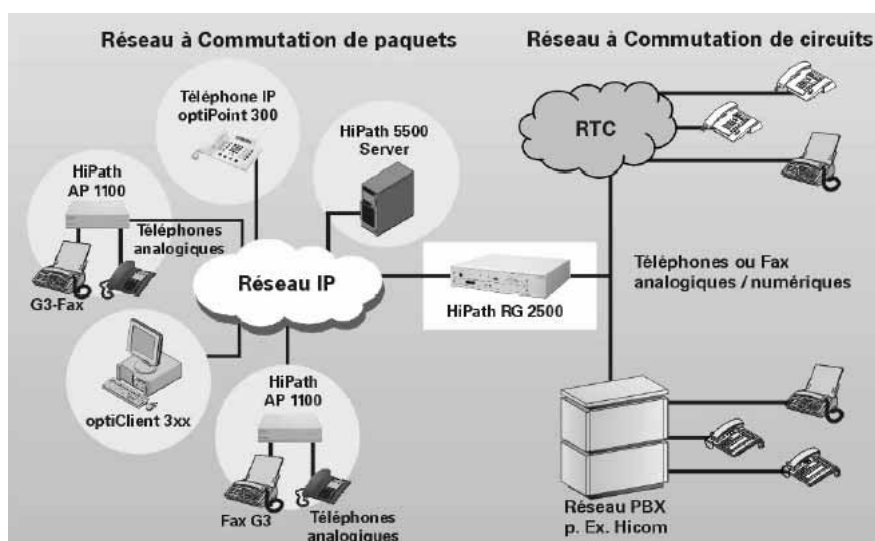


◆ Pour se positionner sur le marché de la téléphonie sur IP et plus largement sur celui des réseaux de données, les équipementiers télécoms rachètent en cascade des startups et sociétés des réseaux de données / Internet :

- ❖ Alcatel : Packet engines et Xylan
- ❖ Ericsson : ACC et Torrent Technologies et Juniper (particip.),
- ❖ Lucent : Ascend communications et Nexabit,
- ❖ Nortel : Bay Networks, CoreTek
- ❖ Siemens : rachète Castle Networks et RedStone et crée Unisphère

3- Produits et solutions d'entreprises

SIEMENS



3- Produits et solutions d'entreprises



SIEMENS



OptiPoint 300 (H.323) & 400 (SIP)

OptiPoint 600



HiPath 3300



HiPath 3700



HiPath 3500



HiPath 4000
Migration à partir du HiCom 300



HiPath 5500

Voix sur IP Conclusions



- ◆ Des migrations difficiles à mener pour les entreprises,
 - Les 2 scénarios qui se dessinent aujourd'hui pour l'adoption de la VoIP concernent : le réseau local (LAN) et le réseau étendu (WAN);

LAN : elle opteront pour des PABX mixtes, offrant les fonctions de Gatekeeper IP, de passerelle IP/RTC/RNIS et d'un standard traditionnel;

WAN :

1ere etape : pour les entreprises installées sur plusieurs sites distants (WAN), des passerelles IP, reliant des installations classiques (PABX numériques), par des réseaux privés IP (VPN) offrent une alternative aux appels longue distance (voix sur Frame Relay).

2nde etape : En pratique, ce sont les opérateurs télécoms qui adoptent progressivement certaines technologies VoIP pour la partie transport de la voix, et proposeront en second lieu les services de type Centrex IP d'une façon transparente aux usagers.

Voix sur IP : Conclusions

- ◆ Gain attendu :
 - Économie (utiliser une unique infrastructure réseau)
 - Productivité (nouvelles applications voix-données)
 - Vrai Convergence Réseaux/Télécoms : profiter de la dérégulation des télécoms et offrir des services de téléphonie/fax
- ◆ Quelques problèmes subsistent :
 - Quelle signalisation de service ?
 - Intéropérabilité des équipements
 - Légalité/Reglémentation : ART, CSA, SACEM, IETF, autres
 - Taxation (TVA 5.5% pour l'audiovisuel, 19.6% pour l'Internet)
 - Sécurité / Fiabilité / Ergonomie
 - Numérotation / Annuaire universels

Voix sur IP : A méditer

- ◆ « Notre effort sera de prouver que les applications de voix sur IP n'est pas là que pour réaliser des économies sur les communications, mais est surtout un grand vecteur de services innovants »
Olivier Seznec, directeur technique de Cisco France, Interop 2001
- ◆ « Lorsque le réseau informatique plante, on empoigne le téléphone pour avvertir le service de maintenance. Et demain, lorsque le téléphone empruntera aussi le réseau informatique, que fera-t-on en cas de panne ? »
Jean-pierre Soulès, journaliste, 01 informatique

3- Produits et solutions d'entreprises



Module Access Gateway
Catalyst 4000 series



Téléphones IP Cisco

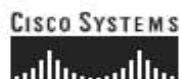


Cisco ICS-7500



Cisco VG200 VoIP Gateway

3- Produits et solutions pour Opérateurs



Cisco MGX8000 series

- Voice over IP (VoIP) et Voice over ATM (VoATM)
- Interfaces : Fast-Gigabit Ethernet / Packet over SONET (POS), ATM, TDM, ISDN
- Session Initiation Protocol (SIP) et H.323
- Routage et Commutation IP (MPLS)
- Administration : SNMP, MGCP, CORBA, Interfaces SoftSwitch



3- Produits et solutions d'entreprises



SIEMENS



OptiPoint 300 (H.323) & 400 (SIP)



OptiPoint 600



HiPath 3300



HiPath 3700



HiPath 3500



HiPath 4000
Migration à partir du HiCom 300



HiPath 5500

© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 83

HiPath 3000



	HiPath 3250	HiPath 3350	HiPath 3300	HiPath 3550	HiPath 3500	HiPath 3750	HiPath 3700
Montage	Mural	Mural	Rack	Mural	Rack	Mural	Rack
Équipement analogic	8 maxi	36 maxi	20 maxi	108 maxi	44 maxi	384 maxi	
Équipement numéric	12 maxi	24 maxi		24 maxi	48 maxi	384 maxi	
Canaux	4 RNIS T0 maxi	16 RNIS T0 maxi	16 RNIS T0 maxi	60 maxi (RNIS T0/T2,LR)	60 maxi (RNIS T0/T2)	120 maxi (RNIS T0/T2,LR)	120 maxi (RNIS T0/T2,LR)
Interfaces esclave	0	24 maxi		72 maxi	48 maxi	116 maxi	
Nbre d'abonnés	8/12 maxi	60 maxi	44 maxi	192 maxi	92 maxi	500 maxi	
Nbre clients IP	0	96 maxi		192 maxi		500 maxi	
Mobilité	Oui DECT	Oui DECT		Oui DECT		Oui DECT	
Bornes ss fil	3 maxi	3 maxi		7/16** maxi	7 maxi	64 maxi	
Combinés ss fil	8 maxi	16 maxi	8 maxi	32/64** maxi	32 maxi	250 maxi	

© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

**configuration avec module SLC : carte additionnelle dédiée aux bornes DECT

3- Produits et solutions d'entreprises



ALCATEL

Offre PABX IP OmniPCX Entreprise

- ◆ Solution matériel et logiciel (Linux) intégrée pour PME-PMI, Basée sur un PABX IP lancée aux états unis en sept. 2000 : ALCATEL PCX 4400.
- ◆ Intègre les 3 fonctions de base d'une PME/PMI
 1. PBX IP: communication vocal sur IP (IP phone, PC) ou classique (combinés analogiques fixes ou numériques DECT),
 - Call Manager H.323v2 sous Linux Mandrake 7.2
 - Applications CTI : Alcatel a racheté une startup GENESYS début 2000 et propose des applications de CTI (serveur vocal, messagerie unifiée ...)
 2. Commutateur Ethernet réseau local (Donnée) 8 à 24 ports, compatible 802.af
 3. Accès Internet multiple (RNIS 128 Kbps, LS 2 Mbps, ou ADSL)
- ◆ Autres fonctions inhibées à l'achat puis déverrouillables par clés logiciels:
 - ◆ Un routeur IP, Un Firewall, un serveur DNS, un proxy IP pour filtrer les accès vers l'internet et servir de cache Web
 - ◆ Un outil d'administration (OmniVISTA 4760 Network Management for IP Telephony)
- ◆ Coût (Février 2004) : 285 E HT par ligne (hors coût poste IP : 170 E HT, messagerie unifiée incluse)

© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 85

3- Produits et solutions d'entreprises



ALCATEL



Alcatel Premium IP Reflexes
170 Euros HT

- 2 ports switch Ethernet (10/100BT)
- Compression de la voix G711 et G723.1
- Détection de l'activité voix (VAD) et confort de génération de bruit
- QoS de niveau 3 : TOS et Diffserv
- 12 services téléphoniques
 - Affichage 1 x 20
 - Poids : 880 g



Alcatel OmniPCX Office

- Utilisateurs 200 max
 - Firewall NAT
 - Proxy/cache 1.5 GB
- Services LAN DNS, DHCP, mail POP3/SMTP
 - Stockage email 3.7 GB
- Serveur CTI (Gatekeeper) H323 H323 V2
 - Switch 2 à 8 ports
 - Stockage email vocal jusqu'à 200 h
- accès Internet ISDN (128kbps) External ADSL modem(2 Mbps)
- Authentication PAP/CHAP
- VPN PPTP/IPSec

© 2006 ahmed.mehaoua@math-info.univ-paris5.fr

page 86

3- Produits et solutions d'entreprises



NORTEL NETWORKS

